

biaceae. Ostindien. Kultiviert in allen wärmeren Gegenden. Liefert das Oleum Ricini.

Semen Staphisagriae, Läusesamen: Delphinium Staphisagria. Ranunculaceae. Südeuropa.

Semen Stramonii, Stechapfelsamen: Datura Stramonium. Solaneae. Daturin oder Hyoscyamin und Atropin.

Semen Strophanthi; Arten der Gattung Strophanthus, welche im tropischen Afrika wachsen. Apocynaceae. 5–10 % Strophanthin.

Semen Tiglii, Purgierkörner: Croton Tiglium. Euphorbiaceae. Indien. Kultiviert in China, Japan, Cochinchina, Ostindien, Sundainseln, den Philippinen und auf Mauritius. Liefert 40 % Crotonöl.

Semen Tonco: Dipterix odorata. Papilionaceae. Tropisches Amerika. 1,5 % Cumarin.

§ 2. Die Wurzeln.

1. Spezielle Morphologie der Wurzeln.

Die Erkennungszeichen der normalen Wurzeln sind schon früher (Allgemeine Morphologie, § 1, S. 13) kurz zusammengestellt worden. Die normalen, in der Erde wachsenden Wurzeln, welche also in ihrer Jugend stets dazu dienen, die Bodenflüssigkeit aufzunehmen und der Pflanze zuzuführen, im Alter als Leitungsorgane dieser Stoffe funktionieren und sonst nur noch für die Feststellung der Pflanze in dem Boden von Bedeutung sind, haben in ihrer Jugend stets die Form von einfachen, den Bruchteil eines Millimeters bis etwa einen Centimeter, im gewöhnlichen Falle einige Millimeter dicken Cylindern, welche an ihrer Spitze sich verjüngen. An letzterer tragen sie den von einer Wurzelhaube bedeckten Vegetationspunkt, unter diesem die junge, höchstens ein paar Centimeter lange wachsende Region, hinter welcher eine einige Centimeter lange, mit Wurzelhaaren besetzte, schon ausgewachsene, die Stoffaufnahme besorgende Partie, und schließlich die nur der Leitung dienende basale Partie der Wurzel folgt. Die Monokotyledonenwurzeln, welche meist nur kurze Zeit, 1 oder 2 Jahre, leben, bleiben in allen Teilen gleich dick, wenn sie auch sehr lang werden, wie wir ja das sehr schön an dem Beispiele der Sarsaparillwurzel sehen können, deren einzelne Wurzeln meterlang werden und ebenso wie die kürzeren Wurzeln, welche wir bei Veratrum album beobachten, von der Basis bis dicht unter die Spitze gleich dick sind. Die langlebigeren und sich meist reichlicher wiederholt verzweigenden Wurzeln der Dikotyledonen verdicken sich bald hinter der Spitze mehr und mehr, so daß sie mehr oder weniger schlank kegelförmig werden, an der Basis viel breiter werden können, als in der Nähe des Vegetationspunktes, verhalten sich sonst aber wie die Monokotyledonenwurzeln.

In Hinsicht auf den Wachstumsprozess der normalen Wurzeln dürfen wir ferner einer bei vielen derselben vorkommenden Erscheinung nicht vergessen, welche auch für das Verständnis einiger unserer Drogen, vorzüglich der Senegawurzel und der Ipekakuanhawurzel von Interesse ist; es ist dieses die Verkürzung der eben ausgewachsenen Teile der Wurzel, infolge der Kontraktion des Rindenparenchyms der Wurzel. Die so oft 10—20 % betragende Verkürzung, deren biologische Bedeutung einmal in der stärkeren Befestigung der Pflanze in dem Boden, dann aber auch in dem Schutze zu suchen ist, welchen manche Knospen finden, wenn sie durch die Wurzelkontraktion in den Boden gezogen werden, bewirkt in morphologischer Beziehung oft das Entstehen von Querrunzeln an den kontrahierten Wurzelteilen, da die Korkschicht oder Epidermis an der Zusammenziehung keinen Anteil nimmt, bei der Senegawurzel auch Biegung der ganzen Wurzel.

Wenn die normalen Wurzeln eine gewisse Größe erlangt haben, so treten Zweige an ihnen auf. Die Anlagen der Wurzelzweige bilden sich stets aus Parenchymzellen, welche dicht innerhalb der Endodermis, also in der Peripherie des radialen Gefäßbündels der Wurzel liegen. Meist gehen dicht über den Tracheensträngen des radialen Gefäßbündels (seltener, z. B. bei den Umbelliferen, über den Siebsträngen) liegende Parenchymzellen durch sich zweckmäßig stellende Teilwände in eine dem Wurzelvegetationspunkte gleiche Meristemgruppe über. Diese Wurzelanlage streckt sich dann und durchbricht das primäre Rindenparenchym als junge Wurzel. Die Entstehung der ersten Anlagen der Wurzelzweige findet meist ganz dicht unter dem Vegetationspunkte der Wurzel statt, während das Hervortreten der Wurzelzweige meist erst einige Centimeter hinter der Wurzelspitze erfolgt. Anlage und Austritt finden in akropetaler Folge statt. Entsprechend ihrer Entstehung über den Gefäßsträngen des radialen Gefäßbündels, stehen die Wurzelzweige anfangs in so viel Orthostichen als das radiale Gefäßbündel Gefäßstränge besitzt, bei tetrarchen Wurzeln also z. B. in 4 Längsreihen. Diese regelmäßige Stellung der Zweige läßt sich bei jüngeren Wurzeln häufig beobachten, wird aber dann durch ungleichmäßige Entwicklung und Absterben der Zweige oft zerstört. An den älteren verdickten Teilen der Wurzeln der Dikotyledonen treten nicht selten nachträglich weitere Wurzelzweige in unregelmäßiger Stellung auf, welche dann wahrscheinlich meistens im Kambium angelegt werden.

Eine Wurzel kann zuerst eine Hauptwurzel, d. h. die Keimwurzel der Pflanze, oder ein Hauptwurzelzweig verschiedenster Ordnung sein.

Die Hauptwurzel und ihre Zweige bleiben bei kurzlebigen Dikotyledonen, auch bei manchen Bäumen und Sträuchern zeitlebens erhalten, bei anderen Dikotyledonen und bei allen Monokotyledonen geht sie bald zu Grunde. Von unseren officinellen Wurzeln ist *Radix Ratanhiae* eine Hauptwurzel mit ihren Zweigen.

Alle normal an der Pflanze auftretenden Wurzeln, welche nicht Hauptwurzel sind, bezeichnen wir als Nebenwurzeln, resp. Nebenwurzel-

zweige verschiedener Ordnung. Solche Nebenwurzeln können aus Achsen und Blättern entspringen. Meist bilden sie sich an Achsenteilen. Sie entstehen wie die Wurzelzweige im Innern des Gewebes, oft noch in meristematischen Regionen der Achsenspitze und durchbrechen meist erst später das Rindengewebe der Achsen. Bei Monokotyledonenrhizomen ist der Ort der ersten Anlage die Peripherie des Leitbündelcylinders. Ihre Stellung an den Pflanzen ist eine sehr verschiedenartige, für die verschiedenen Pflanzenspecies immerhin meist regelmäßige und stets charakteristische. Gewöhnlich brechen sie bei den Pflanzen, welche die Hauptwurzel bald verlieren, aus dem hypokotylen Gliede, dann aus den Knoten, seltener aus den zwischen den Knoten liegenden Teilen der Achse in mehr oder weniger fest bestimmter Zahl und Anordnung hervor. Bei *Valeriana officinalis* stehen die Blätter zweizeilig alternierend, und rechts und links von der Mediane eines Blattes entspringt je eine Wurzel; bei *Vanilla aromatica* steht rechts und links von jedem Blatte eine Luftwurzel; auf der Unterseite des dorsiventralen Rhizomes von *Acorus Calamus* stehen die Wurzeln in Schrägzeilen; bei *Gunnera scabra* findet sich unter jedem der dichtgedrängten Blätter eine Gruppe von Nebenwurzeln u. s. w.

Welche Wurzeln eventuell als Adventivwurzeln zu bezeichnen sind, habe ich schon früher (S. 35) in genügend eingehender Weise auseinandergesetzt.

Außer den normalen Wurzeln der Pflanze können wir, wie schon früher (s. S. 14) besprochen wurde, einmal solche unterscheiden, welche als Übergangsformen zwischen den Wurzeln und anderen Hauptorganen der Pflanze zu betrachten und zweitens solche Wurzeln, welche als umgestaltete Wurzeln zu bezeichnen sind. Als Beispiele für Übergangsformen nannte ich die Assimilationswurzeln von *Angrecum* und will hier nur noch den interessanten Fall von *Dicraea elongata*, einer *Podostemaceae* erwähnen, bei welcher aufrecht wachsende, flache, blattförmige, grüne Wurzeln vorkommen, welche die hauptsächlichen Assimilationsapparate der Pflanze darstellen und zugleich zahlreiche Laubsporsanlagen erzeugen. Diese Wurzeln besitzen also zugleich auch Eigenschaften der Achsen und der Laubblätter, sind Übergangsformen zwischen diesen drei Organen. Unter unseren officinellen Wurzeln finden sich keine, die zu diesen Übergangsformen zu rechnen wären.

Von umgestalteten Wurzeln erwähnte ich die Dornenwurzeln, Schwimmwurzeln, Saugwurzeln, Atmungswurzeln, Luftwurzeln und vorzüglich die Wurzelknollen. Für unseren Zweck sind nur die letzteren von speziellerem Interesse. Die meisten Wurzelknollen haben die biologische Bedeutung von Reservestoffbehältern. Die meisten ausdauernden Wurzeln speichern, auch wenn sie sich nicht knollig verdicken, Reservestoffe in größerer oder geringerer Menge in ihrem Parenchym auf, wie z. B. die Wurzel von *Glycyrrhiza glabra* und *Althaea officinalis* viel Stärke, viele

werden durch reichlichere Entwicklung des Parenchyms zu sehr wirksamen Reservestoffbehältern. Zu der letzteren Kategorie gehören z. B. die fleischig verdickten Wurzeln von *Gentiana lutea*, *Inula Helenium*, *Jateorrhiza Calumba*. Andere Wurzeln verdicken sich nicht ganz gleichmäßig, sondern schwellen auffällig knollenförmig an, und diese bezeichnet man dann als Wurzelknollen. Dahin gehören von unseren Drogen die Jalapenknolle, die Salepknolle und die Aconitknolle.

Verdickte Wurzeln und Wurzelknollen können sowohl aus Hauptwurzeln als auch aus Nebenwurzeln entstehen. Verdickt sich die Hauptwurzel fleischig, so nimmt meist auch das hypokotyle Glied an der Verdickung teil, und beide zusammen bilden dann „die rübenartig verdickte“ Wurzel, wie wir sie bei der Kulturform von *Daucus carota*, *Beta vulgaris* in schön entwickelter Form finden. Diejenigen Wurzelknollen, welche wir später näher zu besprechen haben, sind aus Nebenwurzeln entstanden. *Tuber Aconiti* und *Tuber Salep* stimmen dabei insofern mit den aus hypokotylen Gliede und Hauptwurzel entstandenen „Rüben“ überein, als auch sie aus einem, allerdings sehr kurzen Achsenstücke und einer, die Hauptmasse bildenden Wurzel bestehen. *Tuber Jalapae* ist eine einfache, knollenförmig angeschwollene Nebenwurzel. *Tuber Salep* und *Tuber Aconiti* repräsentieren ferner insofern zwei verschiedene Arten von Knollen, als bei *Tuber Salep*, in ähnlicher Weise auch bei der Knolle von *Ranunculus Ficaria* die Wurzel ihr Spitzenwachstum aufgibt, sich nicht verzweigt und ganz allein als Reservestoffbehälter zu dienen scheint, während *Tuber Aconiti* ein dünnes, weiter in den Boden eindringendes, normales Wurzelende behält und reichliche, als normale Wurzeln funktionierende Zweige besitzt.

2. Anatomie der Wurzeln.

Die Mehrzahl der Monokotyledonenwurzeln besitzt einen fast in allen Punkten der Form und Anordnung der Gewebeelemente übereinstimmenden Bau, den man also als den normalen bezeichnen kann; nur relativ wenige dieser Wurzeln weichen von dem Schema des Baues ab, welches man durch Vergleichung einer großen Anzahl der Monokotyledonenwurzeln gewinnen kann, und man darf einen derartigen abweichenden Bau, welcher übrigens sehr verschiedenartig sein kann, als anormal bezeichnen. Ähnlich verhält es sich bei den Wurzeln der Dikotyledonen, und wir können danach die Wurzeln in Hinsicht auf ihren anatomischen Bau in folgende 4 Gruppen einteilen:

- α) Monokotyledonenwurzeln von normalem anatomischen Baue,
- β) Monokotyledonenwurzeln, welche einen anormalen Bau besitzen,
- γ) Dikotyledonenwurzeln von normalem anatomischen Baue,
- δ) Dikotyledonenwurzeln, welche ein anormales sekundäres Dickenwachstum zeigen.

Die eingehende Erörterung dieser Verhältnisse ist deshalb nötig, weil eine Reihe von officinellen Wurzeln einen anormalen Bau besitzt, dessen Verständnis nur auf einer breiteren Grundlage allgemeiner anatomischer Kenntnisse von dem Wurzelbau möglich ist.

α) Die Monokotyledonenwurzeln von normalem anatomischen Baue.

Die Spitze der unverletzten Monokotyledonenwurzeln wird von dem, durch die Wurzelhaube bedeckten, in lebhafter Teilung begriffenen primären Meristemgewebe eingenommen. Die jeweilig an der Basis des Vegetationspunktes der Wurzel liegenden Zellen des Urmeristems strecken sich ziemlich schnell und bilden sich nach und nach zu den definitiven Zellformen aus, welche die ausgewachsene Wurzel aufbauen. Schon 1—2 cm hinter der Spitze der Wurzel ist das Gewebe der Wurzel in allen Teilen fertig ausgebildet. Die wachsende Region der Wurzel ist zart, brüchig und fällt beim Trocknen sehr zusammen; sie wird beim Sammeln und Zubereiten der Droge fast stets zerstört und ist für die Diagnose der Wurzel ohne Bedeutung, so daß wir uns hier nur mit dem Baue der ausgewachsenen Teile der normalen Monokotyledonenwurzeln zu beschäftigen haben.

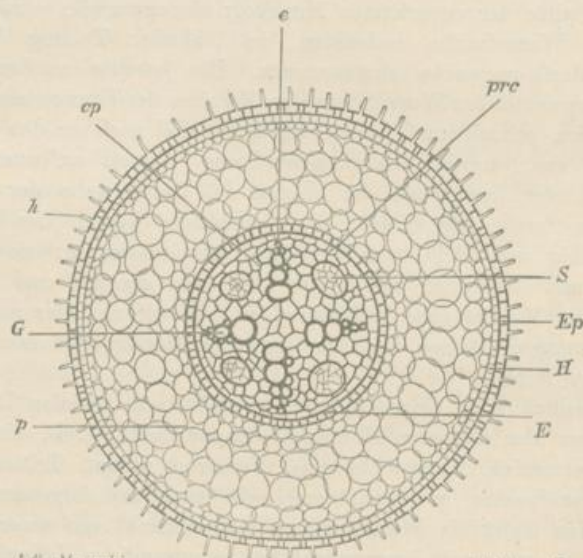
Betrachtet man einen Querschnitt und einen radialen Längsschnitt irgend einer der dünneren Monokotyledonenwurzeln, z. B. einer Wurzel von *Iris germanica*, *Acorus Calamus*, *Veratrum album*, *Triticum repens*, einer *Smilax*-Species, so erkennt man sehr leicht den folgenden Bau derselben. Man findet die Wurzel zuerst stets bedeckt von einer Epidermis *Ep*, Fig. 155, aus meist längsgestreckten, zartwandigen Zellen. Schon in der kurz hinter dem Vegetationspunkt stehenden Epidermisregion wächst die Außenwand aller oder zahlreicher Epidermiszellen zu Wurzelhaaren aus, welche aber meist bald absterben und zerstört werden, so daß sie an älteren Wurzelteilen nicht mehr zu finden sind.

Unter der Epidermis findet man dann ferner in fast allen Fällen eine einfache oder aus mehreren Zelllagen bestehende Schicht lückenlos schließender Zellen verschiedener Form, die Wurzelhypodermis (Fig. 155, *H*). An die Hypodermis schließt sich das Rindenparenchym. Das Rindenparenchym besteht aus mehr oder weniger zahlreichen konzentrischen Zelllagen; die Elemente der successiven Zelllagen sind dabei häufig zu regelmäßigen radialen Reihen angeordnet. Zwischen ihren abgerundeten Kanten lassen die Zellen luftführende Intercellularräume.

