FLORA.

69. Jahrgang.

No. 1. **Regensburg, 1. Januar** **1886.**

Inhalt. O. Linde: Beiträge zur Anatomie der Senegawurzel. (Mit Tafel I.) — Anzeige.

Beilage. Tafel I.

Beiträge zur Anatomie der Senegawurzel

von **Otto Linde.**

Mit Tafel I.

Einleitung.

Polygala Senega L., die Stammpflanze unserer Droge, ist eine perennirende Pflanze; sie wächst an trocknen, lichten Waldstellen ausser in Canada in fast dem ganzen östlichen Theile der Vereinigten Staaten von Nordamerika, und zwar in Indiana, Virginien, Nordcarolina, Kentucky, Tenessee, ferner in den nördlichen Theilen von Georgien, Alabama und Texas. Selten ist sie in Missouri, überreich aber wächst sie in manchen Theilen von Jowa und Minnesota, und es kommt hauptsächlich die in den letzteren beiden Staaten gesammelte Senegawurzel in den Handel.[1])

Die Senegapflanze erwähnte schon Joh. Rajus, welcher 1705 starb, und im Jahre 1734 lieferte ein Nürnberger Arzt, Jacob Treu, eine Abbildung derselben.[2]) Die Einführung

[1]) Proceedings of the American Pharm. Association, 1876, pag. 516.

[2]) Geiger, Pharmaceut. Botanik, II. Aufl., pag. 1554.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0003-4

der Senegawurzel aber in den Arzneischatz, im Jahre 1735 oder 1736, verdanken wir John Tennent, einem schottischen Arzte, welcher sich in Virginien aufhielt. Bei den Indianern stand diese Wurzel damals, und wahrscheinlich auch schon lange vor der Entdeckung von Amerika, als Mittel gegen den Biss der Klapperschlange in grossem Ansehen; sie verschluckten in Gefahr den Saft der gekauten Wurzel und legten auch letztere äusserlich auf die Wunde; oder sie tranken Milch, die mit der Wurzel gekocht war, bis zur Heilung der Wunde, welche sie auch wohl mit einem mittelst Milch bereiteten Brei der Wurzel bedeckten[3]). Tennent wandte die *Senega*wurzel gegen Brustkrankheiten an und zwar mit so glücklichem Erfolge, dass ihm von der Obrigkeit in Philadelphia eine Belohnung von 75 Pfund Sterling zuertheilt wurde. Im Jahre 1738 übersandte er einen Bericht über die Gebrauchsart an Richard Mead in Edinburg[4]), sowie an Jussieu in Paris. Später beschäftigte sich mit dem Medikament Linné, gebrauchte es auch selbst, als er an einer Brustkrankheit darnieder lag. Trotz alledem war die *Senega*wurzel noch gegen Ende des 18. Jahrhunderts nur in wenigen Apotheken Deutschlands käuflich zu haben[5]). Tennent nannte die Wurzel nach den Seneca-Indianern *Seneca Rattle-snake root*[6]). Dieselbe Ableitung des Namens haben auch Dulong d'Astafort[7]), Flückiger und Jacob D. Wells[8]) angegeben; Quévenne dagegen, welcher die Schriften Tennents nicht gekannt zu haben scheint, äussert seine Ansicht dahin, dass der Name *Senega* aus dem englischen Worte *snake* entstanden sei[9]).

Seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts besitzen wir eine ganze Reihe von chemischen Analysen der *Senega*wurzel; als die wichtigsten nenne ich die von Gehlen, Peschier, Trommsdorff, Feneulle, Quévenne, Procter, Christophsohn, aber eine eigentliche anatomische Untersuchung machte

---

[3]) Berlinisches Jahrbuch für die Pharmacie 1804, pag. 117.

[4]) Epistle to Dr. Richard Mead, concerning the epidemical diseases of Virginia etc. Edinburgh. 1738.

[5]) Murray, Apparatus medicaminum, Vol. II, (1794) pag. 565.

[6]) Tennent, Epistle to Dr. Richard Mead, 1738; ferner Flückiger und Hanbury, Pharmacographia, II. Aufl. 1879, pag. 77.

[7]) Journal de Pharmacie 1827, Bd. XIII, pag. 567, 568.

[8]) Proceedings of the American Pharm. Association, 1876, pag. 516.

[9]) Journal de Pharmacie 1836, Bd. XXII, pag. 449; auch Archiv der Pharmacie 1836, II. Reihe Band 8, p. 78.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0004-9

erst im Jahre 1851 O. Berg bekannt[10]). Diese war jedoch so ungenau und oberflächlich, dass gleich nach ihrem Bekanntwerden G. Walpers sich veranlasst sah, sie zu berichtigen und zu vervollständigen[11]). Bald aber zog der eigenthümliche anatomische Bau der *Senega*wurzel auch die Aufmerksamkeit anderer Forscher auf sich. So veröffentlichte Wigand im Jahre 1856 eine sowohl von der Berg'schen, wie der Walpers'schen abweichende anatomische Beschreibung derselben[12]). Die eingehendste anatomische Untersuchung aber unserer Droge, welche, mit Abbildungen versehen, in der Botanischen Zeitung 1857 (pag. 49 etc.) veröffentlicht wurde, verdanken wir wiederum O. Berg; es ist dieselbe, welche sich mit geringen Abänderungen in allen bisher erschienenen Auflagen von Berg's Anatomischem Atlas sowie den nach 1857 erschienenen Auflagen seiner Pharmakognosie wiederfindet. In Betreff einiger Punkte wurde die Berg'sche Untersuchung einige Jahre später, 1862, von Wigand berichtigt[13]) und auch von Flückiger wurde sie (in seiner Pharmakognosie des Pflanzenreichs, I. Aufl. 1867, II. Aufl. 1883) noch in mancher Beziehung vervollständigt.

