

Zeitschrift: Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles.
Botanique = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in
Freiburg. Botanik

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 1 (1901-1904)

Heft: 2: Ueber gelenkartige Einrichtungen an Stammorganen

Artikel: Ueber gelenkartige Einrichtungen an Stammorganen

Autor: Westermaier, M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-306667>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ueber gelenkartige Einrichtungen an Stammorganen.

Mit 2 Tafeln.

Von

Dr. M. Westermaier

Professor der Botanik.

(Botanische Untersuchungen im Anschluss an eine Tropenreise III. Heft.)



Im vorstehenden Titel ist angedeutet, dass hier nur von wenigen gelenkartigen Einrichtungen im Pflanzenreich gehandelt werden soll. Ausgeschlossen sind die äusserlich nicht sichtbaren Gelenkeinrichtungen, nämlich die Gelenke an Spaltöffnungen und auch jene Fälle, in welchen gelenkartige Bewegungen ausgeführt werden zur Zusammenfaltung der Blätter mittelst äusserlich unsichtbarer Gelenkstreifen, sowie jene zahlreichen zu Krümmungen fähigen ganzen Blattstiele und die ähnlich qualifizierten Zonen an den Spitzen von Stengeln und Wurzeln, welche äusserlich ebenfalls nicht hervortreten. Es bleiben auch ausgeschlossen die als Wülste oder Anschwellungen sich darstellenden Blattstiel-Gelenke. Von einigen Nodositäten des Stammes, denen gelenkartige Funktion zukommt, ist also im Folgenden die Rede. Eine spätere Arbeit soll sich auf äusserlich sichtbare Gelenke in grösserem Umkreis erstrecken.

Der I. Theil dieser Abhandlung ist der ausführlichen Schilderung eines Spezialfalles gewidmet, welchen ich im feuchten Tropenwald bei Tjibodas auf Java aufzufinden Gelegenheit hatte.

Im II. Theil soll versucht werden, einen kleinen vorläufigen Ueberblick nebst Gruppierung einiger Stengel-Gelenke auf Grund anderweitiger und eigener Beobachtungen zu geben. Es mag zum Voraus bemerkt werden, dass wir zwar zur Aufzählung von 5 verschiedenen Formen gelenkartiger Einrichtungen an Stämmen gelangen werden, dass aber damit nicht einmal die an Stämmen vorkommenden Fälle erschöpft sind.

I. Theil.

Die internodialen Anschwellungen im Stamm von *Pilea oreophila*.

Im bekannten komplizierten Bau eines Gramineenknotens sind zwei in ihren Wirkungen sehr verschiedene Einrichtungen enthalten, eine Streckungseinrichtung und ein Biegunsgelenk. Obwohl indess beide Einrichtungen ihren Sitz in der Region des Knotens haben, sind sie doch streng von einander getrennt, und zwar so, dass die Streckungseinrichtung Sache des Halmes und ein wenig höher gelegen ist als die Internodiumbasis, die Biegungseinrichtung dagegen in der Basis der Blattscheide ihren Sitz hat. Zunächst entsteht die Frage, ob der einfachere Fall einer totalen Vereinigung der biegungs- und der streckungsfähigen Region überhaupt vorkommt und wo dieses zutrifft. Im bejahenden Sinn ist diese Frage natürlich sofort erledigt durch den Hinweis auf zahlreiche Spitzen-Regionen von Stämmen und Wurzeln. Hinter der Spitze dieser Organe liegen bekanntlich nicht bloss streckungsfähige sondern auch geotropisch oder heliotropisch reizbare Zonen, welche zweckmässige Wachsthumskrümmungen ausführen. Es lehrt ja auch schon eine Ueberlegung einfacher Art, dass z. B. ein streckungs-

fähiges Organ in seinem anatomischen Bau, soweit dieser in Betracht kommt, nicht ein Hinderniss sondern die Fähigkeit für Wachsthumskrümmungen nach allen Seiten hin einschliesst.

Nun verknüpft sich aber mit der soeben aufgeworfenen Frage sofort eine andere, ob nämlich die interkalar streckungsfähige Zone immer auch eines mechanischen Schutzes bedarf, worauf bei der Region hinter der Wurzelspitze mit nein zu antworten ist. In zahlreichen anderen Fällen dagegen, wo Biegungsfestigkeitsansprüche nicht fehlen wie bei der Wurzelspitze, sondern im Gegentheil sich geltend machen, wie z. B. beim Gramineenknoten, stossen wir auf eine Reihe bekannter Erscheinungen, welche den Zweck haben, interkalar wachsende Organtheile mechanisch zu schützen. Schwendener¹ hat uns dreierlei hierzu dienende Mittel kennen gelehrt und auch seine Schüler lieferten dazu gehörige Beiträge. Diese 3 Mittel: Blattscheiden, Kollenchym, Durchmessergrösserung in der wachsenden Region sind keineswegs gleich häufig in der Pflanzenwelt in Anwendung gebracht; letzteres ist ziemlich selten. Der Konstruktionsplan der Blattscheiden schliesst die weitest gehende Arbeitstheilung in sich, indem die Blattbasis zum Schutz des Stengelwachsthums spezifisch qualifiziert erscheint. Die Blattscheiden der Gramineen sind aber noch komplizierter als andere Blattscheiden; denn in dem Gramineenknoten liegt thatsächlich ein dreifacher Apparat vor: die zwei oben erwähnten Einrichtungen zur Streckung und zur Biegung und der Schutzapparat für die Streckungsregion. Durch die Anwendung der Blattscheiden wird allerdings der Aufbau der betreffenden Pflanzen ganz allgemein komplizierter; aber sie sind ein sehr sicheres Schutzmittel für die interkalar wachsenden Zonen, ein Mittel, welches von der Spitze bis an die Basis eines Stammgerüsts ohne Gefahr für seine Biegungsfestigkeit eingeschaltet werden kann und dessen Funktionstüchtigkeit von Wasser-

¹ Mechan. Princip S. 94 f.

zufuhr und Turgescenz unabhängig ist. Das ist nicht der Fall bei Anwendung der beiden anderen Mittel, nämlich des Kollenchym's und der Durchmesserergrösserung. Diese zwei Mittel zum Schutz des interkalaren Wachstums gewähren zwar den weiter oben genannten Vortheil, dass Streckungseinrichtung und Biegungsgelenk in einer Zone eines einzigen Organs vereinigt sind, allein sie erweisen sich als mechanisch ungünstiger; sie sind nämlich abhängig vom Wassergehalt (Turgescenz) der Gewebe und können deshalb, selbst wenn sie beide vereinigt sind, in allen Stammregionen nur da vorkommen, wo die Erhaltung der Turgescenz durch die klimatischen Verhältnisse gesichert ist. An den Spitzen von Stämmen und Zweigen, wo die biegenden Kräfte bloss mit kleinem Hebelarm wirken, thut das Kollenchym mit oder ohne Durchmesserzunahme die besten Dienste. Verlegt man es aber in Gedanken etwa mitten in die einzelnen Internodien von den obersten bis zu den untersten, so resultiert hieraus ein Aufbau, der bei verminderter Turgescenz der Einknickungsgefahr an vielen Stellen ausgesetzt wäre. Der soeben erwähnte Fall Kollenchym sammt Durchmesserzunahme mitten im Internodium ist bis jetzt nur selten beobachtet und wird wohl auch selten bleiben. Sein Zusammenfallen mit den Lebensverhältnissen des tropischen Regenwaldes wird unserer eben angeführten Betrachtung zur Stütze dienen, es steht mit ihr im Einklang. Die Urticacee *Pilea oreophila*, eine schlanke krautartige Pflanze im Urwald bei Tjibodas (Java), welche bis etwa 1 1/2 Meter Höhe erreicht, repräsentiert einen solchen Fall, wie im Folgenden gezeigt werden soll.

Grösserer Durchmesser und Kollenchym in der Mitte der einzelnen Internodien zeichnen also unsere Pflanze aus. Bei näherer Betrachtung erweist sich das Vorkommniss bei *Pilea or.* als eine Einrichtung, welche der beständig feuchten Atmosphäre des Tropenwaldes angemessen und hier durchaus zweckentsprechend ist. Lufttrockenheit würde nämlich Welken und Erschlaffung der angeschwollenen

Stellen bewirken, soweit sie noch keinen Holzring besitzen. Sehr demonstrativ tritt dieses Verhalten, nämlich Erschlaffung der betreffenden Stellen, beim längeren Aufenthalt dieser Objekte in Alkohol hervor. Die Internodien sind dann in der Mitte ungemein biegsam, sind wie in der Mitte aufgeweicht und eventuell geknickt, ähnlich wie eine in der Mitte bis zum Schmelzen erhitzte Glasröhre.

Die in Rede stehende Einrichtung passt physiologisch auch gut zu einem anderen Vorkommniss in jenem Klima, nämlich zu der Erscheinung der raschen Laubentfaltung mancher Tropengewächse z. B. der Blattschweife von *Amerstia nobilis* und anderer Pflanzen. Dieses schnelle « Ausschütten »¹ zarter jugendlicher Organe ist ebenfalls nur in anhaltend feuchter Luft ohne Gefahr denkbar.