Mit Beziehung auf die bei äußerst wenigen Wurzeln von Monokotyledonen, z. B. der *Dracäna*-Arten, und bei fast allen Dikotyledonenwurzeln vorkommende „sekundäre“ Wurzelrinde kann man auch das Rindenparenchym der Monokotyledonenwurzeln als „primäres“ Rindenparenchym bezeichnen, die bis jetzt erwähnten Bestandteile der Wurzel primäre Rinde nennen. Das Rindenparenchym (*p*, Fig. 155) grenzt ge-

wöhnlich mit etwas kleineren Zellen an die sogenannte Endodermis oder Schutzscheide.

Die Endodermis (*E*, Fig. 155), welche ihrer Entwicklungsgeschichte nach zu der primären Rinde gerechnet werden kann, vom physiologischen Standpunkt wohl besser als eine besondere Schutzschicht des Gefäßbündels anzusehen ist, umschließt ein radiales Gefäßbündel. Man bezeichnet, wie wir wissen, die radialen Bündel der Wurzel nach der Anzahl



Arthur Meyer del.

P. Behrend fec.

Fig. 155.

Schema des Querschnittes einer normalen vierstrahligen (tetrarchen) Monokotyledonenwurzel. *Ep* Epidermis mit Wurzelhaaren *h*. *H* Hypodermis. *p* primäres Rindenparenchym. *E* Endodermis. *G* Gefäßstrang des tetrarchen radialen Gefäßbündels. *e* Erstlingsgefäß eines Gefäßstranges. *S* Siebstrang. *cp* Parenchym des Gefäßbündels. *prc* Rhizogene Schicht, wurzelbildende Region des Gefäßbündelparenchyms oder Perikambium.

der Anfangspunkte der Gefäßstränge, welche sie enthalten, als di-, tri- bis polyarche Gefäßbündel und spricht in gleicher Weise auch von di-, tri- bis polyarchen Wurzeln. So ist z. B. unser in Fig. 155 dargestelltes Gefäßbündel tetrarch oder vierstrahlig, die dargestellte Wurzel also ebenfalls als vierstrahlig oder tetrarch zu bezeichnen. Die Anzahl der Strahlen ist übrigens für eine bestimmte Wurzelspecies nicht immer konstant, wechselt vielmehr meist mit der Dicke der Wurzel und kann deshalb auch nicht zur sicheren Diagnose der Wurzeln benutzt werden.

β) Die Monokotyledonenwurzeln, welche einen anormalen anatomischen Bau besitzen.

Der beschriebene Bau der Monokotyledonenwurzeln kann mit großem Rechte der normale genannt werden; denn es giebt nur sehr wenige Fälle, in welchen Wurzeln dieser Pflanzengruppe eine von dem geschilderten Baue abweichende anatomische Struktur zeigen. Es sind dies solche Wurzeln, deren biologische Leistung im Laufe der phylogenetischen Entwicklung der betreffenden Pflanzen eine von der normalen abweichende geworden ist, Wurzeln, die also nicht nur zur Aufnahme und zur Fortleitung der aus dem Boden aufgenommenen Nährstoffe und zur Befestigung der Pflanze im Boden dienen, sondern noch andere Leistungen vollbringen, also auch die, welche wir in morphologischer Beziehung zu den „umgestalteten Wurzeln“ rechnen müssen. So weichen z. B. die Luftwurzeln mancher tropischer Orchideen und Aroideen dadurch vom normalen Baue ab, daß sie außerhalb der eipschichtigen endodermisähnlichen Hypodermis eine aus 1—20 Zelllagen aufgebaute, aus derjenigen Meristemschicht des Wurzelvegetationspunktes, welche im normalen Falle zur Epidermis wird, hervorgegangene, nur aus leeren mit Löchern versehenen Zellwänden bestehende Zellschicht, die Wurzelhülle, zeigen, welche zur direkten mechanischen Aufnahme und zum Festhalten von Wasser dient. Eine andere Anomalie, die gleichsam den Übergang zu derjenigen bildet, welche unsere Orchideknollen zeigen, findet sich bei manchen sehr dicken Monokotyledonenwurzeln, vorzüglich bei den dicken Luftwurzeln mancher tropischen Gewächse; sie ist zu charakterisieren als eine Vermehrung der sich im einzelnen nicht vergrößernden leitenden Gewebestränge, entsprechend der Vergrößerung des Wurzelquerschnittes. Diese Wurzeln besitzen nämlich ein normales polyarches, radiales Gefäßbündel, dessen abwechselnde Sieb- und Tracheenstränge in normaler Weise in der Peripherie der Wurzel angeordnet sind, außerdem aber liegen im centralen Teile des Gefäßbündels noch Siebstränge oder Siebstränge und Tracheenstränge unregelmäßig zerstreut. Bei Monokotyledonenwurzeln, welche sich unter starker Verdickung zu Reservestoffbehältern umbilden, findet nicht immer eine anormale Ausbildung der Gewebe statt. So z. B. ist die knollige Verdickung der Wurzel der Kurkumaarten nur eine Folge von starker Entwicklung des Parenchyms der sonst normal gebauten Wurzel. Bei anderen knollig verdickten Wurzeln aber, z. B. bei den Knollen von *Dioscorea Batatas* und den Knollenwurzeln der Ophrydeen, welche letzteren für uns besonderes Interesse besitzen, findet sich ein anormaler anatomischer Bau. Bei den Ophrydeen ist derselbe vermutlich im Laufe der phylogenetischen Entwicklung nach und nach dadurch zu stande gekommen, daß statt zahlreicher Sieb- und Tracheenstränge eines radialen Gefäßbündels, welches dem der anormalen, zuletzt beschriebenen dicken Wurzeln entsprach, aus den Meristemen dieser Stränge kleine radiale Gefäßbündel entstanden, die nun innerhalb der normalen Endodermis im Parenchym, welches dem

des normalen Gefäßbündels entspricht, zerstreut liegen. Genaueres über den Bau dieser Wurzel finden wir in der Monographie von Tuber Salep.

γ) Die Dikotyledonenwurzeln von normalem anatomischen Baue.

a) Der primäre Bau.

In ihrem jüngsten Zustande, also auch in kleiner Entfernung unter dem Vegetationspunkte der noch wachsenden älteren Wurzeln, besitzen die Dikotyledonenwurzeln in der Hauptsache ganz denselben Bau wie die Monokotyledonenwurzeln, und wie er also den letzteren zeitlebens zukommt. Das in Fig. 155 dargestellte Schema kann demnach auch für diesen „primären Bau“ der dikotyledonen Wurzeln gelten, also für denjenigen Bau, welcher durch die direkte Thätigkeit des Urmeristems angelegt wird.

In Fig. 156 ist als Beispiel des primären Baues einer Dikotyledonenwurzel ein Stück des Querschnittes der Spitze einer Wurzel von *Gentiana lutea* dargestellt. Bei den Dikotyledonenwurzeln stellen sich nun aber meist kurz nach der Ausbildung aller vom Urmeristem angelegten Regionen der jungen Wurzel, kurz nach der völligen Ausgestaltung des primären Baues, nach welcher die Wurzel oder Wurzelspitze meist weniger als 1 mm dick ist, Erscheinungen ein, die den anatomischen Bau der Wurzel vollständig ändern, und zu einer energischen Verdickung der Wurzel führen. Ältere Wurzeln der Dikotyledonen zeigen also in der Regel an der Basis einen anderen Bau als an der Spitze. An der Droge finden sich die dünnen Spitzen, welche noch den primären Bau zeigen, nur höchst selten und zufällig vor, häufiger sind schon Reste der äußeren primären Geweberegionen der Wurzel (so z. B. stets bei der Baldrianwurzel und der Akonitknolle), und stets

finden sich an den sekundär verdickten Wurzeln, aus welchen in der Regel die von Dikotyledonen abstammenden Wurzeldrogen bestehen, im centralen Teile der Gewebe Gewebemassen, welche noch zu den primären gerechnet werden müssen.

Zum Verständnis dieser vom primären Baue herrührenden Gewebepartien ist es nötig, daß wir kennen lernen, in welcher Weise sich der sekundäre Bau der Wurzel aus dem primären entwickelt, und diese Kenntnis soll der nächste Abschnitt vermitteln.

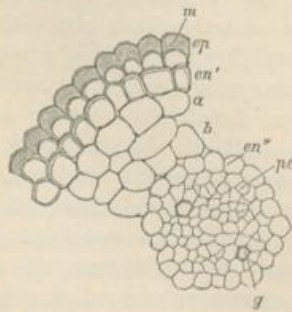


Fig. 156.

Stück des Querschnittes durch eine junge Seitenwurzel von *Gentiana lutea*.
ep Epidermis. *en'* Hypodermis. *a, b* Rindenparenchym, *en''* Endodermis. *g* Erstlinge des radialen Gefäßbündels.

180fach vergr.

b) Der Übergang des primären anatomischen Baues in den sekundären.

Die sekundären Veränderungen beginnen damit, daß die Parenchymzellen, welche der Innenseite der Siebstränge des radialen Bündels angrenzen, sich durch Tangentialwände in kleine Zellen, von der Beschaffenheit der Meristemzellen teilen und sich dieser Teilungsprozefs nach

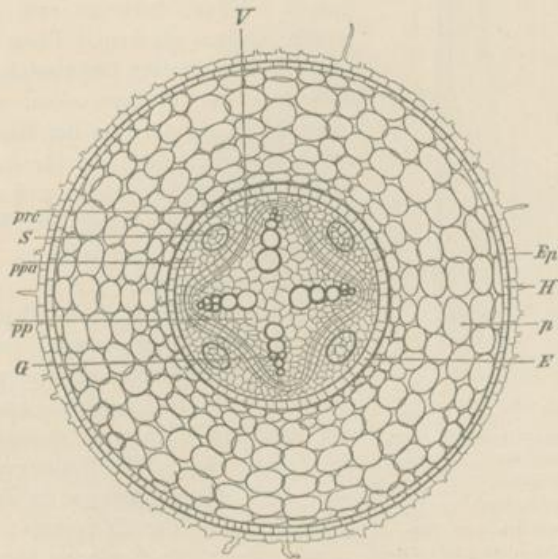


Fig. 157.

Schema des Querschnittes einer normalen vierstrahligen Dikotyledonenwurzel, in welcher der Verdickungsring, das Kambium, eben völlig ausgebildet ist. Die Buchstaben besitzen dieselbe Bedeutung wie die gleichlautenden der Fig. 151; außerdem ist die Bedeutung der hinzugekommenen Buchstaben die folgende: *pp* primäres centrales Parenchym des radialen Gefäßbündels. *ppa* primäres, äußeres Parenchym des radialen Gefäßbündels. *V* Verdickungsring oder Kambium, das durch Teilung aus dem Parenchym des radialen Gefäßbündels hervorgegangene Folgemeristem.

rechts und links in das Parenchym, schließlich auch in das zwischen den Erstlingen der Gefäßstränge und der Epidermis liegende Parenchym fortsetzt, so daß zuletzt ein Meristemcylinder in der Wurzel entsteht, dessen Querschnittsform und Verlauf in Fig. 157 *V* dargestellt ist. Dieser Meristemhohlcylinder oder, wenn wir nur auf den Querschnitt Rücksicht nehmen, „Meristemring“ wird Verdickungsring oder Kambium der Wurzel genannt. Die Meristemzellen des Verdickungsringes sind meist sehr dünnwandig und haben größtenteils die Form eines schlanken, rechteckigen Prismas, dessen breitere Seitenflächen tangential gestellt sind, zeigen also im Radialschnitt der Wurzel etwa die in Fig. 158 dargestellte Gestalt. Die zuerst entstandenen Meristemzellen teilen sich weiter fortwährend durch Tangentialwände, so daß kurze, regelmäßige Radialreihen von Meristemzellen entstehen. Bald beginnen die jeweiligen

am weitesten nach außen und die am weitesten nach innen in der Wurzel liegenden Meristemzellen, also die auf den Außengrenzen des Verdickungs-

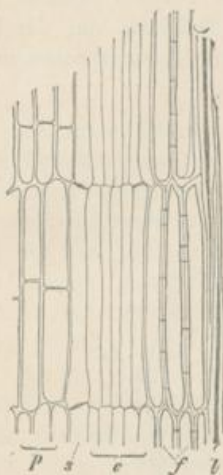


Fig. 158.

Radialer Längsschnitt durch einen Teil des Stammes von *Cytisus Laburnum*.

(Ende Oktober.)

c Meristemzellen des Verdickungsringes. f junge Ersatzfasern. t Sklerenchymfasern. s Siebröhren. p Parenchym.

(Nach Haberland.)

ringes und der einzelnen Radialreihen liegenden Meristemzellen, sich zu verschiedenartigen Zellformen auszubilden (siehe z. B. Fig. 158 p, s u. f, t), wobei sie teilweise ungeteilt bleiben, teilweise sich durch Querwände weiter gliedern. Diese Umbildung erleiden dann weiter fortgesetzt die jeweilig äußersten der Meristemzellen, während die innersten Meristemzellen des Kambiumringes durch energische Teilung für die Erhaltung des Meristemringes sorgen, und so entstehen außerhalb und innerhalb des Verdickungsringes aus dessen Teilprodukten fortwährend neue Gewebmassen.

Dadurch, daß bei der Wurzel anfangs die Ausbildung der Meristemzellen zu anderen, großzelligeren Gewebmassen vorzüglich reichlich auf der Innenseite des Kambiums und zwar zwischen den Gefäßsträngen vor sich geht, rücken die Teilungen im Meristem des Verdickungsringes an diesen Stellen schneller nach der Peripherie der Wurzel zu vor, als in den Regionen über den Erstlingen der Gefäßstränge, und dadurch geschieht es, daß der Verdickungsring bald seine sternförmige Gestalt verliert und kreisförmig wird. Durch die Entstehung der größeren definitiven Gewebeelemente aus den kleinen Meristemzellen der Innenseite des Verdickungsringes wird dann weiter der Verdickungsring selbstverständlich nach außen gedrängt, und sein Umfang muß sich demgemäß mehr und mehr vergrößern. Eine Dehnung des Kambiums findet dabei deshalb nicht statt, weil die Meristemzellen sich fernerhin, je nach Bedürfnis auch durch Radialwände teilen, so daß auch ihre Breite stets ungefähr die gleiche bleibt und neue Radialreihen von Meristemzellen entstehen.

Man bezeichnet nun die aus den äußeren Meristemzellen des Verdickungsringes der Wurzel hervorgegangenen Gewebmassen im Gegensatz zu der früher besprochenen primären Rinde als „sekundäre Rinde“^{*)} (sekundärer Bast nach de Bary), wobei besonders hervorzuheben ist, daß

*) Wir legen hier den Ton auf sekundär und reservieren den Ausdruck „Rinde oder Wurzelrinde“ für den ganzen außerhalb des Kambiums liegenden Teil der im sekundären Dickenwachstum begriffenen Wurzel, ebenso wie wir unter „Holz“ der Wurzel kurzweg, das sekundäre Holz nebst dem centralen Reste des radialen Gefäßbündels verstehen. Man vergl. hiermit de Barys Anatomie, S. 472.

die sekundäre Rinde in physiologischer Beziehung durchaus kein Ersatz der primären Rinde ist. Als sekundäre Rinde ist danach die Region anzusprechen, welche in der schematischen Fig. 159 zwischen den Zellschichten *V* und *ph* liegt, mit Ausnahme der primären Siebstränge und der sie umgebenden primären Parenchymmassen. Die von dem Kam-

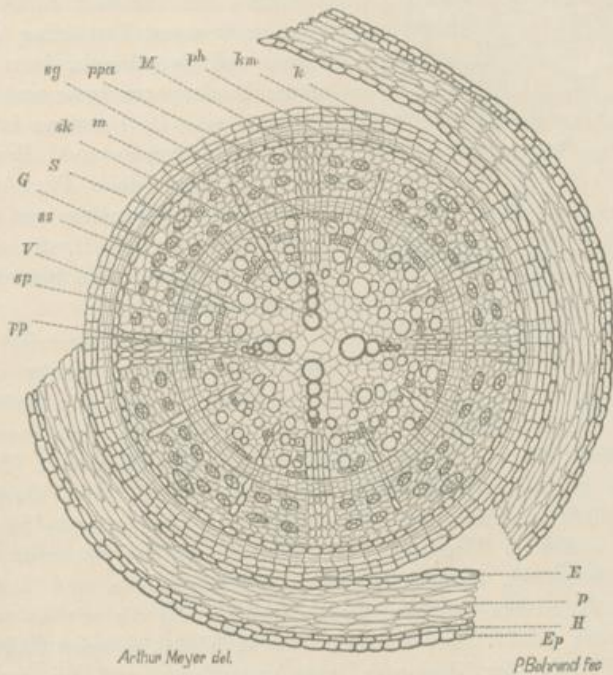


Fig. 159.

Schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine Wurzel, in welcher das sekundäre Dickenwachstum schon einige Zeit gewirkt hat, und deren primäre Rinde geborsten und im Abfallen begriffen ist.

Soweit die Buchstaben mit denen von Fig. 157 übereinstimmen, besitzen sie die gleiche Bedeutung wie bei letzterer; die Bedeutung der übrigen Buchstaben ist die folgende.

eg Gefäße des sekundären Holzes. *sk* Sklerenchymfasern des sekundären Holzes. *M* Hauptmarkstrahlen. *m* kleine Markstrahlen. *ss* Siebstränge des sekundären Holzes. *ppa* primäres Parenchym der Umgebung der primären Siebstränge *s*. *ph* Phellogenschicht. *km* Korkmeristem. *k* Korkzellen. *pp* Parenchym des primären radialen Gefäßbündels.

biom nach dem Centrum der Wurzel zu abgeschiedenen Gewebemassen nennt man „sekundäres Holz“ der Wurzel.

Durch die Entstehung des sekundären Holzes und der sekundären Rinde wird die innerhalb der Endodermis liegende Gewebemasse verstärkt, und dadurch müssen die Endodermis und alle außerhalb derselben gelegenen Zellschichten gedehnt und schließlich zerstört werden, wenn sie nicht durch Wachstum ihrer Elemente sich selbst in genügender

Weise vergrößern. Nur in seltenen Fällen, z. B. bei *Lappa minor* (wo aber doch schließlich vom Perikambium aus Korkbildung und damit normale Ablösung der primären Rinde eintritt) und bei den Wurzelknollen

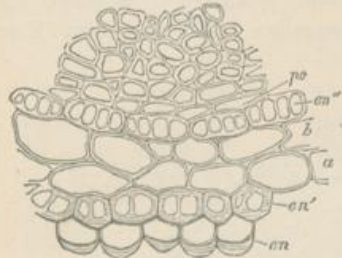


Fig. 160.

Querschnitt durch die äußere Region einer 0,7 mm dicken Wurzel von *Gentiana lutea*, deren Hypodermis und Endodermiszellen durch unverkorkte Radialwände geteilt sind.

Bedeutung der Buchstaben wie bei Fig. 156. 180fach vergr.

von *Aconitum Napellus* folgt die primäre Rinde thatsächlich längere Zeit durch Wachstum der Dehnung, meist geschieht dies nur ganz kurze Zeit und dann tritt zuerst Zerstörung der Epidermis und Hypodermis, dann des primären Rindenparenchyms und der Endodermis ein. Bei *Gentiana lutea* z. B. folgt Endodermis und Hypodermis durch Teilung (siehe Fig. 160) und Wachstum der Elemente nur so lange, bis die Wurzel etwa 1 mm dick ist, dann beginnt schon die Sprengung der primären Rinde. Ehe die Endodermis zerstört wird, beginnt in der direkt unter der Endodermis liegenden Parenchymschicht, dem sogenannten Perikambium, Tangentialteilung der Zellen, welche zur Entstehung eines Korkmeristems führt. Die durch die Thätigkeit des Phellogens (des Korkmeristems) gebildete Korkschiebt stößt schließlich jedes Gewebe ab, welches außen von ihr liegt, und bildet dann die äußerste Schicht der sekundär verdickten Wurzeln. In Fig. 159 ist der Querschnitt einer Wurzel schematisch dargestellt, deren primäre Rinde und Endodermis (*Ep*, *H*, *p*, *E*) soeben zerrissen, und in welcher alle die erwähnten sekundären Gewebe gebildet worden sind. Nur in höchst seltenen Fällen, z. B. bei den Wurzeln der Klusiaceen, von *Anisostichus* und bei der Wurzel von *Ipomoea purga*, beginnt, wie schon früher erwähnt die Peridermbildung in oder dicht unter der Epidermis der normal oder anormal gebauten Wurzeln.

e) Der normale sekundäre Bau der Wurzel.

Der Bau, welchen die Wurzel nach Abstofsung der primären Rinde und Endodermis zeigt, der sekundäre Bau der Dikotyledonenwurzeln, ist für uns von besonderem Interesse, da die als Droge verwendeten Wurzeln der Dikotyledonen diesen Bau besitzen, und wir müssen deshalb noch spezieller auf denselben eingehen.

Als einen der beiden vorhandenen Reste der primären Gewebe finden wir in Wurzeln, welche sich in dem in Rede stehenden Entwicklungsstadium befinden, die im Centrum der Wurzel liegenden Gefäßstränge (*G*, Fig. 159) des radialen Gefäßbündels und das sie umgebende, vom primären Zustande herrührende Parenchymgewebe (*pp*, Fig. 159) oder Sklerenchymgewebe. An diese primäre Gewebemasse

schließt sich direkt das sekundäre Holz (der Holzkörper, das Xylem) an, welches durch das Kambium (*V*, Fig. 159) von der sekundären Rinde geschieden wird. Ist noch keine Borkenbildung eingetreten, so findet man in der Peripherie, mit der sekundären Rinde im direkten Zusammenhang stehend und meist ohne deutlich sichtbare Grenze in dieselbe übergehend, als den zweiten der beiden vorhandenen Reste der primären Gewebe eine Partie von primärem Parenchym, welches die meist zusammengedrückten, oft völlig unkenntlich gemachten primären Siebstränge des radialen Gefäßbündels (*S*, Fig. 159) umgiebt. An die sekundäre Rinde und diese Reste des primären Gewebes, welches man, mit allen durch Teilung aus seinen Elementen eventuell hervorgegangenen Gewebmassen als „Aufsenrinde der Wurzel“ bezeichnen kann, schließt sich dann die Peridermschicht (*ph*, *km*, *k*) an, welche nun das äußerste Gewebe der Wurzel bildet.

In älteren Entwicklungsstadien der Wurzel kann insofern eine weitere Änderung des Baues eintreten, als durch Borkenbildung kleinere oder größere Stücke des peripherischen Gewebes der sekundären Rinde abgeschnitten, so auch die Reste des primären Parenchyms und die primären Siebstränge völlig entfernt werden, und, an Stelle der ersten Korkschicht, aus wiederum neu gebildeten Meristemen hervorgegangene Korkschichten die äußerste Schicht der Wurzel bilden.

Gehen wir näher auf den Bau der sekundären Gewebe ein, so ist zuerst zu bemerken, daß sich im Holze der Wurzel zwei verschiedene Gewebmassen meist leicht unterscheiden lassen, die Markstrahlen und die Holzstränge. Die normalen Markstrahlen sind schmale, höher als breite Platten von Parenchymgewebe, welche in der Wurzel radial gestellt sind und mit ihrer schmalen Kante aufrecht stehen. Im Querschnitte der Wurzel erscheinen sie deshalb als relativ schmale Streifen (Fig. 159, *M* und *m*), im radialen Längsschnitte als breitere Streifen, im Tangential-schnitte als schmal elliptische Zellgruppen. Ein Blick auf die bei *Radix Sassafras* gegebene Darstellung des Tangentialschnittes und Querschnittes des Wurzelholzes kann zur weiteren Erläuterung der Form der normalen Markstrahlen dienen. Die unverholzten oder verholzten, meist dünnwandigen Parenchymzellen, aus denen sich die Markstrahlen aufbauen, sind radial gestreckt und vorzüglich auf den Tangentialwänden, also denjenigen Wänden, welche quer zur Längsrichtung des Markstrahles stehen, mit zahlreichen Tüpfeln versehen. Die Markstrahlen können aus einer einzigen Zellreihe bestehen, die radial durch die übrigen Gewebmassen hinstreicht, oder sowohl in ihrer Höhe als in ihrer Breite aus mehreren Zellreihen zusammengesetzt sein. Im letzteren Falle finden sich zwischen den Zellen, vorzüglich in radialer Richtung verlaufende Intercellularräume. Besonders leicht bei jüngeren Wurzeln lassen sich meist zwei Arten von Markstrahlen unterscheiden, die Hauptmarkstrahlen und die kleineren Markstrahlen. Die Hauptmarkstrahlen (Fig. 159, *M*) laufen auf die Erstlinge der Gefäßstränge des radialen Gefäßbündels zu, sind die ältesten und meist die breitesten und zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie die

Höhe der ganzen Wurzellänge besitzen, also als breite Platten das ganze Wurzelholz durchziehen; die kleineren, normalen Markstrahlen (*m*, Fig. 159) liegen zwischen diesen, sind meist schmaler und stets niedriger und dringen, je nach ihrem Alter, mehr oder weniger tief nach dem Centrum der Wurzel zu vor. Die Zahl der kleineren Markstrahlen wird um so größer, je dicker die Wurzel wird, indem sich zwischen die bestehenden Markstrahlen immer neue einschieben, so daß das Verhältnis zwischen dem Markstrahlenparenchym und dem übrigen Gewebe immer annähernd gleich bleibt. Die Hauptmarkstrahlen scheinen meist in älteren Wurzeln mehr und mehr undeutlich zu werden und können auch von vornherein fehlen.

Der Zwischenraum zwischen diesen Markstrahlen wird völlig ausgefüllt von den Holzsträngen (Xylemsträngen), und diese erscheinen demnach auf dem Querschnitte der Wurzel ebenfalls als radiale Gewebestreifen, während uns der Tangentialschnitt des sekundären Holzes lehrt, daß sie eine zusammenhängende, nur von den Markstrahlen durchbrochene Gewebemasse sind, und die Länge der eigentlichen „Stränge“ nur abhängt von der Höhe zweier benachbarter Markstrahlen, zwischen denen die Holzstranggewebe allerdings Platten bilden. Die unter der Bezeichnung Holzstränge zusammengefaßte Gewebemasse besteht nun in den normalen Fällen stets aus den Zellformen, welche die Gefäßstränge der Leitbündel charakterisieren, also aus 1. Tracheen (Fig. 159. *sg*), 2. Parenchymzellen, welchen 3. die als Begleiter der beiden ersten Zellformen in den Gefäßbündeln häufig vorkommenden Sklerenchymfasern (*sk*, Fig. 159), in allen normalen Fällen beigesellt sind oder diese ersetzendes Ersatzsklerenchym und andere Übergangsformen zwischen Sklerenchym- und Parenchymelementen. Oxalatzellen, Ölzellen, Milchröhren und intercellulare Sekretbehälter sind nicht selten und in verschiedener Ausdehnung Begleiter dieser 3 für das sekundäre Holz charakteristischen Zellformen.

Die Tracheen sind gewöhnlich zu Strängen zusammengestellt, welche stets nach einer kürzeren oder längeren Strecke des Verlaufes sich in tangentialer Richtung einander zuneigen und miteinander in direkte Berührung treten und so gleichsam Netze bilden, welche das ganze Holz durchziehen. Die Gefäße werden stets begleitet von Parenchym, und zwar umgibt dieses die einzelnen Gefäße oder die Stränge von Gefäßen einfach ringsum, mit diesen kleine Gruppen bildend, oder es ist zu mehr oder weniger regelmäßig angeordneten, tangential stehenden Gewebepplatten zusammengestellt, an welche sich stets die Gefäße anlehnen, und welche zugleich mit den Markstrahlen an einer oder der anderen Stelle in Verbindung treten. Dabei zeigen die Parenchymzellen oft, vorzüglich im inneren Teile des Holzes eine Anordnung, welche deutlich erkennen läßt, daß sie aus spindelförmigen Kambiumzellen durch direkte wiederholte Querteilung derselben hervorgegangen sind, indem sie im Tangentialschnitt des Wurzelholzes in Längsreihen stehend erscheinen, deren jede eine der spindelförmigen Mutterzelle ähnliche Gestalt hat, deren Endzellen also relativ klein und oft dreieckig sind, deren Zellen nach der Mitte der

Längsreihe zu successive größer und breiter werden. Stehen mehrere solcher Längsreihen neben- und übereinander, so fällt die charakteristische Anordnung weniger auf, als wenn einzelne Reihen im Holze vorkommen, und verschwindet da, wo alle Parenchymzellen sich lebhaft vergrößern und abrunden. Die Sklerenchymfasern nehmen den ganzen übrigen Raum des Holzes ein und bilden so häufig ein zusammenhängendes festes Netzwerk.

Eine besondere Erwähnung verdient noch eine Erscheinung, welche bei den Wurzeln meist weniger stark ausgesprochen auftritt als bei den Achsen, immerhin sehr häufig deutlich entwickelt ist, die sogenannten Jahresringe des sekundären Wurzelholzes. Durch die Thätigkeit des Kambiums wird dem Holze in jedem Jahre eine Schicht von neuem Holze hinzugefügt. Bei unseren einheimischen Gewächsen beginnt im Frühjahr beim Austreiben der Knospen die Arbeit des Wurzelkambiums, setzt sich den Sommer hindurch kräftig fort, dann den Winter über schwächer und erlischt kurz vor Beginn der neuen Jahresperiode im Frühjahr. Die in den verschiedenen Jahren erzeugten Holzschichten grenzen sich nun infolge von Differenzen gegeneinander ab, welche im Baue des Frühjahrsholzes und Winterholzes auftreten. Diese Differenzen können in der Verschiedenheit der Gestalt und der Anordnung der Zellformen bestehen. Als Gestaltveränderung ist hauptsächlich die im Winterholze häufig vorkommende Verschmälerung des Querschnittdurchmessers der Elemente in der Richtung des Radius des Wurzelquerschnittes, unter gleichzeitiger stärkerer Verdickung der Zellwand der Sklerenchymfasern und Tracheiden und die Verkleinerung des Durchmessers der Gefäße zu erwähnen. Durch diese Kontraste also erscheint das sekundäre Holz dann konzentrisch geschichtet, und man nennt eine jede Schicht, welche von dem Kambium innerhalb des zwischen einem Frühjahr und dem nächsten Frühjahr liegenden Zeitraumes erzeugt wurde, einen Jahresring.

Bezüglich des Kambiums ist hier dem in Abschnitt b) dieses Kapitels Gesagten nur hinzuzufügen, daß dasselbe nur aus ein paar Schichten noch indifferenten Meristemgewebes besteht, an welche sich beiderseits noch in ihrer Ausbildung begriffene Elemente in geringerer oder größerer Anzahl anschließen, so daß eine scharfe Grenze zwischen Kambium und fertigem Holze und fertiger Rinde nicht vorhanden ist. Außerdem ist zu erwähnen, daß die Meristemzellen des Kambiums da, wo sie an Markstrahlen grenzen, meist nicht eine gestreckte Form haben, sondern nur die Länge der einzelnen Markstrahlzellen besitzen, doch aber zu Gruppen zusammengestellt sind, welche erkennen lassen, daß sie durch Teilung einer spindelförmigen gestreckten Meristemzelle entstanden sind, welche den übrigen Meristemzellen gleich.

Wie sich in dem innerhalb des Verdickungsringes liegenden sekundären Holze Markstrahlen und Holzstränge unterscheiden lassen, so lassen sich in der außerhalb des Verdickungsringes liegenden sekundären Rinde Markstrahlen und Rindenstränge (de Barys Baststränge, auch Bast-

strahlen, Phlömstränge genannt) unterscheiden. Die Markstrahlen der Rinde bilden die direkte Fortsetzung der Holzmarkstrahlen und besitzen alle wesentlichen Eigenschaften der letzteren. Die Rindenstränge bilden die direkte Fortsetzung der Holzstränge; sie bestehen stets aus zwei Bestandteilen, 1. aus Siebsträngen (Fig. 159, *ss*) und 2. aus Parenchym (Strangparenchym, Bastparenchym, Fig. 159, *sp*). Zu diesen charakteristischen Bestandteilen kommen nicht selten Sklerenchymfasern oder auch Sklerenchymersatzfasern und Sklerenchymzellen. Bei Pflanzen, welche Milchröhren führen, finden sich dieselben meist und zwar dann als Begleiter der Siebröhren in der sekundären Rinde. Von Sekretzellen sind Oxalatzellen sehr häufig im Parenchym der Rindenstränge und der Markstrahlen zu finden, nicht selten liegen in denselben Regionen auch Sekretzellen anderen Inhaltes, und in den Rindensträngen finden sich hie und da auch sekretführende Intercellularräume.

