

Phaseolus, Fig. 5 - 7 auf tangentialen Längsschnitt von *Raphanus sativus*.

Tafel VII (Seite 137). - Die verschiedenen Stadien der radialen Längsteilung im Cambium der Dikotylen von *Raphanus sativus*.

Tafel II (Seite 126). - Schnitte aus dem Cambium der Dikotylen zur Erläuterung d. Cambialfunktion und zum Beweis gegen die Initialentheorie. Fig. 1 radialer Längsschnitt von *Sambucus nigra*; 2 und 3 radialer Längsschnitt von *Phytolacca decandra*, 4, 5, 7 und 8 radialer Längsschnitt von *Raphanus sativus*; Fig. 6 horizontaler Längsschnitt von *Raphanus sativus*.

Tafel IV (Seite 133). - Radialer Längsschnitt durch *Raphanus sativus* mit Cambium Schicht (C), einem Markstrahl (M) und dem Stück eines Gefässes (G). Stockwerkartiger Aufbau.

Tafel V (Seite 134). - Horizontaler Querschnitt von *Raphanus sativus* mit deutlicher Radialanordnung. Rechts und links je eine Zellreihe angrenzender Markstrahlen, die durch das Cambium C ziehen. Tr = Tracheen.

Tafel VI (Seite 136). - Tangentialer Längsschnitt durch das Cambium von *Raphanus sativus* mit quer getroffenen Markstrahlen. Die mit Kreuzen dargestellte Linie zeigt den Verlauf einer Längsreihe.

Diese Arbeit wurde ausgeführt im Botanischen Institut der Universität Frankfurt a. M. unter Leitung von Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. M. MOEBIUS.

Histologische Untersuchungen an den Stämmchen von Lagenocarpus Dracaenula Pfeiff. und an den Knollstöcken anderer Sclerieen.

Von H. PFEIFFER (Bremen).

I. C. SCHOUTE (1912, p. 195) hat gezeigt, dass das sekundäre Dickenwachstum gewisser Palmen gewissermassen als ein auch nach Beendigung des Längenwachstums andauerndes primäres Zuwachsvermögen betrachtet werden kann, indem beide Wachstumsweisen tatsächlich aneinander anschliessen. Bei beiden ist die Vergrösserung der schon vorhandenen Zellen das Hauptmoment zur Charakterisierung des Vorganges. Dass dennoch nach mikroskopischen Querschnittsbildern grosse Unterschiede zwischen dem primären Zustand und dem nach sekundärem Wachstum vorhanden sind, ist nur darauf zurückzuführen, dass beim primären Dickenwachstum alle Zellen des Querschnitts etwa gleichmässig wachsen, sodass allein eine Vergrösserung, nicht auch eine Veränderung in der Form der Zellen und ihres Netzes eintritt, während die Ausbildung der starren Teile nach beendigtem Längenwachstum die Ursache bildet; dass sekundäres Dickenwachstum nur unter gewissen Formveränderungen stattfinden kann (vergl. darüber PFEIFFER 1923). Durch die Auffassung, dass das sekundäre Dickenwachstum sich als eine Verlängerung des primären über die gewöhnliche Dauer hinaus darstellt, wird der geringe systematische Wert des anomalen Dickenzuwachses begreiflich. Schon mehrfach wurde von verschiedenen Autoren gezeigt, dass es in demselben Stamme unten zu sekundärem Dickenwachstum, oben hingegen nicht zu solchem kommen kann, nämlich in dem Fall, dass die mechanischen Bedürfnisse der Pflanze unten ein stärkeres Wachstum bedingen sollten. Sonach wundert es nicht allzu sehr, bei den in der Überschrift angeführten Cyperaceen anomale Dickenzuwachs-Erscheinungen zu finden. Nachdem ausser von den baum-

förmigen Liliifloren und zahlreichen staudenwüchsigen Gattungen dieser Gruppe¹⁾, von Amaryllidaceen²⁾, Dioscoreaceen³⁾, Iridaceen⁴⁾ und Scheuchzeriaceen (Juncaginaceen)⁵⁾ und Taccaceen⁶⁾ bekannt geworden ist, ist der Erweis für Cyperaceen von immerhin gleich erheblichem Interesse. Sogar sollen die Neubildungen von Gefässbündeln in den Stämmchen einer Scleriee (im weiteren Sinne, siehe PFEIFFER in FEDDE, Repert., im Druck) von baumartigem Habitus und diejenigen in den Knollenstöcken anderer Gattungen derselben Gruppe behandelt werden.

