Ueber Wurzelanlagen unter Lenticellen bei Herminiera Elaphroxylon und Solanum Dulcamara.

Nebst einem Anhang über die Wurzelknöllchen der ersteren.

Von

H. Klebahn.

(Hierzu Tafel IV).

Die sonderbare Ambak- oder Ambatschpflanze, Herminiera Elaphroxylon G. P. R. [Aedemone mirabilis Kotschy], aus den Flüssen Senegambiens und des oberen Nilgebietes, ist schon wiederholt in der Literatur, auch in anatomischer Beziehung, besprochen worden[1]). Wenn ich es trotzdem, und obgleich die Pflanze von Th. Jaensch zum Gegenstande einer Einzelbearbeitung gemacht worden ist, unternehme, noch einmal anatomische Verhältnisse derselben zu behandeln, so geschieht es nicht nur, um die Angaben Jaensch's in Bezug auf einen wichtigen Punkt zu ergänzen und zu berichtigen, sondern besonders auch, weil die mitzutheilenden Thatsachen an und für sich von Interesse sind und ähnliche Erscheinungen nur wenig oder gar nicht bekannt sein dürften. Dass auch meine Ausführungen fragmentarisch geblieben sind, möge die geographische Verbreitung der Pflanze, wenigstens zum Theil, entschuldigen.

Beim Lesen des Aufsatzes von Jaensch, Zur Anatomie einiger Leguminosenhölzer (Deutsche botan. Gesellsch. 1884, p. 268) fielen mir die Worte p. 271 auf: »Jede Pflanze besitzt genau so viel Lenticellen, wie sie zusammengesetzte Markstrahlen hat; denkt man sich die letzteren in die Rinde hinein verlängert, so wird jeder nach aussen hin von einer Lenticelle abgeschlossen«. Leider hat Jaensch wegen Mangels an frischem Untersuchungsmaterial die aufgefundene Bildung nicht weiter verfolgen können. Durch seine Angaben wurde ich an die früher von mir beschriebenen Markstrahlrindenporen[2]) erinnert, und da ich in der Herminiera einen weiteren, vielleicht besonders interessanten Fall zu finden hoffte, so suchte ich Material von der Pflanze zu bekommen, um

1) Guillemin, Perrottet et Richard, Florae Senegambiae Tentamen Paris 1830—33, p. 201. Tab. 51. — Kotschy, Oesterreichische botanische Monatsschrift 1858, No. 4, mit Tafel. — Schweinfurth, Beiträge zur Flora Aethiopensis, p. 9, — Hallier, Botan. Zeitung 1859, p. 152; 1864, p. 93, mit Tafeln. — De Bary, Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877, an verschiedenen Stellen. — Moeller, Botan. Zeitung 1879, p. 723. — Jaensch, Herminiera Elaphroxylon G. P. R. Dissertation. Breslau 1883. — Jaensch, Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1884. p. 233 und 268 ff. Taf. V.

2) Ber. d. D. bot. Ges. 1883, p. 119 ff. Taf. IV. Fig. 11 u. 12. Jenaische Zeitschr. f. Nat. Bd. XVII, p. 582 ff. Taf. XII, Fig. 19—21.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0127-9

eine Untersuchung vornehmen zu können. Ich erhielt eine Probe eines jungen Zweiges durch freundliche Vermittelung des Herrn Prof. Urban aus dem Berliner botanischen Garten. Die Ergebnisse waren ganz andere als ich erwartet hatte. Es stellte sich heraus, dass die Lenticellen der Herminiera mit Markstrahlrindenporen nichts zu thun haben, sondern Lenticellen von dem gewöhnlichen Baue sind, und zwar mit abwechselnden Lagen von Porenkork und Choriphelloid [1]). Zwar enthält das von Jaensch »zusammengesetzter Markstrahl« genannte Gebilde oben und unten von seinem Gefässbündel ein lockeres Parenchym, welches den Eintritt der in den Intercellularen der Rinde enthaltenen Luft auch in den Holzkörper leicht gestattet, doch ist keinerlei directe Beziehung dieses Gewebes und überhaupt des ganzen »Markstrahls« zu der denselben allerdings regelmässig begleitenden Lenticelle vorhanden. Dagegen wurde meine Aufmerksamkeit auf eine in der Rinde über dem »Markstrahl« und unter der Lenticelle liegende Wurzelanlage gelenkt, welche mich an eine ähnliche Erscheinung bei Solanum Dulcamara erinnerte. Da auch diese in der Literatur kaum erwähnt ist, und da sie wenigstens in gewissen Punkten ein Analogon zu dem sonderbaren Verhalten von Herminiera bildet, so sei dieselbe zunächst in Kürze geschildert.

Solanum dulcamara L.

Bekanntlich erklärte Decandolle [2]) die Lenticellen für Wurzelanlagen. Durch Mohl [3]) und spätere Forscher wurde zwar diese Ansicht widerlegt. Indessen könnte man bei oberflächlicher Beobachtung von Solanum Dulcamara wieder auf Decandolle's Meinung zurückkommen, da an den unteren Stengeltheilen alle Adventivwurzeln durch die Lenticellen austreten [4]) und an Stengelstücken, die man in Wasser steckt, bald Wurzeln aus den Lenticellen hervorbrechen. Eine genauere Untersuchung lehrt, dass unter jeder Lenticelle ein Wurzelvegetationspunkt liegt, und zwar regelmässig, selbst an Stengeln, die weit vom Boden entfernt gewachsen sind. Derselbe wölbt je nach seinem Entwickelungszustande das Gewebe unter der Lenticelle mehr oder weniger zu einem Höcker empor; es ist das der Grund, weshalb die Lenticellen dieser Pflanze so stark hervortreten. Die grosse Zahl der Wurzelanlagen an den Zweigen von Solanum Dulcamara erwähnt auch Beijerinck [5]), ohne indessen der Beziehung derselben zu den Lenticellen zu gedenken.

---

1) Daselbst, p. 546 ff.

2) Ann. sc. nat. T. VII, 1826, p. 5—26.

3) Vermischte Schriften: Sind die Lenticellen als Wurzelknospen zu betrachten?

4) Stahl, Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Lenticellen. Botanische Zeitung 1873, p. 563.