Wohl keine Droge hat ihres anatomischen Baus wegen ein solches Interesse erregt, keine ist so vielfach darauf hin untersucht worden und keine hat so von einander abweichende Ansichten der Forscher hervorgerufen, wie gerade die *Senega*wurzel. Nachdem nun aber die Pflanzenanatomie in den letzten beiden Jahrzehnten eine so bedeutende Ausbildung erfahren, erscheinen uns jene älteren Untersuchungen veraltet und stimmen in vieler Beziehung mit unseren jetzigen Erfahrungen und Ansichten so wenig überein, dass es wohl angebracht und an der Zeit sein dürfte, sie den neueren Ansichten gemäss zu berichtigen und zu vervollständigen.

---

[10]) O. Berg, Handbuch der pharmaceut. Botanik II. Theil, Pharmakognosie, 1850—52, pag. 75.

[11]) Botanische Zeitung 1851, pag. 297.

[12]) Flora 1856, pag. 675.

[13]) Archiv der Pharmacie, 1862, Bd. 111, pag. 238.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0005-5

Morphologisches.

Damit das Verständniss des Nachfolgenden erleichert werde, will ich hier eine kurze äussere Beschreibung unserer Droge vorausschicken.

Die *Senega*wurzel stellt fingerlange, höchstens 1,5 cm. dicke, selten gerade, meist verschiedenartig gewundene Wurzeln dar, welche, nach unten allmählig dünner werdend, einfach sind oder sich in mehrere spreizende Aeste theilen. Am oberen Ende sind sie von einem höckrigen Wurzelkopfe gekrönt, der einen Durchmesser von 4 cm. erreichen kann und von etwa 1 mm. dicken Stengelresten gebildet wird, an welchen sich röthliche Schuppenblätter befinden. Die Wurzeln sind von Farbe gelbbraun oder graugelb, der Länge nach runzlig, hin und wieder mit rundlichen Höckern versehen und, besonders im oberen Theile, mit dicken, halbringförmigen Wulsten und tiefen Einschnürungen (Fig. 1 bei w). Letztere befinden sich aber immer nur auf der einen Seite der Wurzel; ihnen gegenüber, auf der anderen Seite, bemerkt man einen scharfen Kiel.

Die eigenthümlichen Krümmungen oder Windungen der Wurzel sind schon von jeher als ein charakteristisches Kennzeichen derselben angesehen worden. Eine reguläre „steile Spirale," wie Berg sich ausdrückt, habe ich an keinem Exemplare gefunden. In manchen Fällen kann man allerdings mit Hülfe der Phantasie eine Schraubenlinie erblicken; bei genauerer Betrachtung aber zeigt es sich, dass die Windungen der *Senega*wurzel nur aus Krümmungen zusammengesetzt sind. Diese Krümmungen bemerkt man regelmässig da, wo sich an der Wurzel Wulste bemerkbar machen; auf der äusseren, convexen Seite der Wurzel befindet sich alsdann der Wulst, auf der inneren, concaven, der Kiel. Zuweilen schliesst sich an eine solche Krümmung eine andere an, oft geradezu in entgegengesetztem Sinne, so dass die Form eines S entsteht; diese beiden Krümmungen liegen dann etwa in derselben Ebene. — Auch eine Drehung der Wurzel um ihre eigne Achse lässt sich nicht leugnen.

Auf dem Bruch ist die *Senega*wurzel glatt, ohne Fasern. Beim Aufweichen in Wasser verlieren sich die Längsrunzeln, der scharfe Kiel rundet sich ab und wird weniger auffallend[14]),

[14]) Von einem Kiel kann deshalb eigentlich nur an der trocknen Wurzel

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0006-1

die Wulste aber verändern sich nur unbedeutend. Auf dem Querschnitt durch eine in Wasser aufgeweichte Wurzel bemerkt man, dass die Rinde aus zwei verschiedenen Schichten besteht, einer helleren und einer dunkleren, von denen die letztere dem weisslichen Holzkörper anliegt. Die Dicke der Rinde beträgt etwa $^1/_5$ des Gesammtdurchmessers der Wurzel.

Anatomischer Bau.

Die *Senega*wurzel besitzt weder ein Mark, noch deutliche Jahresringe; letztere sind nur durch concentrische Ringe grösserer Gefässe angedeutet. Das organische Centrum tritt stets sehr deutlich hervor. Selten ist der Holzkörper genau stielrund, sondern meistens durch hervortretende Gefässe oder Gefässgruppen an der Peripherie schwach gelappt.

Der Holzkörper besteht aus Gefässen, Tracheïden, Holzparenchym und Markstrahlenparenchym.

Die Gefässe, in mehr oder weniger deutlichen, concentrischen Ringen angeordnet, stehen einzeln oder in Gruppen von 2 oder 3 beisammen und sind durch zahlreiche, ringförmige, meist schräg gestellte Scheidewandreste kurz gegliedert; durch zahlreiche, kleine, rundlich-rautenförmige, behöfte Poren mit wagerecht gerichteten Spalten, welche in Längsreihen ziemlich regelmässig angeordnet sind, erhalten sie eine zierliche Zeichnung. Das Lumen der grösseren Gefässe fand ich von 0,04 bis 0,055 mm. Durchmesser.

Ueber die Anordnung der primordialen Gefässe kann ich nichts Genaueres sagen, da junge Wurzeln, an denen sich dieselbe erkennen liesse, zwischen der Handelswaare nicht vorkommen. Frisches Material konnte ich aber nicht erlangen[15]).

---

die Rede sein, nicht aber an der frischen oder in Wasser aufgeweichten; jedoch soll später, wenn von dem Kiel die Rede ist, immer diejenige Seite der Wurzel gemeint sein, auf welcher er sich an der getrockneten Wurzel befindet.