Hiemit sind wir soweit, dass wir in die spezielle Besprechung der betreffenden anatomisch-physiologischen Verhältnisse von *Pilea oreophila* eintreten können.

A.

Beobachtungen an oberen (jüngeren) Internodien.

Das Hauptaugenwerk richten wir natürlich auf den Bau-Unterschied des mittleren dickeren Internodialtheils und der dünneren Theile desselben Internodiums. Es gibt kaum ein Gewebe, auf welches sich dieser Strukturunterschied nicht erstreckt; Epidermis, Rinde, Holz und Mark sind davon betroffen, am stärksten aber der Holzkörper. In diesem sind es sowohl die gefässführenden Parteen als die hier bei *Pilea oreophila* streng davon geschiedenen gefässfreien Parteen, die sich in den beiden Theilen des Internodiums verschieden verhalten. Im gefässführenden Theil trifft der Unterschied sowohl die Gefässe als die begleitenden Zellen.

Wir beginnen mit den äussersten Elementen, der Epi-

¹ Ausdruck von Prof. Dr. Treub in Buitenzorg.

dermis. Ein Blick auf die Figuren 9, 10 und 14 zeigt uns Anordnung und Gestalt der Epidermiszellen. Da die Längsrichtung durch die Pfeile angezeigt ist, erkennt man, wie in dem dicken Mittelstück (Fig. 10) bei zahlreichen Theilungen senkrecht zur Längsachse die Streckung in der Längsrichtung sich noch wenig geltend gemacht hat; die Zellen sind im Allgemeinen entschieden breiter als lang, bilden aber stellenweise doch deutliche Längsreihen. Die Epidermiszellen an den dünneren Internodialtheilen dagegen, deren ausgewachsener Zustand besonders im Innern des Internodiums sich darstellt, sind zum Theil isodiametrisch, zum Theil deutlich längs gestreckt; man vergleiche mit Fig. 10 insbesondere die Fig. 9 und auch 14. Die beiden letzteren Skizzen stammen von den dünneren Endtheilen des betreffenden Internodiums.

Wichtiger ist die vergleichende Betrachtung der inneren Gewebe in den bezüglichen Internodialtheilen.

Ich mache zuerst einige Angaben über Längen- und Dicken-Verhältnisse der Internodien.

Von der Spitze gegen die Basis waren die Längen der sukcessiven Internodien in einem Fall (in Centimetern) 3, $5\frac{1}{2}$, 6, $7\frac{1}{2}$, 10, 10, 12, $12\frac{1}{2}$, 9, 5, $1\frac{1}{2}$; dann kam die Wurzelregion. In einem andern Fall betragen die Längen in Centimetern von der Blütenregion abwärts: $4\frac{1}{4}$, $6\frac{1}{2}$, $5\frac{3}{4}$, $5\frac{3}{4}$, 6, $6\frac{1}{4}$, 7, $10\frac{1}{2}$, $11\frac{1}{4}$, 6.

Das Durchmesserverhältniss innerhalb eines Internodiums war in 4 beobachteten Fällen folgendes:

1. Internodium-Mitte 17 Theile, Internodium-Enden 11 Theile.
2. Internodium-Mitte 6— $7\frac{1}{2}$ Theile; oberes Ende 4— $5\frac{1}{2}$ Th., unteres Ende $4\frac{1}{2}$ Th.
3. Ein 4,8 Centimeter langes Internodium besass in der Mitte einen Durchmesser von 15 Th., an den Enden $9\frac{1}{2}$ und $10\frac{1}{2}$ Th.
4. Junges Internodium von 4,5 Centim. Länge: Durchmesserverhältniss 4 Millimeter in der Mitte, 3 Millimeter an den Enden.

(In der Regel ist der Durchmesser im unteren Ende noch etwas kleiner als im oberen). Gesetzmässig ist also die annähernde Spindelform der Internodien. Die Verdickung in der Mitte ist ein wesentliches Mittel zum Schutz der hier liegenden interkalaren Streckungszone.

Die erwähnte Verdickung zeichnet die Internodien einer Pflanze von unten bis in die Region der Blütenstände hinein aus, also von den unteren durch die längsten Internodien hindurch bis in die kürzeren oberen hinein. Diese eine Thatsache im Zusammenhalt mit der anderen, dass nur verhältnissmässig selten diese Anschwellungen zu Krümmungen benützt werden, spricht schon dafür, dass die Verdickungen als Schutzmittel für das interkalare Wachstum dienen. Natürlicher Weise wird sich das aber durch das Studium der anatomischen Verhältnisse prüfen lassen. Ueber die genauere Untersuchung einzelner Fälle soll im Folgenden berichtet werden.

Eines der obersten und jüngsten Internodien (3 Cent. lang) und das nächst untere ($4\frac{1}{2}$ Centimeter lang) zeigten im Allgemeinen auf Querschnitten durch verschiedene Regionen des Internodiums noch ähnlichen Bau, den Bau streckungsfähiger Stengeltheile. Bei speziellem Eingehen auf die einzelnen Elemente aber ist bald zu erkennen, dass aus dem Fehlen des dickwandigen Libriforms und verholzter Markstrahlen nicht auch immer auf das Fehlen sekundärer Gefässformen zu schliessen ist. Solche stellen sich nämlich schon in einem sehr jungen Internodium bald an gewissen Stellen ein.

Als ein zweites Stadium kann folgendes betrachtet werden. An einem $3\frac{1}{2}$ Centimeter langen Internodium (einem der obersten) beobachtete ich an der Basis sicher ein sekundäres (treppenförmiges) Gefäss. In dieser Internodiumbasis waren auch schon tangential Gruppen von verdickten Libriformzellen nachweisbar. Im mittleren Internodialstück fehlten diese Libriformgruppen noch und es waren auch noch keine sekundären Gefässformen aufzu-

finden. Aus Obigem ist nebenbei zu schliessen, dass in dem fertig gestreckten Organtheil die sekundären Gefässformen annähernd in demselben Zeitpunkt auftreten, in welchem die Verdickung der Libriformfasern beginnt.

Oben war von 2 Internodien (3 und $4\frac{1}{2}$ Centim. lang) die Rede. In dem nächst unteren $5\frac{1}{2}$ Centimeter langen Internodium war nun schon sehr deutlich die Differenz zwischen seinem Mittelstück und seinen dünneren nach oben und unten folgenden Enden ausgesprochen. Die durch tangentialen Theilungen entstandenen Markstrahlen sind an den Enden vorhanden und zeigen schon beginnende Verholzung. Sehr deutlich zeigt sich im dünneren Internodialtheil das dickwandige Libriform der Gefässbündel; es bildet zusammen mit den genannten breiten Markstrahlen einen Holzring. Das Kollenchym ist ganz allgemein schwächer entwickelt in den Enden, stärker in der Mitte.

Zunächst sei noch ein Fall angeführt, in welchem an einem circa 5 Centimeter langen Internodium in der Mitte noch kein sekundäres Gefäss beobachtet wurde. In einem anderen Fall waren sekundäre Gefässe (treppenförmige) im oberen und unteren Theil eines 5 Centimeter langen Internodiums schon ausgebildet, während die Entscheidung für das Mittelstück zweifelhaft blieb. Ein Holzring war noch in keinem Theil dieses Internodiums entwickelt. Es ergibt sich aus dem eben Angeführten, dass die Ausbildung sekundärer Gefässformen der Ausbildung des Holzringes etwas voraneilt.

Nach meinen Wahrnehmungen wird man sehr zeitig die noch jungen Pflanzen in Untersuchung ziehen müssen, wenn man viele Internodien finden will, welche in der verdickten Mitte noch kein einziges sekundäres Gefäss besitzen. An etwas älteren Pflanzen muss man sich auf die Konstatierung der Thatsache beschränken, dass in den nicht zu alten Internodien — deren Mittelstück noch weich ist — die Bildung sekundärer Gefässe in der Mitte des Internodiums zwar auch angefangen, dass sie aber oben und unten in demselben Internodium schon ausgiebige Fort-

schritte gemacht hat. Das genügt im Zusammenhalt mit den übrigen anatomischen Verhältnissen zur Schlussfolgerung, dass die interkalare Streckung bei unserer Pflanze in der Mitte gesetzmässig am längsten dauert.

Ein weiteres Eingehen auf die Strukturunterschiede zwischen den gelenkartig angeschwollenen Mittelstücken und den dünneren Endtheilen eines Internodiums wird uns nothwendig mit der spezielleren Anatomie des Stengels bekannt machen.

Nicht der Durchmesserzunahme allein ist der Schutz der interkalar sich streckenden und zugleich lange biegungsfähig bleibenden mittleren Internodiumzone überlassen sondern auch dem Kollenchymring, der stark entwickelt ist im dickeren Mittelstück, schwach in den Enden des Internodiums. Die Thatsache beträchtlicher Verschiedenheit des Kollenchyms in den genannten Theilen veranschaulichen die Skizzen Fig. 7 und 8, Taf. II.