I. TEIL. APPOSITION SEKUNDÄRER BÜNDEL IN DEN STÄMMCHEN VON
LAGENOCARPUS DRACAENULA PFEIFF. (CEPHALOCARPUS SPEC. NEES, CRYPTANGIUM SPEC. BOECK)

Nur von der Untersuchung des gesamten Stämmchens in Querschnitten konnte ein eindeutiges Ergebnis erwartet werden. Darum wurde eine Pflanze in eine Reihe von Scheibchen zerlegt, um so ausser Längsschnitten verschiedener Partien vor allem Querschnitte aus unterschiedlichen Entfernungen vom Vegetationspunkt zu gewinnen. Zuerst seien einige der erhaltenen Querschnitte verglichen. In einem solchen aus 3 mm Entfernung vom Vegetationspunkt sind alle Gewebe noch weich und saftig. Von dem Gesamtdurchmesser (5 mm) des Querschnittes entfallen annähernd 4 mm auf den Zentralzylinder. In den mittleren Teilen desselben ist der seitliche Abstand der Gefässbündel grösser als in der Peripherie. Alle sklerenchymatischen Elemente der innern Partie des Zentralzylinders, und zwar ausser den Belegen der Gefässbündel auch die wenigen isolierten Stränge, sind unverdickt. Die Zellen des Grundparenchyms sind ziemlich abgerundet und mit fast verschwindend kleinen Interzellularen versehen. Die enger benachbarten Gefässbündel an der Peripherie des Zentralzylinders sind bedeutend grossräumiger. Wenn grössere Bündel in ihrer Nachbarschaft liegen, haben wir in ihnen Gefässbündel zu sehen, die aus dem Innern des Zentralzylinders stammen und aufwärts streben. Die vielen kleineren Bündel dagegen erkennen wir als die reduzierten unteren Gefässbündelenden, die hier an andere Bündel anschliessen. Danach müssen wir die mittelgrossen Bündel als solche auffassen, die hier eine ziemlich regelmässig peripherische Bahn durchlaufen. Das äussere Grundparenchym ist erheblich kleinerzellig. Hier etwa auftretende sklerenchymatische Elemente sind noch unverdickt, wiewohl die Belege der äusseren Gefässbündel erheblich breiter sind als die der innern. Die Ausbildung der Gefässe ist erheblich fortgeschritten.

Ein zweiter Querschnitt aus 2,5 cm Entfernung vom Vegetationspunkt ist von nur wenig grösserem Durchmesser (6,5 mm), wovon der Zentralzylinder fast 4,5 mm im Durchmesser misst. Die in der Mitte gelegenen Parenchymzellen haben annähernd ein doppelt so grosses Lumen erreicht. Etwas weniger haben die an die Gefässbündel grenzenden Sklerenchymfasern an Durchmesser zugenommen. Die hier festgestellten Tatsachen beweisen die Möglichkeit, dass der Stamm primär durch Vergrösserung der zuvor vorhandenen Zellen den grösseren Durchmesser erreichte. Die Sklerenchymfasern der Belege zeigen bereits die Anfänge einer Verdickung, und in den isolierten Strängen des Sklerenchyms ist dieser Vorgang schon eingetreten. An manchen Stellen lassen sich im Grundparenchym des Pericykels im Anschluss an äussere, ältere Gefässbündel ganz unfertige jüngere auffinden. Die radiale Verteilung der Grundgewebe-Zellen im Parenchym erlaubt den Schluss, dass hier Teilungen stattgefunden haben, die vielleicht zu Neubildungsherden der bezeichneten Bündel den Anlass boten.

Interessant sind die Veränderungen, die im Querschnitt aus 8 cm Entfernung vom Vegetationspunkt auftreten. Hier beträgt der Durchmesser ca 8 mm, wovon über 6 mm auf den Zentralzylinder zu rechnen sind. Die Zahl der Gefässbündel an seiner Peripherie hat gegen den vorigen Querschnitt stark zugenommen. Im Grundgewebe treten Zellen von kreisförmigem Querschnitt gegen die von elliptischer Gestalt stark zurück. Die Interzellularen sind von recht verschiedener Grösse, teilweise ziemlich weit. Die Sklerenchymfasern haben keine neuerliche Erweiterung erfahren.

1) Vergl. AF KLERCKER, HAUSEN, LINDINGER, PFEIFFER (1923) u. a. - 2) Siehe FALKENBERG (p. 48), LINDINGER (p. 243) etc. - 3) QUEVA (1894). - 4) LINDINGER (l.c.) - 5) Beachte HILL!. - 6) QUEVA (1893 u. 1894).