Die Siebstränge stehen häufig im inneren Teil der sekundären Rinde in regelmäßigen radialen Abständen und erscheinen im Querschnitte der Wurzel oft auch in regelmäßige durch Strangparenchym unterbrochene Tangentialreihen angeordnet. Ihr Verlauf gleicht sonst dem der Tracheenstränge des Holzes. Sie sind rings von dem Parenchym umgeben, welches an das Markstrahlenparenchym angrenzt. Die Sklerenchymfasern können einzeln stehen und im Parenchym zerstreut liegen; meist sind sie zu Strängen verbunden, die im Querschnitte der Wurzel in mit den Tangentialreihen der Siebstränge abwechselnden Tangentialreihen und zugleich in Radialreihen geordnet sein können, oder sie bilden tangential gestellte, mit den Siebstrangreihen abwechselnde Bänder u. s. w.

Den Jahresringen entsprechende Erscheinungen finden sich in der sekundären Rinde nicht, wenigstens ist eine scharfe Grenze zwischen den Jahresproduktionen in der sekundären Rinde für keinen Fall gefunden worden.

Von Wichtigkeit ist es, daß wir noch auf einen prinzipiellen Unterschied zwischen sekundärem Holze und sekundärer Rinde aufmerksam machen. Während im sekundären Holze alle Elemente die Gestalt, Größe und Lagerung beibehalten können, welche sie nach ihrer Ausbildung aus den Meristemzellen angenommen haben, ist dieses bei den Zellen der sekundären Rinde nicht möglich; denn jede vorhandene Zone des Rindengewebes erleidet durch die innerhalb von ihr sich entwickelnden neuen Gewebeschichten eine Dehnung, und die jeweilig äußeren Gewebemassen müssen deshalb entweder ihre Lage oder die Gestalt ihrer Elemente ändern oder beides, oder sie müssen zu Grunde gehen. Wie wir wissen, bleiben die äußeren Schichten relativ lange erhalten, und dieses verdanken sie wesentlich der Thätigkeit ihrer Parenchymzellen. Die Elemente des Parenchymgewebes der sekundären Rinde folgen nämlich entweder alle dieser Dehnung in annähernd gleichem Maße durch Wachstum und hauptsächlich durch Tangentialwände erfolgende Teilung, so daß durch diesen Prozeß sowohl die Rindenstränge als die Markstrahlen nach außen zu

mehr und mehr an Breite und Zahl der Parenchymzelle zunehmen, oder das der Dehnung folgende Wachstum findet fast ausschließlich im Markstrahlenparenchym, nicht im Rindenstrangparenchym statt, so daß die Markstrahlen sich sehr energisch nach außen zu verbreitern, die Rindenstränge kaum an Breite zunehmen.

Im letzteren Falle behalten die nicht wachsenden Elemente der Rindenstränge, also die Siebröhrenstränge, die Sklerenchymfasern, die Sekretzellen etc. die Lage, welche sie bei ihrer Entstehung besaßen, der Hauptsache nach bei, in ersterem Falle rücken die nicht wachsenden Zellen oder Zellgruppen der Rindenstränge in tangentialer Richtung mehr und mehr auseinander. In beiden Fällen treten an den Siebröhren und Siebröhrensträngen stets Veränderungen in den älteren Schichten des sekundären Rindengewebes ein, welche in einem Zusammenfallen der ihren Inhalt verlierenden Siebröhren und einem (scheinbaren?) Aufquellen ihrer Membranen und der Membranen der übrigen Elemente der Siebstränge bestehen. Diese Veränderung bezeichnet man als Obliteration der Siebstränge. In dem Parenchym der Markstrahlen und in dem der Rindenstränge findet ferner häufig mit zunehmendem Alter der Zellschichten eine Umwandlung einzelner oder in Gruppen zusammenstehender Parenchymzellen zu Sklerenchymzellen statt, welche oft einen charakteristischen Unterschied zwischen jüngeren und älteren Rindenregionen bedingt. In selteneren Fällen tritt ferner in den älteren äußeren Teilen des sekundären Rindenparenchyms die Entstehung größerer luftführender Intercellularlücken ein, indem entweder Zellgruppen zerstört werden oder Auseinanderweichen der Zellen stattfindet. Solche Lücken finden sich z. B. bei *Gentiana lutea*.

Alle die eben beschriebenen, durch die Dehnung der äußeren Rindenpartieen bewirkten Erscheinungen kann man selbstverständlich dann nicht mehr beobachten, wenn eine energische Borkenbildung stattfindet, durch welche, wie z. B. bei alten Wurzelrinden von *Punica Granatum*, die äußeren Rindenregionen eher abgeworfen werden, als sie die Veränderungen, welche die Dehnung veranlaßt, in irgend auffallender Weise zeigen können.

Das erste Periderm der Wurzeln besteht also im vollkommensten Falle aus einer inneren Schicht von Phelloderm, dem Korkmeristem und der äußeren Korksicht. Das Phelloderm, ein Parenchym, dessen äußerste Lagen lückenlos schließen, in Radialreihen stehen und hie und da kollenchymatisch sind, wandelt sich meist nach innen zu mehr und mehr in ein dem Parenchym der äußeren Rindenstrahlen völlig gleichendes Gewebe um, dessen Elemente ebenfalls in Sklerenchymzellen übergehen können u. s. w. Über die Korksichten, welche verschiedenartige Dicke besitzen und aus verschieden gebauten Korkzellen bestehen können, ist nichts Besonderes zu bemerken. Sowohl in der ersten Peridermschicht, als in den Borke bildenden Peridermschichten kommen meist Lenticellen vor.

d) Anatomie der Dikotyledonenwurzeln, welche ein anormales sekundäres Dickenwachstum zeigen.

Die dünnen Wurzelspitzen und Zweige der Dikotyledonenwurzeln, welche noch den primären Bau zeigen, besorgen wesentlich nur die Aufnahme von Nährstoffen aus dem Boden, und nur bei ganz jungen und kleinen Pflanzen kann das Haften der Wurzelhaare an den Bodenpartikelchen auch noch für die Befestigung der Pflanze im Boden eine erhebliche Bedeutung besitzen. Besondere Nebenleistungen üben die Wurzelspitzen der Pflanze in keinem Falle aus, und zeigen daher alle Dikotyledonenwurzeln im primären Zustande den normalen Bau. Die meisten Dikotyledonenwurzeln stoßen auch bald ihre primäre Rinde ab und gehen auch in dieser Beziehung in normaler Weise in das sekundäre Stadium über; nur einige wenige kurzlebige Wurzeln behalten den primären Bau während ihrer Dauer bei, so z. B. die Nebenwurzeln von *Primula auricula* und *Ficaria ranunculoides*. Bei anderen einjährigen Wurzeln, wie z. B. bei *Vincetoxicum officinale* und unserer *Valeriana officinalis* bleibt die primäre Rinde zwar zeitlebens erhalten, es findet jedoch schon eine unbedeutende Anlage sekundärer Gewebe statt oder schließlich eine reichliche, wie bei der einjährigen Knolle von *Aconitum Napellus*, bei welcher ebenfalls kein Abstossen der primären Rinde durch Peridermbildung erfolgt.

Anders als mit dem primären Baue verhält es sich mit dem sekundären. Hier finden sich bei umgestalteten Wurzeln nicht selten weitgehende Anomalieen, seltener auch bei solchen Wurzeln, welche man vom morphologischen Standpunkte nicht gut zu den umgestalteten Wurzeln stellen kann. Im letzteren Falle hängen jedoch auch diese Erscheinungen mit biologischen Eigentümlichkeiten der betreffenden Pflanzen zusammen, wie z. B. die Anomalie des Baues der Senegawurzel und Brechwurzel wahrscheinlich in Beziehung stehen zu der energischen Kontraktion, welche die Wurzeln dieser Pflanze ausführen müssen, um die Achsen in die Erde zu ziehen. Vorzüglich häufig findet man einen anormalen anatomischen Bau bei Wurzeln, welche sich zu dicken, fleischigen Reservestoffbehältern ausgebildet haben. Allerdings giebt es sehr zahlreiche Fälle solcher umgestalteten Wurzeln, die keine eigentlichen Anomalieen zeigen, bei denen die Verdickung nur auf mächtiger Ausbildung der verschiedenen Parenchymmassen beruht. So z. B. kommt die Verdickung und das Fleischigwerden der Wurzeln von *Symphytum officinale* hauptsächlich durch massige Entwicklung des Markstrahlenparenchyms zu stande, bei anderen, z. B. bei *Pastinaca sativa*, beruht sie auf starker Entwicklung des Holzstrangparenchyms. In einer ganzen Anzahl von Fällen sind jedoch, wie gesagt, die fleischigen, dicken Wurzeln anormal gebaut.

Man kann die in Rede stehenden, bekannt gewordenen Anomalieen in zwei Gruppen ordnen, welche sich in folgender Weise charakterisieren lassen:

- a) Bei der Entstehung der Anomalieen der ersten Gruppe wird ein normales Kambium angelegt, doch erzeugt dasselbe die verschiedenen Gewebearten nicht in der normalen Form, Zusammenstellung und Anordnung zu einander.
- b) Bei der Entstehung der Anomalieen der zweiten Gruppe wird ein normales Kambium angelegt, es entstehen jedoch, während das normale Kambium weiter arbeitet oder erlischt, neue „sekundäre“ Kambien, welche ihrerseits Gewebe erzeugen.

a) Zu der ersten Abteilung können wir schon diejenigen Wurzeln rechnen, welche keine normalen Markstrahlen mehr bilden, sei es, dafs, wie bei der fleischigen, verdickten Wurzel von *Jateorrhiza Columba*, der Kalumbowurzel, die Markstrahlzellen von dem Strangparenchym deshalb nicht mehr zu unterscheiden sind, weil beide aus etwas radial gestreckten, durchaus gleichartigen Zellen bestehen oder weil, wie bei der Wurzel von *Psychotria Ipecacuanha* die Markstrahlen des Holzes, die Markstrahlen aus sklerenchymfaserähnlichen Ersatzfasern oder ähnlichen längsgestreckten und beiderseitig zugespitzten Elementen bestehen u. s. w. Auch die Wurzel von *Leontodon Taraxacum* gehört hierher, bei welcher in der relativ mächtig entwickelten sekundären Rinde und dem Holze die kleinen Markstrahlen völlig fehlen. Ein mit noch größerem Rechte hierher zu stellendes anormales Verhalten tritt uns bei der Wurzel von *Gentiana* entgegen. Bei *Gentiana lutea*, *purpurea* etc. erzeugt das Kambium normale sekundäre Rinde, aber kein normal gebautes Holz; denn es legt in demselben neben den normalen Bestandteilen des sekundären Holzes auch zahlreiche, kräftige Siebstränge an. Eine ähnliche Erscheinung ist nur noch für die Stämme von *Strychnos*arten und eine *Malpighiacee* bekannt, bei denen jedoch die Siebröhren der Rinde ganz fehlen und dafür im Holze vorkommen (de Bary, Anatomie, § 186). Die *Senegawurzel* zeigt an einzelnen Stellen eine ganz andere Anomalie; ihr Kambium erzeugt nämlich dort nicht nach allen Seiten normales sekundäres Holz und normale sekundäre Rinde, sondern auf größeren oder geringeren Strecken seines Umfanges, sowohl nach innen als nach außen zu, nur Parenchym, dessen Bau von dem des Markstrahlenparenchyms etwas abweicht.

b) Viel auffallender, als die eben besprochenen sind die Anomalieen der zweiten Kategorie, unter welche eine ganze Reihe sehr verschiedenartiger Fälle zu rechnen sind, über welche wir nur kurze Andeutungen machen können, da eine eingehende Besprechung uns zu weit führen würde. Eine bekannte hierher gehörige Anomalie ist die, welche wir bei der Runkelrübe, *Beta vulgaris*, finden. Dort wird zuerst ein normales Kambium angelegt, welches eine Zeit lang arbeitet, dann, schon wenn die Wurzel 0,5 mm dick ist, wird in der äußeren Region der sekundären Rinde durch Tangentialteilung der Parenchymzellen eine ringsum

geschlossene, dem normalen Kambium parallele sekundäre Kambiumzone gebildet. Diese verhält sich ganz normal, erzeugt eine Zeit lang nach außen zu Rindengewebe, nach innen zu Holz, stellt aber dann ihre Thätigkeit ein, während gleichzeitig eine neue, tertiäre Kambiumschicht in dem von dem sekundären Kambium erzeugten Rindengewebe entsteht, welche gleiche Eigenschaften wie das primäre und sekundäre Kambium

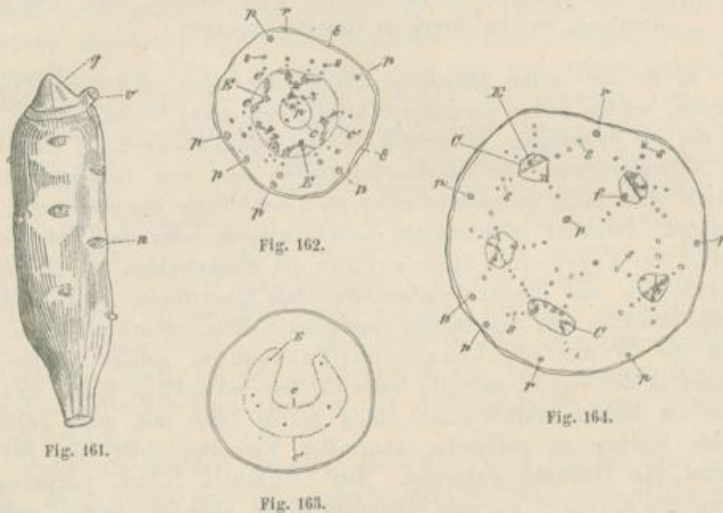


Fig. 161. Atis-Knolle, Knolle von *Aconitum heterophyllum*, deren Spitze und Wurzelzweige abgeschnitten sind.

Fig. 162. Schema des Querschnittes durch den unteren Teil der Knolle von *Aconitum heterophyllum*.

F primärer Gefäßstrang. *εε* Tracheenstränge des sekundären Holzes. *c'* normales Kambium *p* primäre Siebstränge. *s* Siebstränge der normalen sekundären Rinde. *c* sekundäres, *a* normales Kambium. *f* vom Kambium *c* erzeugte Tracheenstränge des anormalen Holzes. *pa* normaler Siebstrang. *ε* Endodermis. *r* primäre Rinde.

Fig. 163. Schema des Querschnittes durch einen etwas höher gelegenen Teil der Knolle von *Aconitum heterophyllum*.

F die Stellen, an welcher die Erstlinge der primären Gefäßstränge (*F* der Fig. 162) stehen. *c'* primäres Kambium. *c* sekundäres Kambium.

Fig. 164. Schema des Querschnittes durch den oberen, stark verdickten Teil der Knolle von *Aconitum heterophyllum*.

p primäre Siebstränge. *s* sekundäre Siebstränge. *C* Verschmelzungsprodukt des sekundären und primären Kambiums, kleines ringförmiges Kambium. *E* Erstling des primären Gefäßstranges. *f* vom sekundären Kambium erzeugter Tracheenstrang.

besitzt. Indem sich dieser Prozess immer wiederholt, entstehen in der Runkelrübe jene bekannten konzentrischen Ringe, welche aus abwechselnden Holzzonen und Rindenzonen bestehen. Anders verhält sich die knollig verdickte Wurzel von *Aconitum heterophyllum* (siehe meine Abhandlung im Archiv der Pharmacie 1881, Heft 3). Dort ist zu dem ur-

sprünglich ebenfalls und in der Spitze der Knolle noch vorhandenen normalen Kambium in dem etwas dickeren Teile der Knolle ein inneres sekundäres Kambium (c, Fig. 162) hinzugekommen, welches in umgekehrter Richtung arbeitet, also nach innen zu Gewebe, welches dem sekundären Rindengewebe gleicht, nach außen zu dem sekundären Holz ähnliches Gewebe abscheidet. Verfolgt man die beiden Kambien weiter aufwärts in der Wurzel, so sieht man, wie sie sich zwischen zwei primären Gefäßsträngen einander zuneigen und schließlich so verschmelzen, daß die in Fig. 163 dargestellte Form des Kambiums entsteht. Durch Wiederholung dieses Vorganges in dem zwischen den übrigen primären Gefäßsträngen liegenden Parenchym wird schließlich jeder primäre Gefäßstrang mit dem ihm angrenzenden, durch die Thätigkeit des normalen und des sekundären Kambiums erzeugten Holze im oberen, dickeren Teile der Wurzel von einem geschlossenen Kambiumring umgeben. Fig. 164 stellt den Querschnitt durch die dickste Partie der Knolle dar und wird zur Erläuterung des Gesagten beitragen, welches für uns noch deshalb von besonderer Bedeutung ist, weil es das Verständnis des anormalen Baues der Jalapenknolle wesentlich erleichtern kann.