[15]) Im Jahre 1759 wurde *Polygala Senega* von Philip Miller als Gartenpflanze nach England eingeführt, gerieth aber bald, weil sie kein hübsches Aussehen besass, in Ungunst und verschwand (Vergl. Proceed. of the Americ. Pharm. Assoc. 1876, pag. 516); heutzutage findet man sie bei uns nicht einmal in den botanischen Gärten (Vergl. Flückiger, Pharmakognosie, II. Aufl. pag. 410). Uebrigens hat man im Berliner Botanischen Garten die Erfahrung gemacht, dass die angepflanzten *Polygala*-Arten, auch die einheimischen, sehr bald eingehen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0007-7

Die Hauptmasse des Holzkörpers machen neben den Gefässen die Tracheïden aus, deren Porenspalten aber nicht wagerecht, sondern schief gestellt sind. Zuweilen zeigen die Tracheïden ausserdem noch netzförmige Verdickungen.

Holzparenchym ist im Holzkörper der *Senega*wurzel nicht gerade reichlich vertreten. Die langgestreckten Zellen desselben finden sich in der Nähe der Gefässe und führen spärliche und unregelmässig angeordnete, einfache Poren. Im oberen Theil der Wurzel, unweit des Wurzelkopfs, bemerkt man zuweilen unvollständige Ringe von dünnwandigem, porenlosen Parenchym.

Von Markstrahlen kann man zwei verschiedene Arten unterscheiden nämlich, schmale, deren Zellen sämmtlich porös sind, und breite, bei denen nur die seitlichen, dicht am Holz befindlichen, dickwandigeren Zellreihen Poren zeigen, nicht aber die inneren, dünnwandigeren, welche die Hauptmasse dieser Markstrahlen ausmachen.

Die schmalen Markstrahlen finden sich hauptsächlich an den dickeren Theilen der Wurzel, nahe dem Wurzelkopf. Sie sind eine oder nur wenige Zellen breit, höchstens 20 bis 30 Zellen hoch und erreichen entweder das organische Centrum oder, was viel häufiger der Fall ist, gehen weniger tief in den Holzkörper hinein. Die einzelnen Zellen dieser Markstrahlen zeigen auf Tangentialschnitten eine gestreckt-ovale, rundliche oder fast prosenchymatische Gestalt. Die Anordnung der auf allen Seiten befindlichen Poren ist unregelmässig. Einzelne Markstrahlzellen lassen eine nicht besonders deutliche, feine, gekreuzte Streifung erkennen.

Breite Markstrahlen kommen an allen Theilen der Wurzel vor, und zwar gewöhnlich an der äusseren, convexen Seite gekrümmter Stellen. Von bedeutenderer Breite, als die vorigen, nehmen sie auf dem Querschnitt oft ein Drittheil bis die Hälfte oder sogar einen noch grösseren Theil des gesammten Holzkörpers ein. In demselben Niveau befindet sich meistens nur ein einziger solcher Markstrahl. Die porösen Zellen dieser Markstrahlen bilden gewöhnlich auf jeder der beiden Radialseiten 2—4 Reihen, welche am oberen und unteren Ende des Markstrahls in einander fliessen[16]). Diese Zellen sind (auf dem

[16]) Von all den Autoren, welche bisher eine anatomische Beschreibung der *Senega*wurzel lieferten, ist Wigand der einzige welcher diese Zellen erwähnt (Wigand, Lehrbuch der Pharmakognosie, III. Aufl. pag. 44.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0008-3

Tangentialschnitt) unregelmässig angeordnet, longitudinal gestreckt und greifen mit spitzen Enden in einander; einzelne von ihnen zeigen ausser den einfachen Poren noch netzförmige Verdickungen, besonders am oberen und unteren Ende des Markstrahls. Die nicht porösen Zellen der breiten Markstrahlen dagegen sind auf Tangentialschnitten in deutlichen Querreihen angeordnet, von Gestalt unregelmässig rundlich, parenchymatisch. Auf Querschnitten zeigen sich alle Markstrahlzellen in radialen Reihen; die einzelnen Zellen, in der Nähe des Wurzelcentrums fast quadratisch und nur wenig grösser, als die benachbarten Holzelemente, nehmen nach der Peripherie zu an Grösse zu und werden in tangentialer Richtung gestreckt. Am Cambium sind diese Markstrahlzellen mehrmals so gross, wie die daneben liegenden Zellen des Holzes. — Fast ausnahmslos gehen diese breiten Markstrahlen vom organischen Centrum der Wurzel aus.

Während die schmalen Markstrahlen ohne Einfluss auf die Kreisform des Cambiumringes sind, erscheint letzterer vor den breiten meistens eingedrückt.

Die Zellen der schmalen wie der breiten Markstrahlen führen fettes Oel in Tropfen.

Gerade die breiten Markstrahlen waren es, die all den Forschern, welche die *Senega*wurzel anatomisch untersuchten, räthselhaft erschienen; fast ein jeder von ihnen fasste sie anders auf. Der erste, O. Berg, erwähnt sie in seinem Handbuch der pharmaceut. Botanik, II. Theil, Pharmakognosie, 1850—52, noch gar nicht; später[17]) erklärt er sie für Risse im Holzkörper, hervorgebracht dadurch, dass „bei den Windungen der Wurzel das Holz wegen seiner spröden Textur nicht folgen konnte;“ deshalb sei es an seiner äusseren, dem Rindenkiel entgegengesetzten, Seite der Länge nach gespalten. Das Parenchym der breiten Markstrahlen bezeichnet Berg als Rindengewebe, welches in die Spalten des Holzkörpers hineingewachsen sei, trotzdem er bemerkt hatte, dass es in regelmässigen Radialreihen angeordnet ist. Bei Berg's Annahme, welche sich durch die späteren Auflagen seiner Pharmakognosie (von 1857, II. Aufl. an) und seines Anatom. Atlas hindurchzieht und die eigentlich keiner Widerlegung bedarf, würden die Parenchymmassen unregelmässig, sicherlich nicht in radialen,