Ihre Verdickung ist wenigstens auf der einen Seite der Bündel vollendet, zwar teilweise nicht so weit fortgeschritten, aber an den älteren Gefässbündeln allseitig abgeschlossen. Wie beim vorigen Querschnitt sind auch hier in Bildung begriffene und bereits ausgebildete neue Gefässbündel anzutreffen, die wiederum peripherisch anschliessen. Die peripherisch gelegenen Grundgewebe-Zellen weisen radial ziemlich den gleichen Durchmesser auf, sind aber in tangentialer Richtung stark gestreckt.

In etwa 10 cm Entfernung vom Vegetationspunkt ist der Durchmesser des Querschnittes ein wenig geringer geworden, misst er doch nur knapp 7,2 mm. Auffallend ist eine geringe Verminderung in der Zahl der Gefässbündel, wodurch sich hier im Stämmchen ein ähnlicher Bau zeigt, wie ihn STRASBURGER (1906, p. 593 und vorher) von der Palme *Washingtonia spicifolia* beschrieb (vergl. auch Fig. 6 a Taf. III aus der Mitte und 6 b aus der Peripherie des dort geschilderten Querschnittes!). - Die Frage, wie eine geringere Zahl von Gefässbündeln in den unteren Stammteilen deren eine grössere Zahl höher anschliessender bzw. in die Blätter übertretender zu versorgen vermag, mag wundernehmen. Indessen hat STRASBURGER (1891, p. 358 f.) festgestellt, dass bei *Zea mays* die ausgewachsenen Blätter noch wachsender Halme von ganz unfertigen Internodien getragen werden, in deren Xylem nur erst die Primanen ausgebildet sind. Trotz solcher Reduktion genügen die Wasserleitungsbahnen ihrer Aufgabe. (Vergl. auch v. HÖHNEL, über den Gang des Wassergehaltes und der Transpiration bei der Entwicklung des Blattes, Sep.-Abdr. aus WOLLNY, Forschungen a. d. Geb. d. Agriculturphys. I, Heft 4, p. 8!). - Eine ähnliche, bedeutende Reduktion der Gefässbündel, bevor sie sich an ihrem unteren Ende mit andern Bündeln vereinigen, stellte STRASBURGER (l.c. p. 383) auch für *Cocos flexuosa* sicher. Ob freilich daraus zu entnehmen ist, "dass die Wasserbahnen in ihrem erweiterten Teile nicht allein der Leitung dienen, sondern auch als Wasserbehälter fungieren" (l.c. p. 383 und 1906, p. 594), bleibe dahingestellt. Es sei hinzugefügt, dass in dem untersuchten Querschnitt die Verdickung des Sklerenchyms in den Bündelbelegen nahezu abgeschlossen oder fast vollendet ist. Weder sie, noch die Zellen des Grundgewebes zeigen ein weiteres Lumen als in dem vorigen Querschnitt.

Es hat sich somit gezeigt, auch ohne dass weitere der untersuchten Querschnitte besprochen werden, dass das Stämmchen seine nicht unerhebliche Dicke ohne stärkeren Einfluss sekundären Zuwachses erreicht hat. Auch sonst ergibt sich bei allen Querschnitten durchaus der Mangel eines Cambiumringes im Perizykel und dementsprechend eines sekundären Dickenzuwachses nach Art von *Dracaena* und ihren Verwandten. Dagegen sind eng umgrenzte Appositionsherde als sekundäre Bildungen im Perizykel wahrscheinlich. Sie mögen ausser zur Anlage neuer Gefässbündel zur Vermehrung der Zellen des Grundgewebes und zur Bildung von Sklerenchymfasern führen. Ganz wie bei *Washingtonia* nur dort eine Neubildung im Perizykel sich einstellt, wo ihr Auftreten durch lokales Bedürfnis veranlasst wird (STRASBURGER 1906, p. 696), so ist dies Verhalten auch bei *Lagenocarpus Dracaenula* festzustellen. Wie bei jener Pflanze scheint auch bei dieser Cyperacee nur die Bildung neuer Verbindungen zwischen schon vorhandenen Wasserbahnen, nicht aber die völlig neuer Leitungssysteme erstrebt zu sein. Auch die kräftigste Ausbildung bleibt völlig lokal beschränkt, sodass man in den sekundären Veränderungen keinen wichtigen Faktor bei den Dickenzuwachs-Vorgängen sehen darf. Die Zahl mit Xylem und Phloem ausgestatteter Gefässbündel bleibt beschränkt. Vorwiegend entstehen durch die sekundären Wachstumsvorgänge nur von Sklerenchym umschlossene Xylemstränge aus einem oder wenigen Gefässen und Vasalparenchym. Während die untersuchten Stämmchen von *Lagenocarpum* in diesen Punkten der von STRASBURGER untersuchten Palme ähneln, unterscheiden sie sich durch viel grössere Regelmässigkeit in der Anordnung der Perizykelzellen zu radialen Reihen. Wie bei *Dracaena* und Verwandten scheinen sich also auch hier die Teilungen noch eine Weile fortzusetzen, bis die Zellen durch Verholzung die Möglichkeit verlieren, Aussehen und Lagerung zu verändern. Sehen wir mit SCHOUTE (1902, p. 56) die Bedeutung der sekundären Gewebe in nachträglicher Vermehrung der Leistungsfähigkeit bereits ausgewachsener Organe in der Richtung auf eine bestimmte Funktion, so findet tatsächlich ein sekundäres Wachstum statt, freilich ohne dass die Dicken-

