Ueber den Einfluss von Torsionen und Biegungen auf das Dickenwachsthum einiger Lianenstämme.

Von

H. Schenck.

(Mit einer Doppeltafel.)

Die oft eigenthümlichen Strukturen, welche bei dem Dickenwachsthum und der Holzdifferenzirung der Lianenstämme zur Ausprägung kommen, zielen mehr oder weniger auf eine Erhöhung der Biegungs- und Torsionsfähigkeit hin. Die Mittel und Wege zur Erreichung dieses Zieles sind bei den einzelnen Typen sehr verschieden, zeigen aber das gemeinsame Bestreben, die festen Elemente des Holzes in Form von Strängen oder Platten einzubetten in reichlich entwickeltes weiches Gewebe (dünnwandiges unverholztes Parenchym und Siebzonen). Es erhebt sich nun die Frage, in welcher Weise und bis zu welchem Grade stärkere Biegungen und Torsionen, die ja in der Natur häufig genug durch Brechen der Stützen, Herabrutschen der Lianenstämme, Bewegung der Aeste bei starken Windstössen u. s. w. eintreten, von den einzelnen Stammtypen vertragen werden.

In vielen Fällen wird eine Erhöhung der Biegungs- und Torsionsfähigkeit vermittelt durch Anomalien des Dickenwachsthums, wie successive Neubildung von holz- und bastbildenden Cambien ausserhalb des ursprünglichen normalen Cambiums, oder mehr oder weniger tiefgehende Furchenbildung am Holzkörper oder nachträgliche Zerklüftung des ursprünglich geschlossenen Holzkörpers. Diese Anomalien können nun an dem einen Stamm oder Individuum eher auftreten und späterhin sich stärker ausprägen, als in dem anderen, wofür ich manche Beispiele in dem speciellen Theil meiner Lianenanatomie [1]) angeführt habe.

1) Beiträge zur Anatomie der Lianen. Heft 5 von Schimper's botanischen Mittheilungen aus den Tropen. Jena 1893.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00317-8

Erwähnt seien hier von diesen als besonders auffallend nur *Thinouia mucronata Radlk.* (S. 83, Taf. III, Fig. 29 a—d), bei welcher die peripherischen Holzstränge bald früher bald später zum Vorschein kommen, und *Serjania piscatoria Radlk.* (S. 100, Taf. V, Fig. 51 a, 52 b, 53) mit sehr wechselndem Querschnittsbild je nach früherer oder späterer, schwächerer oder stärkerer Zerklüftung des Hauptholzkörpers. Diese Verschiedenheiten der einzelnen Langtriebe führen zu der Frage, ob der Eintritt und das weitere Verhalten der Anomalien, welche an und für sich den Eindruck von autonomen Wachsthumserscheinungen machen, bis zu einem Grade nicht auch von äusseren Factoren beeinflusst werden kann, ob nicht stärkere Torsionen und Biegungen an noch normalen jüngeren Stämmen diese Bildungen beschleunigen können. Diesbezügliche Versuche, die sich über mehrere Jahre erstrecken müssen, lassen sich mit Aussicht auf guten Erfolg nur in den Tropen anstellen, wo reichliches und sehr verschiedenartiges Material zur Verfügung steht. In unserem Klima überdauern nur wenige holzige Lianenarten den Winter und können zu dicken Stämmen heranwachsen. Von Lianen mit successiven Holzbastzonen wird im Freien nur *Wistaria chinensis* cultivirt, in den Treibhäusern auch *Rhynchosia phaseoloides DC.*, dem *Aristolochia*-Typus folgen *A. tomentosa* und *A. sipho, Clematis Vitalba, Menispermum canadense, Vitis.* Die meisten übrigen einheimischen wie cultivirten Lianen besitzen normales Dickenwachsthum, so *Akebia, Actinidia, Celastrus, Hedera, Rosa, Lonicera* und *Periploca* und auch *Tecoma radicans,* abgesehen von der secundären Holzbastzone in der Markperipherie. Gerade die interessantesten Typen sind tropisch.

Im Folgenden sollen nun einige Versuche mit *Aristolochia tomentosa, Clematis Vitalba, Wistaria chinensis* und *Periploca graeca* beschrieben werden, die ich im Bonner botanischen Garten angestellt habe, deren Resultate freilich nur einen geringen Beitrag zur Lösung obiger Fragen liefern.

1. Aristolochia tomentosa.

Der Stamm dieser Art besitzt eine sehr grosse Torsionsfähigkeit. Nimmt man einen 70 cm langen, etwa 1 cm dicken Langtrieb und schraubt ihn an einem Ende fest, so lässt er sich ohne grosse Kraftanstrengung mit der Hand am anderen Ende leicht um seine Längsaxe tordiren. Erst bei einer Drehung von 7 mal 360° macht sich an der Rinde auf einzelnen spiraligen Längslinien ein Einreissen bemerkbar. Es findet eine Längsspaltung des Holzkörpers in zwei Hälften

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00318-4

statt, die sich mitten in zwei gegenüberstehenden primären breiten Markstrahlen vollzieht. Beide Hälften verschieben sich der Länge nach um einige Millimeter, was deutlich sichtbar gemacht werden kann, wenn man die Rinde ablöst, auf dem Holzkörper einen Querstrich anbringt und nun weiter tordirt. Beide Hälften bleiben aber infolge der Drehung fest aufeinandergepresst, so dass keine offene Spalte vorhanden ist. Nach einer Torsion des Stammes von ca. 13 mal 360° fängt die Rinde (das Sklerenchym) an einzelnen Stellen hörbar quer zu brechen an, während dagegen die Platten des Holzkörpers selbst nach Drehung von ca. 17 mal 360° noch an keiner Stelle Querbrüche erleiden. Stellt man die nämlichen Torsionsversuche mit einem entsprechenden Trieb von *Tilia europaea* an, so fängt schon nach einer Umdrehung von 3 mal 180° die Rinde an zu bersten und löst sich nach weiterer Drehung vollständig vom Holzkörper los. Der letztere selbst kann dagegen eine weitgehende Torsion ertragen, er bekommt Längsspalten, auf denen eine Längsverschiebung statthat; das Holz bricht aber schliesslich quer viel eher als bei *Aristolochia*.