[17]) Botanische Zeitung 1857, pag. 49 etc.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0009-1

nach der Peripherie zu sich verbreiternden Reihen geordnet sein. An derselben Stelle[17]) gibt Berg aber ein sehr praktisches Mittel an, um einen Ueberblick über die Bildung des Holzkörpers zu gewinnen; er empfiehlt nämlich, die Wurzel nach dem Aufweichen in Wasser vorsichtig von der Rinde zu befreien. Hätte dies vorher Walpers[18]) gethan, so wäre derselbe wohl nicht zu der Meinung gekommen, dass manche Wurzeln einen stielrunden, andere dagegen einen nur zur Hälfte ausgebildeten Holzkörper besässen. Walpers hat die strahlenförmige Anordnung der Markstrahlzellen ebenfalls bemerkt; er nennt letztere „Rindenparenchym" und „möchte sich versucht fühlen, hier an übermässig entwickelte Markstrahlen zu denken." In der Flora, 1856, pag. 676, spricht A. Wigand die Ansicht aus, dass der gesammte Holzkörper, seiner ganzen Länge nach, nur einseitig ausgebildet sei (ein Beweis, dass auch er nicht die Rinde entfernt hatte); die breiten Markstrahlen erklärt dieser Autor für das Mark, welches hier nicht im Holzkörper eingeschlossen sei, sondern daneben liege, denselben zu einem Cylinder ergänzend; dabei hat Wigand, wie vor ihm weder Berg noch Walpers, den Verdickungsring ausserhalb des Markstrahls beobachtet[19]). Einige Jahre darnach[20]) präcisirt Wigand seine Aussage über die Lage des „Marks" (wie er es nennt), indem er sagt, die Prosenchymgewebe, Bast und Holz, lägen auf einer Seite, die Parenchymgewebe, Mark und primäre (!) Rinde, auf der andern, anstatt sich concentrisch einzuschliessen[21]). Gleichzeitig, an demselben Orte[20]), erkennt Wigand aber auch an, dass nach dem Abschälen der Rinde der Holzkörper nicht der ganzen Länge nach offen sei, sondern dass nur kürzere oder längere Spalten an demselben vorhanden seien. Von der Meinung aber, dass die breiten Markstrahlen ein markartiges Gewebe seien (d. h. ein dem Mark entsprechendes, dasselbe vertretendes), geht Wigand auch in seinem

[18]) Botanische Zeitung 1851, pag. 299.

[19]) De Bary, welcher der *Senega*wurzel in seiner Vergleichenden Anatomie, pag. 585, einen besonderen Abschnitt widmet, scheint diese nicht selbst untersucht zu haben. Auf Wigand's und Walper's Beschreibung gestützt giebt er an, das Cambium sei normal, das Holz wachse aber nach der einen, die Rinde nach der anderen Seite stärker. In Wirklichkeit verhält es sich aber anders, wie wir später sehen werden.

[20]) Archiv der Pharmacie, 1862, Bd. 111, pag. 238.

[21]) Hager hat diese Darstellung in seinen Commentar zu der VII. Ausgabe der Pharmacopoea Borussica aufgenommen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0010-2

Lehrbuch der Pharmakognosie (III. Aufl. pag. 43, 44) nicht ab. F. A. Flückiger, der letzte der Forscher, welche hier in Betracht kommen, bezeichnet in seiner Pharmakognosie des Pflanzenreichs die breiten Markstrahlen als „in das Holz eingedrungene Rindenkeile, durch das Auswachsen der Markstrahlen entstanden“ [22]).

Gehen wir jetzt zur anatomischen Struktur der Rinde über.

An der Rinde des vorliegenden Materials lassen sich mittelst des Mikroskops drei Schichten unterscheiden. Die äusserste Schicht besteht aus 4 bis 6 Lagen Peridermzellen. Die mittlere Schicht bildet ein parenchymatisches Gewebe. Ihre unregelmässig angeordneten Zellen sind rundlich oder oval und meist tangential gestreckt, die äussersten Schichten derselben meist auch collenchymatisch verdickt. An solchen Stellen der Wurzel, woselbst sich keine breiten Markstrahlen finden, sieht man diese Rindenschicht rund herum gleichmässig ausgebildet, nicht aber, wo jenes der Fall ist; alsdann ist sie auf der Seite des Markstrahls bedeutend dicker, als auf der entgegengesetzten Seite, nach welcher hin sie allmählig an Stärke abnimmt und wo sie schliesslich sogar auf einige wenige Zellreihen beschränkt ist.

Die innerste Rindenschicht zeichnet sich vor der mittleren dadurch aus, dass ihre Elemente in deutlichen Radialreihen angeordnet sind. Auf dem Querschnitt ist sie von der mittleren Schicht weniger scharf abgegrenzt, als auf dem Längsschnitt; sie übertrifft jene an Mächtigkeit. Ihre Elemente erscheinen auf dem Längsschnitt im Sinne der Achse bedeutend gestreckt und lassen eine feine, doppelte Streifung von unter schiefem Winkel sich kreuzenden Streifensystemen erkennen. Man kann in der innersten Rindenschicht zweierlei Elemente unterscheiden, nämlich Parenchymzellen und Siebröhren nebst deren Geleitzellen. Die Parenchymzellen sind dünnwandig, auf dem Querschnitt rechteckig oder quadratisch, nach der Peripherie hin nehmen sie an Grösse zu und zeigen sich gleichzeitig mehr tangential gestreckt. Die Siebröhrengruppen fallen auf dem Querschnitt sogleich durch die Dickwandigkeit oder collenchymatische Verdickung der Membranen ihrer Elemente ins Auge; sie sind in concentrischen Kreisen angeordnet.