zunahme dadurch wesentlich vergrössert würde. Die Frage, ob die beobachteten sekundären Veränderungen zeitlich begrenzt seien oder nicht, ist an einem Exemplar nicht mit völliger Sicherheit zu lösen. Fertig ausgebildete Teile des Stämmchens, in denen die Verdickungen abgeschlossen sind, werden kaum noch nachträglich an Dicke zunehmen können. Im Gegensatz zu STRASBURGER (1906, p. 606) sehe ich aber keinen Grund, warum in der Theorie von einem gewissen Zeitpunkte der Entwicklung an die Dickenzunahme und die Neubildung von Bündeln abgeschlossen sein soll. Durch die radiale Anordnung der aus sekundärem Meristem gebildeten Zellen ist es übrigens allein möglich, den primären Zentralzylinder einiger Massen scharf abzugrenzen. Indem die Teilungen im Primärmeristem keine deutlichen radialen Zellreihen zur Folge haben, weil jede Zelle nur wenige Teilungen erfährt und die entstandenen Zellen sich bald abrunden, ist die Grenze des primären Zentralzylinders da anzunehmen, wo die Radialstellung der Gewebeelemente beginnt (vergl. HAUSMANN, p. 66 f.).

Die Rinde bis zu recht erheblicher Höhe des Stämmchens wird von Adventivwurzeln durchsetzt, die ihren Ursprung aus dem Perizykel nehmen (s. unten). Sie umlagern in 4 - 6 Schichten das Stämmchen und besitzen, soweit sie unter dem Schutz der Blattbasen verlaufen wie die der von ENGLER und KRAUSE (1911, p. 101) untersuchten baumartigen Cyperacee *Schoenodendron* ein sehr zartwandiges äusseres Rindengewebe aus hauptsächlich radial gestreckten Zellen und darunter eine mehrere Lagen dicke stereomatische Schicht. Durch ein Grundgewebe aus dünnwandigen, verschiedenlumigen Zellen ist diese von dem Zentralzylinder getrennt. Die Endodermis besteht aus auffallend grossen, dickwandigen Zellen. Über besondere Einzelheiten, vor allem im Vergleich zu *Schoenodendron*, *Fintelmannia*, *Mapania*, *Barbacenia* und *Paepalanthus* siehe ENGLER und KRAUSE (l.c. p. 10 - 14). Das Metaphloem tritt nicht in isolierten Strängen auf, sondern nur mit dem Protophloem zu einem grösseren Siebteil vereinigt. Das Metaxylem ist gewöhnlich sehr reichlich vorhanden und an Raum meist umfangreicher als die Protobündel. (Nähere Angaben über die Metabündel der Pflanzen vergl. VAN TIEGHEM p. 684 und BONNIER & LECLERC DU SABLON p. 363 f.) Neubildungen fehlen, abgesehen von solchen Fällen, in denen pericambiogene Seitenwurzeln auftreten (vergl. HAUSMANN, p. 51). Da bei *Lagenocarpus Dracaenula* wie wohl bei den meisten Monokotylen mit permanentem Dickenwachstum im Stamme solches der Wurzel abgeht, so entsteht die Frage, in welcher Zellschicht der Wurzel sich das Meristem des Stammes fortsetzt. Auch MANGIN hält dafür das Pericambium (vergl. indessen seine Abbildungen dazu!) und CORDÉMOY (p. 60) führt an, "que dans la tige les cloissonnements tangentiels indiquant la première ébauche du méristème secondaire apparaissent dans la couche qui se continue directement avec le péricycle de la racine"; leider bringt er keine Zeichnung dazu. Im einzelnen denke ich mir die Entstehung der Adventivwurzeln ähnlich, wie sie HAUSMANN (p. 53 - 59) von *Nolina* beschrieb, habe freilich keine besonderen Untersuchungen darüber angestellt.