Bei einer Reihe von Konvolvulaceenwurzeln findet man ein normales Kambium, es bilden sich aber außerdem bei stärkerem Dickenwachstum um die im Parenchym des sekundären Holzes locker eingestreuten Gefäßstränge kleine ringförmige Kambien, welche ganz wie die fünf bis sechs kleinen Kambiumringe der Knolle von *Aconitum heterophyllum* nach außen zu sekundäres Rindengewebe, nach innen zu sekundäres Holzgewebe abscheiden. So ist es auch bei der jungen Jalapenknolle, der Wurzelknolle von *Ipomoea Purga*. Wie es sich bei dieser Wurzel weiter mit dem Öffnen und Zusammenfließen der kleinen Kambiumringe zu Kambiumzonen, welche dann mit dem primären Kambium parallel verlaufen, verhält, ist in der Beschreibung der Droge nachzulesen.

Bei anderen Konvolvulaceenwurzeln z. B. bei *Pharbitis hispida* findet sich ebenfalls ein normales Kambium; es entstehen aber dann kleine sekundäre Kambien in dem Parenchym der normalen sekundären Rinde, welche im übrigen sich gleich verhalten wie im vorigen Falle (de Bary, Anatomie, S. 624).

Ähnlich wie *Pharbitis* verhält sich auch anfänglich die Wurzel von *Ipomoea Turpethum*, während sich bei älteren Wurzeln auch im normalen sekundären Holze kleine anormale Ringkambien bilden.

Im allgemeinen den besprochenen ähnliche Erscheinungen finden sich noch bei vielen anderen verdickten Wurzeln dikotyledoner Gewächse, so z. B. bei *Rumex*-Arten (Schmitz, Botan. Zeitung 1875; de Bary, Anatomie, S. 623), bei *Begonia*-Arten, bei *Brassica*-Arten (Weifs, Flora 1880, S. 116).

Welche biologische Bedeutung den Anomalien des Dickenwachstums der Wurzeln zukommt, muß für jeden einzelnen Fall noch

genau untersucht werden, da wir bisher noch für keinen Fall Sicheres wissen.

Für *Aconitum heterophyllum* habe ich an der Hand der bei *Aconitum Lycoctonum* beobachteten Thatsachen eine Erklärung zu geben versucht (Archiv der Pharmacie 1881, 3. Heft), ebenso für die Senegawurzel (Archiv der Pharmacie 1887, Heft 13).

Dafs bei Wurzeln, welche sehr reichlich Parenchym entwickeln, wie die Kalumbowurzel, die normalen, aus radial gestreckten Zellen bestehenden Markstrahlen schwinden, ist wohl leicht daraus erklärlich, dafs die parenchymatischen Leitungsbahnen so übermäfsig weit werden; denn es wird die Pflanze dann auch ohne eine besondere, sehr zweckmäfsige Konstruktion der parenchymatischen Leitungsbahnen auskommen.

Bei der Brechwurzel ist das Auftreten der sklerenchymfaserähnlichen Zellen an Stelle normalen Markstrahlenparenchyms wahrscheinlich im Laufe der phylognetischen Entwicklung hervorgerufen worden durch das Bedürfnis der Festigkeit des dünnen Holzes, welches wiederum bedingt war durch die starken Kontraktionen, welche die Wurzel ausführen mufs. Für *Gentiana lutea* will ich noch darauf aufmerksam machen, dafs die Siebröhren im Holze des Rhizomes und durch sie auch die Siebröhre im Holze der Hauptwurzel in direktem Zusammenhange stehen mit den Siebröhren der Unterseite der bikollateralen Gefäfsbündel der Blattstiele; es können also auf diesem Wege dem Holze der als Reservestoffbehälter dienenden Wurzel direkt Nährstoffe von den Blättern zugeführt werden. Im Frühjahr können wiederum die Siebstränge des Holzes zum schnellen Fortschaffen der Reservestoffe aus dem mittleren, ebenfalls reichlich Reservestoffe speichernden Holze dienen. Es ist ferner auch für die Anlage der anormalen, sekundären Kambien in sehr dicken fleischigen Wurzeln zu vermuten, dafs sie wesentlich deshalb entstanden sind, weil es vorteilhaft für die betreffenden Pflanzen war, je nach Bedürfnis, d. h. je nach dem Grade der fortschreitenden Verdickung der Wurzel, neue Wege zur Zufuhr und Abfuhr der Reservestoffe anlegen zu können. Siebröhren und Tracheen gehen nur aus Meristemzellen hervor und diese müssen, wenn die Anlage von neuen Elementen ersterer Arten erfolgen soll, vorher in genügender Menge gebildet werden, während für die Vermehrung der Parenchymzellen die Anlage von Kambien nicht nötig ist.

Wo derartige Anomalien in dünnen Wurzeln vorkommen, sind sie vielleicht mit den Eigenschaften der oberirdischen Achsen in Zusammenhang stehende Korrelationserscheinungen, wie ich es z. B. für *Aconitum Lycoctonum* annehme (Archiv der Pharmacie 1881, S. 14), oder sie sind vielleicht dort auch in manchen Fällen als jetzt zwecklose rudimentäre vererbte Eigenschaften zu betrachten.

3. Monographien wichtiger Wurzelroge.

A) Wurzeln von normalem Monokotyledonen-Baue.

a) **Radix Sarsaparillae.**

Sarsaparillwurzel.

Litteratur.

Stammpflanze, Kultur und Einsammlung: Humboldt, Reise in die Äquinoctialgegenden des neuen Continentes III (Stuttgart 1800) S. 390. — Poeppig, Trimens Journ. of Botan. I (1872) 102. — Appun, Unter den Tropen I, 1871. S. 218. — Spruce, Journ. of Linn. Soc., Bot. IV, 1860, 185. — De Candolle, Monographiae Phanerogamarum, vol. I, 1878. — Schiede, Botanische Berichte aus Mexiko, Linnaea IV, 1829, S. 576. — Thomas, Histoire naturelle de quelques plantes médicinales du Mexique, Journal de Pharmacie et de Chemie. 1867. p. 258. — Hooker, Bot. Magaz. 1889, June, p. 7054 und Pharmac. Journ. and Transact. 1889, p. 989. — Flückiger and Hanbury, Pharmacographia, London, 1879, p. 704, 710 etc. — Handels-Bericht von Gehe & Co. in Dresden 1887, S. 32. — Flückiger, Pharmakognostische Umschau an der Pariser Ausstellung, Archiv der Pharmacie 214 (1879) S. 59. — Pereira, Elements of Materia medica II. (Part I, London 1855) 277—284. — Ferdinand Otten, Dragendorffs Jahresbericht 1876, S. 74. — Tschirch, Südamerikanische Ausstellung in Berlin, 1886. Pharmac. Zeitung (Springer) 1887, No. 17 u. 18. — Holmes, Pharmac. Journal and transact., 1886, p. 404.

Morphologie und Anatomie: Arthur Meyer, Über Smilax China L. und über die Sarsaparillwurzeln. Archiv der Pharmacie, 218 (1881) S. 272—290. — Schleiden, Archiv der Pharmacie 102, S. 25—64; ferner Botanische Pharmakognosie, 1857, S. 69 bis 81. — Collin, Journ. de Pharmac. publié par la société de pharmacie d'Anvers, Anvers, 1883, 39, p. 169. — Carpentier, Des Sarsapareilles Thèse de l'École de pharmacie de Paris 1869. — Van der Colme, Des Sarsapareilles, Thèse de la Faculté de médecine de Paris (1870).

Chemie: Pereira, Elements of Materia medica II, Part I. (1855) p. 286. — Palotta, Schweiggers Journ. Chem. Phys. 44, S. 147. — Marquis, Archiv der Pharmacie (3) 6. (1875) S. 331. — Otten, Dissertation. 1876. Dorpat. — Flückiger, Archiv der Pharmacie 210 (1877) 532. — Blakstone, Pharmac. Journ. Trans. (3) 481, p. 204.

Geschichte: Monardes, Simplicium medicamentorum historia. Ausgabe von Clusius Antverpiae 1593, p. 348.

Stammpflanze: Der Name der Stammpflanze ist für keine der im Handel vorkommenden Sarsaparillwurzelsorten mit Sicherheit bekannt. Man weiß nur sicher, daß alle Sarsaparillwurzeln von großen Arten der Gattung Smilax abstammen, welche zu der Unterabteilung der Liliaceen, zu den Smilaceen gehört. Nach dem verschiedenen anatomischen Baue der Wurzel der in den Handel kommenden Sarsaparillwurzeln sind wir genötigt anzunehmen, daß mindestens 4 Smilaxarten Sarsaparillwurzeln liefern. Die Honduras-Sarsaparille und die Veraeruz-Sarsaparille des Handels stammen von zwei verschiedenen Smilax-Arten.

Verbreitung: Smilaxarten, welche die im Handel vorkommende Sarsaparillwurzel liefern könnten, finden sich in Mexiko, Centralamerika und

der Nordhälfte von Südamerika. Sie bevorzugen feuchtere Standorte und wachsen vorzüglich an den Ufern der Flüsse und Sümpfe.

Einsammlung und Kultur: Die Sarsaparille des Handels stammt fast ausschließlich von wild wachsenden Pflanzen ab. Nur auf Jamaika hat man die Pflanze zum Zwecke der Gewinnung der Drogen kultiviert; doch ist die Kultur ohne Bedeutung geblieben. Das Ausgraben der sehr langen, dünnen Wurzeln aus dem mit anderen Wurzeln durchsetzten Boden der schwer zugänglichen Standorte ist eine beschwerliche Arbeit. Man trocknet die gewaschenen Wurzeln teils an der Sonne, teils am Feuer. Am Feuer getrocknete Wurzeln erscheinen aufsen oft durch Einwirkung des Rauches dunkler gefärbt. Man findet die im Handel vorkommende Sarsaparille in sehr verschiedener Weise zusammengelegt. Die einfachste Zurichtung der Wurzel besteht darin, daß man von dem mit ausgegrabenen Rhizome nur die oberirdischen Achsen bis auf kurze Stümpfe abschneidet, die Wurzeln daran sitzen läßt und entweder nur gerade zusammenlegt und mit einigen Wurzeln zusammenwickelt (Verpackung a) oder sie der Länge nach mehrfach zusammenschlägt, entweder so, daß sie das Rhizom umhüllen (b) oder daß letzteres oben auf liegt (c). Eine sorgfältigere Verpackungsweise, die wahrscheinlich erst nach dem Trocknen vorgenommen wird, besteht darin, daß man das Rhizom entfernt, die Wurzeln mehrfach zusammenknickt, so daß ein Bündel entsteht, dessen Enden nur Knickstellen der Wurzel zeigt und dieses Bündel dann mit einigen kräftigen Wurzeln sorgfältig und fest umwindet (d). Eine wahrscheinlich meist erst an den Stapelplätzen der Droge hergestellte Form der Verpackung ist die, welche man die Verpackung in Puppen (e) nennt. Diese etwa 1 m langen, bis 10 kg schweren Puppen bestehen aus geraden, nicht umgebogenen Wurzeln, die zu einem in der Mitte dickeren Bündel zusammengelegt und sehr fest mit den Achsen von Schlinggewächsen umwunden sind. Für den Versand werden die Wurzeln in Häute eingenäht, so daß bis 150 kg schwere Ballen entstehen.

Morphologie der Sarsaparillwurzeln: Die Droge besteht also entweder aus dem Rhizome mit den daran sitzenden Nebenwurzeln oder aus den letzteren allein.

Die Wurzeln sind meist nicht völlig bis zur Spitze erhalten, dennoch oft bis 1 m lang und mit sehr dünnen, kurzen Wurzelzweigen mehr oder weniger reichlich besetzt. In Gebrauch werden zwar nur die Nebenwurzeln gezogen, da das Rhizom als unwirksam gilt, doch wird es immerhin zum Verständnis der Droge beitragen, wenn wir auch das Rhizom etwas näher ansehen.

Das Rhizom der officinellen Smilax-Arten ist ein wickelartig ausgebildetes Sympodium. Fig. 165 stellt das trockene Rhizom einer Honduras-Sarsaparille dar, von dem die Wurzeln abgeschnitten worden sind. Die Narben der abgeschnittenen Wurzeln sind in der Zeichnung durch die kleinen Kreise angedeutet. *o* ist das älteste Glied des Sympodiums,

welches schon an der lebenden Pflanze abgestorben und teilweise verwittert war. Mit 1, 2, 3 sind die successiven Glieder bezeichnet, welche

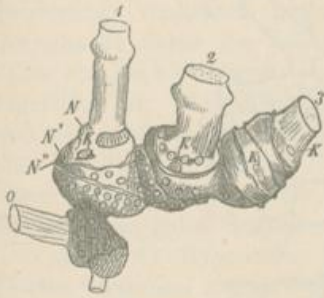


Fig. 165.

Rhizom einer Honduras-Sarsaparille, von welchem die Wurzeln abgeschnitten worden waren.

in die oberirdischen Stämme ausliefen, die durch Abschneiden entfernt worden waren. Am untersten Teile des mit 1 bezeichneten Gliedes erkennt man zwei Reihen von Wurzeln, welche aus zwei verkürzten Internodien entsprangen. Die Narbe N'' des dritten Scheidenblattes, aus dessen Achsel das mit 2 bezeichnete zweite Glied des Sympodiums hervorwuchs, ist schon deutlich zu sehen, dann folgt die Narbe eines vierten Scheidenblattes N' mit der Achselknospe K und schließlich das letzte Scheidenblatt N . In ähnlicher Weise sind die anderen der gezeichneten Rhizomglieder gebaut.

Man versteht ihren Wert leicht, wenn man das Schema Fig. 166 zur Interpretation der ersten Zeichnung benutzt, welches für das ganze Rhizom gilt. 1, 2, 3 bedeuten die analog benannten Stengelstücke der Fig. 165, a, b, c, d bezeichnen die successiven Scheidenblätter, so daß z. B. c des Rhizomgliedes 1 gleich N'' ist. k bezeichnet die in der Abbildung angedeuteten unentfalteten Achselknospen, welche in Fig. 165 mit K bezeichnet sind.

Anatomie der Sarsaparillwurzeln des Handels.

Die Wurzeln aller derjenigen Smilax-Arten, welche die verschiedenen Sarsaparillen liefern, sind nach einem übereinstimmenden Schema gebaut,

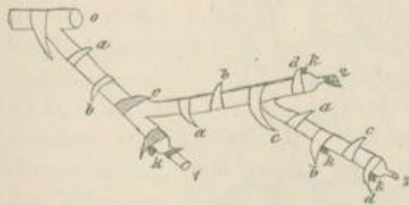


Fig. 166.

Schema für das in Fig. 165 abgebildete Rhizom der Honduras-Sarsaparille.

während es zahlreiche Smilax-Arten giebt, deren Wurzeln eine von dem Baue der Sarsaparillwurzeln sehr abweichende Anatomie besitzen.

Die Sarsaparillwurzeln besitzen im allgemeinen den typischen Bau einer polyarchen, vielstrahligen, Monokotyledonenwurzel. Der spezielle Bau ist der folgende.

Eine Epidermis aus fast kubischen, wenig in der Richtung der Längsachse der Wurzel gestreckten Zellen, die nach außen etwas gewölbt sind, umschließt das ganze Organ. Diese Epidermiszellen sind teilweise zu Wurzelhaaren ausgewachsen, welche jedoch bei der Droge meist abgerissen und abgerieben sind. Man sieht dann nur noch die basalen Teile der Haare und im Querschnitte die beiden Seitenwände der Zelle, wie es

in der Fig. 167, *e* und Fig. 168, 1, 2, *E* dargestellt ist. An die Epidermis schließt sich nach innen zu eine endodermartige Wurzelhypodermis



Fig. 167.

Querschnitt durch eine Honduraswurzel des Handels (mittlerer Teil des Rindenparenchyms weggelassen).

e Epidermis. *s* Hypodermis. *r* Rindenparenchym. *k* Endodermis. *g* Gefäße der Tracheenstränge. *b* Siebstränge. *m* Parenchym der Mitte des radialen Gefäßbündels.

Abbildung nach Luerssen.

an, welche aus 2—4 Lagen von Zellen besteht (Fig. 167, *s*; Fig. 168, *1* und *5, e*). Diese Zellen sind etwa 6—8 mal so lang als breit, im Querschnitte viereckig bis sechseckig und mit mehr oder weniger stark und gleichmäßig verdickten, grob getüpfelten Wänden versehen. Auf dem Querschnitte durch die Zellen fällt in der gemeinsamen Wand zweier Zellen eine stark lichtbrechende mittlere Lamelle auf, welche in Fig. 168 *1, k* abgebildet ist. Diese Lamelle ist verkorkt und bleibt ungelöst, wenn man einen Querschnitt durch die Wurzel mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt, während die Verdickungsschichten, welche innerhalb dieser Korklamelle liegen, nur wenig verholzt sind und durch konzentrierte Schwefelsäure gelöst werden.