Bei *Tilia* sind somit die Sprosse schon nach geringer Zahl von Drehungen nicht mehr lebensfähig, während *Aristolochia* unbeschadet sehr starke Torsionen aushält. Ein Stammstück von obiger Länge und Dicke dürfte eine Drehung von 10 mal 360° vielleicht noch ohne grossen Schaden ertragen können.

Ebenso tritt der Vortheil des *Aristolochia*-Stammes bei stärkeren Biegungen hervor. Biegt man einen bleistiftdicken Spross von *Tilia* ziemlich scharf in rechtem Winkel, so ist Holz und Rinde geborsten. *Aristolochia* dagegen zeigt nur einen kleinen Querriss an der convexen Seite in der Rinde, welcher leicht ausheilen kann, das Holz aber bleibt intakt. Erst bei scharfen Umbiegungen in einem Winkel von ca. 30° können Brüche in den Holzplatten auftreten.

Schon aus diesen Angaben geht hervor, dass *Aristolochia tomentosa* viel widerstandsfähiger gegen Torsion und Biegung ist und diese Eigenschaft ist begründet in der für eine Liane vortheilhaften anatomischen Struktur des holzigen Stammes, wie dies im Einzelnen aus folgendem Versuch hervorgeht.

Am 30. Juni 1891 wurde an einem im Bonner botanischen Garten befindlichen reich verzweigten und grösseren Exemplar dieser Liane der untere nackte Theil eines im fünften Jahre stehenden etwa bleistiftdicken Sprosses aus dem Gewirre der Langtriebe hervorgezogen und ein ca. 75 cm langes Stück zuerst in eine einfache Schlinge gelegt, an der Kreuzungsstelle mittelst Draht an einem Brettchen be-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00319-2

festigt und nun die Schlinge stark tordirt, so dass beide Hälften etwa 5—6 mal um einander gewunden wurden. Sodann wurde die tordirte Schlinge an der Umbiegungsstelle ebenfalls mittelst Draht auf dem Brettchen befestigt und die Tordirung auf diese Weise fixirt. Bei der Tordirung waren zum Theil Längsrisse an den am stärksten gewundenen Parthien eingetreten. Die Spalten schlossen aber in Folge der Drehung dicht zusammen. Abgeschnitten wurde der Spross am 22. Februar 1893, nachdem er also 1891 von Juli ab und Sommer 1892 vegetirt hatte. Er war in der tordirten Parthie vollständig lebenskräftig geblieben und zeigte nur an einer besonders stark gewundenen Stelle theilweise Verletzung an einer Stammseite, wo stärkeres Einreissen stattgefunden hatte. Die anatomische Untersuchung ergab Folgendes:

An den schwächer tordirten und gewundenen Stellen zeigten die durch die breiten primären Markstrahlplatten getrennten Holzplatten auf dem Querschnitt keine oder nur sehr unwesentliche Verschiebung. Infolge des gegenseitigen Druckes hatte der Stamm ovale Querschnittsform im Laufe des späteren Dickenwachsthums angenommen. Auf einer mehrere Centimeter langen Strecke dagegen, an einer der stärksten Windungen, war der Stamm bei der Torsion in zwei Hälften gespalten gewesen und beide Hälften waren aneinander um einige Millimeter in der Längsrichtung und auch in der Querrichtung aneinander vorbeigeschoben. Aeusserlich liessen sich die gegenüberstehenden beiden Längsrisse in Form von zwei vernarbten Längsfurchen noch erkennen. Die Verschiebung vollzog sich in einer Fläche, die mitten durch das Mark und zwei gegenüberstehende breite primäre Markstrahlen verläuft.

Fig. 1 Taf. V gibt einen Querschnitt aus diesem Theil des Versuchsstammes und zeigt, in welcher Weise die beiden Gruppen der fächerförmig gestellten Holzplatten eine seitliche Verschiebung um etwa 8 mm erlitten haben. Das Mark erscheint im Centrum jeder Gruppe zum Theil in einem Streifen zusammengepresst, wie in der Zeichnung angedeutet. Von einer Längsspalte, welche bei der Verschiebung sicher vorhanden gewesen sein muss, bemerkt man in dem Stammstück keine Spur mehr. Alles Gewebe im Inneren desselben ist gesund und lebend und diese Thatsache beweist uns, welche Lebenszähigkeit den Lianenstämmen des *Aristolochia*-Typus eben infolge der reichlichen Entwickelung von theilungsfähigem Parenchym der Markstrahlen innewohnt. Korkbildung hat im Inneren nicht stattgefunden, da beide Stammhälften bei der Torsion dicht aufeinandergepresst verblieben, das Parenchym also nicht in Berührung mit der Luft kam.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00320-2

Die primären Markstrahlen bestehen in unversehrten Stämmen, wie Fig. 2 Taf. V zeigt, aus mehreren Reihen von radial etwas gestreckten stärkeführenden dünnwandigen Zellen. Zum Vergleich stellt nun Fig. 3 Taf. V einen Theil des Querschnitts durch einen Markstrahl dar, in welchem die Verschiebung der beiden Hälften des in Rede stehenden tordirten Stammstückes stattgefunden hat. Die Markstrahlzellen, welche zunächst an die festen Holzelemente anstossen, erscheinen unverändert, dagegen haben die nach der Mitte zu gelegenen sich getheilt und wieder ein geschlossenes aus unregelmässig gestalteten meist ungefähr in schrägen Reihen, der Torsion entsprechend, angeordnetes Gewebe gebildet. Die bei der Verschiebung etwa zerrissenen zartwandigen Zellen sind bis zur Unkenntlichkeit verdrängt, indem die beiden Markstrahlhälften sofort wieder verwuchsen. Infolge des durch die Verletzung verursachten Reizes findet nun eine nachträgliche weitere Theilung der Zellen statt, die zu einer Erbreiterung des ganzen Markstrahles führt. So macht derselbe schliesslich ganz den Eindruck eines dilatirten Strahles solcher Lianen, bei denen spontan eine nachträgliche Zerklüftung des Holzkörpers als Anomalie eintritt.

Die Holzplatten jeder Hälfte haben sich in ihrer gegenseitigen Stellung auch etwas verschoben (Fig. 1 Taf. V); einzelne sind weiter nach innen ins Mark unter Comprimirung von Markzellen gerückt. Etwaige Spannungen oder Zerreissungen werden dabei leicht von dem theilungsfähigen Parenchym ausgeglichen.