II. TEIL. SEKUNDÄRER DICKENZUWACHS IN DEN KNOLLSTÖCKEN EINIGER SCLERIEEN.

Nicht wenige Cyperaceen bilden entweder echte Wurzel- oder Stammknollen oder sind durch napellus-artige Verdickungen der Halmbasis ausgezeichnet. Am allgemeinsten bekannt ist diese Erscheinung von *Cyperus articulatus* L., *C. esculentus* L., *C. rotundus* L. und andern zum Teil Wurzelgemüse liefernden Arten der Gattung. Soweit ich das verfolgen kann, geht die erste anatomische Erwähnung zurück auf LINKs bekanntes Tafelwerk. In der Beschreibung zu Taf. V, Fig. 9, einer Abbildung des Knollstocks von *Cyperus aureus*, der vor kurzem aus dem Keime erwachsen war, sagt er: "Er besteht aus Parenchym, aus dem Spiralgefässe in gerader Linie nach dem Würzelchen fortgehen. (- Wie aus der Abbildung selbst ersichtlich, ist damit die Abzweigung eines Leitbündels in eine Nebenwurzel gemeint; durch den Schnitt ist nur die Partie des Xylems getroffen.-) Andere Spiralgefässe bilden Ringe und verschiedene Bogen, woraus Blätter werden". (Darunter versteht LINK die durch den Schnitt horizontal getroffenen konzentrischen Leitbündel und die Übergangsformen mit halbmondförmigem Xylem.) Auf Tafel IX fig. 6 findet sich ausserdem ein kon-

zentrisches Leitbündel aus dem Knollstock von *Papyrus antiquorum* (*Cyperus Papyrus* L.). In der Beschreibung spricht der Verfasser nur über die verschiedene Färbung der Gefässe (in der Mitte ungefärbt, an der Peripherie braun). Weitere Angaben über die Knollstöcke der Cyperaceen sind äusserst spärlich und stark zerstreut. Erwähnt sei noch, dass SEIGNETTE von *Cyperus esculentus* "die stammbürtigen Knollen, die nur geringe oder gar keine sekundäre Bildungen zeigen" beschreibt. Die Knollbildung soll auf bedeutende Entwicklung des Markes und zum Teil der Rinde zurückzuführen sein; Gefässe und Fasern findet er wenig entwickelt. Bei manchen Sclerieen wachsen die Knollstöcke ebenfalls oft zu ganz gewaltigen Dimensionen heran. Somit versprechen sie für das Studium ihres Dickenzuwachses besonders interessante Ergebnisse, sind aber meines Wissens trotzdem noch nicht untersucht.

Benützt wurde das zitierte Herbarmaterial von nachstehenden Arten, für dessen Überlassung den Museen in München, Bremen und Stockholm Dank gebührt:

1. *Lagenocarpus polyphyllus* (Bekl.) Pfeiff.: Alle Exemplare P. DUSENs, sowie GLAZIOU nr. 5458!, MARTIUS s. nr.!
2. *Lagenocarpus rigidus* Nees: POHL s. nr.!, MARTIUS s. nr.!, GLAZIOU nr. 13308!
3. *Scleria porphyrrhiza* C. Wright: Pl. Cub. Wrightianae nr. 3801!

Die knollige Verdickung am Grunde des oberirdischen Stengels ist bei *L. polyphyllus* am schwächsten, und ihre die sklerotisierten Rindenschichten bedeckende mehrreihige Korkschicht liegt nackt. Die Knollstöcke von *L. rigidus* fallen durch ihre Mächtigkeit (mehrere cm im Durchmesser) und durch die Überreste zahlreicher, meist zerfaserner Blattbasen auf. Die äusseren Rindenschichten sind ganz ähnlich gebaut. Im Durchmesser zwischen beiden halten ungefähr die Mitte die Knollstöcke von *Sc. porphyrrhiza*, die durch die Bekleidung eine entfernte Ähnlichkeit mit manchen Dioscoreaceen (z.B. *Testudinaria*) zeigen. Die äusseren Schichten aller untersuchten Knollstöcke entsprechen völlig denen der Rhizome der Cyperaceen, über die wohl am gründlichsten ROTHERT (p. 51 - 57) abhandelte. Während indessen in den Rhizomen wohl der meisten Cyperaceen entweder gar kein sekundäres Dickenwachstum auftritt, oder nur ein früh-sekundäres, das bereits beendet ist, wenn der Halm aus den umhüllenden Scheiden frei hervortritt, finden wir in den Knollstöcken auch spätsekundären Dickenzuwachs, dessen Ablauf aber offenbar nicht ganz einheitlich ist.