[22]) F. A. Flückiger, Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreichs; I. Aufl., 1867, pag. 264; II. Aufl., 1883, pag. 410.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0011-8

In der mittleren und inneren Rindenschicht findet sich fettes Oel in Tropfenform.

Schmale Rindenmarkstrahlen kommen, den schmalen Holzmarkstrahlen entsprechend, wohl nur im oberen, älteren Theil der Wurzel vor; auf dem Querschnitt sind sie durch die dünneren Wandungen ihrer Zellen von den benachbarten Rindenelementen genugsam unterschieden, auf dem Tangentialschnitt ausserdem durch die isodiametrische Gestalt ihrer Zellen und die Anordnung derselben in mehr oder weniger deutlichen Querreihen.

Der vor den breiten Markstrahlen befindliche Theil der innern Rinde pflegt in Bezug auf Mächtigkeit wenig ausgebildet zu sein. Die radialen Zellreihen des Markstrahls lassen sich nur auf einer kurzen Strecke über das Cambium hinaus verfolgen, werden bald unregelmässig und verlieren sich in der mittleren Schicht der Rinde.

Die an der *Senega*wurzel befindlichen Stengelreste sind nach dem Aufweichen in Wasser, etwa 1 bis $1^1/_2$ mm. dick. Ein zusammenhängender dünner Holzring, dessen Elemente eine radiale Reihenbildung zeigen und in welchem keine Markstrahlen zu bemerken sind, umschliesst ein grosses, lockeres Mark; die primordialen Gefässe ragen gruppenweis ein wenig in dieses Mark hinein. Die sekundäre Rinde wird von der primären durch Gruppen von Bastzellen getrennt. Die Bastzellgruppen, deren Elemente sehr dickwandig erscheinen, sind in radialer Richtung 2 bis 4 Zellen mächtig, in tangentialer mehrmals so stark und werden von einander durch einige wenige dünnwandige Zellen getrennt. Die Zellschichten ausserhalb der Bastzellgruppen bilden ein lockeres Parenchym. Die Epidermis, welche das Ganze umschliesst, trägt vereinzelte, einzellige, ziemlich dickwandige Haare; letztere sind wurstförmig gekrümmt und mit Cuticularwärzchen bedeckt.

Die am Wurzelkopf vorkommenden kleinen, violett-rothen Schuppenblätter sind von Gestalt herz-eiförmig, etwa 2,5 mm. lang und fast ebenso breit, mit breiter Basis den Stengelresten angewachsen. In ihrem Innern verläuft ein einziges sich verzweigendes Gefässbündel. Sie sind am Rande einschichtig, in der Mitte mehrschichtig. Spaltöffnungen finden sich auf der Oberseite sehr spärlich, auf der Unterseite mehr, zerstreut. Der Blattrand ist von einzelligen Haaren umsäumt, welche eine Länge von 0,06 bis 0,07 mm. besitzen und mit

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0012-4

zahlreichen Cuticularwärzchen versehen sind; die Wände an der Spitze dieser Haare sind gelblich, stark verdickt und zeigen eine deutliche Schichtung (Fig. 2).

An die Beschreibung der anatomischen Struktur der *Senega*-wurzel, insbesondere an die der breiten Markstrahlen, knüpfe ich einige Betrachtungen

Besonderer Wachsthumserscheinungen

an.

Bei der äusseren Beschreibung unserer Droge wurde (auf Seite 4) erwähnt, dass sie hin und wieder mit rundlichen Höckern versehen sei und, besonders im oberen Theile, mit dicken, halbringförmigen Wulsten und Einschnürungen, welche oft in ganz auffälliger Weise abgesetzt seien und denen auf der gegenüberliegenden Seite ein Kiel entspreche (Fig. 1). Die zuerst erwähnten kleinen Höcker, welche sich überall an der Wurzel finden können, werden meistens durch unentwickelte, in der Rinde stecken gebliebene Ansätze zu Wurzelästen hervorgerufen. Anders verhält es sich mit den dicken Wulsten. Der ihnen gegenüberliegende Kiel (vergl. pag. 5) deutet schon darauf hin, dass hier breite Markstrahlen vorhanden seien. Und so ist es. Befreit man solche Stellen der Wurzel nach dem Aufweichen in Wasser von der Rinde, so bemerkt man, dass der Holzkörper auf dieser Seite ebenfalls dicker und mit quer (horizontal) gerichteten, nach dem Centrum zu durchbrochenen, halbringförmigen Holzlamellen versehen ist (Fig. 3). Der Raum zwischen diesen Lamellen ist durch weiches Gewebe ausgefüllt, und sie hangen nur an ihren beiden Enden mit dem Holzkörper zusammen. Auf Querschnitten zeigt sich neben einem quer durchschnittenen Holzkörper (Fig. 4 X) ein breiter Markstrahl M nach der Seite des Wulstes zu, und hat man gerade eine der Holzlamellen getroffen (fast jeder Schnitt pflegt eine solche wenigstens theilweise zu treffen, da sie gewöhnlich dicht über einander stehen), so zieht sich diese in der Gegend des Cambiumringes bogenförmig vor dem Markstrahl hin (Fig. 4 L). Die Elemente dieser Lamelle nebst den entsprechenden der innern Rindenschicht sind aber längs oder wenigstens sehr schräg durchschnitten. Auf einem radialen Längsschnitt dagegen sieht man die Holzlamellen quer durchschnitten und

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0013-9

hier kann man ebenfalls wahrnehmen (Fig. 5 L), dass sie in der Mitte mit dem Holzkörper nicht zusammenhängen, sondern dass dort überall die regelmässigen Querreihen von dünnwandigen Markstrahlzellen vorhanden sind (Fig. 5 M). Der Verlauf des Cambiums ist normal, d. h. es findet sich nur ein geschlossener Cambiumring vor, welcher die Markstrahlen und die Holzlamellen einschliesst. Auf Radialschnitten pflegt an solchen Stellen, wo ein Markstrahl getroffen ist, das Cambium nach dem Centrum zu eingebogen zu sein (Fig. 5, zwischen den Lamellen L L); die Holzlamellen erscheinen alsdann ausgebogen, stehen vor.