5) Beobachtungen und Betrachtungen über Wurzelknospen und Nebenwurzeln. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Amsterdam 1887. 25. Deel., p. 85.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0128-5

Diese Anlagen lassen auf geeigneten Schnitten Wurzelhaube, Dermatogen, Periblem und Plerom leicht unterscheiden. Die gegen die Rinde vorwachsende Spitze hat die verdrängten Zellen zusammengedrückt, so dass die aufeinander gepressten Wände derselben der Wurzelhaube aussen anliegen. Das Plerom geht an der Basis der Anlage in ein Gefässbündel über, welches aus kurzen und engen, ziemlich dickwandigen Elementen mit spaltenförmigen Tüpfeln besteht; die zuerst angelegten Gefässe haben schraubige Verdickungen. Tangentialschnitte, welche die Wurzelanlage quer durchschneiden, zeigen dieselbe als einen kreisrunden, regelmässig concentrisch gebauten Gewebekörper, welcher je nach der Schnitthöhe in zwei oder drei Zonen zerfällt, der Rinde eingelagert. In tieferen Schnitten ist sie von der Rinde weniger stark abgesetzt und zeigt im Centrum das Gefässbündel. Der Querschnitt durch den jüngsten Theil des letzteren ist sternförmig; es ist von Meristem und Phloëm umgeben. Eine Endodermis fehlt diesen Anlagen noch; an entwickelten Adventivwurzeln ist sie indessen vorhanden, und sie lässt sich alsdann eine Strecke weit in die Rinde des Zweiges hinein verfolgen [1]). Nach dem Holze zu verdickt sich das Bündel und wird kreisförmig im Querschnitt; wo es in den Holzcylinder des Stammes eintritt, besitzt es einen ziemlich bedeutenden Durchmesser; in noch tieferen Schnitten verschmälert es sich seitlich, so dass es eine entfernte Aehnlichkeit mit einem Markstrahl bekommt, die noch dadurch vermehrt wird, dass sich meist einer der zahlreichen Markstrahlen seitlich an dasselbe anlegt.

An den unteren Stengeltheilen einiger aus einem Graben hervorgezogenen Stöcke fand ich diese Anlagen in reichlicher Weise zu Wurzeln entwickelt; am Grunde der letzteren war das Lenticellengewebe auch mikroskopisch noch deutlich nachweisbar. An der Basis der Seitenwürzelchen der letzteren fand sich gleichfalls eine kleine Korkwucherung, deren Lenticellennatur mir jedoch zweifelhaft geblieben ist. An den oberen Stengelgliedern beharren dagegen, wie es scheint, die besprochenen Gebilde fast stets als Anlagen. An Pflanzen, die ich im Freien untersuchte, habe ich sie nie entwickelt gefunden; selbst an einem Stengel von 1 cm. Dicke, der möglicherweise mehrere Jahre alt war (deutliche Jahresringe sind nicht zu erkennen), waren sie nur als ganz kleine Spitzchen vorhanden. Man kann das leicht feststellen, indem man die Rinde vorsichtig abhebt; sie bleiben dann mit dem Holze in Verbindung. Wohl aber wachsen die Anlagen, wenigstens theilweise, zu langen Wurzeln aus, wenn man Zweige in Wasser steckt oder in feuchten Sand legt (nach 2—3 Wochen). Mitunter, wenn zufällig ihre Spitze verletzt ist, kommen sie nicht selbst zur Entwickelung, sondern treiben seitlich unter der Spitze eine Neben-

1) Doppelfärbung Safranin-Kornblau; der cutinisirte Ring der Endodermiszellen färbt sich roth, die Zellen selbst wie Rinde und Weichbast blau oder bläulich. S. Ber. d. Deutschen bot. Ges. 1888, p. 161, und 1890, Generalversammlungsheft.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0129-3

wurzel, die ihre Stelle vertritt. Derartige bewurzelte Zweigstücke wachsen zu neuen Pflanzen heran, wenn sie in feuchter Erde bleiben[1]). Doch erscheint es fraglich, ob mit dieser Fähigkeit, die im allgemeinen nur bei den dem Boden angedrückt wachsenden und mehr ausnahmsweise bei zufällig an den Boden gelangten Zweigen zur Verwendung kommt, die Functionen dieser Wurzelanlagen erschöpft sind.

Herminiera Elaphroxylon G. P. R.

Die bereits oben erwähnten in der Rinde zwischen je einem »zusammengesetzten Markstrahl« Jaensch's und einer Lenticelle gelegenen Wurzelanlagen heben sich durch die farblosen auf Zweigquerschnitten etwa in Parabelkurven (*b* in Fig. 1), auf Tangentialschnitten (Fig. 4 und 5) in concentrischen Kreisen regelmässig geschichteten Zellen, die in den Ecken kleine Intercellularräume haben, deutlich von der grosszelligen grünen Rinde ab. Die äusserste Zellenschicht zeigt auch hier mitunter eine stark verdickte Membran, welche auf die zusammengedrückten Wände der verdrängten Rindenzellen zurückzuführen ist. Letztere und die folgenden 3—4 Schichten bilden die Wurzelhaube, daran schliesst sich das Dermatocalyptrogen. Ob diesem auch die äusserste oder die beiden äussersten Schichten der Wurzelhaube ihren Ursprung verdanken, oder ob sie selbständig aus der jüngsten Anlage hervorgehen, mag unentschieden bleiben, doch ist mir das letztere nach den erhaltenen Bildern allerdings wahrscheinlicher. Dann folgt das Periblem, das an der Spitze nur eine Zellenschicht stark ist, und endlich innen das Plerom. Der Bau des Wurzelmeristems ist hier weit weniger übersichtlich als bei Solanum, so dass nur besonders günstige Schnitte die einzelnen Meristeme gut unterscheiden lassen. Aus dem Plerom entwickelt sich ein Gefässbündel (*c* in den Figuren), welches relativ weit gegen den Vegetationspunkt vordringt. Meist sind an den zunächst ausschliesslich untersuchten jüngeren Zweigen unter dem Scheitel zwei diametral gegenübergestellte, entweder deutlich getrennte oder in der Mitte zusammenhängende Xylemstränge zu unterscheiden, die aus engen, kürzeren oder längeren, mit leiterförmigen und spiraligen Verdickungen versehenen Elementen bestehen. Sie liegen gewöhnlich in der Ebene des Zweigquerschnitts und wechseln mit zwei Strängen engmaschigen, dünnwandigen, unverholzten Gewebes ab, das als Phloëm zu deuten ist (Fig. 5, *l*); auch der so zu Stande kommende radiale Bau rechtfertigt die Auffassung der Bildung als Wurzelanlage. Weiter nach innen zu sind die Bündel stets vereinigt.