Auf diese Hypodermis folgt das mit gleichmäßigen Interzellularräumen versehene, mehr oder weniger Stärke führende Rindenparenchym (Fig. 167, *r*). Die Zellen dieses Parenchyms sind unverholzt, im Querschnitte rundlich und in der Richtung der Wurzelachse gestreckt (4—5 mal so lang als breit). Die Stärkekörner, welche das Rindenparenchym (sowie der centrale Teil des Gefäßbündels) enthält, sind meist aus 2—6 Teilkörnern zusammengesetzt.

In manchen Sorten der Handelsware sind die Stärkekörner durch die künstliche Erwärmung, welche die Wurzeln bei dem Trocknen durchgemacht haben, verkleistert. In verschiedener Häufigkeit kommen im Parenchym der Rinde Krystallschläuche vor, welche ein in eine Schleimmasse eingebettetes Raphidenbündel enthalten. Die einschichtige Endodermis (Fig. 167, *k*, Fig. 168, *7, E*), welche das Rindenparenchym von dem radialen Gefäßbündel trennt, ist aus Elementen zusammengesetzt, welche im Baue denen der äußeren Hypodermis völlig gleichen und noch etwas mehr wie die der letzteren je nach der Species, welcher die Wurzel entstammt in der Art und Weise ihrer Verdickung zu variieren scheint. Das Nähere findet man unten bei der anatomischen Charakteristik der Handelssorten. Innerhalb der Endodermis verläuft das einzige radiale Gefäßbündel der Wurzel, welches den ganzen Raum innerhalb der Endodermis einnimmt. Dasselbe ist hochgradig polyarch, besitzt oft über 40 Strahlen. Die Tracheenstränge (*g—g*, Fig. 167; *T—T'''*, Fig. 168, *7*) bestehen aus einer Gruppe engerer Tracheen, welche nach der Endodermis zu liegt und einer oder einigen weiteren Tracheen, welche nach der Mitte der Wurzel zu liegen und oft 2 Stränge zu einer *v*-förmigen Figur verbinden, zwischen deren Schenkeln der Siebröhrenstrang liegt. Die weiten Tracheen besitzen rechtwinklig zur Längsachse des Gefäßes gestellte, quer gestreckte Hoftüpfeln; die Zwischenwände der Tracheen stehen schräg und sind leiterförmig durchbrochen. Unter den peripherisch gelegenen kleineren Tracheen befinden sich einzelne Spiralgefäße (die Erstlingstracheen). Die im Querschnitte ein kurzes Oval bildenden Siebstränge (*b*, Fig. 167, *S*, Fig. 168, *7*) bestehen ebenfalls aus engeren äußeren und weiteren inneren Elementen. Die Siebplatten der Siebröhren sind sehr schräg gestellt. An die Tracheen legt sich nun zuerst eine einfache

Schicht von Tracheiden (*t*, Fig. 168, 7) an, deren schräge Enden durch eine Membran mit großen runden Tüpfeln verschlossen sind, dann schließlich 1—3 mm lange, stark verdickte Sklerenchymfasern (*sk*, Fig. 167, 7), welche den Raum zwischen den Tracheen und den Siebsträngen ausfüllen. Das Centrum des Gefäßcylinders wird von einem dicken Strange gestreckter, Stärke führender, verholzter Parenchymzellen (*m*, Fig. 167) eingenommen.

Handelssorten der Sarsaparillwurzel.

Im deutschen Handel unterscheidet man nur zwei Sorten von Sarsaparillwurzeln, Honduras-Sarsaparilla und Veracruz-Sarsaparilla, die, wie es scheint, von unseren großen Droghäusern teilweise in Hamburg, hauptsächlich in New-York gekauft werden.

Als Honduras-Sarsaparilla kommt in verschiedenster Weise (meist nach Manier *a*, *b*, *c*) verpackte, meist gut gewaschene Ware in den Handel, die gewöhnlich aus Wurzeln mit sehr stärkereicher Rinde, deren Stärkekörner nicht verquollen sind, sogenannten „fetten“ Wurzeln besteht. Die Farbe der gewaschenen Wurzeln ist grau bis dunkelbraun. Die Droge erhält ihren Namen von Brit. Honduras, in dessen Hauptstadt Belize Wurzeln aus verschiedenen der sogleich zu nennenden Regionen zusammenströmen und von der Republik Honduras. Sie wird der Hauptsache nach wohl auf dem Festlande von Mittelamerika, hauptsächlich also in den Staaten Guatemala, Honduras und Nicaragua gesammelt.

Aufser Belize sind direkte Sammel- und Ausfuhrplätze für die Ware Truxillo, St. Thomas, Realejo. Die anatomischen Eigentümlichkeiten der Wurzel sind weiter unten mitgeteilt.

Als Veracruz-Sarsaparilla (Mexikanische Sarsaparilla, Tampico-Sarsaparilla) kommen schlecht gewaschene, meist mit dem Rhizome ver-

Erklärung der Fig. 168.

1. Epidermis *E*, Hypodermis *ε* und Rindenparenchym *P* der Honduraswurzel. *κ* Korklamelle der Hypodermiszellen.
 2. Die gleichen Teile aus der Peripherie einer von Schiede aus Mexiko gesandten Sarsaparillwurzel, über welche meine Abhandlung im Archiv der Pharmacie 1841 und Flückigers Pharmakognosie, Berlin 1882, S. 298 zu vergleichen sind.
 3. Rindenparenchym *P*, Endodermis *ε*, Perikambium *pe* der Honduraswurzel. *κ* Korklamelle, *H* verholzte Schicht der Membran der Endodermiszelle.
 4. Die gleichen Zellschichten aus der von Schiede gesandten mexikanischen Droge.
 5. Epidermis *E* und Hypodermis *ε* und *H* einer typischen Veracruzwurzel des Handels.
 6. Rindenparenchym *P*, Endodermis *E* und Perikambium *pe* einer typischen Veracruzwurzel des Handels.
 7. Querschnitt durch den mittleren Teil der jungen Wurzel einer in Kew kultivierten, wahrscheinlich *Smilax ornata* Lemaire zu nennenden Sarsaparillpflanze, deren Wurzel mit derjenigen der Hondurasware und der Jamaica-Sarsaparilla übereinstimmt.
- P* Parenchym. *E* Endodermis. *S* Siebstrang. *T* und *t* Tracheen. *sk* Sklerenchymfasern.

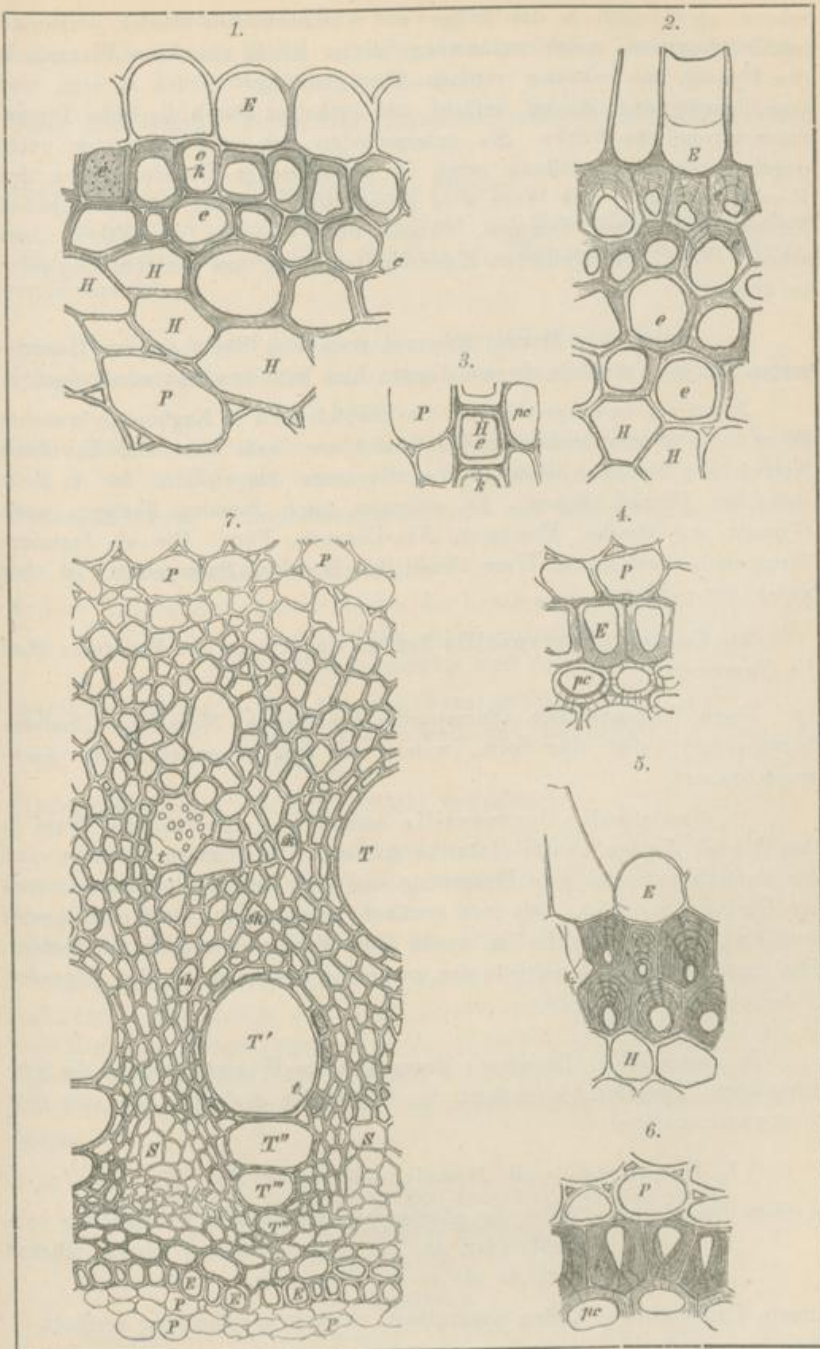


Fig. 168.

sehene, gewöhnlich in der früher mit *b* bezeichneten Manier verpackte, mit stärkearmer, meist zusammengefallener Rinde versehene Wurzeln in den Handel; sie scheinen vielfach über Feuer getrocknet zu sein, sind vom Rauche dann dunkel gefärbt und enthalten durch die hohe Temperatur verquollene Stärke. Sie unterscheiden sich, wie die weiter unten gegebene Zusammenstellung zeigt, in anatomischer Beziehung von den Honduraswurzeln. Die Ware wird größtenteils aus den ostmexikanischen Küstenländern über Tampico, Tuxpan und Veracruz ausgeführt, doch scheint Ware von ähnlichen Eigenschaften auch aus anderen Gegenden zu kommen.

In europäischen Handel kommen noch eine Reihe anderer Handelsorten vor, von welchen die wichtigsten hier kurz erwähnt sein mögen.

Jamaica-Sarsaparilla ist die hauptsächlich in England gebrauchte Ware. Sie stammt wahrscheinlich meist aus Costa Rica und hat ihren Namen von Jamaica, dessen Häfen als erste Stapelplätze der in Rede stehenden Wurzel dienen. Es gelangen nach Jamaica übrigens auch Wurzeln aus Mexiko, Honduras, Neu-Granada, Peru. Die als Jamaica-Sarsaparilla bezeichnete Ware ähnelt der Honduras-Sarsaparilla, ist aber meist etwas dünner.

Als Caracas-Sarsaparilla kommt eine Droge aus Venezuela über La Guayra.

Para-Sarsaparilla (Sarsaparilla brasiliensis, Maranhao-Lissabon-Sarsaparilla) heißt eine Sorte, welche aus dem Stromgebiete des Amazonas stammt.

Als Guatemala-Sarsaparilla kommt eine eigentümliche Ware in den Handel, die aus Central-Amerika stammt. Die letzteren 4 Sorten sind für Deutschland ohne jede Bedeutung und sind uns nur interessant, weil ihr Vorkommen zeigt, daß, wie erwähnt, mindestens 4 Sarsaparillspecies existieren müssen, welche im stande sind, Sarsaparillwurzeln zu liefern. Die anatomischen Unterschiede der genannten Sorten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

In anatomischer Beziehung lassen sich die Wurzeln, welche die verschiedenen Handelssorten liefern, in 4 Gruppen einteilen, die sich wie folgt unterscheiden:

I. Honduras- und Jamaica-Sarsaparille. Fig. 168, 1 u. 3.

Äußere Endodermis: Zellen im allgemeinen quadratisch, gleichmäßig verdickt oder an der Außenseite nur wenig stärker verdickt als an der Innenseite.

Innere Endodermis: Zellen quadratisch, ringsum gleichmäßig verdickt.

Rindenparenchym: Zellen mäfsige Mengen Stärke führend.

II. Caracas- und Para-Sarsaparille.

Äußere Endodermis: Zellen außen nur wenig stärker verdickt als innen, Lumen der Zelle rund.

Innere Endodermis: Zellen fast quadratisch, innen etwas stärker verdickt als außen.

Rindenparenchym: Reichlich Stärke führend.

Hier schließt sich die von Schiede aus Mexiko gebrachte Wurzel (Fig. 168, 2 u. 4) an, worüber Flückiger, Pharmakognosie (S. 298) zu vergleichen ist.

III. Veracruz-Sarsaparille. (Fig. 168, 5 u. 6.)

Äußere Endodermis: Zellen stark auf der äußeren Seite verdickt, relativ kleines Lumen.

Innere Endodermis: Zellen sehr stark auf der äußeren, sehr schwach auf der inneren Seite verdickt, ihr Lumen relativ klein.

Rindenparenchym: Zusammengefallen und sehr wenig Stärke führend.

IV. Guatemala-Sarsaparille.

Äußere Endodermis: Zellen wie bei der Veracruz-Sarsaparille, nur ist das Lumen relativ weit, und die Verdickungsschichten der Endodermiszellen sind rotbraun gefärbt.

Innere Endodermis: Wie bei der Veracruz-Sarsaparille, nur ist das Lumen relativ weit und die Farbe der Endodermis rotbraun.

Rindenparenchym: Reichlich Stärke enthaltend.

Chemie: Aus der Wurzel sind kleine Mengen (etwa 0,2 %) eines saponinartigen Körpers, das Parillin hergestellt worden. Pereira stellte aus 70 kg Sarsaparilla einige Tropfen eines im Geruch an Sarsaparilla erinnernden Öles durch Destillation der Wurzel mit Wasser dar.

Geschichte: Schon Pedro de Cieza de Leon, welcher zwischen 1532 und 1550 in Südamerika war, rühmt die Wurzel als Mittel gegen Syphilis. Der Name der Droge stammt von der spanischen Bezeichnung für die in Spanien vorkommende *Smilax aspera* L., welche dort Zarzaparilla heißt und wurde von den Spaniern auf die amerikanischen *Smilax*arten übertragen.

B) Wurzeln von anormalem Monokotyledonen-Baue.

b) **Tubera Salep.**

Salep.

Litteratur.

Stammpflanzen und Einsammlung: Tchihatcheff, *Asie Mineure*, Bot. II, 1860. — Jahresbericht von Petzold und Süß in Wien, Pharmazeutische Post 1890,

S. 23. — Heldreich, Nutzpflanzen Griechenlands, Athen 1862, 9. — Flückigers Archiv der Pharmacie 205 (1874) S. 53. — Bericht über die Wiener Ausstellung 1873.

Morphologie und Anatomie: Thilo Irmisch, Zur Morphologie der monokotyli-schen Knollen und Zwiebelgewächse, Berlin 1850; ferner Beiträge zur Biologie und Morphologie der Orchideen, Leipzig 1853. — Russow, Betrachtungen über Leitbündel und Grundgewebe 1875, S. 50. — J. Reinke, Zur Kenntnis des Rhizoms von Corallorhiza und Epipogon, Flora 1873. No. 10, pg. 212 u. 222. — Thilo Irmisch, Einige Beobachtungen an einheimischen Orchideen. Flora 1854. No. 33. — de Bary, Vergleichende Anatomie, pg. 377, 146 und 151. — A. B. Frank, Über die anatomische Bedeutung und die Entstehung der vegetabilischen Schleime. Pringsheims Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. V. Band. 1866—67. p. 161. — Prillieux, Annales des Sciences naturelles IV, 1865, 265—289. — Johann E. Weifs, Anatomie und Physiologie fleischig verdickter Wurzeln. Flora 1880. pg. 118. — Arthur Meyer, Über die Knollen der einheimischen Orchideen. Archiv der Pharmacie 24. Bd. 1886. — Hartwig, Über die Schleimzellen der Salepknolle. Arch. d. Pharm. 1890. S. 563.