Aus diesem anatomischen Befunde geht deutlich hervor, dass wir es hier mit Markstrahlen zu thun haben, welche sehr breit und dicht über einander befindlich sind, welche ferner, und das ist eben das Auffällige, alle mit einander am Centrum in Verbindung stehen.

Schon Walpers machte auf diese eigenthümliche Erscheinung aufmerksam[23]); er hielt die Holzlamellen, welche die einzelnen Markstrahlen von einander trennen, für unentwickelt gebliebene Zweige, die mit einander verwachsen und rund herum von Rindenparenchym umgeben seien. Walpers erwähnt dabei, dass er im Innern von Wulsten kleine, unregelmässige Holzpartieen gefunden habe, welche ringsherum von Rindenparenchym eingeschlossen, mit dem Holzcylinder der Wurzel in keiner Verbindung ständen, von der Grösse eines Brennnesselsamens wären und gruppenweis bei einander lägen; ich habe trotz vieler Mühe solche vollständig isolirten Holzpartieen nicht aufgefunden. — Später beschrieb Flückiger[24]) diese sonderbare Bildung, indem er sagte, „die Ränder der gleichsam angefressenen Seite des Holzcylinders blieben häufiger durch einzelne übrig gebliebene Querbänder von Holzgewebe in Zusammenhang.“ Schliesslich erwähnte sie Wigand[25]), welcher sie „netzartige Querspalten“ nannte.

Die an der Wurzel äusserlich sichtbaren, dicken Wulste entsprechen theils einzig dem darunter befindlichen, durch die breiten Markstrahlen aufgetriebenen Holzkörper, theils werden sie durch lokale Wucherungen in der Rinde noch auffälliger gemacht.

---

[23]) Botanische Zeitung 1851, pag. 300.

[24]) Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreichs, I. Aufl. (1867), pag. 263.

[25]) Wigand, Lehrbuch der Pharmakognosie (1879), pag. 43.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0014-5

In naher Beziehung zu diesen Wulsten steht nun eine eigenthümliche Eigenschaft der schmalen Markstrahlen, welche sich in der Gegend der Wulste finden. Dicht über den Wulsten bemerkte ich nämlich in mehreren Fällen eine Ablenkung der schmalen Markstrahlen im Holzkörper. Sie verliefen nicht senkrecht zu den Holzelementen, sondern waren nach unten, dem Wulst zu, hingezogen. In besonders auffälligen Fällen betrug der Winkel, welchen die Zellreihen der Markstrahlen mit den Holzelementen bildeten, nur 60° bis 65° anstatt 90°, die Ablenkung demnach 25° bis 30°. Ohne Zweifel haben wir es hier mit einer Ablenkung der Markstrahlen nach dem Orte des grösseren, hier an den Wulsten lokalisirten, Dickenwachsthums zu thun, und zwar in longitudinaler Richtung.

Vielfach lässt sich, und zwar besonders an dickeren Wurzeln, ein excentrisches Dickenwachsthum constatiren. Fast ausnahmslos ist dies der Fall an solchen Stellen, an welchen sich ein breiter Markstrahl befindet. Hier liegt das organische Centrum gewöhnlich nach der Seite des Markstrahls zu (Fig. 6); das Holz und ganz besonders die innere Rindenschicht sind beide auf der dem Markstrahl entgegengesetzten Seite, welche dem Kiel entspricht, stärker ausgebildet (vergl. Anm. 19). Dieses einseitig stärkere Wachsthum hat zur Folge, dass die Reihen der Rinde, welche sonst radial verlaufen, nach der Seite des stärkeren Dickenwachsthums hingezogen werden. Beim Trocknen der Wurzel tritt, indem die dünnwandigen Elemente auf der Seite des Markstrahls stärker zusammenfallen, als die kleineren und dickwandigeren der gegenüberliegenden Rindenpartie, letztere in Form einer Leiste hervor und bildet den sogenannten „Kiel."

Das einseitig stärkere Dickenwachsthum und damit die Ablenkung der Zellreihen in der Rinde pflegt mit der grösseren Breite der Markstrahlen zuzunehmen, und auf diese Weise entstehen Querschnittsfiguren, auf denen Rinde, Holz und Markstrahl neben einander liegen. Werfen wir einen Blick auf Fig. 6, so begreifen wir, wie Wigand[26]) dazu gekommen ist, zu sagen: „Bast und Holz liegen auf der einen, Mark und primäre (!) Rinde auf der andern Seite, anstatt sich concentrisch einzuschliessen."

---

[26]) Flora 1856, pag. 676 und Archiv der Pharmacie 1862, Bd. 111, pag. 238.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0015-1

Wie stark zuweilen die Rinde auf der Seite des Kiels ausgebildet ist, möge folgendes Beispiel zeigen. In einer Wurzel lag der Holzkörper, von dem ein Markstrahl mehr als die Hälfte einnahm, ganz nach der Peripherie zu. Die Rinde war auf der Seite des Kiels über 6 Mal so stark, wie auf der gegenüberliegenden Seite der Markstrahl und die darüberliegende Rinde zusammen; der Kiel nahm bei Weitem den grössten Theil der Querschnittsfläche ein.