---

1) Wie Beijerinck a. a. O. bemerkt, ist überhaupt die vegetative Reproductionsfähigkeit von Solanum Dulcamara ausserordentlich gross. »Diejenigen Stengeltheile, welche dem Substrat angedrückt liegen, sind förmlich mit Wurzelanlagen überdeckt, und die verholzten Wurzeln, welche Licht und Luft ausgesetzt sind, tragen ganze Reihen von Knospen« (Sprossknospen).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0130-5

Dieser Gefässstrang der Wurzelanlage steht in engster Beziehung zu dem Gefässbündel des von Jaensch als »zusammengesetzter Markstrahl« bezeichneten Gebildes. Erheblich verschmälert und aus einer geringen Zahl enger, langgestreckter, ring- oder schraubenförmig verdickter Gefässe zusammengesetzt dringt derselbe durch die Cambiumzone (*h*) hindurch in horizontaler Richtung in den Holzkörper ein. Hier legen sich kurze, aber weite Gefässglieder (*d*) um den Strang herum, ihn gewissermassen wie eine Scheide umgebend. Diese sind mit spaltenförmigen oder mit augenförmigen Tüpfeln versehen und entwickeln sich aus meristematischen Zellen, die sich durch ihre Grösse von den Zellen des Cambiums unterscheiden. Innerhalb des Mantels der weitlumigen Gefässe lässt sich das Bündel der engen bis tief in das »Markstrahlbündel« hinein verfolgen; erst nahe dem inneren Ende des letzteren entzog es sich der Beobachtung[1]). Der Verlauf ist allerdings ein etwas unregelmässiger; vielfach sieht es zerrissen, verzerrt oder verdrückt aus, indem die ringförmigen Verdickungen auseinander gerückt oder wie durch seitlichen Druck verbogen und gedreht erscheinen, oder indem sie stellenweise fehlen und an anderen Stellen wieder zu grösseren, unregelmässigen Massen angesammelt sind. Jaensch stellt in seinen Zeichnungen nur die weiten Gefässe dar; dem Bündel der engen entspricht vielleicht der längsgestreifte Strang in seiner Fig. 5[2]).

Die weiten äusseren Gefässe (*d*) treten mit den wenigen Gefässen des Holzes (*e*), an welchen sie vorüberstreichen, und die bekanntlich vereinzelt oder in kleinen Gruppen in den ähnlich wie Jahresringe aussehenden Sklerenchymschichten (*g*) des Holzes liegen, in Verbindung (bei *f*); das ganze Gebilde endigt nach innen zu, indem es sich an eine ebensolche Gefässgruppe ansetzt.

Ausser den engen und den weiten Gefässen lassen sich in dem Gefässbündel noch unverholzte Elemente nachweisen (Fig. 1 zwischen *c* u. *d*), langgestreckte Zellen, die sich von aussen zwischen die weiten Gefässe hineindrängen, theilweise aber auch in der Mitte liegen und neben den engen Gefässen verlaufen. Dies ist namentlich auf Querschnitten durch das Bündel deutlich (Fig. 6); in der Mitte sieht man die engen dickwandigen und mitunter bereits unkenntlichen Querschnitte der Spiralgefässe (*c*), um diese herum die weiten Gefässse (*d*) und die unverholzten Elemente; das Ganze bildet eine rundliche Gruppe, die entweder frei liegt oder, wie in dem in Fig. 6 abgebildeten Schnitte, sich an ein Gefäss (*e*) des Holzes anlegt.

Besonders bemerkenswerth ist, dass das besprochene Bündel, wenigstens an dem mir zugänglichen Materiale, stets in der Mitte einer sich oben

1) Zur Sichtbarmachung dieses Bündels eignete sich besonders die bereits oben erwähnte Doppelfärbung.

2) Ber. d. Deutsch. botan. Ges. 1884, Taf. V.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0131-0

und unten daransetzenden und ihm an Breite gleichen Wucherung unverholzter Zellen liegt (*i* in Fig. 2 und 6), die markstrahlartig von der Rinde in das Holz eindringt. Diese Zellen sind nahezu cylindrisch und mit ihren Axen radial gelegt. Ein besonders charakteristisches Bild geben sie auf radialen Längsschnitten; hier bilden sie lange, durch grosse Luftlücken getrennte Säulen, indem sie wesentlich nur mit ihren Grundflächen vereinigt sind und seitlich nur stellenweise durch kleine Ausstülpungen der Zellwand einander berühren (Fig. 7). Das ganze Gewebe ist deshalb sehr locker und wird bei der Anfertigung von Radialschnitten leicht etwas zerrissen. Es dringt ungefähr ebensoweit in das Holz ein, wie das horizontale Gefässbündel. Selbstständig, d. h. ohne Gefässbündel, habe ich es nie gesehen, und ich glaube daher, dass es mit letzterem ein einheitliches Ganzes bildet. Auffälligerweise stellt Jaensch in Fig. 4 von diesem Gewebe, das von der ganzen besprochenen Bildung allein mit einem Markstrahl verglichen werden könnte, nichts dar, und erwähnt auch im Texte das Vorkommen solcher Zellen mit keinem Worte, während er allerdings in seiner Fig. 3 die »zusammengesetzten Markstrahlen« in eine wohl auf dieses Begleitgewebe zu deutende Spitze auslaufen lässt. Auch in Bezug auf den gefässführenden Theil stimmt Jaensch's Fig. 4 nicht mit den von mir, auch an älterem, in Egypten gewachsenem Holze, erhaltenen Bildern überein, so dass ich annehmen muss, Jaensch habe abnormes oder wegen eingetretener Desorganisirung (vergl. a. a. O., p. 292 Zeile 5 von oben) nicht mehr wohl erkennbares Gewebe vor sich gehabt.

Man findet die besprochene Bildung an demselben Zweige in verschiedenen Stadien der Entwickelung (ich untersuchte zunächst junge Triebe von 4—6 mm Dicke). In einigen Fällen dringt das horizontale Gefässbündel bis an die innersten, der Markscheide zunächst liegenden weiteren Gefässe vor, dagegen nie bis an die ältesten Ring- und Schraubengefässe; alsdann hat die Wurzelspitze meist das Periderm fast erreicht und erhebt die Rinde mehr oder weniger zu einem Höcker, auf dessen nach der Zweigspitze gerichtetetem Abhange die Lenticelle liegt, so wenigstens an dem Materiale aus dem Berliner botanischen Garten (Fig. 2). An jüngeren Anlagen dringen die Gefässe nur bis an die dem Cambium zunächstliegenden gefässführenden Sklerenchymschichten in das Holz ein. Die noch kleine Wurzelspitze liegt alsdann mitten in der Rinde und ist oft ein wenig nach unten geneigt. Auch das markstrahlähnliche Begleitgewebe ist in diesen Fällen erst eben angelegt und dringt nicht tiefer in das Holz ein. Noch jüngere Anlagen (Fig. 3) erheben sich kaum merklich über das Phloëm. Die Wurzelhaube ist nur 1—2 Zellen hoch; ein deutliches Plerom ist noch nicht zu unterscheiden. Im Cambium haben sich seitlich einige weite Gefässe (*e*) gebildet, an welche die junge Wurzel sich anschliessen wird; auch einige Glieder der Gefässhülle und der Verbindungstracheïden sind bereits vorhanden, in dem abgebildeten Falle an einen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0132-6

secundären Markstrahl (*k*) sich anlehnend. Diese jüngsten Stadien lassen aussen noch keine hügelige Erhebung der Rinde und keine Lenticelle wahrnehmen. Man ist beim Auffinden derselben auf günstigen Zufall angewiesen wenigstens auf Querschnitten; auf Längsschnitten wird letzteres dadurch etwas erleichtert, dass sich oft ganze Reihen der Anlagen übereinander befinden.