Bei *L. polyphyllus* trägt die Perizykelschicht nur wenig zum Dickenwachstum der Knollstöcke bei. Die Verdickung geht vielmehr auf Kosten des im Zentralzylinder u. in der Rinde stark entwickelten Grundparenchyms vor sich. Trotzdem bildet der Perizykel mehrere kleine Gefässbündel, die ihm ziemlich unregelmässig anliegen und die Stränge der Seitenwurzeln mit jenen des Wurzel- bzw. des Stammstockes verbinden. Soweit ähneln die Bildungen denen von CARANO untersuchter Hypoxidaceen. Sie unterscheiden sich aber schon dadurch sofort, dass die Gefässbündel meist allein von Tracheiden aufgebaut werden. In jedem Fibrovasalstrang differenzieren sich zunächst nur das Xylembündel und ein angrenzender Bogen von Sklerenchymfasern, deren Randzone noch längere Zeit dünnwandig bleibt. Allmählig werden wie in den Stämmchen von *L. Dracaenula* die Wände aller Fasern, von dem Zentrum ausgehend, nach ihrem Auswachsen verdickt. An ganz jungen Pflänzchen fehlt noch die Knollstockverdickung, und der Vegetationspunkt des Hauptstengels befindet sich noch auf dem oberen Ende der hypokotylen Axe. Im Stadium mit den ersten Blättern findet sich am Grunde eines derselben eine leichte Anschwellung als erstes Anzeichen für die Entstehung des Knollstockes. Obgleich die weitere Entwicklung bislang nicht hat verfolgt werden können, halte ich die Ähnlichkeiten doch für so auffallend, dass ich auf einen gleichen Entwicklungsgang wie bei der von QUEVA (1893) studierten *Tacca quinquefida* schliessen möchte.

Für die deskriptive Anatomie ist bemerkenswert, dass unter der sklerotisierten Rindenschicht, die durch Sprengung oft Unterbrechungen erleidet, ein aus rundlichen Zellen bestehendes Rindenparenchym liegt, in dem zerstreut Sekretzellen eingebettet sind, und dass auch das übrige Grundgewebe reich an Sekretbehältern ist. Da von *L. polyphyllus* immerhin eine gewisse Menge Material zur Verfügung stand, wurde versucht, den Bündelverlauf teils auf Querschnitten,

teils durch Präparation an mazerierten und tingierten Objekten festzustellen. Das Mazerations- und Färbungsgemisch wurde aus 2 vol. Schwefelsäure, 1 vl. Wasser u. etwas Fuchsinlösung hergestellt. Die Blattspuren treten von aussen in zwei Reihen, einer äusseren halbmondförmigen und einer inneren bogenförmigen, in den Knollstock ein, durchziehen ihn und führen, nachdem sie sich kurz dem Zentralzylinder genähert haben, in diesen durch die Maschenlücken eines Fibrovasalnetzes. Dort gelangen sie im weiteren Verlauf in die Nähe der Axe des Zentralzylinders und verschmelzen dann sämtlich mit Leitsträngen von konzentrischem Bau. Bemerkenswerte Besonderheiten hat der Strangverlauf also offenbar nicht.

Von *L. rigidus* stand nur ausgewachsenes Material zur Verfügung, sodass manches nach Analogie erschlossen werden musste. Offenbar findet beim Dickenwachstum eine Vergrösserung der vorhandenen Teile und sicher auch eine reichliche Zellteilung des Parenchyms statt. Die Fibrovasal- und zum Teil auch die isolierten Sklerenchymstränge bilden sich schon bald nach beendigem Längenwachstum völlig aus. Die äussersten Schichten bilden also einen festen Mantel, der bei *L. rigidus* nach meinen Beobachtungen trotz dem enormen Durchmesser des Knollstockes nirgends gesprengt wird. Im Zusammenhang damit muss die Rinde hier wie bei gewissen Palmen hauptsächlich passiv wachsen, d.h. sich nur in tangentialer Richtung dehnen. An lokal begrenzten Stellen mag sie aber wie bei den Vergleichspflanzen ein wenig auch in tangentialer Richtung durch Zellteilungen zu wachsen vermögen. Bei den erwähnten beiden Arten entspricht der Dickenzuwachs ganz dem von QUEVA (1894) beschriebenen Typus von *Dioscorea* *Kitt.* Unterschiedlich ist freilich das gleichzeitige Vorkommen von konzentrischen Leitungsbahnen.