Der Gefässbündelbau lässt sich nicht mit wenigen Worten schildern, weil es mindestens 4 verschiedene Bündelformen gibt. Wohl aber lässt sich ganz allgemein unter Hinweis auf die Skizzen Fig. 2 und 1, Taf. I, sagen, dass im Mittelstück die stereomfreien Gefässbündel nur durch beginnende zartwandige Kambiumbrücken gegenseitig verbunden sind, dass dagegen in den dünneren Enden des Internodiums ein fester Holzring vorhanden ist, bestehend aus verdickten und verholzten überaus breiten Markstrahlen zwischen den Bündeln und aus den mit starkem Libriform ausgestalteten Bündeln selbst. Obiger Ausdruck « stereomfrei » besagt, dass typische mechanische Zellen fehlen; denn das künftige mechanische Gewebe der Bündel, das Libriform, ist total unfertig, kambial, ganz zartwandig und hat sein individuelles (gleitendes) Längenwachsthum noch nicht vollendet, was man aus dem Vergleich der anatomischen Querschnittsbilder Fig. 2 und Fig. 1 erkennt.

Einer besonderen Besprechung bedarf noch der anatomische Charakter jener interfascikulären Partien des Holz-

ringes, welche soeben « Markstrahlen » genannt wurden. (m-m Fig. 1.) Diese Bezeichnung erscheint manchem Anatomen auf den ersten Blick anfechtbar. Es ist also hier von den dünneren Internodialtheilen die Rede. Die betreffenden Zellen machen thatsächlich den grössten Theil des Holzringes aus, was selbst unter der Annahme sehr breiter Markstrahlen jedenfalls eine Eigenthümlichkeit bleibt. Der zeitweise reichliche Stärkegehalt der fraglichen Zellen beweist allein natürlich Nichts für die Markstrahlnatur, da ja stärkeführendes Libriform keine Seltenheit ist. Allein die Zellform verbietet die Bezeichnung Libriform, Gestalt und Porenform und Anordnung der Zellen zwingen zur Benennung als Markstrahlen. Die Gestalt ist ausgesprochen parenchymatisch; es liegt die bekannte Form und Anordnung hoher Markstrahlen vor (Fig. 11, Taf. II). Die Porenform ist rundlich oder oval, beides kommt vor; grössere und kleinere Poren sind auf der nämlichen Zellwand (Radialwand) gemischt zu sehen. Namentlich die horizontalen Querwände zeigen reichlich Poren. Auf den tangentialen Wänden endlich sind sichtlich mehr Poren als auf den radialen, was bekanntlich dem Markstrahlengewebe charakteristisch zukommt. Natürlich sieht man auf Querschnitten oft genug auch eine ganze Radialreihe von reichlich mit Poren versehenen horizontalen Querwänden. Nebeneinander liegende Radialreihen solcher Zellen haben aber oft verschiedene Höhe und lassen daher ihre Querwände vielfach nicht in der nämlichen Querschnittsebene erblicken. Dem Gesagten zufolge muss man schlechterdings diese interfascikulären Zellkomplexe als Markstrahlen bezeichnen.

Bevor wir weiter gehen zur Besprechung der verschiedenen Bündelformen, werfen wir noch einen Blick auf die beiden Figuren 1 und 2 Taf. I, welche uns manche der besprochenen anatomischen Verhältnisse vor Augen führen. An das dickwandige verholzte Libriform des Bündels (Fig. 1) schliesst sich das ebenfalls verholzte Markstrahlengewebe (m-m-m) an. Das genannte dickwandige Libriform setzt sich longitudinal fort bis in den kambialen Zustand, der in

der Mitte des Internodiums am längsten anhält, aber schliesslich auch aufhört und umgewandelt wird. Diesen kambialen Zustand sammt anliegender Kambiumbrücke (c-c) stellt unsere Fig. 2 dar.

Bündelformen. Im Allgemeinen wechseln im Umkreis des Stengelquerschnitts je ein grösseres mit einem kleineren Bündel ab. Abgesehen jedoch von der Grösse unterscheiden sich die vorkommenden Bündel noch durch ihre Zusammensetzung. Hiernach lassen sich 4 verschiedene Formen unterscheiden. Wir sprechen zuerst von der Bündelstruktur in den dünnen Internodiumtheilen. Der Vergleich mit den Zuständen eben dieser Bündelformen im Gelenk (Mittelstück) schliesst sich dann unmittelbar an.

Die schematischen Skizzen 3, 4, 5 und 6, Taf. I, veranschaulichen uns die 4 Bündelformen in den fertigen, dünnen Theilen des Internodiums.

In Fig. 4 sind die Gefässe in allen Theilen vertreten; in Fig. 3 figuriren nur primordiale Gefässe, nämlich die Gefässe im inneren Abschnitt; in Fig. 6 fehlt der innere Gefässbündeltheil also auch die Gruppe der Erstlingsgefässe, dagegen sind im Libriform Gefässe vorhanden; in Fig. 5 fehlen die Gefässe ganz. Fig. 5 stellt ein Bündel aus Leptom mit Libriform dar! Theoretisch zu erwarten war dieses Vorkommniss schon seit dem Zeitpunkt, als die Selbständigkeit des mechanischen Gewebesystems durch Schwendener erwiesen worden ist. Immerhin ist es aber bis jetzt eine Seltenheit, dass in einem Dikotylenbündel vom Cambium nach innen ausschliesslich Stereom, kein Hadrom gebildet wird. Wir haben hier eine neue Illustration der Selbständigkeit des Stereoms. In unserm Fall geht es sogar soweit, dass das Stereom (Libriform) allen vier Bündelformen zukommt, das Hadrom aber ganz oder theilweise fehlen kann.

Die Gefässe, welche in den Bündelformen Fig. 4 und 6 im Stereom liegen, sind nach meiner Beobachtung sekundäre. Diese sekundären Gefässe der genannten Bündel sind regelmässig von Holzparenchym mehr oder weniger vollständig

umgeben, das durch dünnere Wandungen vom Libriform sich abhebt. Von zartwandigem Holzparenchym begleitet sind die primordialen Gefässe in den marksichtigen Spitzen der Bündelformen Fig. 3 und 4.

Die Bündel, welche die Zusammensetzung wie Fig. 5 und 6 zeigen, sind Bildungen, die betreffs der Entstehungszeit sicher mit den äusseren Partien der Bündelformen 3 und 4 gleich gesetzt werden müssen. Wie schon gesagt, setzt sich das dickwandige Libriform der dünnen Internodialtheile (also in allen 4 Bündelformen) fort in den angeschwollenen Gelenktheil in Form von kambialen zartwandigen Elementen. Radial gereiht sind diese zartwandigen Elemente im Allgemeinen also viel besser als die dickwandigen Libriformzellen; denn die Störungen der Radialreihen sind sichtlich durch das spätere individuelle Längenwachsthum der Libriformzellen bewirkt.

Der Stärkegehalt in den breiten Markstrahlen soll hier mit einigen Worten berührt werden. Es gibt Fälle, in welchen in den dünnen Internodialabschnitten in den breiten Markstrahlen sich Stärke befindet und zugleich im nämlichen Internodium im gleichgelagerten Gewebe des dicken Mittelstückes. Es lässt sich aber auch der Fall beobachten, dass die Stärke im angeschwollenen Theil des Internodiums in dem betreffenden Gewebe fehlt, dagegen vorhanden ist in den breiten Markstrahlen des dünneren Internodialabschnittes. Zum Beispiel zeigte sich in einem untersuchten Falle im oberen (dünnen) Theil eines Internodiums in dem Markstrahlengewebe viel Stärke. Gegen die angeschwollene Mitte zu nahm der Stärkegehalt ab, um endlich im dicken Mittelstück im interfascikulären Gewebe soviel wie ganz zu verschwinden. Die Deutung hiefür scheint nahe zu liegen: In dem Maasse, als sie zu Zellwachsthum verbraucht wird, nimmt die Stärke gegen das dicke « Gelenk » hin an Menge ab. Es lässt sich auch in der Internodium-Mitte der Fall beobachten, dass die Stärkekörner sowohl seitlich gegen die Bündel hin an Grösse abnehmen, als auch gegen das interfascikuläre Cambium nach aussen hin, was darauf hin-

weist, dass dem noch dünnwandigen Bündellibriform und dem Markstrahlen-Cambium Wachsthumsmaterial zugeführt wird.

Endlich muss noch in der Besprechung der allgemeinen Unterschiede im Bau der mittleren und Endtheile eines Internodiums darauf die Sprache kommen, dass auch im Inhalt des Markgewebes eine Verschiedenheit in der Quantität sich kundgibt. Ein Stoff mit Gerbstoffreaktion ist nämlich im angeschwollenen Mittelstück im Mark reichlich vorhanden und nimmt nach oben und unten hin deutlich ab. Ich glaube, dass entweder die von Gregor Kraus schon längst ausgesprochene Ansicht von der fäulniswidrigen Eigenschaft des Gerbstoffs hier in Betracht zu ziehen ist oder aber die Wirkung als Abwehrstoff gegen Insekten nach Stahl's Gedanke. Eventuell sind beide Funktionen vereinigt. Bemerkenswerth ist, dass sich dieser eben genannte Stoff umgekehrt verhält als die Stärke bezüglich seiner Vertheilung. Er ist im wasserreicheren und empfindlicheren Mittelstück reichlicher vertreten als in den verholzten Theilen des Internodiums. In der That findet man hie und da verletzte, krankhaft afficierte Stellen in der angeschwollenen Internodium-Mitte.