Eine nicht ganz leicht zu entscheidende Frage ist die, in welcher Weise das Gefässbündel der Wurzelanlage sich den durch die Thätigkeit des Cambiums bewirkten Veränderungen anpasst. Es schien mir anfangs, als ob das Gefässbündel allmählich von dem Holze überwachsen würde, ich bin aber jetzt zu der Ansicht gekommen, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass dasselbe im Cambium einer Art intercalarer Verlängerung unterliegt. Es scheint bis zu einem gewissen Grade gedehnt und theilweise auch zerrissen zu werden, aber ohne dass dadurch eine wirkliche Unterbrechung stattfindet, indem sich seitlich cambiale Zellen anlegen, die das Wachsthum des Cambiums mitmachen und zugleich zu Gefässen werden; wenn auch diese durch weitere Ausdehnung zerrissen werden, sind bereits neue vorhanden, die ihre Functionen übernehmen. So ist im Cambium stets eine geringe Zahl von Gefässen vorhanden, welche die Verbindung des Rindentheiles des Bündels mit dem Holztheile desselben aufrecht erhalten. Zu dieser Auffassung veranlassen mich besonders zwei Thatsachen, erstens das vielfach unregelmässige, verzerrte und verdrückte Aussehen des Stranges der dünnen Gefässe, soweit er im Holze liegt, und zweitens der Bau des in der Rinde liegenden Bündeltheiles. Dieser setzt sich nämlich mit einem schmalen nur aus wenigen Gefässen gebildeten Anfange in der Cambiumzone an das im Holze liegende Bündel an und verbreitet sich nach aussen vielfach fast strahlig, so zwar, dass diese Gefässe auseinander weichen und die nächst älteren zwischen sich einklemmen; letztere weichen wieder auseinander, nehmen die nächsten Gefässe zwischen sich, und so fort. Das Spitzenwachsthum des Wurzelscheitels ist dagegen sehr unerheblich, da dieser selbst an dem ältesten mir zu Gebote stehenden Materiale (s. unten) das Periderm nicht durchbrach; allerdings konnte ich Rindenstücke von alten Stämmen nicht untersuchen.

In dem zuletzt geschilderten Baue liegt auch ein erheblicher Unterschied zwischen Herminiera und Solanum Dulcamara. Bei letzterer Pflanze setzt sich das Wurzelbündel mit breitem Grunde an das Holz an, so dass die Würzelchen am Holzkörper sitzen bleiben, wenn man die Rinde abzieht; ein intercalares Wachsthum des Bündels findet also nicht statt und ist auch nicht erforderlich, da das Dickenwachsthum der Stengel nicht beträchtlich und ihre Lebensdauer nur eine kurze ist. Bei Herminiera würden dagegen mit dem Ablösen der Rinde die Würzelchen abgerissen werden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0133-2

Auf Grund der vorstehenden Untersuchungsergebnisse kann ich mich der Auffassung der besprochenen Bildungen als »zusammengesetzter«, d. i. gefässführender »Markstrahlen« nicht anschliessen. Das Bündel der Ring- und Spiralgefässe ist der Leitstrang der Wurzelanlage; der Hülle von weiten Gefässen fällt in erster Linie die Aufgabe zu, diesen mit den zerstreuten Gefässen des Holzes in Verbindung zu bringen. Die sonderbare Ausbildung des Ganzen darf bei einer überhaupt anatomisch so merkwürdigen Pflanze nicht auffallen. Eine weitere zunächst secundäre Aufgabe der weiten Gefässhülle könnte man dann allerdings in der Herstellung einer Verbindung zwischen den sonst isolirt liegenden Gefässen des Holzes suchen. Dafür spricht namentlich die grosse Zahl dieser horizontalen Gefässbündel, welche die Verbindung sogar als eine recht ergiebige erscheinen lässt, ferner der Umstand, dass, wie unten ausgeführt ist, die Würzelchen im Allgemeinen nicht weiter entwickelt zu werden scheinen, so dass man sie fast als rudimentäre Organe betrachten und an eine Art Functionswechsel ihres Leitstrangs denken möchte. Nur das unverholzte Begleitgewebe des Stranges, welches Jaensch übrigens gar nicht beschrieben hat, könnte allenfalls als Markstrahlgewebe aufgefasst werden; indessen ist zwischen ihm und den echten Markstrahlen der Herminiera, deren Zellen fast lückenlos zusammenhängen, ein bedeutender Unterschied (Fig. 6, *k* und *i*). Jaensch behauptet, dass die »zusammengesetzten Markstrahlen« stets in einen gewöhnlichen Markstrahl übergehen [1]). Ich habe zwar Präparate gesehen, an welchen man diesen Eindruck nicht gewann, möchte aber auf den ganzen Umstand überhaupt kein besonderes Gewicht legen; denn der Leitstrang mit seinem Begleitgewebe nimmt einen so erheblichen Raum ein, und die echten Markstrahlen sind so klein und so zahlreich, dass ersterer fast nothwendiger Weise mit einem oder mehreren der letzteren in Berührung kommen muss. Entschieden falsch ist aber die Behauptung Jaensch's, dass Herminiera nur primäre Markstrahlen habe [2]); vielmehr konnte das Vorhandensein secundärer durch Untersuchung successiver Schnitte leicht und mit völliger Sicherheit nachgewiesen werden, selbst an ganz jungem Holze.

Als ich mich nach Beendigung der Untersuchung der aus Berlin erhaltenen Zweigprobe an Herrn Prof. Urban wandte, um zu erfahren, ob und unter welchen Umständen die Wurzelanlagen bei Herminiera zur Entwickelung kämen, erhielt ich die Nachricht, dass das im Berliner botanischen Garten befindliche Exemplar eingegangen sei. In Kew, Palermo [3])

1) a. a. O. p. 271.

2) a. a. O. p. 271.

3) Bei Gelegenheit meiner Anfrage wegen Herminiera machte Herr Dr. H. Ross in Palermo mich auf Paratropia venulosa aufmerksam, die, wie er meinte, sich ähnlich verhalte. An dem mir freundlichst übersandten Materiale waren indessen unter den Lenticellen keine Wurzelanlagen aufzufinden; ebensowenig konnte ich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0134-8

und Coimbra, wo ich gleichfalls anfragte, war die Pflanze in den botanischen Gärten nicht vorhanden. Ich sah mich daher genöthigt, die Untersuchung abzuschliessen und hatte das Manuscript bereits an Herrn Prof. Goebel zur Aufnahme in die Flora eingesandt, als dieser mich darauf aufmerksam machte, dass Herr Prof. Schweinfurth vielleicht den gewünschten Aufschluss geben könnte. Dieser Herr befand sich damals gerade in Cairo und hatte die Güte, mir nicht nur wichtige Angaben über die Wachsthumsweise der Herminiera, sondern auch ein Paar ältere Zweigstücke und einige Wurzeln mit Wurzelknöllchen zu übermitteln.