Chemie: Schmidt, Ann. Chem. Pharm. 51, S. 29. — Frank, Jahrb. wiss. Bot. V. Bd. — Arthur Meyer, Arch. d. Ph. 1886. — Giraud, Jahresh. d. Pharm. 1875, 299. — Dragendorff, Jahresh. d. Pharm. 1865.

Stammpflanze: Orchis mascula L., militaris L., fusca Jacquin, ustulata L., Morio L., Anacamptis pyramidalis Richard und andere Species aus der Abteilung der Ophrydeae der Familie der Orchidaceae.

Einsammlung: Die einfachen eiförmigen Knollen der oben genannten Ophrydeen (die größten Knollen besitzt militaris und fusca) werden in Deutschland, wo sie in den verschiedenen Gegenden in sehr wechselnder Häufigkeit vorzüglich auf Wiesen oder Rasenplätzen im Walde vorkommen, von den wildwachsenden Pflanzen gesammelt. Vorzüglich wird in Deutschland Salep im Rhöngebirge, im Taunus und im Odenwalde gegraben.

Der meiste in Europa gebrauchte Salep kommt jedoch aus Kleinasien, speziell über Smyrna und Konstantinopel. Ein kleinasiatischer Binnenplatz für Salep ist Tokat. Im Süden Kleinasien sammelt man die Ware in Messina, Milas, Mingla, im Norden bei Kastamuni und Angora, von nicht genauer bekannten Erdorchideen.

Die ausgegrabenen Knollen werden abgewaschen, wohl auch abgerieben, um die schwach bräunliche Rinde zu entfernen, dann in Wasser gebrüht. Nicht selten reihen die Sammler die Knollen, vor dem Erhitzen in Wasser, auf Fäden. Das Erhitzen hat den Zweck die Pflanze zu töten, da dieselbe im lebenden Zustande, infolge ihres Schleimgehaltes nur sehr schwer trocknen würde. Man trocknet die Knollen dann an der Luft. Die handförmigen Knollen von Orchis latifolia L., maculata L. etc. werden nur selten gesammelt und liefern eine schlechtere Droge.

Morphologie: Die Droge besteht aus unten etwas spitz zulaufenden, oben, meist in einer Vertiefung, ein kleines Knöspchen tragenden Knollen der Orchispflanzen. Da die Stärkekörner durch das Kochen verquollen sind, so ist die Droge transparent, glashart und spröde. Die in Rede

stehenden Knollen besitzen ganz den gleichen morphologischen Wert wie die Aconitknollen. Die Knolle besteht aus einer verdickten Nebenwurzel, welcher das Endknöschen der Achse aufsitzt, in deren Gewebe die Nebenwurzel ursprünglich entstanden war. (Diese Thatsache findet in Fig. 169 C ihre Illustration.)

Es liegen uns jedoch im Gegensatz zu *Tuber Aconiti* in der Droge nur Tochterknollen vor, da die Mutterknollen während der Entwicklung der Tochterknollen völlig ausgesogen werden und dann für die pharmazeutische Verwendung ganz unbrauchbar sind. Wir wollen nun einen Blick auf die Entwicklungsgeschichte der in der Pharmacie verwendeten Knollen werfen, und wählen als Beispiel die Knolle von *Orchis purpurea*. Nehmen wir eine Pflanze von *Orchis purpurea* anfangs November aus der Erde, so finden wir, daß sie aus einer noch saftigen Knolle (Fig. 169, K^I) besteht, welcher eine jetzt schon stark gestreckte Knospe (A) aufsitzt, aus deren Basis Wurzeln (W; die Kreise stellen Narben abgeschnittener Wurzeln vor) hervorbrechen. Die äußeren Scheidenblätter der Knospe sind teilweise schon zerstört, nur etwa noch vier sind erhalten. In der Achsel des drittletzten Scheidenblattes (b^1) sitzt ein Knöschen (S), welches an seiner Basis eine Anschwellung (K^{III}) erkennen läßt, die in der Achse des Knöschens entstehende Nebenwurzel. Das Knöschen mit seiner Anschwellung ist die junge Knolle, deren Entwicklung wir verfolgen wollen. Durchschneiden wir die

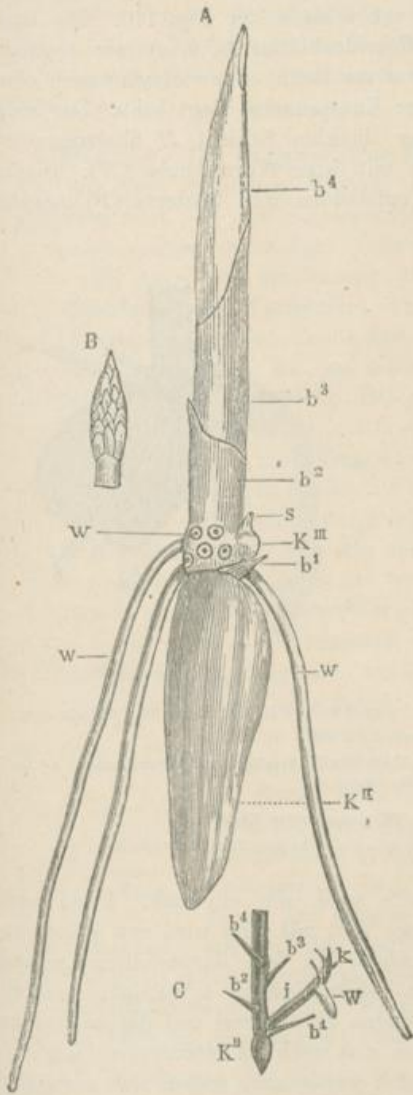


Fig. 169.

A Skizze einer am 2./11. 84 geernteten Pflanze von *Orchis purpurea*, mit 4 Scheidenblättern und 5 Laubblättern.

B Skizze des schon in der Knospe sitzenden jungen Blütenstandes.

C Schema für die Anordnung der in A sichtb. Teile.

Arthur Meyer - Wissenschaftliche Drogenkunde.

junge Knolle (*S. K^{III}*) median, also der Länge nach, so sehen wir, was in Fig. 170 dargestellt ist. Das ganze Gebilde sitzt an der Achse der großen Knospe (Fig. 170, *A*) oberhalb des Scheidenblattes (*b'*, Fig. 170). Die Achse des Knöspchens reicht von *i* bis *a* der Fig. 170. Die Endknospe der kleinen Achse, deren Scheidenblätter (*s*, *b*, *u*) wir ebenfalls längs durchschnitten haben, ist etwas zur Seite oder vielmehr nach oben gewachsen; der Vegetationspunkt der Knospenachse liegt bei *v*. Der weiß gehaltene Teil *W*, welcher von der dunklen Schicht *H* überzogen erscheint, stellt die junge Wurzel dar mit ihrer Wurzelhaube (*H*). Sie ist innerhalb des Gewebes der Achse entstanden und letzteres (*P*) umgiebt

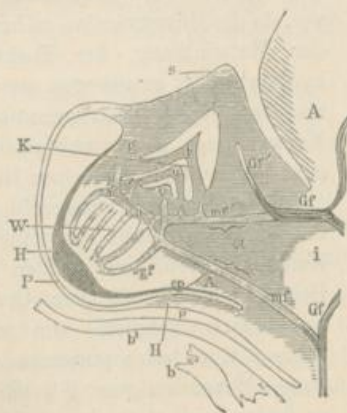


Fig. 170.

Fig. 170. Medianer Längsschnitt durch die junge Knolle *K^{III}* der Figur 160A, 10fach vergr. Pflanze vom 2./II. 1884.

W Wurzel, *i* bis *a* Achse, *s* äußerstes Scheidenblatt des Knöspchens. *H* Wurzelhaube. *b'* Deckblatt des Knöspchens *K*.

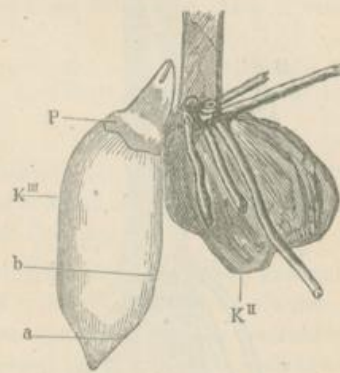


Fig. 171.

Fig. 171. Am 30. April 1885 gesammelte Knollen.

Die junge Knolle *K^{III}* hat in diesem Falle keinen Stiel entwickelt.

die Wurzelanlage auf der Vorderseite noch wie ein Sack. Diese sackartige Hülle (*P*) wächst noch längere Zeit mit und wird erst später von der Wurzel zerrissen und durchbrochen. In dem dargestellten Zustande ist das ganze Gebilde aus meristematischem Gewebe aufgebaut; auch die mit *vgf* bezeichneten Gefäßbündelanlagen der Wurzel und die mit *mf* bezeichneten der jungen Achse befinden sich noch im Meristemzustande.

Das kleine Knöllchen bildet sich weiter aus, indem sich vorzüglich die Wurzelanlage streckt und verdickt und das Gewebe der fast nur in die Breite wachsenden Achse durchbricht, das Knöspchen aber relativ langsam wächst und es schließlich nur zur Entwicklung einiger Scheidenblättchen bringt. Dabei treten selbstverständlich die Gefäßbündel der Achse und Wurzel, überhaupt das Gewebe dieser Teile nach und nach in den definitiven Zustand ein, bei der sich vergrößernden Wurzel zuerst in

der Nähe der Achse, zuletzt an der Spitze. Untersucht man dann eine Pflanze anfangs Mai, so findet man die Mutterknolle (Fig. 171, *K^M*) ganz eingeschrumpft, unsere junge Knolle schon fast ausgebildet. Die Reste des von der Wurzel durchbrochenen Achsengewebes (*P*) lassen sich auf dem Gipfel der Knolle noch leicht auffinden. Bis Juni ist dann die Knolle völlig ausgewachsen und würde in diesem Zustande am besten einzusammeln sein.

Anatomie: Die ausgewachsene Knolle besteht also zum allergrößten Teile aus der verdickten Wurzel, auf deren Gipfel das ganz kleine Knöspchen sitzt. Zu den Scheidenblättchen des Knöspchens führen einige der Knospennachse angehörige, teilweise anastomosierende Gefäßbündel, welche sich am Gipfel der Knospe flach ausbreiten, und an welche sich die Gefäßbündel des Wurzelteiles der Knolle anschließen. Stellen wir einen Querschnitt von der Knolle her, welcher nur einige Millimeter unter dem Gipfel entnommen ist, so haben wir schon den Durchschnitt des Wurzelteiles der Knolle vor uns. Bei genauer mikroskopischer Betrachtung dieses Querschnitts finden wir, daß die verdickte Wurzel noch umgeben ist von ihrer, teilweise noch Wurzelhaare tragenden Epidermis; daß darunter die sehr reducierte Rinde in Form einer einzigen Zellschicht liegt, und daß darauf eine Endodermis folgt. Innerhalb der Endodermis finden wir bei Monokotyledonen-Wurzeln von normalem Baue stets ein einziges radiales Gefäßbündel, welches aus wenigen oder, wie z. B. bei der Sarsaparillwurzel, zahlreichen miteinander abwechselnden Siebröhren- und Gefäßsträngen besteht. In dem Wurzelteile der Orchisknolle liegt aber innerhalb der Endodermis nicht nur ein radiales Gefäßbündel, sondern es liegen



Fig. 172.
Schema des Querschnittes der Knolle.

dort, eingelagert in Schleimzellen führendes, stärkereiches Parenchym eine ganze Anzahl, ungefähr 30 radiale Gefäßbündel, welche meist in der Peripherie der Knolle verlaufen, teilweise auch auf dem mittleren Teile des Querschnittes aufzufinden sind. Jedes radiale Gefäßbündel besitzt dann auch noch einmal eine eigene Endodermis. In Fig. 172 bezeichnet die peripherische Linie den ganzen Rindenteil der Knolle; die Punkte deuten die Lage der radialen Gefäßbündel an. Die Verdickung der Wurzel kommt allein durch die mächtige Ausbildung des innerhalb der inneren Endodermis der Wurzel liegenden Gewebes zu stande, welches im normalen Falle zu dem radialen Gefäßbündel geworden sein würde.

Die Epidermis der Knolle besteht aus tafelförmigen, verkorkten Zellen. In Fig. 174, *Ep* sind dieselben im Querschnitte, in Fig. 173 von der Fläche gesehen dargestellt. Viele der Epidermiszellen sind zu Wurzelhaaren (*H*) ausgewachsen. Die Zellen der unter der Epidermis liegenden Parenchymschicht sind ebenfalls tafelförmig (Fig. 174, *Pa*). Die verkorkten Endodermiszellen (*E*, Fig. 174) zeigen auf ihren Radialwänden meist die für diese Zellform charakteristische Wellung der Membran.

Die äußerste Region der von der Endodermis umschlossenen, die zahlreichen Gefäßbündel führenden Gewebemasse besteht aus zusammengefallenem, stärkearmem Parenchym (*Pa'*, Fig. 174) und aus Schleimzellen, welche relativ große Oxalatkrystalle enthalten. Das übrige Parenchym (*P*, Fig. 175) der in Rede stehenden Knollenregion ist mit meist eiförmigen Stärkekörnchen dicht gefüllt, dünnwandig, fein getüpfelt und fast isodiametrisch. In der Droge findet man selbstverständlich in diesen Zellen die Stärkekörner verquollen. Die ferner dort liegenden Schleimzellen (*S*, Fig. 175) sind sehr groß (0,2—0,7 mm). Sie zeigen in ihrer Anordnung insofern eine Beziehung zu den Gefäßbündeln, als auf dem

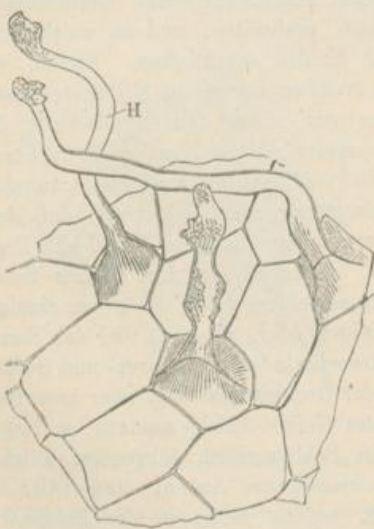


Fig. 173.

Fig. 173. Ein Stück von der Epidermis der Knolle.
H Wurzelhaare.

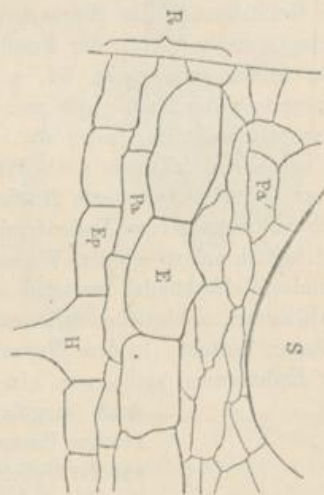


Fig. 174.

Fig. 174. Querschnitt durch die Rinde der ausgewachsenen Orchidknolle.
F Endodermis. Pa Rindparenchym. Ep Epidermis. H Basis eines abgeschnittenen Haares.
120fach vergr.

Querschnitte der Knolle jedes Gefäßbündel von 5 bis 8 Schleimzellen strahlenartig umgeben erscheint. Die übrigen Schleimzellen sind dann ziemlich gleichmäßig über den Querschnitt verteilt.

Auf dem Querschnitte der Knolle erblickt man nicht gerade selten, daß sich zwei Schleimzellen mit breiter Wandfläche direkt berühren, und nur durch eine äußerst dünne Cellulosemembran geschieden sind; viel häufiger sieht man im Längsschnitt der Knolle Reihen von 2, 3, ja 6 Schleimzellen liegen. In Fig. 175 ist eine besonders lange Reihe abgebildet.

Die Leitbündel der Knolle besitzen alle im wesentlichen den Bau, welcher in Fig. 176 dargestellt ist.

Sie sind alle mehr oder weniger regelmäßig radial gebant, mit 2 bis 4 Gefäß- (*g*, Fig. 176) und Siebsträngen (*S*, Fig. 176) versehen und von einer Endodermis (*E*, Fig. 176) umschlossen. Die Tracheen der Bündel sind einfache Spiral- oder Netzgefäße. Ein Stück der Endodermis (von der Fläche gesehen) ist in Fig. 177 abgebildet.

Die Schleimzellen besitzen dünne, sehr zart, punktförmig getüpfelte, aus reiner Cellulose bestehende Wände. Das Plasma der Schleimzelle

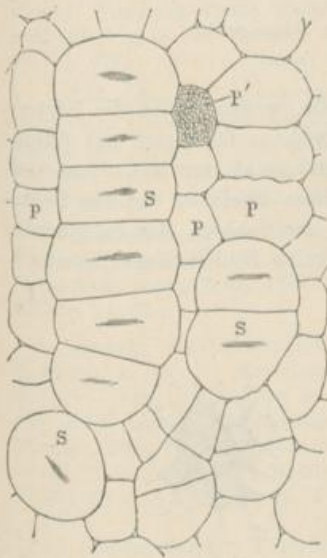


Fig. 175.