B.

Beobachtungen an gestreckten (älteren) Internodien.

Internodium 12 $\frac{1}{2}$ Centimeter lang. Ein Vergleich radialer Längsschnitte aus der mittleren dicken Region (A) (von weicher Consistenz) mit ähnlichen Schnitten aus der dünnen unteren (harten) Internodiumgegend (B) lehrte Folgendes :

A. Von innen radial nach aussen die Gefässe ihrer Natur nach verfolgend sah ich 5 primordiale, das innerste ringförmig, die übrigen schraubenförmig, dann etwa 4 sekundäre Gefässe (treppenartig).

B. In derselben Weise gezählt lagen im dünnern Theil

innen 3 primordiale Gefässe (dass innerste ring- und spiral-förmig); dann folgten nach aussen c. 8 sekundäre Gefässe.

Hieraus folgt als wahrscheinlich, wenn auch auf indi-rektem Wege, dass einige primordiale nach aussen ge-legene Gefässe vom dickeren Mittelstück des Internodiums in ihrem Verlauf nach unten in Verdickungsformen sekundärer Gefässe sich fortsetzen.

Eine ähnliche Beobachtung sei hier noch angeführt. Sie hatte ebenfalls das Ergebniss, dass die Zahl der pri-mordialen Gefässformen — natürlich radial auf einander folgende kommen hier in Betracht — im mittleren Inter-nodiumtheil grösser ist als in einem dünneren Stück des-selben Internodiums, und dass umgekehrt die Zahl der betreffenden sekundären Gefässe im dünneren Internodium-theil grösser ist als im dickeren mittleren Stück. Primor-diale Gefässformen, wenn auch sehr enggewundene spiralige, waren z. B. im dickeren Mittelstück eines Stamm-Inter-no-diums fast bis an's Kambium hin zu finden, nämlich von circa 9 in radialer Richtung auf einander folgenden Ge-fässen 7 oder 8 primordiale und vielleicht nur 1 treppen-förmiges äusserstes Gefäss. Dagegen waren im dünneren Stück desselben Internodiums ungefähr 5 sekundäre Gefäss-formen gegenüber 5 inneren primordialen zu zählen. Na-türlich müssen bei solchen Vergleichen möglichst gleich-artige Bündel benützt werden.

Auch der direkten Beobachtung ist es endlich möglich festzustellen, dass ein Gefäss, welches in der dicken Region des Internodiums liegt, einen anderen Bau zeigt, wenn man es in die dünne Strecke des Internodiums hinein verfolgt. Gefässstück Fig. 13 liegt in der dickeren Partie, Gefäss-stück Fig. 12 in der dünneren Partie; Fig. 13 ist spiral-förmig, Fig. 12 ist treppenförmig.

Nach meinen weiteren Beobachtungen kann auch Fol-gendes vorkommen: Im Mittelstück eines Internodiums ist etwa das VII. Gefäss einer Radialreihe, von innen nach aussen gezählt, das innerste sekundäre Gefäss; an einem der Endtheile des Internodiums ist es schon ungefähr das IV. oder V.

Nach den allgemein feststehenden anatomischen Erfahrungen gestatten schon allein die an älteren gestreckten Internodien zu beobachtenden Verhältnisse, die eben angeführt wurden, einen gewissen Rückschluss auf die vorausgehenden Entwicklungszustände. Denn es ist klar, dass dem Zeitpunkt, in welchem z. B. nur ein sekundäres Gefäss zu äusserst am Kambium eines grossen Bündels im dicken Internodiumtheil nachweisbar ist, eine Periode vorausging, in welcher sämtliche Gefässe noch primordial, also streckungsfähig waren. Weil eben das Längenwachstum in der verdickten Internodium-Mitte am spätesten erlischt, findet man hier erst in der äussersten Partie eines grossen Bündels sekundäre Gefässformen; in den schon früher definitiv gestreckten Theilen dagegen kann schon die Hälfte oder mehr als die Hälfte der im Radius aufeinander folgenden Gefässe sekundäre Formen aufweisen.

Es werden also in einem solchen Stamm-Internodium von unserm entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkt aus betrachtet dreierlei Gefässe vorkommen:

1. primordiale Gefässe, die durch das ganze Internodium als solche durchgehen, — zu innerst —;
2. kombinierte Gefässformen, welche im mittleren Internodialabschnitt primordiale Struktur besitzen, im oberen und unteren Theil des Internodiums aber sekundären Bau haben;
3. sekundäre Gefässformen, welche als solche das ganze Internodium durchziehen, — zu äusserst.

C.

Beobachtungen an total verholzten Internodien (gekrümmt oder sehr alt und gerade).

Hat ein Internodiumgelenk (Mittelstück) zur geotropischen Aufrichtung gedient, beschreibt es also in Folge dessen einen Bogen, so erscheint es zweckentsprechend,

dass die Krümmung fixiert wird, d. h. durch Verholzung erstarrt. Das Krümmungsgelenk hat hier dann seinen Dienst gethan. Die Funktion, als Streckungseinrichtung zu dienen, muss aber dann ihr Ende erreicht haben; ein so gekrümmtes Internodium soll in der gewonnenen Grösse und Stellung verharren. Denn allenfalls jetzt noch eintretende Streckungen an der Krümmungsstelle würden weiches Gewebe an einer Stelle erfordern, welche mechanisch stark beansprucht ist: hieher, an das Knie, ist jetzt gewissermassen die Basis des ganzen überliegenden Stammgerüsts verlegt. Hiemit im Einklang steht nachfolgende Beobachtung. In dem dicken Mittelstück eines solchen Internodiums, das die Krümmung vollzogen hatte, fand sich jetzt ebenfalls ein geschlossener Ring aus verholzten Elementen (dickwandiges Libriform sammt den breiten verholzten Markstrahlen). Der von den Markstrahlen gelieferte Antheil des Holzringes ist zwar weniger mächtig durch Gesamtdicke und Zellenzahl als dasselbe Gewebe im dünneren unteren Theil des Internodiums; bei dem grösseren Stengeldurchmesser kann aber auch die Wanddicke der ganzen Holzhöhre geringer sein unbeschadet der Biegefestigkeit.

Wenn wir soeben gesehen haben, dass eine zweckmässige Krümmung (geotropische Aufrichtung) eine « Erstarrung » durch Verholzung etc. im Gefolge hat, so erübrigt nun noch, anzuführen, dass auch das zunehmende Alter gerade bleibender Internodien dieselbe Erscheinung mit sich bringt. Es kam mir einmal ein altes solches Internodium einer kräftigen Pflanze in die Hände. Seine Länge betrug 16 Centimeter. Sein Mittelstück war nur « sanft » angeschwollen. Auch in diesem Mittelstück war jetzt von kambialer Beschaffenheit und Weichheit nicht mehr die Rede, was sich schon äusserlich kund gab. In seinem Innern bewiesen die Ausbildung von fertigem Libriform in den Bündeln und von dickwandigen verholzten Markstrahlen (den bekannten breiten) den nun völlig streck-

ungs- und biegungsunfähigen Zustand der früher zu beiden Leistungen befähigten mittleren Internodialzone. Sogar verholzte Bastzellen sind als schwache Lokalbelege am Leptom in der betreffenden Gegend des Internodiums zu beobachten. Die nachweisbaren inneren Unterschiede zwischen Mittelstück und Enden des Internodiums sind jetzt wesentlich quantitative, während früher qualitative Differenzen vorlagen. Solche quantitative Unterschiede sind jetzt z. B. im Holzring und in der Korkbildung gegeben. Die radiale Bündel-Dimension im Mittelstück verhält sich zu jener im dünneren unteren Internodialtheil ungefähr wie 13 zu 16 Längeneinheiten. Auch die Dicke des von den verholzten Markstrahlen gebildeten Holzringantheils ist nur $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ so beträchtlich als im dünneren Internodiumtheil; die Zellenzahl im Radius ist 12—17 im mittleren dickeren Theil, 35 im dünneren Theil des Internodiums. Wie angedeutet ist schon Korkbildung eingetreten, wenigstens an manchen Stellen. Im dickeren mittleren Theil des Internodiums ist die Korkbildung wenig weit vorgeschritten; gelegentlich sieht man eine Epidermiszelle einmal tangential getheilt und ebenso eine unter ihr liegende erste und zweite Rindenzelle. Hingegen zählt man im unteren (dünnern) Internodiumstück stellenweise bis 7 zu einer Radialreihe gehörige Zellen als Produkt der Korkbildung in einer der äussersten Rindenzellschichten.

II. Theil.

Vergleichender Ausblick auf ähnliche Einrichtungen.

Trotz eines sofort in die Augen springenden Unterschiedes ist eine gewisse Analogie zwischen den Stengelanschwellungen bei *Pilea oreophila* und den bekannten Gelenkwülsten bei *Galeopsis Tetrahit* (u. anderen Species) unverkennbar. Den Aehnlichkeiten sowohl als den obwaltenden Unterschieden wenden wir im Folgenden unsere Aufmerksamkeit zu.

Nach dem allgemeinsten Gesichtspunkt betrachtet — Ausstattung der wachstumsfähigen Regionen mit Verdickungen — herrscht sicher eine Analogie.