Dem Typus *Helmia* hingegen nähert sich die Entstehung des Knollstockes bei *Scorphyrrhiza*, weshalb ich auf die gründliche Schilderung QUEVAS verweisen kann. Nur einige der interessantesten Einzelheiten seien angeführt. Schreitet man von den jüngeren Teilen nach den älteren, verdickten fort, so findet man, dass sich der ursprünglich kompakte Holzkörper vom Zentrum her aufzuteilen beginnt. Das Mark, anfangs mit dicken, verholzten Wänden, wird durch weniger verdickte Zellelemente verdrängt. Der Holzkörper, vorher an der Peripherie glatt, wird dadurch buchtig, dass **K e i l e s e k u n d ä r e n R i n d e n p a r e n c h y m s g e g e n i h n v o r d r i n g e n.** Mit fortgesetzter Differenzierung wächst das Markgewebe durch Zellteilung rasch heran, und die Parenchymkeile gelangen bis in die Nähe des Zentrums, sodass Bruchteile des primären Holzkörpers zu selbständigen Komplexen werden. Das Zentrum jedes Komplexes nehmen entweder ein einziges, oder kleinere Gruppen von nebeneinander gelagerten oder durch sklerotisierte Grundgewebezellen zusammenhängenden Gefässbündeln ein. Natürlich folgt das Cambium diesen Veränderungen, wird fraktioniert, setzt aber seine Tätigkeit fort und führt so im ausgewachsenen Zustande zu einem Bau, der äusserlich dem **e i n e r W u r z e l - v e r w a c h s u n g ä h n e l t.**

Über die **p h y s i o l o g i s c h e n U r s a c h e n** der Knollstockbildung ist nichts bekannt. Soweit ersichtlich, scheint es sich bei den von mir untersuchten Arten um vererbte Eigentümlichkeiten oder systematische Merkmale zu handeln. Ich folgere das auch daraus, dass mir trotz eingehendem Studium der ganzen Gruppe (vergl. in FEDDES Repert. XVIII, p. 72 - 93) kein Exemplar bekannt geworden ist, dem im ausgewachsenen Zustande dieser Charakter mangelte. Immerhin sei erwähnt, dass nach BUCHENAU (p. 75) bei *Juncus*-Arten knollige Verdickungen am Halmgrund vom Standort abhängig sein sollen, indem sie besonders den Exemplaren von "wärmeren, sandigen Stellen" eigentümlich sind. Weder für *Juncus*, noch für *Poa bulbosa*, die sich nach GOEBEL (p. 226) entsprechend verhalten soll, ist bekannt, ob dort die Verdickungen auf Hemmungen des Längenwachstums zurückzuführen sind, oder ob sie der Wasserspeicherung dienen.

ANGEFÜHRTE LITERATUR.

BONNIER et LECLERC DU SABLON, 1905, Cours de Botanique, Phanerogames. - BUCHENAU, 1891, Über Knollen- u. Zwiebelbildung, in Flora LXXIV, p. 71 - 82. - CARANO, 1905, Alcune osservazioni sulla morfologia delle Hypoxidaceae, Ann. di Bot. II, p. 285 -