Die Holzsegmente bleiben selbst bei starker Torsion des Stammes aussen in festem Verband mit ihren Cambiumstreifen und Siebtheilen, die aussen von dem zersprengten Pericykelsklerenchymring (Fig. 1, sk) bedeckt werden. An einzelnen Stellen nur, in der Nähe einer der beiden Längsrisse, hatte auch eine Beschädigung der Cabiumstreifen stattgefunden, so in Fig. 1 bei x, wo in den Cambien selbst oder in den jungen Siebzonen eine Verschiebung sich vollzogen haben muss. Infolge dessen hat der unter x liegende Holzkeil sein Wachsthum eingestellt, sein Cambium aber im Anschluss an die unverändert gebliebenen benachbarten Cambiumstreifen sich wieder regenerirt und nun mit der Bildung von zwei Holzbaststücken begonnen. Die Rinde ist an einzelnen Stellen etwas längs eingerissen bis in den Sklerenchymring hinein, von dem auch einzelne Stücke mit in die Borke abgeschieden wurden.

Im Allgemeinen ergibt sich aus diesem Versuch, dass die Lianenstämme nach Art der *Aristolochia tomentosa* eben infolge ihrer vortheilhaften Struktur, der Zusammensetzung des Holzkörpers aus einzelnen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00321-8

durch zartwandiges Parenchym getrennten Holzplatten, sehr leicht selbst starke Biegungen und Torsionen vertragen, indem die Holzplatten sich leicht verschieben können und, was noch ganz besonders im Gegensatz zu *Tilia* betont werden muss, indem an ihnen die Cambiumstreifen und Siebstränge an der Aussenseite in fester Verbindung bleiben. Gerade diese letztere Eigenschaft trägt sehr wesentlich zu der Lebenszähigkeit der Stämme bei.

An einer nur wenige Centimeter langen Strecke war der Versuchsstamm in der Schlinge so stark gewunden worden, dass an einer Seite eine Verletzung durch tiefgehendes Einreissen der Rinde sich eingestellt hatte. Die Holzplatten hatten sich an dieser Stelle im Uebrigen nur wenig verschoben. Fig. 4 Taf. V gibt den Querschnitt durch diesen Theil und demonstrirt die nachträglichen Veränderungen beim Dickenwachsthum. Drei Holzkeile (h_1, h_2, h_3) waren beschädigt worden und das Holz eine Strecke weit einwärts abgestorben, das todte Holz von dem lebendigen scharf abgegrenzt unter Thyllenbildung in den äusseren Gefässen. Die beiden Markstrahlen zwischen diesen drei Holzsegmenten hatten sich erhalten und durch vermehrte Theilung nach aussen zu vorgewölbt (st_1, st_2); in dem grössten (st_1) ist Neubildung von Holzbaststrängen, die weiter abwärts und aufwärts an die benachbarten Holzbasttheile anschliessen, zu constatiren. Solche Neubildungen sind dann weiterhin auch aussen von den Holzsegmenten h_4 und h_5, die durch die Torsion auseinandergesprengt worden waren, eingetreten. An diesen Holzsträngen haben Verschiebungen in den Cambiumstreifen stattgefunden, etwaige Spalten und Spannungen sind ausgefüllt bezw. ausgeglichen durch Theilung und Dilatation des Markstrahlenparenchyms. Wie diese Processe sich abgespielt haben, lässt sich im Einzelnen nicht mehr genau feststellen. Die ursprüngliche Anordnung ist verändert und es haben sich im Umkreis der Holzstränge neue Cambiumstreifen im Anschluss an die benachbarten gebildet, welche schmalen neuen Holzbaststreifen den Ursprung geben. An der Aussenseite des Holzstückes h_4 ist eine Gewebeparthie gebräunt und abgestorben.

Von Wichtigkeit ist, dass durch solche äussere Eingriffe Neubildung von Holzbaststrängen im Anschluss an die benachbarten hervorgerufen werden kann und ferner muss hervorgehoben werden, dass bei *Aristolochia* diese neugebildeten Holzbastmassen immer in Form von schmalen Platten getrennt auftreten, also demselben Typus der Gewebeanordnung, wie sie den kletternden Stämmen dieser Gattung überhaupt eigenthümlich ist, folgen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00322-4

2. Clematis Vitalba.

Diese Art folgt ebenfalls dem *Aristolochia*typus und ihre Stämme lassen sich leicht in beträchtlichem Maasse biegen und tordiren, doch besitzen sie eine etwas geringere Lebenszähigkeit als diejenigen von *Aristolochia tomentosa,* da ihre Markstrahlen schmäler sind. Somit können Spalten, die infolge von Torsionen auftreten, nicht so leicht wie bei dieser ausheilen und Absterben innerer Holzparthien unter Schwarzfärbung tritt häufiger bei solchen Versuchen ein.

a) Biegungsversuche.

Ein etwa fingerdicker, im achten Jahre stehender Trieb wurde am 25. Juni 1891 mehrmals zickzackartig um abwechselnd in zwei Reihen auf ein Brettchen eingeschlagene Drahtstifte herumgebogen und die Biegungen durch Befestigung des Triebes an dem Brettchen mittelst Draht fixirt. Die Entfernung von Winkel zu Winkel betrug ca. 12 cm, die Biegungswinkel 60° bis 90°. Am 14. März 1893 wurde der Trieb zur Untersuchung abgeschnitten.

Es zeigte sich, dass Biegungen von etwa 90° unbeschadet von dem Stamm ertragen worden waren. Eine Verschiebung der Holzplatten war kaum wahrzunehmen. Die in den Geweben auftretenden Spannungen und Verbiegungen werden leicht ausgeglichen. Alle Gewebe waren lebend geblieben.

Eine stärkere Biegung dagegen von 60° hatte an der concaven Stelle zu einem Loslösen und Einreissen der Rinde bis auf den Holzkörper geführt. Das Holz war auf drei durch primäre Markstrahlen begrenzten Segmenten nach dieser Seite hin bis zur Mitte schwarz und todt, im Uebrigen aber der Stamm noch ganz gesund und an den Rändern der Wunde wölbte sich die Rinde wulstartig zur Ueberwallung vor.