Nach den Mittheilungen Schweinfurths war damals an einem kleinen Bassin im botanischen Garten der medicinischen Schule zu Cairo eine Gruppe von Prachtexemplaren vorhanden, wie er sie schöner am oberen Nile nie gesehen habe. Die Pflanzen, aus Samen vom weissen Nil gezogen, waren 5—6 Jahre alt und fast das ganze Jahr über voller Blätter, Blüthen und Früchte; sie hatten Stämme von mehr als 6 m Höhe und $^1/_2$ m Umfang. Leider haben dieselben inzwischen, wie mir Herr Prof. E. Sickenberger, Director des botanischen Gartens in Cairo schreibt, wegen einer Erweiterung der Anstalt gefällt werden müssen, doch ist der Schaden nicht sehr gross, da sie sich dort sehr rasch aus Samen wieder heranziehen lassen.

Die Ambatschwurzeln bilden ein filzartiges Geflecht, welches die Pflanze befähigt, sich schwimmend zu verbreiten. Dieser Eigenthümlichkeit gedenkt Schweinfurth bereits a. a. O. p. 10, woselbst es heisst, dass die Pflanze die Hauptrolle zu spielen scheine bei der Bildung schwimmender Inseln, die, aus der durch Wurzelgeflecht zusammengehaltenen Vegetationsmasse verschiedener Wasserpflanzen bestehend, ein Spiel der Winde, die weiten Wasserflächen durchirren; ein Umstand, dem man nach Guillemin, Perrottet und Richard, a. a. O. p. 202 auch die Entdeckung der Pflanze verdankt. Gelegentlich könnte die Pflanze auch, wie Schweinfurth meint, fest im Erdreich der Ufer wurzeln, und unter diesen Umständen wäre es nicht ausgeschlossen, dass eine Aenderung des Wasserstandes einen Einfluss auf die Entwickelung der ruhenden Wurzelanlagen haben könnte. Für gewöhnlich scheinen dieselben indessen ebensowenig wie die von Solanum Dulcamara zur Weiterentwickelung zu gelangen; wenigstens konnte Herr Prof. Schweinfurth an den in Cairo cultivirten Pflanzen keine Spur von über dem Erdreich hervorkommenden Wurzeln bemerken, weder Stützwurzeln, wie bei Mais und Sorghum, noch Luftwurzeln. Auch an den mir übersandten Zweigstücken von 2,3—2,8 cm Durchmesser[1])

über den vorhandenen Wurzelanlagen und am Grunde der eigenthümlichen Luftwurzeln Lenticellengewebe nachweisen. Die Pflanze verhält sich also jedenfalls anders als die oben genannten; sie zeigt übrigens anatomisch manches Bemerkenswerthe und verdiente wohl weitere Beachtung.

1) Einer dieser Zweige war 16 cm lang, 2,3—2,8 cm dick und wog lufttrocken 31 gr. Danach ergiebt sich das specifische Gewicht des lufttrockenen Holzes etwa zu 0,37.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0135-3

war keine Spur von Wurzeln entwickelt. Die graue Rinde dieser Zweige war mit einigen kegelförmigen Stacheln von 0,5 cm Länge besetzt; man erkannte einige Blattnarben und zahlreiche Lenticellen, die jedoch nicht so stark, wie nach den jungen Zweigen erwartet werden konnte, hervortraten. Nach dem Trocknen wurden die unter dem Korke liegenden Bastbündel als Längsriefen bemerkbar. — Die horizontalen Gefässbündelstränge sind in ausserordentlich grosser Zahl vorhanden. Das unverholzte Begleitgewebe derselben ist deutlich ausgebildet, wenn auch nicht in relativ so grosser Ausdehnung wie an den jüngeren Zweigen; durch die braune Färbung der Inhaltsstoffe einzelner Zellen macht es die Stränge mit blossem Auge leicht kenntlich, auf Querschnitten als einfache, auf radialen Längsschnitten als doppelte bräunliche Linien, auf Tangentialschnitten als lanzettliche Figuren, die in der Mitte einen hellen Punkt tragen.

Der Bau der Gebilde ist an diesen älteren Zweigen im Wesentlichen derselbe, wie an jüngeren; nur ist die Zahl der weiten Gefässe eine beträchtlichere, und das ganze Bündel erreicht in Folge dessen einen etwas grösseren Umfang. Im Innern desselben lassen sich die engen Gefässe, die in unmittelbarer Verbindung mit den Gefässen der Wurzelanlage stehen, und ihre parenchymatischen Begleiter, in derselben Weise nachweisen, wie an jüngeren Zweigen; dagegen ist das Gefässbündel unter der Wurzelanlage selbst von etwas massigerem Baue, es erscheint im Querschnitte meist triarch oder tetrarch. An der Grenze zwischen den der Wurzelanlage angehörenden Zellen und denen der Rinde bildet sich um den mittleren Theil dieses Bündels eine Art Scheide aus, die aus zusammengepressten Rindenzellen zu Stande kommt, indessen fehlt eine ausgeprägte Endodermis hier ebensowohl, wie an den unentwickelten Wurzelanlagen von Solanum Dulcamara. Die Scheitel der Wurzelanlagen traten auch an den Schnitten aus diesen älteren Zweigen, deren Rinde sich während der Verschickung des Materials bereits etwas gebräunt hatte, nach der Einwirkung von Eau de Javelle meist auf das beste hervor. Sie waren allerdings nie so weit nach aussen vorgedrungen, wie an den Zweigen aus dem Berliner botanischen Garten; vielfach war die Anlage schief zur Seite abgelenkt oder auch wellig gebogen; es machte den Eindruck, als ob die Rindengewebe dem Vordringen der Wurzelspitze einen erheblicheren Widerstand entgegengesetzt hätten als an den Berliner Zweigen, an denen vielleicht in Folge der feuchten Gewächshausatmosphäre das Wachsthum der Wurzeln gefördert worden war. In einigen Fällen war allerdings der Wurzelvegetationspunkt sehr undeutlich; es schien, als ob er durch die starke tangentiale Dehnung der äussersten Rindenschichten in die Quere verzerrt und durch den damit verbundenen radialen Druck an der weiteren Entwickelung gehindert worden sei. Leider konnte ich das Verhalten der Wurzelspitzen an den ältesten Stämmen nicht untersuchen. Es wäre nicht unmöglich, dass das Spitzenwachsthum der Wurzel-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0136-9

anlagen allmählich aufhörte, und dass sich seitlich unter der Spitze Nebenwurzeln bilden müssten, falls die Anlagen durch irgend einen Umstand zum Austreiben bewegt würden.