295, 1 Taf. - CORDEMOY, Recherches sur les Monocotylédones à accroissement secondaire, Thèse Paris. - ENGLER u. KRAUSE, 1911, Über den anat. Bau d. baumart. Cyperacee *Schoenodendron Bücheri* Engl. aus Kamerun, Sep.-Abdr. Abh. Pr. Akad. Berl. - FALKENBERG, 1876, Vergl. Unters. Bau d. Vegetationsorg. Monokotyled. Stuttgart. - GOEBEL, 1898, Organographie d. Pfl. Bd. I, Jena. - HAUSEN, 1901, Über Morphol. u. Anat. d. Aloineen, Sep.-Abdr. Verh. bot. Ver. Brandenb. XLII, 1900. - HAUSMANN, 1908, Anat. Unter. an *Nolina recurvata* Hemsl. Beih. Bot. Zentralbl. XXIII, 2. Abt., 43 - 80, und 14 Textfig. - HILL, 1900, The structure and development of *Triglochin maritima*, Sep.-Abdr. aus Ann. of Bot. XIV. - KLERKER, 1883, Recherches sur la structure anat. de l'*Aphyllanthes monspeliensis* L., Meddel. f. Stockh. Hoegsk. nr. 5, Bih. Sv. Akad. Handl. VIII, nr. 6. - LIMPRICHT, 1902, Beitrag z. Kenntnis der Taccaceen, Diss. Breslau. - LINDINGER, 1909, die Struktur von *Aloe dichotoma* L. mit anschliessenden allgem. Betracht., Beih. Bot. Zentralbl. XXIV, 1. Abt., 211 - 253, Taf. VII - X. - LINK, 1837 - 42, Icones anat. - bot. Berol. - MANGIN, 1888, Origine et insertion des racines adventives, Sep.-Abdr. aus Ann. sc. nat. Bot. 6. ser. XIV. - PFEIFFER, 1922, Die Kriterien z. Diagnostizier. anomal. Dickenzuw. bei Monokot. Ber. D. bot. Ges. XL (im Druck). - PFEIFFER, 1923, Beitr. z. Kenntnis d. anomal. Dickenzuw. b. Liliac., Mez, Archiv III, p. 129 - 134. - QUEVA, 1893, Le tubercule de *Tacca pinnatifida* Forst. Compt. rend. Paris CXVI. - QUEVA, 1894, Rech. s. l'anat. de l'appareil végétat. des Taccacées et des Dioscorées, Lille 457 Seiten, 18 Tafeln, 702 Fig. - ROTHERT, 1885, Vergl. anat. Unter. ü. d. Differenz. im prim. Bau d. Steng. u. Rhiz., Dorpat, 132 Seiten. - SCHOUTE, 1902, Über Zellteilungsvorg. in Cambium, Verh. Akad. Amsterd. 2. sekt. IX, nr. 4. - SCHOUTE, 1903, Die Stammesbildung d. Monokotylen, in Flora XCII, p. 32 - 48, Taf. IV. - SCHOUTE, 1912, Über d. Dickenwachst. d. Palmen, ann. Jard. Buitenz. XXVI, p. 1 - 209, 15 Tafeln. - SCOTT, and BREBNER, 1893, On the second. tissues in certain Monokot. Ann. of Bot. VII, p. 21 - 62, Taf. III - V. - SEIGNETTE, 1889, Rech. s. les tubercules, Rev. gén. Bot. I, p. 415 seq., Tafel XIX - XXII. - STRASBURGER, 1891, über d. Bau u. d. Verr. d. Leitungsbahnen (Histol. Beitr.), Jena. - STRASBURGER, 1906, Über d. Verdickungsw. d. Stämme v. Palmen u. Schraubenb. in Pringsh. Jahrb. XLIII, p. 580 - 628, Taf. III - V. - VAN TIEGHEM, 1891, Traité de bot., 2. éd. Vol. I.

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS.

Die Zahl der Bezieher des Botanischen Archivs ist in so erfreulicher Weise gestiegen, dass unsere Zeitschrift nun als gesichert betrachtet werden kann. Auch die eingehenden Manuskripte liegen so reichlich vor, dass mit dem ganz regelmässigen Erscheinen des Archivs zu rechnen ist. Für die Drucklegung eingesandter Arbeiten muss mit einem gewissen Aufschub gerechnet werden, wenn nicht weitere Erweiterungen des Umfangs eintreten sollen. Verleger wie Herausgeber sind sich zwar dessen bewusst, dass die wichtige und schöne Aufgabe unserer Zeitschrift, die sehr grosse Publikationsnot zu bekämpfen, allen anderen Erwägungen vorangehen muss. Aber die Folgen der mit dem IV. Bande eingetretenen Vergrösserung lassen sich noch nicht übersehen und es ist schliesslich uns nicht zu verargen, wenn wir die sehr grossen Opfer, die wir andauernd für die Wissenschaft bringen, nicht in's ungewisse und ungemessene hinein vermehren wollen. Tritt kein Rückschlag ein, so soll das Archiv in den kommenden Jahren weiter vergrössert werden, damit wirklich alles, was der Veröffentlichung wert ist, seinen Weg in die Welt finde.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Pfeiffer H.

Artikel/Article: [Histologische Untersuchungen an den Stämmchen von Lagenocarpus Dracaenula Pfeiff. und an den Knollstöcken 147-153](#)