An einem im siebenten Jahre stehenden Trieb von etwa Bleistiftdicke wurde ferner am 25. Juni 1891 eine Stelle unter gleichzeitiger vorsichtiger Drehung so stark gebogen, dass beide Schenkel der Biegung dicht aufeinander zu liegen kamen. Diese Biegung wurde fixirt und bis zum 14. März 1893 an der Pflanze gelassen. Auch dieser gewaltsame Eingriff war von dem Spross ertragen worden. An der concaven Stelle der Biegung erschien allerdings die Rinde aufgeplatzt und zerstört, die Holzsegmente von einander lösgelöst und abgestorben. Nur ein einziges Holzsegment an der convexen Seite war lebend geblieben, hatte sich nach aussen zu unter Erbreiterung stark verdickt und trat auch äusserlich als stark gewölbte Rippe hervor. An diesem Segment war somit das Cambium nicht

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00323-0

verletzt worden. Von der Biegungsstelle aus starb das Holz eine Strecke weit in die Schenkel hinein an der Innenseite ab, je weiter entfernt, desto weniger bis in einiger Entfernung der Stamm oberhalb und unterhalb der Biegung wieder alle Gewebe lebend zeigte. Da die Holzsegmente durch gelegentliche seitliche Anastomosen in Verbindung stehen, so können unbeschadet eine Anzahl derselben streckenweise ausgeschaltet werden, ohne dass der Stamm zu Grunde geht. Auch wenn ein Theil des Holzes bis zur Mitte und darüber hinaus abstirbt, kann der Stamm noch jahrelang fortleben, indem die Holzsegmente an der Periphie weiter sich verdicken. Bei gewissen Lianen mit gefurchtem Holzkörper, z. B. *Lantana lilacina Desf.*,[1]) *Tetrapteris inaequalis Cav.*[2]) u. a. kann die centrale Parthie des Holzes absterben und die einzelnen Holzvorsprünge streckenweise sich vollständig von einander loslösen; sofern aber das Cambium lebend bleibt, wachsen sie weiter und erhalten die Liane am Leben.

b) Torsionsversuche.

An dem zuletzt erwähnten 7jährigen Trieb wurde gleichzeitig eine andere nur einige Decimeter lange Stelle dreimal um die Längsaxe tordirt und die Torsion fixirt. Sie war unbeschadet ertragen worden, der Stamm noch ganz gesund bis auf einige kleine bräunliche Streifen in einigen Markstrahlen, in denen die Verschiebung das Absterben einiger Zellen verursacht haben mochte.

Ein zweiter Versuch wurde während derselben Zeit (25. Juni 1891 bis 14. März 1893) mit einem fingerdicken 7jährigen Stamm in gleicher Weise durch Befestigung einer stark tordirten Schlinge auf einem Brettchen, wie oben für *Aristolochia* beschrieben, angestellt. Auch dieser Stamm hatte die Torsion und das gegenseitige Umwinden gut vertragen, da die Holzkeile bis zu einem gewissen Grade eine Verschiebung leicht vertragen können. Da, wo die Windungen aufeinanderlagen, hatte sich der Stamm beim Dickenwachsthum nach der Versuchsanstellung abgeplattet.

Nur an einzelnen besonders stark tordirten Stellen erschien der Stamm beschädigt. Den Querschnitt durch eine solche Stelle zeigt Fig. 5 Taf. V. Hier war der Holzkörper an der concaven Seite in einer mehrere Centimeter langen Längsfurche blossgelegt und bis über die Mitte hinaus von aussen abgestorben und schwarz gefärbt, wie in der Figur angedeutet. Auf einzelnen Markstrahlen, von der Mark-

1) Vergl. Fig. 172a—c Taf. XII meiner Lianenanatomie.
2) Ibid. Fig. 65 Taf. VI.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00324-6

höhlung ausgehend, befanden sich offene Spalten. An den Wundrändern hatte die Ueberwallung von Seiten der Rinde und des Cambiums begonnen. Der neue Holzzuwachs vom Jahre 1892 hob sich scharf ab von dem alten Holzkörper durch reichlich entwickeltes Parenchym, und zahlreiche secundäre breite Marksstrahlen. Eine auffallende Besonderheit war an der betreffenden Stammparthie zum Vorschein gekommen, nämlich Neubildung einiger kleiner peripherischer Holzstränge aus dem Phloëmparenchym (h_1, h_2, h_3 in Fig. 5). Diese Bündelchen zeigten auf dem Querschnitt einen rundlichen Holzkörper mit einigen wenigen Gefässen, mit Cambium und nach einer Seite hin auch mit deutlichen Siebgruppen mit Bastsichel. Sie verlaufen einige Centimeter weit isolirt und schliessen dann an die inneren benachbarten Holzsegmente an, wie sich aus successiven Querschnitten ergab. Sie werden ferner in ihrem freien Verlauf ringsum von einer Korkzone umgeben und dadurch von der lebenden Phloëmzone des letzten Jahres abgegrenzt. Um so merkwürdiger ist diese auffallende Neubildung, als sie sonst in kletternden *Clematis*-Stämmen normaler Weise sich nicht einstellen.

Wie für *Aristolochia* ist auch für *Clematis* als günstige Eigenschaft hervorzuheben, dass selbst bei stärkeren Torsionen und Biegungen die Holzsegmente grösstentheils in festem Zusammenhang mit ihren Cambiumstreifen und Siebtheilen infolge der Verschiebbarkeit der Holzbastplatten in den Markstrahlen verbleiben.