Nun kommt aber sofort der merkliche Unterschied in der Lage der Nodositäten in Betracht. Die Lage der Gelenkwülste am oberen Ende der Internodien ist es, was wir am Stengel von *Galeopsis Tetrahit* als Eigentümlichkeit wahrnehmen; bei *Pilea oreophila* ist dagegen die Mitte des Internodiums angeschwollen. Bei *Pilea* fand ich ferner nur selten eine Biegung (geotropische Aufrichtung), die durch eine der Gelenkanschwellungen bewerkstelligt worden war; hier scheint im Allgemeinen die Streckungsfunktion Hauptsache zu sein. Bei *Galeopsis Tetrahit* ist die Streckung nur in den äussersten und obersten Internodien eine regelmässige Erscheinung (hievon ist noch weiter unten die Rede); dagegen springt die Funktion der Biegung in der mittleren und unteren Region der Pflanze oft sehr deutlich in die Augen.

Die obersten und äussersten Internodien bei *Galeopsis Tetrahit* (Hauptstamm und Zweige) zeigen in der Regel keine schroffen Verdickungen unter den Blattinsertionen oder Zweigpaaren, sondern das Internodium ist von unten nach oben verfolgt zwar deutlich aber allmählig im obersten Theil verdickt. In diesem obersten Theil der jüngsten Internodien findet man dann auch beim Welken ein weich gewordenes Stück von etwas grösserer Länge gegenüber dem Verhalten der vielfach ziemlich plötzlichen Anschwellungen in der mittleren und unteren Region der Pflanze, wo die beim Welken weich werdenden Stücke entsprechend kurz sind. In den genannten jüngsten Internodien findet sichtlich Streckung statt, und es gewinnt die sich streckende Region wiederum durch den grösseren Durchmesser einen mechanischen Schutz. Hier liegt nur eine umgekehrte Modifikation des von Schwendener¹ beschriebenen Falles von *Tradescantia erecta* vor, wo

¹ Mechanisches Princip S. 95.

der untere Theil der Internodien sich streckt und das Internodium daher nach oben sich verjüngt. Die hier in Rede stehenden nach oben zu verdickten Internodien bei *Galeopsis Tetrahit* schliessen sich an die von mir früher¹ untersuchten Blüthenschäfte an.

Mit solchen allmählig nach oben oder unten sich verjüngenden Internodien-Enden sind also nicht identisch die schroffen Nodositäten, die meist im mittleren und unteren Stengel-Theil von *Galeopsis Tetrahit* zu finden sind, Verdickungen, welche ebenfalls das obere Ende der Internodien einnehmen. Nicht zu verwechseln sind ferner damit die schroffen knotigen Anschwellungen, welche bei manchen Stengeln am unteren Internodium-Ende auftreten (s. Skizze 17 Taf. II). Endlich sind natürlich auch nicht identisch mit den einseitig allmählig sich verjüngenden Internodien (*Galeopsis*, *Tradescantia*) die nach oben und unten von der Mitte aus sich verjüngenden Internodien der besprochenen *Pilea*.

Es ist einleuchtend, dass die schroffen Anschwellungen mehr auf Biegungsgelenke hindeuten, als auf Streckung (Verlängerung). Andererseits deutet allmähliges Dickerwerden auf Streckung (Verlängerung) hin, wobei nicht ausgeschlossen ist, dass an solchen Stellen auch Wachstum mit Krümmung, also Biegung sich vollziehen kann. Weiter unten soll der Versuch einer vorläufigen Gruppierung einiger gelenkartigen Einrichtungen durchgeführt werden.

Betrachten wir nun *Galeopsis Tetrahit* etwas näher. Es kann dies immerhin noch von unseren Gesichtspunkten aus geschehen, obwohl Briquet² in einer Monographie der Gattung *Galeopsis* die Vorgänge bei der betreffenden Wachsthumskrümmung eingehend behandelt hat.

Wir können in der freien Natur an den bekannten Nodositäten verschiedene Krümmungen beobachten, und zwar sehr häufig in den mittleren und unteren Theilen

¹ Monatsber. der Kgl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin, 1881.

² « Monographie du Genre *Galeopsis*. » Bruxelles 1893.

unserer Pflanze. Durch alle diese Krümmungen erweisen sich die Anschwellungen der besagten Region als Biegun g s g e l e n k e. Namentlich an der Basis, also an den untersten Gelenken der Pflanze, findet man öfter ähnlich wie bei Gramineenstengeln scharfe, durch Verholzung später erhärtete Kniebildungen, durch welche die aufrechte Stellung des überliegenden Theils herbeigeführt wurde. Es kommt auch vor, dass die untersten Internodien am Boden kriechen, aus einer der Anschwellungen Wurzeln treiben und an einem oder wenigen Knoten sich steil zur senkrechten Stellung erheben. Soweit meine Beobachtungen gingen und wie auch von vornherein wahrscheinlich war, sind an horizontalen Standorten mit freier Exposition gegenüber dem Licht im Hauptstamm Knickungen selten; wohl aber sind an den Zweigen solcher Pflanzen häufig Kniebildungen zu sehen. Dagegen tragen Exemplare an abschüssigen Stellen oft an den Hauptstengeln Knickungen in den Gelenken, wobei dann mehrere sukcessive Gelenke sich an der Aufrichtung betheiligen können.

Nun muss noch von den Zweigen speziell gesprochen werden. Bekanntlich ist die Verzweigung bei unserer Pflanze manchmal eine sehr reichliche. Die Zweige tragen neben Blüten auch Laubblätter. Mitunter entspringen vier Seitenzweige an einem Knoten des Hauptstengels. Um nun die Blätter unterer Zweige der Beschattung durch obere möglichst zu entziehen und auch um eventuell die Blüten unterer Zweige den Insekten gut sichtbar und zugänglich zu machen, genügt der Winkel zwischen Zweig und Hauptstamm sichtlich noch nicht. Es ist vielmehr öfter zu beobachten, dass in einem Z w e i g k n o t e n (also in seinem Gelenk) eine Knickung nach abwärts vollzogen wird. Dadurch wird eine stärkere horizontale Ausbreitung gewonnen und so der angegebene Zweck — bessere Beleuchtung und Sichtbarkeit erreicht. Ein solcher Zweig bietet somit, näher betrachtet, ein komplizierteres Verhalten dar, als man glauben möchte. Wir sehen z. B. oft die unteren Internodien eines Zweiges in ihrem Verlauf sanft aufwärts gebogen. So würden die

nächst höheren Internodien dieses Zweiges mehr und mehr dem Hauptstamm genähert. Die Knickung nach unten verhindert das. Wir reichen also mit der Annahme von negativem Geotropismus, kombiniert mit positivem Heliotropismus, hiebei nicht aus; man muss im nämlichen Zweig und zwar in dem betreffenden Gelenke noch positiven Geotropismus oder negativen Heliotropismus sich wirksam denken. (Durch den Klinostaten wäre zu entscheiden, ob die eine oder die andere Kraft oder beide kombiniert wirken.)

Oben ist schon deutlich gesagt worden, dass es sich bei *Galeopsis Tetrahit* um zweierlei Stengelanschwellungen handelt, um die meist schroffen in der mittlern und unteren Region der Pflanze und um solche mit allmäliger Durchmesserzunahme, die regelmässig, aber nicht ausschliesslich, an den äusseren und äussersten Internodien der Stämme und Aeste auftreten.

Die einen wie die anderen nehmen die oberen Enden der Internodien ein. Von den allmählig nach oben sich verdickenden Internodien ist jetzt noch weiters die Rede. Denkt man sich diese allmählichen Anschwellungen von dem oberen Internodiumende in dessen Mitte verlegt, und zwar so, dass nach oben und unten allmähliche Verjüngung vorliegt, dann haben wir das Verhältnis von *Pilea oreophila*. Wenn man den Internodien der eben genannten *Pilea* den Besitz eines zweiseitigen Streckungsapparats zuerkennt, so kann die Einrichtung bei den hier in Rede stehenden Internodien von *Galeopsis Tetrahit* analog als einseitige Streckungsvorrichtung bezeichnet werden.

Es ist nun mechanisch einleuchtend, dass die einseitigen wie auch die zweiseitigen Streckungsvorrichtungen schwache Stellen im mechanischen System, Unterbrechungen im biegungsfesten Gerüste, darstellen, und zwar Unterbrechungen von etwas grösserer Ausdehnung, als jene schon besprochenen Stellen, in welchen schroffe Anschwellungen uns den Sitz von Biegungs Gelenken andeuten. Ferner ist mechanisch klar, dass dergleichen Unterbrechungen im biegungsfesten System im Allgemeinen um so gefährlicher

sind, je grösser ihre Längenausdehnung ist, und je näher sie der Befestigungsstelle liegen, bei aufrechter Pflanzenstellung also, je mehr sie dem Boden genähert sind.