Es leuchtet nun ein, dass bei dem einseitig stärkeren Dickenwachsthum die tangentiale Spannung der äusseren Rindenpartieen auf der Seite dieses stärkeren Wachsthums, also auf der Seite des Kiels, am grössten ist[27]). Denn, wenn auch die Spannung das Bestreben hat, sich auf die ganze Peripherie der Rinde gleichmässig zu vertheilen, so wird sie hieran doch durch den anatomischen Zusammenhang der Elemente verhindert. Wir haben demnach an der Stelle, wo die Rinde am dicksten ist, die stärkste Tangentialspannung; von dort aus nimmt sie an Intensität nach beiden Seiten allmählig ab und auf der dem Markstrahl entsprechenden Seite ist sie am schwächsten. Erreicht nun die Tangentialspannung auf der Kielseite eine solche Intensität, dass die Peridermschicht ihr nicht mehr das Gleichgewicht halten kann, dann wird eine Zerreissung der letzteren eintreten, der entstehende Riss wird sich auch auf die darunter liegende Rinde weiter erstrecken, und die beiden Rindentheile werden auseinander gezogen werden, bis die Spannung rund herum eine gleichmässige geworden sein wird. Dass solche Fälle bei der *Senega*-wurzel wirklich vorkommen, habe ich hin und wieder beobachtet. Fig. 7 stellt einen solchen Fall dar. Der Riss ist nicht unregelmässig, sondern genau radial von der Peripherie nach dem Centrum zu verlaufen, den Reihen der Rindenelemente entsprechend; die beiden Rindentheile P P sind auseinandergeklafft, und die Rissstelle hat sich mit Wundperiderm bedeckt. Jetzt ist nun das Dickenwachsthum unter den früheren Bedingungen weiter fortgeschritten. Die neu angelegten Rindenreihen sind wieder durch das einseitig stärkere Dicken-

[27]) G. Krabbe hat vor einigen Jahren experimentell festgestellt, dass an excentrisch gewachsenen Bäumen und Aesten die Tangentialspannung der Rinde an dem Orte maximalen Wachsthums am grössten ist (Sitzungsberichte d. Akademie d. Wissenschaften zu Berlin, 1882, pag. 1093 etc.). Dass excentrisch gewachsene Wurzeln sich anders verhalten, ist nicht anzunehmen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0016-7

wachsthum von der radialen Richtung abgelenkt, zeigen aber, wenigstens theilweise, einen andern Verlauf, als die vor dem Spaltungsprocess vorhandenen, und schliessen sich an diese in einem stumpfen Winkel an, wie Fig. 7 erkennen lässt.

Einseitig stärkeres Dickenwachsthum nachzuweisen gelang mir sogar an Wurzelästen, welche noch nicht aus der Rinde der Wurzel hervorgebrochen waren. Befanden sich diese dicht über oder unter einer tiefen, quer gerichteten Einschnürung der Rinde, welche an der Wurzel zuweilen vorkommen und gewöhnlich mit einer starken Korkschicht versehen sind, so liess sich regelmässig beobachten, dass die Holzelemente hauptsächlich auf einer Seite angelegt wurden. Dieses excentrische Wachsthum hängt offenbar damit zusammen, dass der Druck der dicht neben dem Wurzelast befindlichen Einschnürung das Cambium desselben auf derjenigen Seite im Wachsthum zurückhält, welche dieser Einschnürung zugekehrt ist; wenigstens war das Maximum des Dickenwachsthums regelmässig dieser Seite abgekehrt.

Auch andere Fälle von anomalem Dickenwachsthum lassen sich finden. So z. B. entwickelte an einer Wurzel das Cambium an manchen Stellen mehr Holz, als an anderen, so dass theils kleine, höckerartige Auswüchse am Holzkörper entstanden, theils kürzere oder längere Binden (auf dem Querschnitt betrachtet), welche den vierten Theil, ja sogar die Hälfte der Peripherie umfassten (vergl. Fig. 8). Dieses anomale Wachsthum fand rund herum am Holzkörper Statt, abwechselnd bald hier, bald dort, gewöhnlich aber war es auf einer Seite vorwiegend, und in Folge dessen entstand ein excentrischer, rund herum gelappter Holzkörper. Da nun die einzelnen anomal gewachsenen Holzschichten sowohl von einander, wie auch von den normal gewachsenen abstachen, so erschien der Holzkörper durch unregelmässige, concentrische Kreise in mehrere vollständige oder unvollständige Ringe getheilt.

Ein weiteres Beispiel von anomalem Dickenwachsthum zeigt uns Fig. 9. Das organische Centrum, von dem das Dickenwachsthum ausging, liegt bei O. Aehnliche Erscheinungen hat Wigand bei *Ononis spinosa* und *O. repens* beobachtet.[28])

An einem anomal gewachsenen Holzkörper, wie ihn Fig. 8 darstellt, liessen sich noch zwei Abnormitäten bemerken.

---

[28]) Flora 1856, pag. 674.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0017-2

Ein durch anomales Wachsthum angelegter Holzstreifen zeigte die Eigenthümlichkeit, dass seine Zellreihen von denen des normal gewachsenen Theils des Holzkörpers plötzlich sehr stark, um fast einen rechten Winkel, abgelenkt waren (Fig. 8 bei B). Der Grund dieser Ablenkung lag darin, dass durch irgend einen Umstand die Rinde der Wurzel bis auf den Holzkörper gespalten war und dann eine Ueberwallung Statt gefunden hatte. Die neu angelegten Holzstrahlen waren dabei von der Ueberwallungsstelle abgezogen worden. Hierin liegt nun weiter nichts Abnormes, wenn man von dem auffällig starken Grade der Ablenkung absieht; aber der hier vorliegende Fall war aus einem andern Grunde merkwürdig. Auf der andern Seite der Ueberwallungsstelle nämlich waren die neu angelegten Holzstrahlen nur ganz unbedeutend abgelenkt. Wodurch dieser Unterschied hervorgerufen oder bedingt worden war, konnte ich wegen der mangelhaften Beschaffenheit des betr. Materials nicht ergründen.

Anzeige.