3. Wistaria chinensis.

1. Versuch. Ein im achten Jahre stehender fingerdicker langer Trieb wurde am 25. Juni 1891 in einer Länge von ca. 50 cm $4\,^1/_2$ mal um seine Längsaxe tordirt und die betreffende Stelle dann festgebunden. Am 28. Februar 1893 wurde der Stamm abgeschnitten und es ergab sich, dass die Torsion recht gut von ihm ertragen worden war. Das Periderm zeigte spiraligen Verlauf mit längeren und kürzeren nicht tief eingreifenden Längsfurchen, in denen bei der Torsion die äussere Rinde aufgeplatzt war. An der Stelle, wo die Torsion sich am meisten bemerkbar gemacht hatte, war im Holzkörper auf einer Strecke von mehreren Centimetern ein mit Parenchym vollständig ausgefüllter radialer Längsspalt aufgetreten, der sich mitten durch das Mark hindurch fortsetzte und auch noch in die gegenüberliegende Holzmasse eingriff, wie Fig. 6 Taf. V auf dem Querschnitt darstellt. Ausserdem zeigte das Holz unter dem nach dem Versuch angelagerten Holzring an der früheren Peripherie zerstreut vertheilte bräunliche Quer-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00325-2

fleckchen (Fig. 6), herrührend von gerbstoffhaltigen Zellen und Parenchym zum Theil mit spärlichen Resten von Siebmassen. An diesen vom Holz eingeschlossenen Stellen hat jedenfalls eine Beschädigung des Cambiums bezw. der innersten Phloëmzone bei der Drehung stattgefunden. Das Dilatationsparenchym der Spalte war im Marke selbst an der in der Fig. 6 dunkler gehaltenen Stelle abgestorben, mit gebräunten Zellen.

Die Art und Weise wie auf der Längsspalte die Wucherung des Parenchyms stattgefunden, ergibt sich aus Fig. 7 Taf. VI, die einen Theil des Querschnittes darstellt. Es hat in der Spalte bei dem Versuche eine geringe longitudinale Verschiebung der auseinandergerissenen aber dicht aufeinandergepressten rechten und linken Holzmasse sich vollzogen. Die benachbarten lebendigen Elemente der Markstrahlen und des Holzparenchyms wurden durch den Wundreiz zur Theilung angeregt und bildeten ein unregelmässiges getüpfeltes Parenchym, in welchem von einem Spalte später nichts mehr zu erkennen ist. Zugleich fand Thyllenbildung in den benachbarten zum Theil beschädigten Gefässen statt. Aus den letzteren drang das Thyllenparenchym hervor und verband sich mit dem übrigen Spaltenparenchym oder dieses drängte sich auch in die Gefässlumina hinein. Die Wände der Gefässe erscheinen so auf Schnitten zum Theil in das Parenchym hinein vorgezogen und verschoben. Weiterhin muss das Spaltenparenchym noch nachträglich sich vermehrt haben, denn es erscheint ausgeschlossen, dass die Spalte schon bei dem Versuch den späteren Durchmesser erhalten hatte. Das Spaltenparenchym gleicht in vieler Beziehung dem Dilatationsparenchym, das in Lianen mit spontan sich vollziehender nachträglicher Spaltung des Holzkörpers, so bei *Malpighiaceen, Serjania piscatoria* etc. auftritt. Bei der Bildung des Spaltenparenchyms werden von den Wänden der Spalte aus auch einzelne langgestreckte Holzelemente, Holzfasergruppen, Gefässwände mit anhaftenden Belegzellen fortgeschoben und kommen so mitten in das Parenchym zu liegen. Auf Längsschnitte sieht man diese Elemente in demselben in schrägem und wirrem Verlauf eingebettet. Der Stamm war abgesehen von dieser für ihn geringen Beschädigung im Uebrigen gesund und lebenskräftig geblieben.

2. Versuch. Ein im neunten Jahre stehender 15 mm dicker Stamm wurde am 30. Juni 1891 an zwei Stellen an die Stäbe eines Gitters befestigt, das ca. 40 cm lange Zwischenstück in eine Schlinge gelegt, diese einige Male, so weit wie möglich, tordirt und nun die Umbiegungsstelle der Schlinge ebenfalls an einem Stab des Gitters be-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00326-8

estigt. Infolge der Drehung waren beide Hälften des Stammstückes nterhalb der Umbiegungsstelle der Schlinge etwa 2 mal dicht uminandergewunden. Der Holzkörper des so behandelten Stammes war ei dem Ende des Versuchs am 14. März 1893 in seiner inneren 'arthie abgestorben und todt, die peripherische Holzzone und die Rinde ber noch vollständig lebenskräftig, so dass das Laubwerk am Ende es Stammes keine Einbusse erlitten hatte. Die Beschädigung des Holzes war dadurch verursacht, dass an einzelnen besonders stark gebogenen Stellen, der Umbiegungsstelle der Schlinge und an der gewundenen Parthie Verletzung der Rinde eintrat.

So war an der Umbiegungsstelle der Schlinge, wie der Querschnitt Fig. 8 Taf. VI zeigt, an der concaven Seite die Rinde eine Strecke weit lösgelöst und abgestorben und an den Seiten aufgebauscht, der Holzkörper hierdurch an der Innenseite freigelegt und infolge dessen abgestorben und schwarz gefärbt bis über die Mitte hinaus (in Fig. 8 dunkler gehalten). In dem stark gebogenen Holz besonders an der convexen Seite erscheinen die Gefässe vielfach in radialer Richtung zusammengedrückt von linsenförmigem Querschnitt und die Holzelemente verschoben, ohne aber, ausser in der mittleren Parthie, abgestorben zu sein.

Die an den Seiten aufgebauschte Rinde hat an den beiden Rändern die Ueberwallung der Wunde begonnen in der Art, wie Fig. 8 darstellt. In beiden Rindenlappen ist noch je ein kleiner Längsriss infolge der Biegung aufgetreten, auf der rechten Seite der Figur setzt sich der Riss in das Phloëm noch tiefer fort und in der Fortsetzung sind noch abgestorbene Gewebelängsstreifen durch Korkbildung ringsum abgeschlossen worden. Von dem normalen Cambium an der convexen Seite schreitet nun die Cabiumneubildung in die Phloëmzone der durch die Furchen eingefassten Rindenlappen fort, so dass im Laufe des auf den Versuch folgenden Jahres in denselben vorspringende Holzstreifen mit zugehörigen Siebzonen in Anschluss an den alten Holzkörper entstehen konnten. Alle diese Vorgänge sind im Wesentlichen Wundheilungsprocesse, die auch bei anderen Holzgewächsen auftreten können; immerhin sprechen sie aber bei *Wistaria* für einen hohen Grad von Lebenszähigkeit, die ihren Lianenstämmen innewohnt.