Aus den nun schon am Beginn dieser Abhandlung erörterten Gründen (Abhängigkeit der Festigkeit von dem Turgescenzzustand in gewissen Fällen) sind in unserm einheimischen Klima mit seiner verhältnismässig geringen Luftfeuchtigkeit im Allgemeinen Streckungseinrichtungen mit etwas längerer kambialer Stengelzone ohne umhüllende Scheiden höchstens an den äusseren und oberen Enden eines Verzweigungssystems möglich. Was ferner die Längenausdehnung der interkalaren wachstumsfähigen Zone betrifft, so hat *ceteris paribus* eine « bipolare », d. h. in der Mitte des Internodiums gelegene Streckungszone eine grössere Länge, als eine « unipolare » Streckungszone (die am Ende eines Internodiums sich befindet). Sind nun vollends in fast sämtlichen Internodien und zwar in ihrer Mitte dergleichen « bipolare » Streckungseinrichtungen vorhanden, so kann dann nur unter den allergünstigsten klimatischen Bedingungen die Sicherheit des ganzen Gerüsts gewährleistet sein. Diese Garantie bietet bei *Pilea oreophila* die beständig feuchte Luft des Tropenwaldes. Unter solchen Verhältnissen können auch die mittleren und unteren Theile des Hauptstammes « schwache » Stellen an sich tragen. Darin erblicke ich den Schlüssel für das Vorkommniss an dieser Lokalität (Tjibodas). Anders liegt die Sache bei der Pflanze unseres Klimas, bei *Galeopsis Tetrahit*. Für die mittlere und untere Region des Hauptstammes und wohl auch für die unteren Internodien der Zweige verbietet sich hier im Allgemeinen das Auftreten von kambialen Stellen grösserer Ausdehnung, da sie bei Wassermangel erschlaffen würden, und so das ganze Gerüste in seiner Festigkeit gefährdet wäre; diese Stellen sind daher vorwiegend bei den peripherischen Internodien zu finden.

Zur Stammanatomie von *Galeopsis Tetrahit* sei Folgendes bemerkt. Die Theile des Holzringes, welche zwischen den vier grossen Kantenbündeln liegen, enthalten

Gefässe in ziemlich freier Vertheilung (I. Unterschied von *Pilea or.*). In diesen soeben genannten Holztheilen besteht nicht die Hauptmasse aus Markstrahlengewebe, sondern — II. Unterschied von *Pilea* — es ist eine Kombination *a)* hauptsächlich von gefächertem Libriform, das mit zahlreichen spaltenförmigen Poren versehen ist, *b)* von Gefässen und *c)* von hohen Markstrahlen, welche so schmal sein können, dass sie sich leicht dem Blick entziehen. Es lassen sich somit nicht nur Verschiedenheiten im Verhalten und der äusseren Erscheinung zwischen den Nodositäten bei *Pilea oreophila* und jenen bei *Galeopsis Tetrahit* feststellen sondern auch solche in der anatomischen Struktur. In der angeführten Monographie von J. Briquet sind übrigens die anatomischen Verhältnisse der Bewegungsorgane und Internodien von *Gal. Tetr.* in eingehender Weise behandelt. Der Vergleich mit *Pilea* ist indess beachtenswerth.

Wenn wir zum Schluss nur auf die im Gange dieser Untersuchung berührten Stengelgelenke einen kurzen Ueberblick werfen, so lässt uns das ahnen, welche Mannigfaltigkeit eine physiologisch-anatomische Uebersicht über Blatt- und Stengelgelenke im Allgemeinen zu Tage fördern wird. Einen Beitrag hiezu im Laufe der nächsten Zeit zu liefern, habe ich mir zur Aufgabe gesetzt. Vorläufig seien nur 5 verschiedene Formen aufgezählt, auf die uns das Studium der Verhältnisse bei *Pilea* hingewiesen hat.

Die Skizzen Fig. 15—19 Taf. II stellen uns äusserlich und daher in einem gewissen Sinne oberflächlich die in vorliegender Arbeit berührten Gelenke und gelenkartigen Einrichtungen dar.

1) Skizze 15 erinnert uns an die genauer besprochenen annähernd spindelförmigen Internodien von *Pilea oreophila*. [« Bipolarer » Streckungsapparat, in zweiter Linie als Biegungsgelenk dienstbar.]

2) Skizze 19 entspricht den peripherischen Internodien von *Galeopsis Tetrahit*; Skizze 18 entwirft ein Bild der von Schwendener (*Mech. Princip*) beschriebenen In-

ternodien von *Tradescantia erecta*. Analog der vorigen Benennung können wir hier von « unipolaren », nach oben (19) oder nach unten (18) allmählig verdickten Streckungsapparaten sprechen, die sicherlich auch beide zu Biegungen dienen können.

3) In Fig. 16 und Fig. 17 haben wir schroffe Anschwellungen am oberen (16) und untern (17) Internodium-Ende. Beispiele für Fig. 16 bieten die Internodien der mittleren und unteren Stengel-Region von *Galeopsis Tetrahit*, für Fig. 17 mag eine mir nicht dem Namen nach bekannte, im Tropenwald von Tjibodas verbreitete Pflanze als Beispiel dienen. Die letzteren (Fig. 16 und 17) wären Biegungsgelenke reinsten Art.

Was das zuletzt angeführte Beispiel (Fig. 17) betrifft, so unterscheidet sich auch hier das Alkoholmaterial vom frischen Zustand in ganz charakteristischer Weise. Das Alkoholmaterial zeigt nämlich jeden Wulst durch eine ringförmige Einschnürung in zwei Ringwülste geteilt, weil ungefähr in der Mitte des Knotens eine schmale Zone aus wachsthumsfähigem Gewebe liegt, welche im Alkohol weich wird.

Es handelt sich bei diesen ziemlich schroffen Anschwellungen ersichtlich nicht um Streckungsvorrichtungen sondern um Biegungsgelenke. Im Einklang damit steht dann auch die Erscheinung, dass bei der eben angeführten unbestimmten Tropenwaldpflanze auch am Alkoholmaterial die erwähnte Einschnürung da fehlt, wo es sich um ein altes Internodium unten an der Pflanze handelt und auch dort, wo eine scharfe Krümmung des Stengels bekundet, dass das Gelenk zur Aufrichtung gedient hat. Hier ist im Innern ein starker Holzring vorhanden und der Kollapsus nicht mehr möglich.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Die Figuren 1—15 incl. beziehen sich auf *Pilea oreophila*; 15—19 sind schematische Skizzen.

Fig. 1. Dünner Internodiumtheil. Gewebepartie aus dem Gefässbündelring. Diese Querschnittsskizze soll den Gewebezustand im Bündelring des dünnen (also oberen oder unteren) Internodiumtheils veranschaulichen. m—m Markstrahlengewebe; p. G. primordiales Gefäss; bei l liegt das Leptom. In der Richtung des Pfeiles spitzt sich der primordiale Theil des Bündels, aus Gefässen und zartwandigem Holzparenchym bestehend, noch ziemlich weit in das Mark hinein zu.

Fig. 2. Dicker Internodiumtheil, also aus der Mitte des Internodiums stammend. Gewebepartie aus dem Bündelring. Das jugendliche dünnwandige Libriform im Bündel zwischen den Gefässen und dem Cambium ist natürlich noch unverholzt. Auch das äusserste der drei sichtbaren Gefässe zeigt noch spiralfaserige Wandverdickung also primordiale Struktur. Seitlich bei c beginnt erst die Anlage des später vorhandenen dickwandigen und verholzten Markstrahlengewebes, welches dann sehr breite Gewebekomplexe darstellt. Beide Bündel (Fig. 1 und Fig. 2) sind solche von mittlerer Grösse.

Die Figuren 3, 4, 5 und 6 stellen skizzenhaft 4 Bündelformen dar, welche in den fertigen dünnen Internodiumtheilen vorkommen. Die Formen Fig. 4, 5 und 6 fanden sich an dem nämlichen Querschnitt. Form Fig. 3 wurde mit 4 und 5 an einem Präparat zusammen beobachtet. st bedeutet in allen 4 Figuren Libriform; bei Fig. 3 und 5 z. B. ist die ganze umgrenzte Fläche, in welcher st eingeschrieben ist, Libriform. Für Fig. 4 und 6 muss bemerkt werden, dass das Holzparenchym, welches in ausgeprägter Kranzform jedes Gefäss ganz oder theilweise umgibt, nicht in die Skizze aufgenommen ist. Näheres im Text.

Tafel II.

Fig. 7 und 8 veranschaulichen die Verschiedenheit des Kollenchymgewebes im dicken Mittelstück eines Internodiums (Fig. 7) gegen-

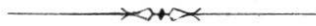
über der Ausbildung desselben Gewebes im dünneren oberen oder unteren Theil desselben Internodiums. Die Vergrößerung ist für beide Skizzen die gleiche.