Welche Bedeutung den sonderbaren Wurzelanlagen zuzuschreiben sei, darüber habe ich mir auf Grund der bloss anatomischen Untersuchung und der nur negativen Angaben Schweinfurth's kein bestimmtes Urtheil bilden können. Sie erzeugen keine Luftwurzeln und bleiben für gewöhnlich unentwickelt; in dieser Beziehung verhalten sie sich ganz ähnlich wie die von Solanum Dulcamara. Da sie stets von Lenticellen begleitet sind, so könnte man daran denken, dass durch sie eine reichlichere Zufuhr von Wasser nach dem Gewebe unter letzteren bewirkt würde, so dass sie in den Dienst der Transpiration gestellt wären; indessen würde man in diesem Falle erwarten können, ähnliche Erscheinungen häufiger anzutreffen. Dass sie gelegentlich, wie die Anlagen bei Solanum, sich zu Wurzeln ausbilden, ist wohl kaum zweifelhaft; leider kam meine Bitte an Herrn Prof. Sickenberger, nach dieser Hinsicht einen Versuch anzustellen, zu spät. Es ist nicht unmöglich, dass sie bei Veränderungen des Wasserstandes zur Ausbildung gelangen, doch wird dadurch ihr Vorkommen an den höheren Zweigen nicht erklärt. Wahrscheinlich erscheint es mir, dass die Pflanze bei ihrer nicht selten schwimmenden Lebensweise häufiger erheblichen Lageveränderungen ausgesetzt ist, bei welchen eine leichte Bewurzelung an allen Theilen vortheilhaft wäre. Jedenfalls bedarf es der Beobachtung der Pflanze unter ihren natürlichen Lebensbedingungen, um sicheren Aufschluss über diese Frage zu erhalten.

Die Wurzelknöllchen von *Herminiera*.

Bei Gelegenheit seiner Sendung machte mich Herr Prof. Schweinfurth auf eigenthümliche Knollen an den Wurzeln von Herminiera Elaphroxylon aufmerksam und hatte die Güte, mir einiges Material derselben zur Untersuchung beizulegen. Die Knöllchen sind rundlich oder eiförmig gestaltet, erreichen eine Grösse von 0,5 cm und sitzen in grosser Menge an dem aus dem schwarzen Nilboden entnommenen Wurzelgeflechte. Die mikroskopische Untersuchung bestätigte die Vermuthung, dass sie den Wurzelknöllchen der übrigen Papilionaceen durchaus analog sind; eine kurze Besprechung derselben dürfte wegen des Interesses, welches diese Gebilde augenblicklich in Anspruch nehmen, gerechtfertigt sein.

Zuvor mögen einige Bemerkungen über die Wurzeln der Herminiera Platz finden. Der Bau des Holzkörpers der Wurzeln weicht von dem des Stammes ab, indem er sich dem gewöhnlichen Typus des Holzes nähert. Weite und engere Gefässe, stärkeführendes Holzparenchym und zahlreiche sehr dickwandige Holzfasern setzen denselben zusammen und lassen sich auch auf Querschnitten leicht von einander unterscheiden. Die eigenthümlichen dünnwandigen Zellen, welche die Hauptmasse des

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0137-5

Stammholzes ausmachen, die »Pallisadentracheiden« Jaensch's (*p* in Fig. 1, 3 u. 6), fehlen hier; das stärkeführende Holzparenchym dürfte ihnen entsprechen, indem es nach der Form der Zellen noch am meisten mit ihnen übereinstimmt. In der (secundären) Rinde fallen ausser den dickwandigen Bastfasern besonders die langgestreckten, mit einer gummiartigen Masse gefüllten Schläuche auf, deren Inhalt mit Wasser quillt und sich dehnt, wobei er sich mitunter (in Längsschnitten) bogenartig krümmt und aus dem Verbande der Zellen heraustritt. An den vorliegenden knöllchentragenden Wurzeln wurde die Rinde aussen durch ein Korkgewebe abgeschlossen, das unter der Endodermis entstanden ist, da diese bereits fehlte. An den Wurzeln selbstgezogener Keimpflanzen war letztere noch vorhanden, und sie grenzte eine lockere, aus rundlichen Zellen mit grossen Intercellularen gebildete primäre Rinde gegen den Centralstrang ab. Oft sassen dem Korke aussen noch fadenförmige Zellen an, die fast wie Wurzelhaare aussahen, mitunter aber Stärke führten. An manchen Präparaten waren sie besser erhalten, und an solchen konnte festgestellt werden, dass sie ein Phelloid sind, indem sie oft zwischen zwei Korkschichten eingeschaltet sind und die Reihen übereinander liegender Korkzellen in radialer Richtung fortsetzen. Der Entstehung, Gestaltung und vermuthlich auch der Function nach entspricht dieses Phelloid durchaus dem von Schenk[1]) bei einer Reihe von Sumpfpflanzen unter dem Namen Aerenchym beschriebenen Gewebe; es war zwar an meinem Materiale nur in geringer Menge vorhanden, möglicherweise könnte es aber bei Herminiera unter Umständen auch zu einer reichlicheren Entwickelung kommen. Das Aerenchym weist übrigens unverkennbare Aehnlichkeiten mit dem von mir als Choriphelloid[2]) bezeichneten Gewebe der Lenticellen auf, und zwar nicht bloss der Wasserlenticellen, Analogien, die Schenck nicht in vollem Maasse gewürdigt zu haben scheint, da er (p. 566) nur die Beziehungen des Aerenchyms zu den »Füllzellen« der Wasserlenticellen andeutet. Beide Gewebe entstehen aus dem Phellogen, wechseln gelegentlich mit verkorkten Schichten, stimmen in der Form und dem Inhalte der Zellen vielfach überein und haben wahrscheinlich eine verwandte Function. — Die Anlage der Seitenwurzeln erfolgt an diesen Wurzeln in einer Weise, die nichts auffälliges hat und von der eigenthümlichen Bildung der zweigständigen unter den Lenticellen liegenden Wurzelanlagen erheblich abweicht.

Die Knöllchen sitzen den kaum 0,1 cm dicken Wurzelfasern seitlich an[3]); sie sind nur durch eine schmale Gewebemasse mit den letzteren verbunden und brechen daher sehr leicht ab. Aussen werden sie von

1) Pringsheim's Jahrb. f. wissenschftl. Bot., Bd. XX, p. 526 ff.

2) Jenaische Zeitschr. XVII, 1884, p. 544—546; vergl. z. B. Taf. XII, Fig. 4, 15 und 18 mit Schenck's Fig. 4 u. 35.

3) Tschirch's Robinia-Typus; Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. V, 1887, p. 60.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0138-1

einer dünnen und durch die Spannung im Innern ziemlich stark zusammengedrückten Rinde umgeben. Diese enthält eine Korklage und darunter Parenchym mit zahlreichen eingelagerten Steinzellen, die in der Längsrichtung des Knöllchens, d. h. senkrecht zur Wurzel, den längeren Durchmesser haben. Am Innenrande dieser Rindenschicht liegen die Gefässbündel, etwa 15 an der Zahl, die sich am ganzen Umfange vertheilen und der Längsrichtung des Knöllchens folgend gegen die Spitze hin verlaufen. Sie sind monarch, mit Parenchymscheide und Endodermis umgeben, was am besten auf Querschnitten nach Kali- und Chlorzinkjodbehandlung klar wird, und entstehen durch die Verzweigung eines Bündels, welches, von einer Endodermis eingeschlossen, aus dem bereits endodermisfreien axilen Strange der Wurzel durch die Gewebebrücke in das Knöllchen eindringt [1]).