An einer anderen Stelle des Versuchsstammes, an der gewundenen Parthie der Schlinge, bot sich das Querschnittsbild der Fig. 9 Taf. VI bei der Untersuchung. Hier war der Holzkörper in seiner inneren Parthie ebenfalls abgestorben, aber in viel geringerem Grade, und die Rinde ringsum erhalten geblieben. Nur ein Längsriss an der spiral

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00327-4

concaven Seite, bei x, war schräg bis in die innere Phloëmzone eine Strecke weit eingedrungen und hatte einen sich später vorwölbenden Rindenlappen abgegrenzt. Diese Stelle ist nun dadurch bemerkenswerth, dass in dem Rindenlappen ein Cambiumstreifen auftrat, und zwar aus dem Phloëmparenchym hervorgehend, welcher hier nicht mit dem Hauptcambium in directer Verbindung stand und von diesem getrennt war durch die innere zum centralen Holzkörper gehörige Phloëmzone. Dieser Cambiumstreifen hatte 1892 einen schmalen Holzstreifen mit zugehöriger Siebzone erzeugt, er setzte sich erst weiter ober- und unterwärts im Stamm mit dem Hauptcambium in Verbindung. Es ist somit durch einen äusseren Eingriff eine Neubildung hervorgerufen, die an unversehrten Stämmen spontan in etwas höherem Alter sich eingestellt haben würde.

3. Versuch. Am 7. Juli 1891 wurde ein 8jähriger bleistiftdicker Trieb zickzackartig hin- und hergebogen und wie oben für *Clematis* beschrieben an einem Brettchen die Biegung fixirt. Der Stamm war beim Abschneiden am 11. März 1893 abgestorben, wahrscheinlich infolge der schroffen Kälte des Winters 1892/93, hatte aber in dem vorhergehenden Jahre noch vegetirt. Die Biegungen in abgerundetem Winkel bis zu 90° waren von dem Stamm ganz unbeschadet ertragen worden. An einigen schärferen Biegungen dagegen waren ähnliche Beschädigungen und nachträgliche Wachsthumsvorgänge zu constatiren wie sie Fig. 8 des 2. Versuchs darstellt. An einer anderen starken Biegung war auf der concaven Seite die Rinde aber ganz erhalten geblieben und nur zwei starke Längsrisse zu beiden Seiten aufgetreten, worauf eine ähnliche Aufbauschung der Rinde und Fortsetzung des Hauptcambiums in beiden Lappen, wie Fig. 8 darstellt, erfolgte.

4. Periploca graeca.

Die Stämme dieser Art verdicken sich normal. Sie sind in ziemlich hohem Grade biegungs- und torsionsfähig, dank der weichen Beschaffenheit des Holzes, aber nicht in dem Maasse als die Stämme der *Aristolochia*. Das Periderm erleidet allerdings sehr leicht Querbrüche bei Biegungen, kann aber von der grünen Rinde leicht wieder reparirt werden.

Ein im siebenten Jahre stehender fingerdicker Trieb wurde am 2. Juli 1891 zickzackartig wie oben für *Clematis* und *Wistaria* beschrieben, in Winkeln unter 90° gebogen und am 14. März 1893 abgenommen. Die Biegungen waren gut ertragen worden, obwohl

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00328-0

ler ganze Stamm und der Holzkörper an den Umbiegungsstellen uer ovalen Durchschnitt erhalten hatte und an der convexen Seite esonders die Gefässe radial stark gedrückt, von linsenförmigem Querchnitt waren. An den concaven Stellen trat Aufplatzen der Rinde n Furchen ein, die aber nicht tief eingriffen und Cambium und inneres Phloëm im Wesentlichen ohne Beschädigung liessen. An den Seiten ler Biegung tritt eine Aufbauschung der Rinde ein, es müssen sich echts und links Zerreissungsspalten gebildet haben, von denen aber ach dem Versuche nichts mehr zu bemerken war, da sie durch Parenchymwucherung wieder ausgefüllt werden. Wie Fig. 10 Taf. VI m Querschnitt durch eine Umbiegungsstelle zeigt, stellt das Cambium, las vor dem Versuch die Zone *c c* begrenzte, an den Seiten seine olzbildende Thätigkeit ein, während es an der convexen und conaven Seite in Verbindung mit dem Holz bleibt und nun von hier us seitlich in die Siebzone sich fortsetzt, um sich zu einer geschlossenen Zone zu regeneriren. Auf diese Weise ist von dem neuen Holzzuwachs an den Seiten je eine auf dem Querschnitt sichelförmige Masse *(phl)* vom Phloëm eingeschlossen worden.

Ferner wurde vom 7. Juli 1891 bis 11. März 1893 auch ein Torsionsversuch mit einem im neunten Jahre stehenden Trieb angestellt, in derselben Weise wie für *Aristolochia* beschrieben, mittelst einer tordirten und befestigten Schlinge. Beide Hälften der Schlinge waren an einzelnen Stellen sehr stark umeinandergewunden und gebogen. An diesen Stellen waren tiefgehende Längsrisse eingetreten, seitliche Rindenlappen aufgebauscht, weiterhin ähnliche Wachsthumsvorgänge zu Stande gekommen, wie Fig. 8 für *Wistaria* darstellt, die Rinde aber und das Cambium auch an der concaven Seite intact und der Holzkörper lebend geblieben. Das Hauptcambium sammt dem neuen Holzzuwachs erstreckte sich in die seitlichen Rindenlappen wie dort auch hier fort. An einer Stelle war der Stamm bis zum Marke aufgeplatzt und etwas ausgebreitet worden, das Holz an den Wunden eine Strecke weit einwärts todt, im Uebrigen aber nach der convexen Seite hin lebend und hier mittelst des Cambiums weiter verdickt. Solche verletzte Lianenstämme können in weit höherem Maasse als es bei gewöhnlichen Holzpflanzen der Fall ist, lebenskräftig bleiben und vermögen noch Jahre lang zu vegetiren, sofern nur ein Theil des Holzkörpers mit dem Cambium bei der Beschädigung des Stammes lebend bleibt. Häufig trifft man in tropischen Wäldern Lianenstämme an, die durch starke Biegungen, Torsionen, Insektenfrass bis in den Holzkörper hinein tiefgehende Zerreissungen und Wunden aufweisen, aber keines-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00329-7

wegs dabei zu Grunde gegangen sind. Ich verweise z. B. auf Fig. 41 und 38b Taf. IV von *Serjania ichthyoctona Radlk.* und die schon oben citirten Stämme von *Tetrapteris inaequalis Cav.* und *Lantana lilacina Desf.* in meiner Lianenanatomie.