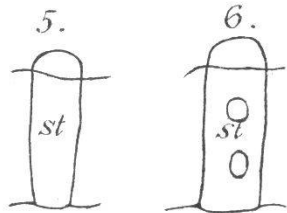
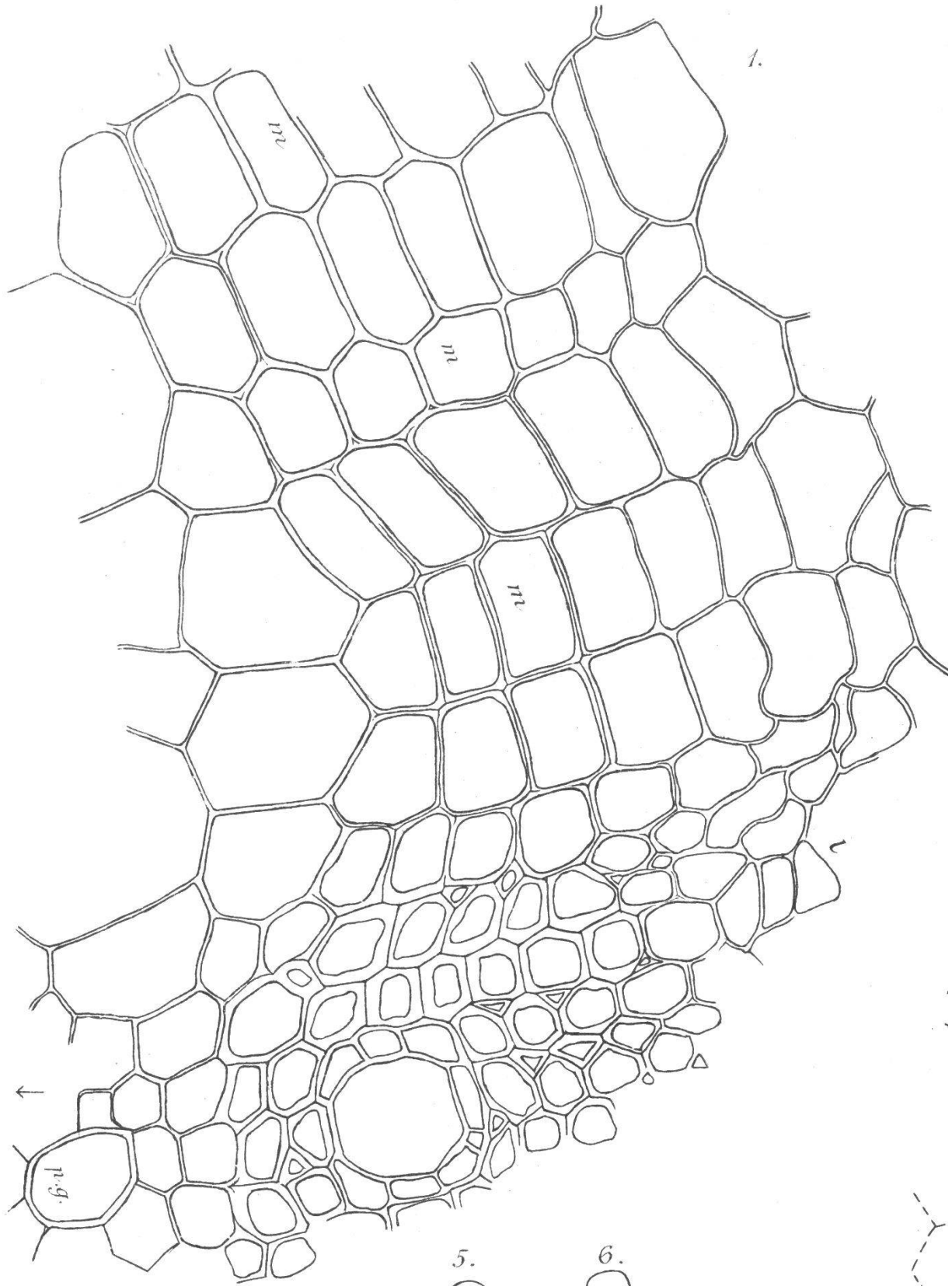
Fig. 9, 10 und 14 stellen Oberflächenansichten der Epidermis dar. Die Längsrichtung des Stammes ist durch den Pfeil zwischen Fig. 9 und 10 für diese 2 Figuren und ähnlich für Fig. 14 angezeigt. Die Epidermisstücke Fig. 9 und Fig. 14 sind dem dünnen Internodiumtheil entnommen (also oben und unten); das Stück Epidermis in Fig. 10 stammt vom dicken Mittelstück des betreffenden Internodiums. Der Unterschied zwischen mangelnder longitudinaler Streckung (Fig. 10) und vor sich gegangener Streckung springt namentlich beim Vergleich von Fig. 10 u. Fig. 9 in die Augen. Die kleinen Zellchen in Fig. 10 und 14 stehen mit den Cystolithen in Zusammenhang.

Fig. 11. Radialer Längsschnitt durch das breite Markstrahlen-
gewebe, welches in Fig. 1 Taf. I mit m—m bezeichnet ist.

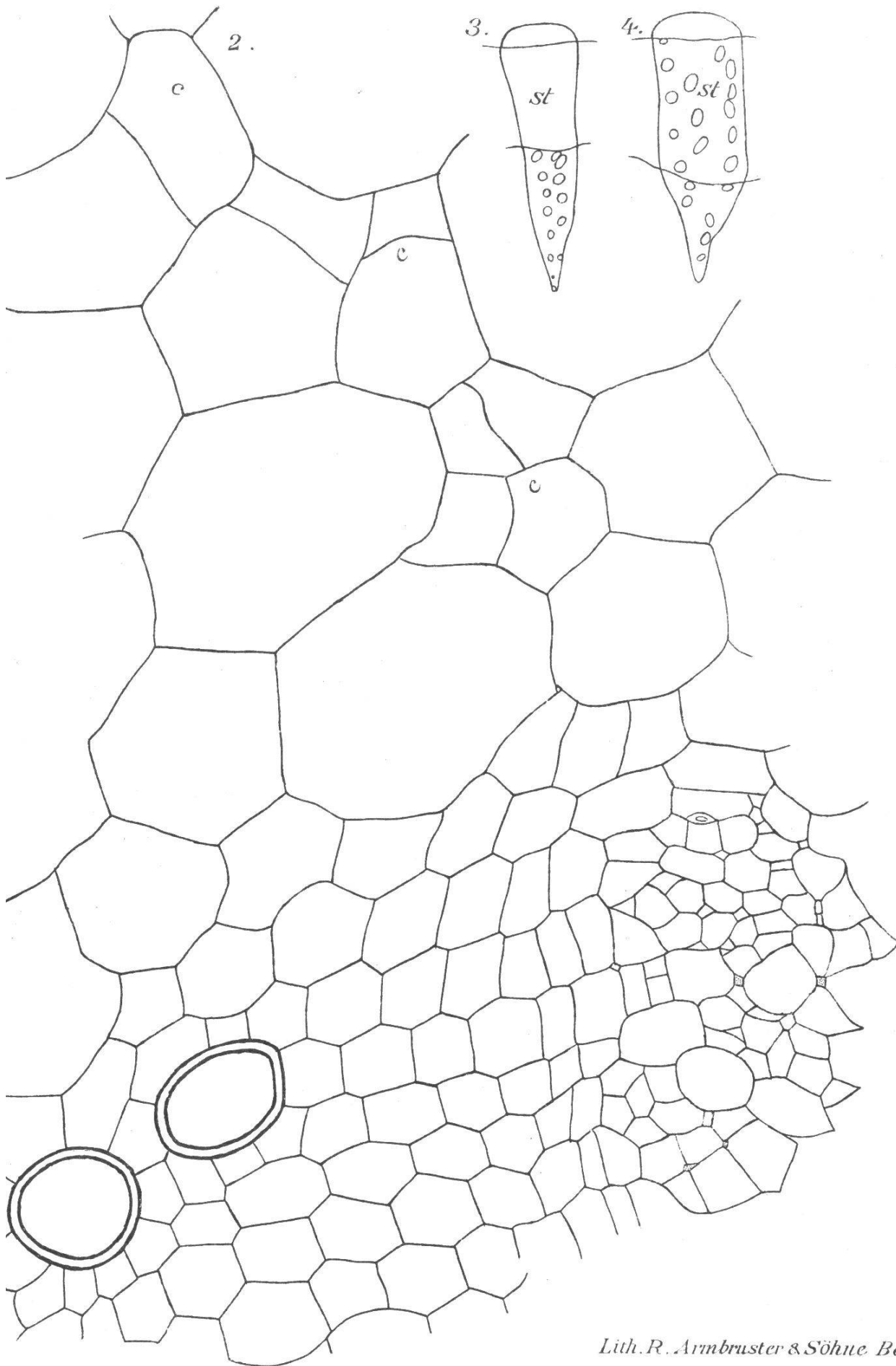
Fig. 12 und Fig. 13 zeigen uns die bekannte Ansicht von einem Stück eines sekundären (Treppen-) Gefäßes und eines primordiales (Spiral-) Gefäßes. Die beiden Figuren gehören insofern zusammen, als man auf die Verdickungsform Fig. 12 stieß, wenn man das Gefäß mit der Verdickungsform Fig. 13, das in der Region des angeschwollenen Mittelstückes des Internodiums lag, in seinem Längsverlauf gegen die dünne Partie des Internodiums hin auf dem betreffenden Längsschnitt verfolgte.