Innerhalb der dünnen Rindenschicht liegt das mächtig entwickelte Bacteroidengewebe. Die Zellen desselben (Fig. 8, *r*) sind länglich, gross, durch schmale lufterfüllte Intercellularräume von einander getrennt und dicht mit einer gelblichen Masse erfüllt, die sich beim Behandeln mit Wasser in einen weissen Schlamm verwandelt und aus zahllosen winzig kleinen Bacteroiden besteht. Die Gestalt der letzteren ist einfach stäbchenförmig oder biscuitförmig, mitunter etwas kommaartig gekrümmt. Durch Hämatoxylin liessen sich in den Bacteroidenzellen die Ueberreste eines in Körner aufgelösten Zellkerns leicht nachweisen (Fig. 8). Die Wände der Zellen zeigen nach der Behandlung mit Kali und Chlorzinkjod eine sehr bemerkenswerthe Tüpfelstructur. Die früher für Pilzhyphen oder Schleimfäden gehaltenen, neuerdings als Infectionsschläuche bezeichneten Bildungen fand ich erst nach längerem vergeblichen Suchen an jüngeren Knollen, indem ich die Schnitte mit Kali kochte und dann mit Wasser auswusch. Nach Glycerinzusatz sind sie wegen der Lichtbrechungsverhältnisse weit schwieriger zu sehen.

Ausserordentlich auffällig waren mir zwischen den Bacteroidenzellen, scheinbar in den Intercellularräumen, liegende bräunlichgelbe Massen, die, Pilzhyphen nicht unähnlich, das Bacteroidengewebe wie ein Netzwerk durchzogen (Fig. 8, *s*). Hämatoxylinfärbung wies zahlreiche Zellkerne in denselben nach. Durch die Untersuchung jüngerer Knöllchen wurde ich über die mir anfangs räthselhafte Erscheinung aufgeklärt. Es sind die Ueberreste von Zellen, die dem Bacteroidengewebe angehören, sich aber

1) Vergl. Beijerinck, Botan. Zeitung 1888, p. 728 und Taf. XI, Fig. 2, 3, 4; ferner Tschirch, a. a. O. p. 62. — Die Gefässbündel lagen in dem von mir untersuchten Materiale nicht in Vertiefungen des Bacteroidengewebes, wie in Beijerinck's Fig. 2, sondern auf den Gipfeln von Erhöhungen desselben; sie waren zusammengedrückt und ohne Anwendung von Reagentien schwer zu erkennen (vielleicht in Folge theilweisen Austrocknens während der Versendung). Eine das ganze Knöllchen umgebende Endodermis (*en* in Beijerinck's Fig. 2*b*) konnte ich bei Herminiera nicht finden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0139-9

nicht mit Bacteroiden füllen und daher später durch die sich erheblich ausdehnenden Bacteroidenzellen bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrückt werden. Ob Infectionsschläuche in dieselben eindringen, vermochte ich nicht zu entscheiden, vermuthlich ist dies nicht der Fall. An den jungen Knöllchen haben sie die Aufgabe, dem Inneren des Bacteroidengewebes und dem Knöllchenmeristem Stärke zuzuführen, denn hier sind sie ganz mit rundlichen Stärkekörnern angefüllt und bilden zusammenhängende und anastomosirende Stränge, die von der dem Bacteroidengewebe aussen anliegenden und namentlich an der Seite nach der Wurzel zu ausserordentlich stark mit Stärke erfüllten Parenchymschicht des Rindengewebes (der Stärkeschicht) ausgehen. An der noch im meristematischen Zustande befindlichen Spitze des Knöllchens sind diese Zellen von den jungen Bacteroidenzellen nicht zu unterscheiden, und es fehlt ihnen hier auch die Stärke. In den älteren, ausgewachsenen Knöllchen ist ihr Stärkegehalt vollständig verschwunden, wobei sie zu undeutlichen Massen zusammengedrückt sind; auch das dem Bacteroidengewebe aussen anliegende Parenchym, die Stärkeschicht, enthält an solchen Knöllchen nur noch spärliche Stärke. In den eigentlichen Bacteroidenzellen habe ich niemals Stärke gesehen.

Es wäre möglich, dass dieses Netzwerk von Stärkezellen den von Tschirch [1]) bei Robinia erwähnten das Bacteroidengewebe durchsetzenden stärkeführenden Zellen entspräche; aus den Zeichnungen Tschirch's ist allerdings nichts zu schliessen, da dieselben kein Detail enthalten. Beijerinck [2]) erwähnt nur das Vorkommen von Stärke in den Bacteroidenzellen. Nach Prazmowski [3]) kommt Stärke im jungen Bacteroidengewebe stets vor (in welcher Vertheilung?); im fertigen ist sie bald in allen Zellen verbreitet, bald beschränkt sich ihr Vorkommen auf einige zerstreut liegende Zellen; auch diese Darstellung deckt sich nicht völlig mit dem Verhalten der Knöllchen von Herminiera. Ich selbst habe bis jetzt nur wenige Knöllchen anderer Papilionaceen zu vergleichen Gelegenheit gehabt, die im Spätsommer eingesammelt worden waren. Bei Vicia lathyroides und Trifolium minus fand ich innerhalb des Bacteroidengewebes die Stärke nur in Bacteroidenzellen, meist in einer wandständigen Schicht. Bei Trifolium repens fand sie sich sowohl in Bacteroidenzellen, als auch in einzelnen dazwischen gelegenen und fast nur mit Stärke gefüllten Zellen; nach dem Aussehen der älteren Knöllchen ist indessen nicht auf eine Entwickelung der letzteren zu schliessen, welche der von Herminiera entspräche. Bei Ornithopus perpusillus endlich fand ich in dem mir vorliegenden Material keine Stärke mehr, ebensowenig aber eine Andeutung eines an Herminiera erinnernden Verhaltens.

1) a. a. O. p. 64, 65, 94. Taf. V. Fig. 4 und 44.
2) Bot. Zeitung 1888, p. 733 und Taf XI, Fig. 7.
3) Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen, Bd. XXXVII, 1890, p. 227.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0140-0

An den von mir selbst aus Samen (von Cairo) gezogenen Keimpflänzchen von Herminiera hatten sich keine Wurzelknöllchen gebildet, obgleich die angewandte Gartenerde keineswegs sterilisirt worden war und trotzdem ich zerquetschte Knöllchen der oben genannten Papilionaceen in dieselbe gebracht hatte, nachdem die Samen aufgegangen waren. Vielleicht hat Herminiera ihren eigenen bei uns nicht vorkommenden Knöllchenorganismus.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, zum Schlusse den Herren, von welchen ich das Material oder Mittheilungen zu der vorstehenden Arbeit erhalten habe, auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Bremen, November 1890.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Zeichnungen sind mit dem Seibert'schen Zeichenspiegel entworfen; die Buchstaben haben in allen gleiche Bedeutung.

Herminiera Elaphroxylon G. P. R.