Bonn, Botanisches Institut. Juni 1893.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. V. und VI.

Aristolochia tomentosa.

Fig. 1. 6jähriger im 5. Jahr tordirter Stamm mit verschobenen Holzplatten; *sk* Sklerenchymring. 8/1.

Fig. 2. Markstrahl aus einem unversehrten Stamm. 136/1.

Fig. 3. Markstrahl aus dem tordirten Stamm der Fig. 1, in welchem die Verschiebung der beiden Hälften des Holzkörpers und eine nachträgliche Vermehrung des Parenchyms stattgefunden hat. 136/1.

Fig. 4. 6jähriger im 5. Jahre tordirter Stamm, welcher an einer Stelle Beschädigung erlitten hatte. Die Holzsegmente $h_1h_2h_3$ eine Strecke weit abgestorben die Markstrahlen st_1st_2 zwischen ihnen hervorgewölbt, st_1 mit secundärer neugebildeten Holzbaststrängen, h_4h_5 auseinander gesprengtes Holzsegment an der Peripherie mit neu gebildeten Holzbastplatten. 8/1.

Clematis Vitalba.

Fig. 5. 8jähriger, im 7. Jahre tordirter Stamm. Holz von einer Längswunde aus blossgelegt und zum Theil abgestorben (in der dunkel gehaltenen Parthie) 3 neue Holzbastbündel $h_1h_2h_3$ in der Peripherie ausserhalb der lebenden Stielzone angelegt und durch Periderm abgegrenzt. 4/1.

Wistaria chinensis.

Fig. 6. 9jähriger im 8. Jahre tordirter Stamm mit einer durch nachträgliche Parenchymwucherung ausgefüllten Längsspalte. 4/1.

Fig. 7. Parenchymbildung in dieser Längsspalte. 136/1.

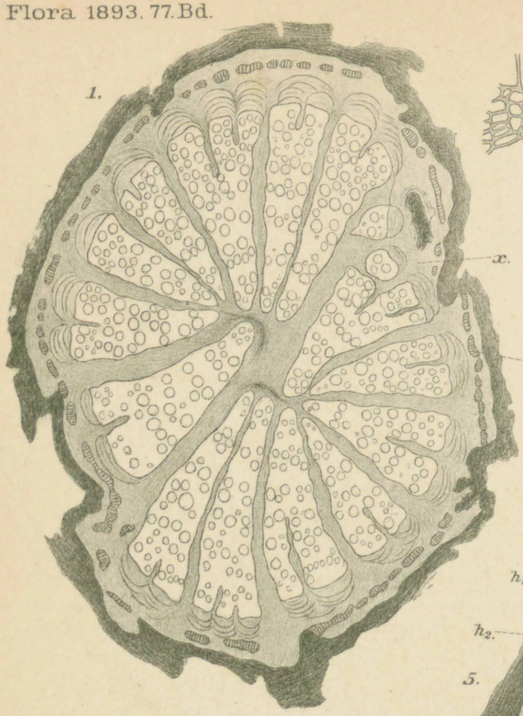
Fig. 8. 9jähriger im 8. Jahre tordirter Stamm. Querschnitt durch eine stark gebogene Stelle. Holzkörper auf der concaven Seite blossgelegt und in der dunkel gehaltenen Parthie abgestorben. In den seitlichen Rindenlappen welche die Wunde überwallen, hat sich das Cambium mit neugebildeten Holzstreifen fortgesetzt. 4/1.

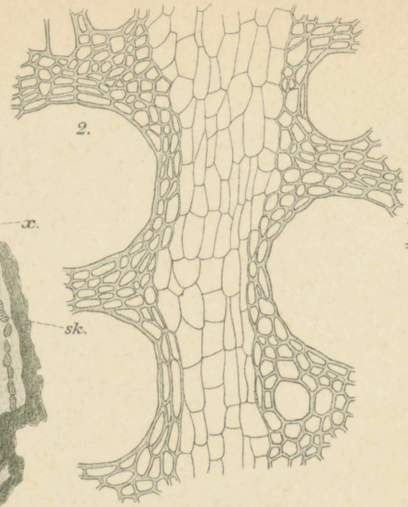
Fig. 9. Querschnitt durch eine stark gewundene Stelle desselben Versuchsstamms Bei x ein Längsriss in der Rinde. In dem seitlichen Rindenlappen ein neugebildeter Holzbaststreifen. 4/1.

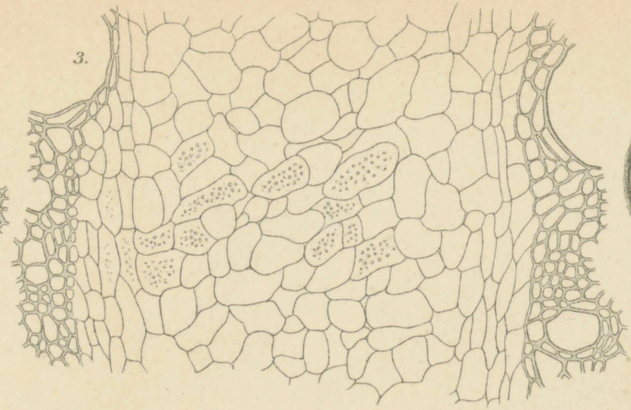
Periploca graeca.