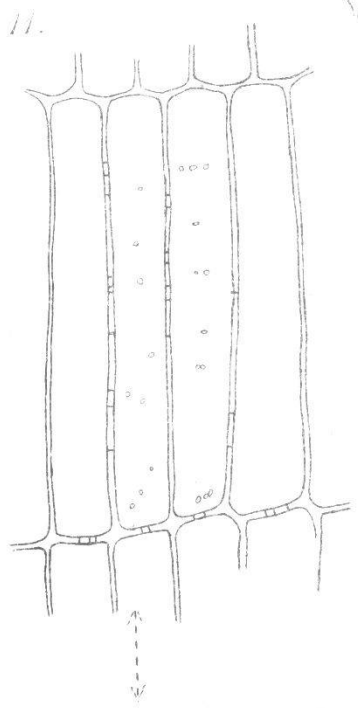
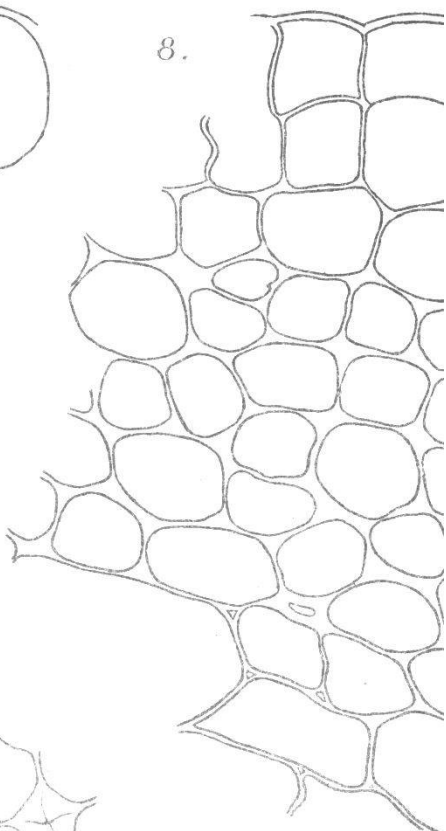
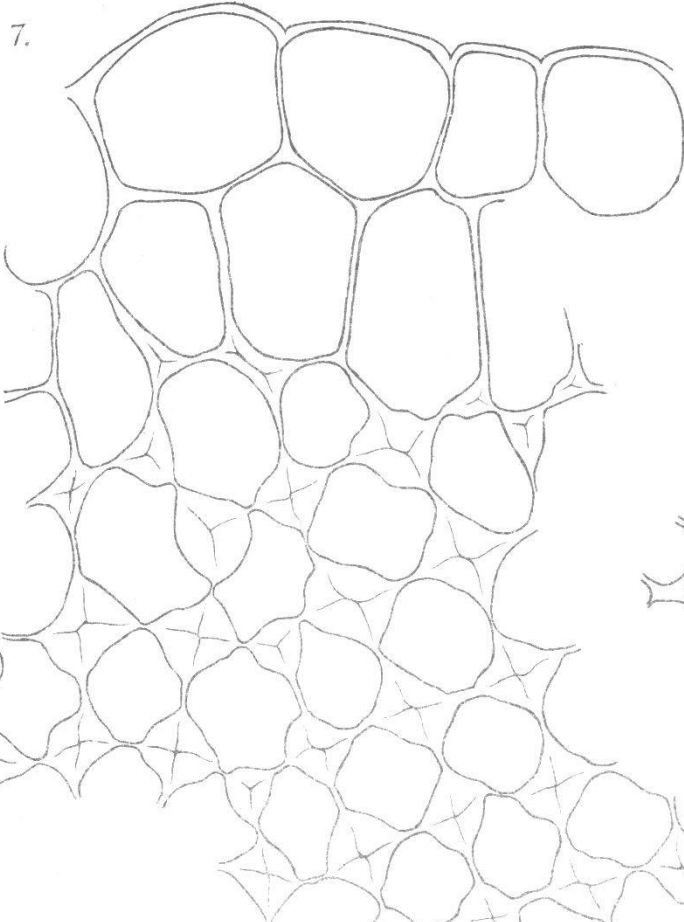
Die Fig. 15—19 skizzieren in einfachster Art 5 verschiedene Formen gelenkartiger Stengelanschwellungen einheimischer und exotischer Pflanzen. Näheres über ihre physiologische Bedeutung enthält für Fig. 15 besonders der I. Theil vorstehender Abhandlung; auf Fig. 16—19 beziehen sich wesentlich die Ausführungen im II. Theil.



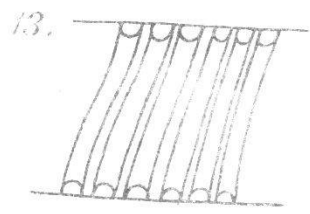
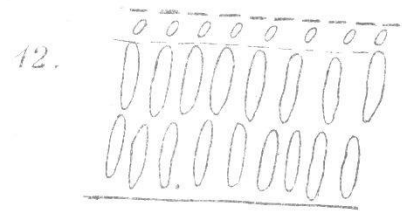
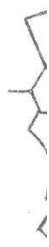


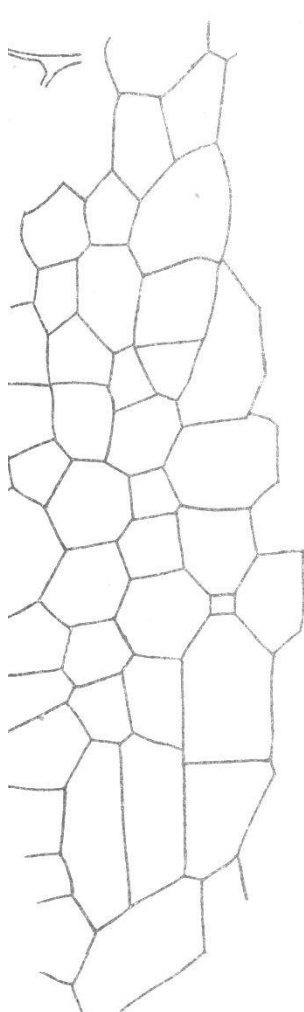
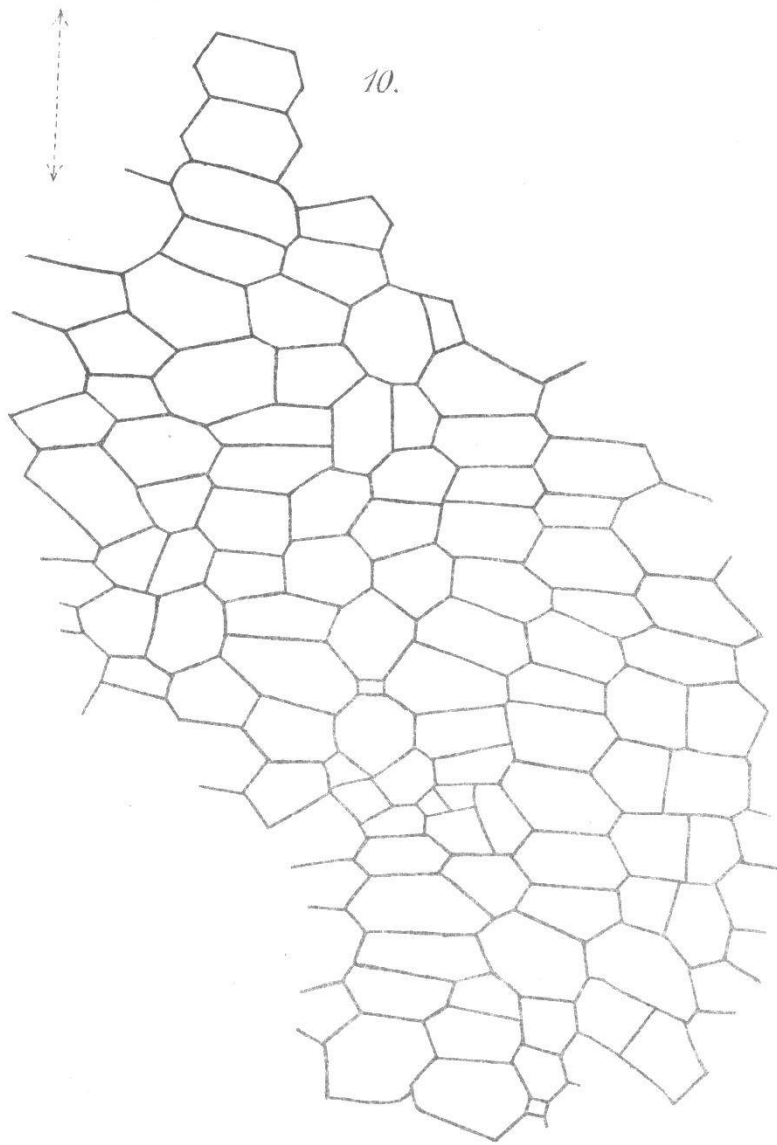
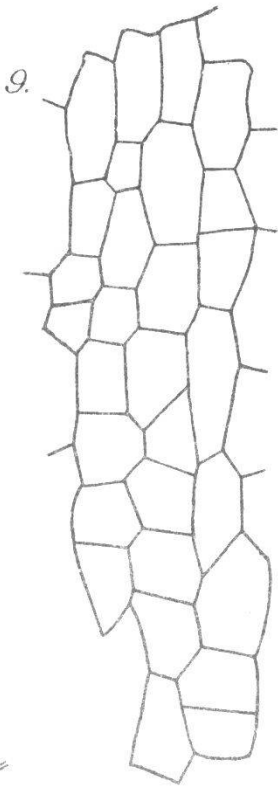
Taf. I.





1.





15.



16.



17.



18.



19.