Fig. 1. Theil eines Zweigquerschnitts (junger Zweig). Unter einer vom Schnitte nicht getroffenen Lenticelle liegt die Wurzelanlage *b*, deren Gefässe *c* durch das Cambium *h* in das Holz eindringen, wo sie von weiten Gefässgliedern *d* mantelartig umgeben werden. Diese treten bei *f* mit einzelnen der in den Sclerenchymschichten *g* des Holzes liegenden Gefässe *e* in Verbindung. *m* krystallführende Zellen, *p* Pallisadentracheiden (Jaensch). Dermatocalyptrogen und äussere Schicht des Pleroms der Wurzel schattirt. — Vergr. $^{90}/_{1}$.

Fig. 2. Radialer Zweiglängsschnitt durch eine ebensolche Anlage. *a* Lenticelle; *b* das markstrahlähnliche unverholzte Begleitgewebe des Leitstrangs der Wurzel. — Skizze, Vergr. $^{30}/_{1}$.

Fig. 3. Jüngeres Stadium der Wurzelanlage im Zweigquerschnitt. *k* echte Markstrahlen. — Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 4. Sehnenlängsschnitt durch den Rindenhügel mit Lenticelle und Wurzelspitze, vergl. Fig. 2. *a* Phelloderm der Lenticelle, mit Krystallzellen und Gerbstoffzellen; *q* Periderm und äusserstes Rindenparenchym. — Skizze, Vergr. $^{30}/_{1}$.

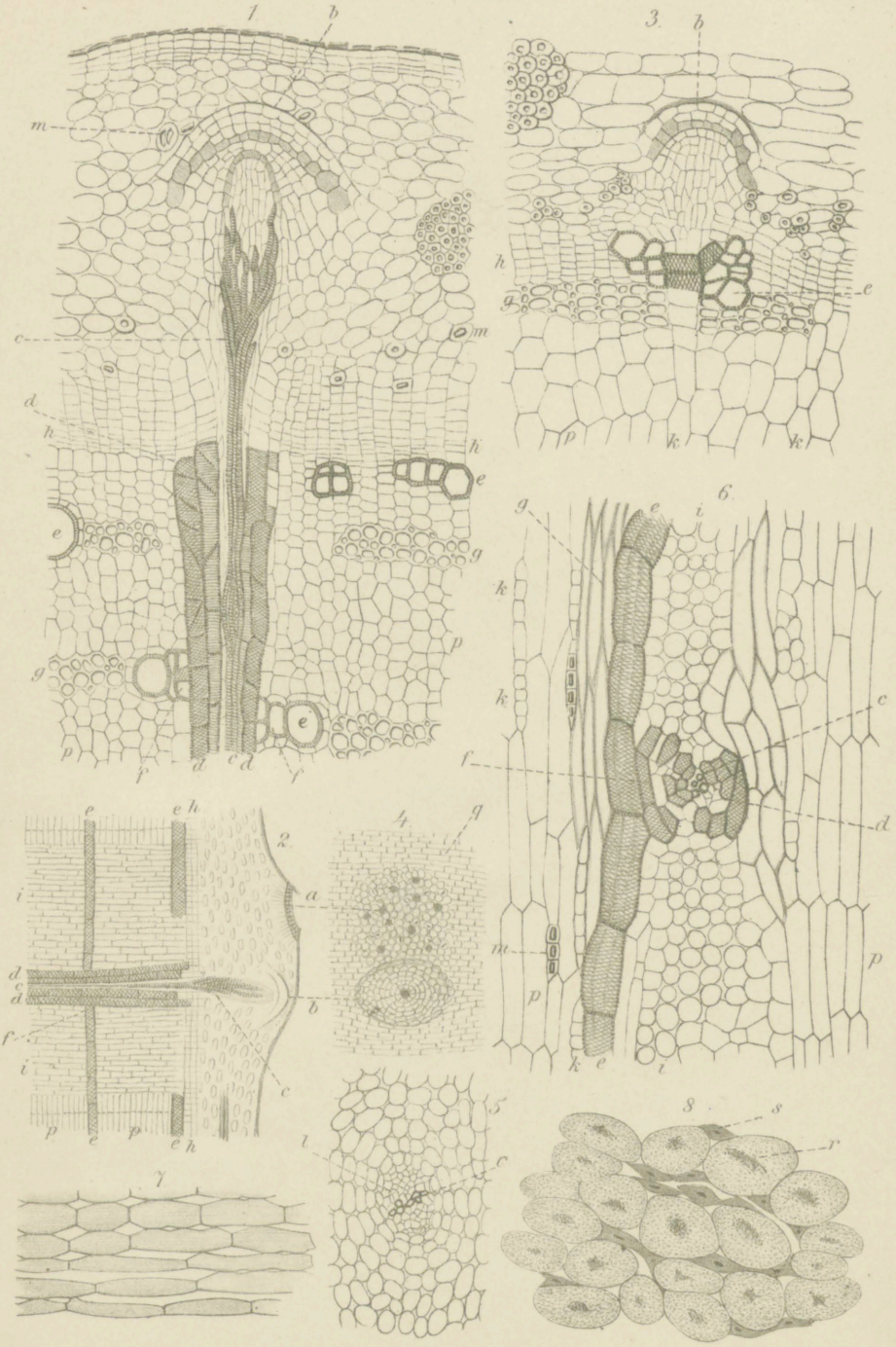
Fig. 5. Sehnenlängsschnitt, quer durch die Wurzelanlage, etwas tiefer als der vorige. *l* engmaschiges Gewebe (Phloem). — Vergr. $^{90}/_{1}$.

Fig. 6. Sehnenlängsschnitt, das Leitbündel der Wurzelanlage im Holze an einer Stelle quer durchschneidend, wo sich ein Gefäss *e* daran legt. Innen die engen Spiralgefässe *c*, um diese die weiten Gefässglieder *d*. Letztere sind, obgleich quer durchschnitten, wegen der zahlreichen getüpfelten Querwände und um sie vor dem zwischen sie eindringenden Parenchym hervorzuheben, schraffirt gezeichnet worden. — Vergr. $^{90}/_{1}$.

Fig. 7. Das markstrahlähnliche unverholzte Begleitparenchym des Leitbündels der Wurzelanlage im radialen Längsschnitte. Vergl. *i* in Fig. 2 u. 7. — Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 8. Aus dem Bacteroidengewebe der Wurzelknöllchen, *r* Bacteroidenzellen; *s* Reste der stärkeführenden Zellen. Hämatoxylin-Canadabalsam-Präparat, daher die Zellkerne sichtbar, die Zellmembranen nicht erkennbar. — Vergr. $^{100}/_{1}$.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0141-6



H. Klebahn del. W.A. Meyn lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 74

Autor(en)/Author(s): Klebahn Heinrich

Artikel/Article: Ueber Wurzelanlagen unter Lenticellen bei Herminiera Elaphroxylon und Solanum Dulcamara. Nebst einem Anhang über die Wurzelknöllchen der ersteren. 125-139