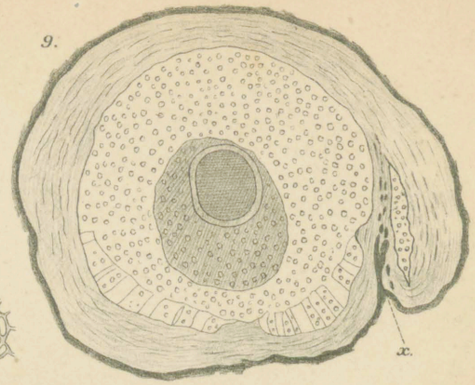
Fig. 10. 8jähriger im 7. Jahre stark gebogener Stamm. Querschnitt aus einer Umbiegungsstelle. Rinde an den Seiten aufgebauscht. Das Cambium hat sich an den Seiten in das Phloëmparenchym fortgesetzt und so bei der Ablagerung der neuen Holzzone jederseits eine sichelförmige Parthie Phloën (phl.) eingeschlossen. c c Grenze des Holzkörpers vor dem Versuch. 4/1

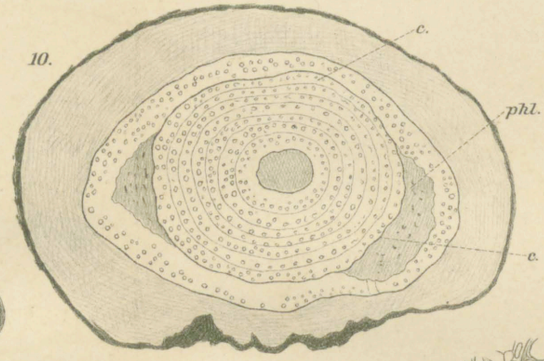
Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00330-8

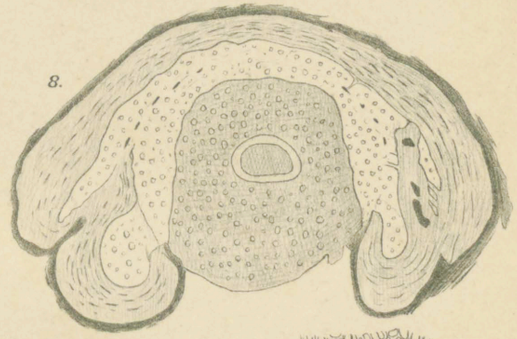


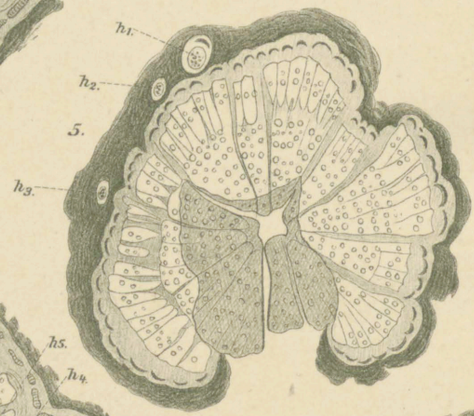


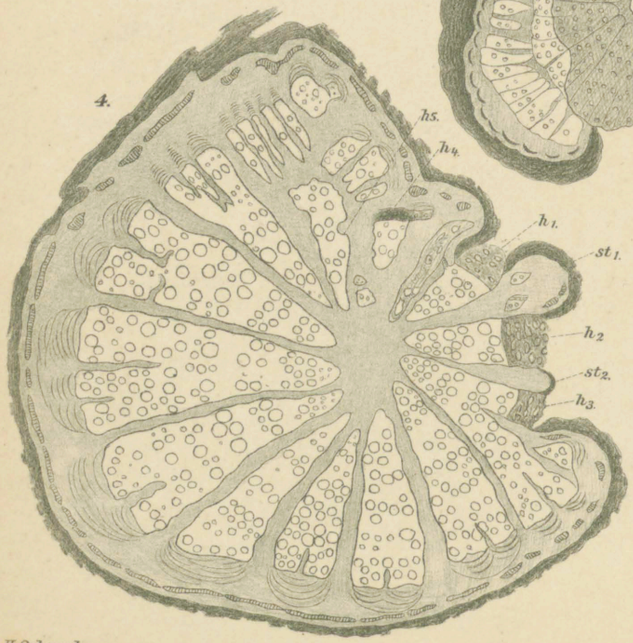


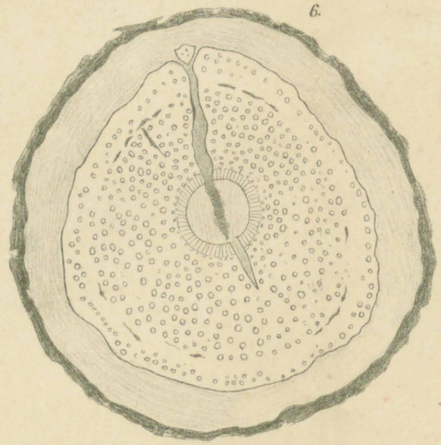


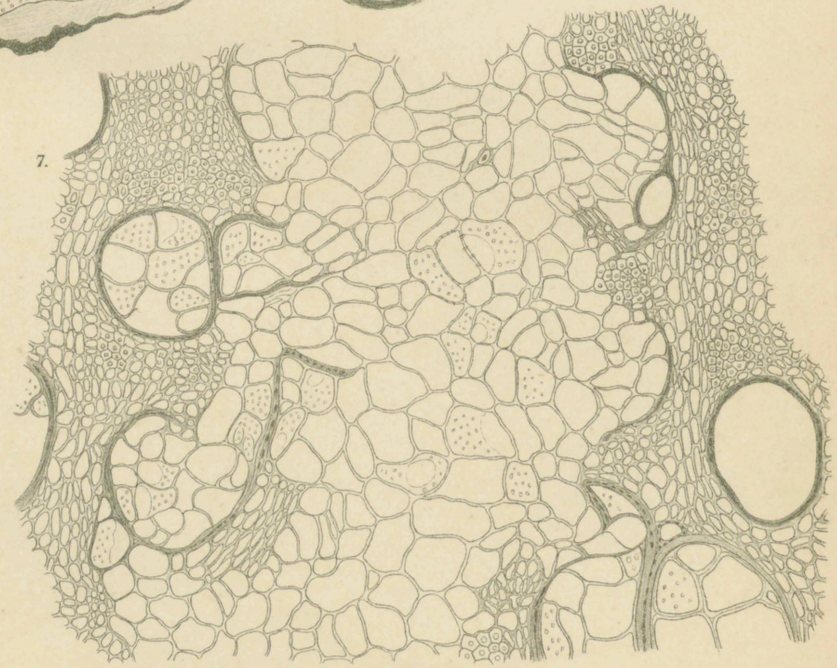












H. Schenck gez.

W.A. Meyn lith. Berlin.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00501-8

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: 77

Autor(en)/Author(s): Schenck Johann Heinrich Rudolf

Artikel/Article: Ueber den Einfluss von Torsionen und Biegungen auf das Dickenwachsthum einiger Lianenstämme. 313-326