Aus dem Nachlasse des Eisenbahnbaudirektors von Röckl in München werden nachstehende sorgfältig bestimmte Naturaliensammlungen verkauft:

I. Eine reichhaltige ***Mineraliensammlung*** in weissen Cartons von durchschnittlich 5 auf 7, dann 7 auf 10 Centimeter Grösse und in zwei grossen, 4 Meter hohen und 1 Meter breiten lackirten Holzkästen; über 1000 Mineralien zum Theil der seltensten und kostbarsten Arten enthaltend, mit einem systematischen und einem alphabetischen Katalog.

II. Eine Sammlung von **227** ***Krystallformen*** aus Pappe, mit Eleganz und mathematischer Pünktlichkeit ausgeführt, u. A. auch bewegliche Hemitropien und Zwillingskrystalle enthaltend, in zwei Glaskästen von je 5000 Quadratcentimeter Fläche, mit einem Katalog.

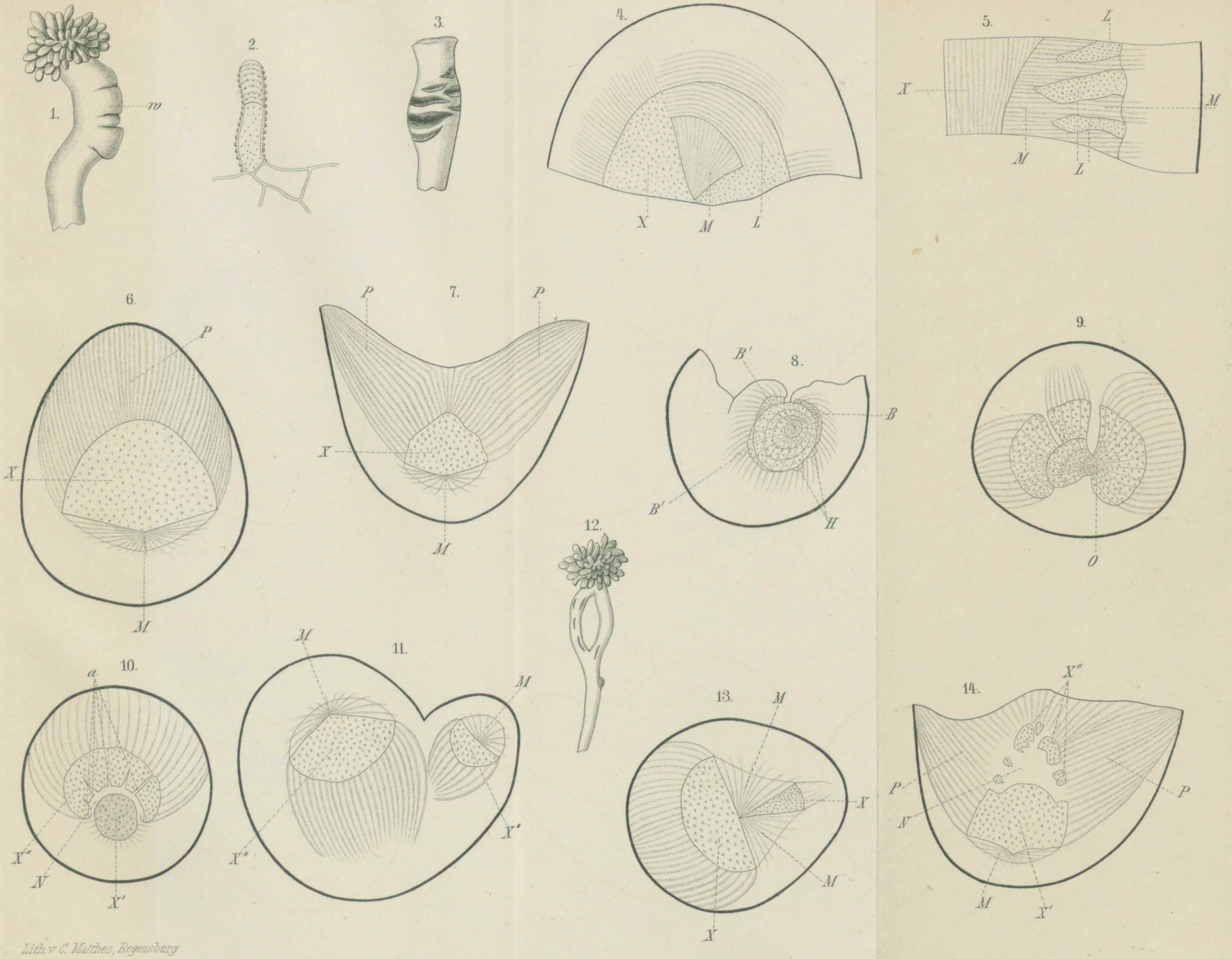
III. Eine sehr schöne und reiche ***Käfersammlung,*** die gewöhnlichen inländischen und sehr viele exotische Arten, darunter die seltensten und grössten überhaupt vorkommenden, enthaltend. Sie besteht aus nahezu 3000 Species und ca. 7000 Exemplaren und umfasst 16 Glaskästen aus polirtem Nussbaumholz von je 2000 Quadratcentimeter Fläche. Sie ist nach Sturm's Katalog geordnet und verzeichnet.

IV. Ein ***Herbarium*** von fast 3000 Species, vor Allem deutsche, aber auch wichtige fremde Pflanzen, sorgfältig eingelegt und erhalten, in mehr als 50 soliden Mappen aus starker Pappe von 24 auf 35 Centimeter Grösse und in einem hölzernen lackirten Kasten von 2½ Meter Höhe und 1 Meter Breite. Mit Sendtner's Katalog.

A. Jaeger, k. Betriebsingenieur, München, Landwehrstr. 42. III.

Redacteur: **Dr. Singer.** Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei (**F. Huber**) in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0018-8



Lith. v. C. Matthes, Regensburg

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03550-0580-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: 69

Autor(en)/Author(s): Linde Otto

Artikel/Article: Beiträge zur Anatomie der Senegawurzel 1-16