Fig. 175. Längsschnitt durch das Parenchym der Knollenmitte.
S Schleimzelle. *p'* mit Stärke erfüllte Parenchymzellen. *p* von der Stärke befreite Parenchymzellen.

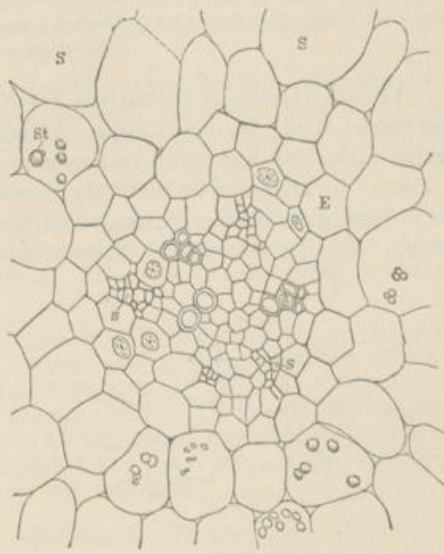


Fig. 176.

Fig. 176. Radiales Gefäßbündel der Knolle.
E Endodermis. *g* Gefäßstrang. *s* Siebröhrenstrang. *S* Schleimzelle.

bildet teilweise einen netzförmigen Wandbeleg (Fig. 178), in welchem auch die Reste des zerstörten Zellkernes (Fig. 179) liegen, teilweise liegt es als ein, eine kleine Höhlung umgebender Sack im Centrum der Schleimzelle, und zwischen dem äußeren Wandbeleg und der inneren Plasmamasse finden sich oft einzelne größere, hie und da Leukoplasten führende Stränge von Plasma ausgespannt. Der ganze Raum, welchen diese geringen Plasmamassen und die sehr kleine centrale Höhlung frei lassen, ist mit Schleim gefüllt. Der Schleim liegt also innerhalb des Plasmas und bildet nicht einen Teil der Zellwand (wie letzteres z. B. bei den Schleimzellen der

Althewurzel der Fall ist). Innerhalb des inneren Plasmasäckchens liegt ein kleines Bündel nadelförmiger Oxalatkrystalle.

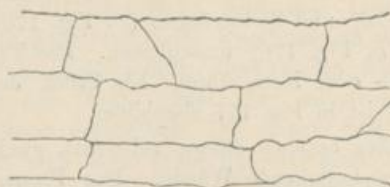


Fig. 177.

Endodermis der Gefäßbündel, von der Fläche gesehen.
180fach vergr.

Chemie: Derjenige Bestandteil der Knolle, wegen dessen die letztere angewendet wird, ist der Schleim. Dieser Schleim färbt sich mit Chlorzinkjod nicht blau und quillt in Kupferoxydammoniak nur auf, ohne sich zu lösen; er unterscheidet sich also durch diese Reaktion von der Cellulose. Vom Altheschleim unterscheidet sich der Schleim der Salepknolle dadurch, daß der letztere mit Salpetersäure keine Schleimsäure liefert.



Fig. 178.

Fig. 178. Ein Stück des Plasmanetzes von der Wand einer großen Schleimzelle.
1000fach vergr.



Fig. 179.

Fig. 179. Rest des Zellkerns aus einem Plasmanetze.

Der wässrige Auszug des Pulvers der gebrühten Knolle färbt sich mit Jod rötlich, weil etwas Amylodextrin in Lösung geht. Aus demselben Grunde färbt sich der konzentrierte Auszug violett mit Jod.

Geschichte: Schon Theophrast erwähnt die Salepknollen, jedoch nur als Nahrungsmittel. Die Bezeichnung Salep ist aus dem Arabischen abzuleiten; Chusjata ssalab (Hoden des Fuchses) nannten die arabischen Ärzte des Mittelalters die Orchideenknollen. In Deutschland ist ihr Gebrauch bis ins 15. Jahrhundert mit Sicherheit zurück zu verfolgen.

C. Wurzeln von normalem Dicotyledonen-Baue.

I. Wurzeln, bei denen die primären Geweberegionen erhalten sind.

e) **Radix Valerianae.**

Baldrianwurzel.

Litteratur.

Kultur: Dr. Schwabe, Der Medicin-Kräuterbau in Thüringen, Pharmaz. Handelsblatt der Pharm. Zeitung, No. 64, 1876. — Handelsbericht von Gehe & Co. Dresden 1885, April, S. 40. — Flückiger and Hanbury, Pharmacographia 1879, London, S. 377.

Formenkreis der Stammpflanze: Tchihatcheff, l'Asie mineure 1856. — Regel, Tentamen Florae Ussuriensis, Memoire de l'Acad. de St. Pétersbourg IV, 1862, No. 4, p. 79. — Herder, Bulletin de la Soc. imp. des Naturalistes de Moscou, 1864, I, 229. — Beeby, Journal of Botany, 1888.

Morphologie: Irmisch, Beitrag zur Naturgeschichte der einheimischen Valeriana-Arten, insbesondere der Valeriana officinalis und dioica. Halle 1854. (Abh. d. Naturf. Ges. zu Halle, 1853, p. 18—49). — Chatin, Etudes botaniques, chimiques et médicales sur les Valérianes. Paris 1872. 14 planches gravées. — Höck, Beiträge zur Morphologie etc. der Valerianaceen, Engl. Bot. Jahresb. III, 1882.

Anatomic: Arthur Meyer, Illustriertes Lexikon der Verfälschung von Otto Dammer, Leipzig 1887, S. 80. — Zacharias, Über Sekretbehälter mit verkorkten Membranen, Botan. Zeitg. 1879, S. 635. — Schrenck, Americ. Journ. of Pharmacy 1887, p. 2 u. 61.

Chemie: Gerhardt, Ann. de Chim. et de Phys. (3) 7, p. 275. — Bonastre, J. Pharm. 12, 66. — Bruylants, Berichte der Deutsch. chem. Ges. 11, 452. — Pierlot, Ann. de Chim. et de Phys. (3) 56, p. 281. — Zeller, Studien über äth. Öle, 1850, Landau; Canstattcher Jahresb. 1855. — Schoonbrodt, Jahresb. f. Pharm. 1869, 17. — Flückiger, Archiv der Pharm., 209, 1876, 204. — Lindenberg, Pharm. Zeitschr. f. Rufsland, 1886, S. 72; Pharm. Zeitg., Berlin, 1886, No. 23. — Bericht v. Schimmel & Co., Leipzig 1887, Okt. S. 45.

Stammpflanze: Valeriana officinalis L., Valerianaceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Der Baldrian ist fast durch ganz Europa verbreitet, auch in Kleinasien, im Kaukasus und Südsibirien einheimisch. Die Pflanze wächst sowohl an trocknen Abhängen als an feuchten Gräben und hat je nach dem Standorte recht verschiedene morphologische Eigenschaften. Die Varietäten des Baldrian, von denen wohl eine oder die andere sich bei Kulturversuchen als konstant herausstellen würde, bedürfen noch einer genaueren Untersuchung.

Kultur: In der Kultur gedeiht die Pflanze sehr gut und liefert auch recht aromatische Wurzeln. Die größte Menge der in den deutschen Handel kommenden Baldriandroge stammt von kultivierten Pflanzen, geringere Mengen werden von wildwachsenden Pflanzen (z. B. im Harzgebirge) gewonnen. Größere Mengen des Baldrians baut man bei Cölleda in Thüringen. Man pflanzt ihn dort durch die vom Rhizome losgetrennten Ausläufer fort und setzt diese häufig zwischen Runkelrüben etc., baut ihn aber auch allein an. Die Pflanzen werden nach einem Jahre, im Herbst

ausgegraben, die Wurzelsysteme abgeschnitten, gewaschen, meist mit eisernen Kämmen von den feinen Wurzelzweigen befreit und entweder auf kurz geschnittenen Wiesen ausgebreitet oder, auf Fäden gereiht, hängend an der Luft getrocknet. Das Handelshaus Caesar & Loretz in Halle unterscheidet „wild gewachsene, kleinzöpfige Harzer Gebirgsware“, kultivierte Harzer Ware, kultivierte Thüringer Ware. Die Preise dieser drei Waren stellen sich bei Caesar & Loretz 1889 wie 220:135:90. Gehe führt in seinem Handelsberichte einen „braunen holländischen Baldrian“ an.

In England wird der Baldrian in der Nähe von Chesterfield in Derbyshire gezogen, in den Vereinigten Staaten in New-Hampshire, Vermont und New-York.

Morphologie: Die Droge besteht, wenn sie, wie es meist der Fall ist, von kultivierten Pflanzen stammt, aus höchstens 5 cm langen und 3 cm dicken, unten mehr oder weniger spitz zulaufenden Rhizomen, welche auf ihrem Gipfel die Endknospe des Rhizomes, seitlich meist mehrere belästerte, kurze Rhizomzweige tragen und mit zahlreichen Nebenwurzeln besetzt sind. Längere Rhizomstücke finden sich niemals, da die Rhizome, auch wenn sie mehrere Jahre alt werden, nicht an Länge zunehmen, vielmehr ganz regelmäßig jedes Jahr ein bestimmtes Stück ihres Hinterendes abstirbt und abgestoßen wird.

Von den größeren entwickelten Blättern der offenen Knospe der Hauptachse des Rhizomes ist in der Droge meist nur der Blattstiel mit der verbreiterten Blattbasis vorhanden; die Spreiten sind abgeschnitten, die jüngeren Blättchen im Centrum der Knospe aber meist noch erhalten. Die meist regelmäßig zweizeilig alternierend angeordneten Blätter stehen dicht gedrängt am Rhizome, so daß dessen Internodien also in der Regel sehr kurz sind. Blattnarben sind am unteren Teile des Rhizomes meist nicht zu erkennen, da sie durch die äußerst zahlreichen, das Rhizom durchbrechenden Wurzeln zerstört und unendlich werden. Die in den Achseln der zweizeilig alternierenden Blätter entspringenden Rhizomzweige besitzen entweder kurze Internodien oder lange, und dann sind sie zu mit kleinen Scheidenblättern besetzten Ausläufern geworden. Ausläufer finden sich an der kultivierten Droge nicht, weil sie abgeschnitten werden, um zur Vermehrung der Pflanzen zu dienen. Die Nebenwurzeln stehen oft ganz regelmäßig am Rhizome und zwar je eine rechts und links von der Mediane eines jeden Blattes; doch wird die regelmäßig vierzeilige Anordnung der Wurzeln nicht selten durch überzählig hinzukommende Wurzeln gestört. Die Nebenwurzeln zeichnen sich durch ihre schlanke Gestalt und gleichmäßige Dicke aus; sie sind durchschnittlich 20 cm lang und 2 mm dick und mit zahlreichen dünnen Zweigen besetzt.

An der Droge, welche von wild wachsenden Pflanzen stammt, findet man nicht selten die Rhizome und ihre Zweige mit den Resten der terminalen Blütenachsen und auch mit langen, dünnen, mit Scheidenblättern

besetzten und häufig mit einer noch von Scheidenblättern umhüllten Knospe endigenden Ausläufern versehen.

Anatomie des Rhizomes.

Lupe: Die Querschnittfläche des harten und spröden Rhizomes der Droge erscheint hornartig glänzend und dunkelbraun; die Zeichnung derselben ist ziemlich unregelmäßig. Die Mitte der Querschnittfläche wird von einem sehr dicken, relativ dunkel gefärbten Marke (*M*, Fig. 180) eingenommen. Der übrige, Gefäße führende Teil des Holzes ist durch die



Fig. 180.

Schema der Querschnittfläche des Rhizomes der Radix Valerianae.

K Periderm. *pR* Außenrinde.
W Wurzelspur. *sR* Endodermartige
Cylinderscheide, sekundäre Rinde
und Kambium. *g* Holzstränge.
M Mark.

Wenig vergr.

heller gefärbten, aus Radialreihen von Gefäßen gebildeten Holzstränge (*g*) charakterisiert, welche in der Peripherie des Holzes in einer schmalen Zone liegen. Außerhalb dieser Zone verläuft eine unregelmäßig gebogene, dunkle, dünne Linie (*sR*), welche aus dem Kambium, der dünnen sekundären Rinde, dem inneren Teile der primären Rinde und einer außerhalb derselben liegenden einschichtigen endodermartigen Cylinderscheide besteht. Außerhalb des dunklen Streifens liegt die von einer Korkschiebt (*K*) bedeckte Außenrinde (*pR*). Die primäre und die sekundäre Rinde werden von zahlreichen Wurzeln (*W*) quer durchbrochen, deren Vorhandensein die Unregelmäßigkeit

des Bildes des Querschnittes wesentlich bedingt. Im Längsschnitte erkennt man im Marke entweder quere dunklere Streifen, welche den Knoten der Internodien entsprechen und zwischen sich das lockere und hellere Gewebe der Internodialteile des Markes lassen, oder man findet das lockere Gewebe auch zerrissen, so daß Fächerung des Rhizomes eintritt.

Anatomie der Nebenwurzeln.

Mikroskop: Die Nebenwurzeln des Baldrianrhizomes werden kaum älter als ein Jahr und besitzen ein sehr geringes sekundäres Dickenwachstum, welchem die primäre Rinde stets folgt. Man findet deshalb an den Wurzeln der Droge überall noch alle vom primären Baue herührenden anatomischen Teile der Wurzel, an den dünneren, meist noch erhaltenen Spitzen der Wurzeln den primären Bau allein.

Die Wurzeln sind di- bis heptarch, meist tetrarch, besitzen also in der Nähe ihrer Spitze ein 2- bis 7-strahliges Gefäßsbündel, dessen primäre Gefäßstränge häufig ein ziemlich breites centrales Parenchym frei lassen. Ein einschichtiges Perikambium liegt außerhalb der Stränge des Leitbündels.

Die primäre Rinde ist meist dicker als der Durchmesser des Gefäßsbündels. Sie besteht aus stärkehaltigem, mehr oder weniger längsge-

strecktem Parenchym. Eine relativ großzellige, völlig verkorkte, Öltropfen führende Hypodermis (Fig. 53; *E*, Fig. 181; *b*, Fig. 182) und eine kleinzelligere Epidermis (*Ep*, Fig. 181; *a*, Fig. 182) schliessen die Wurzel außen ab. Die Hypodermis enthält zerstreute, unverkorkte Kurzzellen, welche keine Öltropfen, überhaupt einen anderen Inhalt führen als die längeren

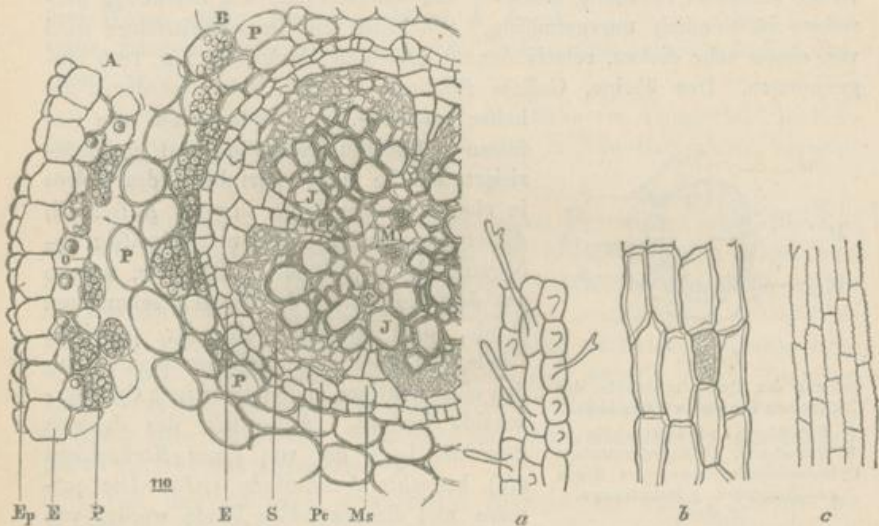


Fig. 181.

Querschnitt der Wurzel von *Valeriana officinalis* L.

M Marks. *J* Gefäße des sekundären Holzes. *Ms* Hauptmarkstrahl. *S* Siebstränge, primäre und sekundäre. *E'* Endodermis. *P* Rindenparenchym, innerstes und äußerstes. *O* Öltropfen.

E Hypodermis. *Ep* Epidermis.

110fach vergr.

Fig. 182.

Fig. 182. *a* Epidermis, *b* Hypodermis, *c* Endodermis der Wurzel von *Valeriana officinalis* L., mit Schwefelsäure isoliert und von der Fläche gesehen.

100fach vergr.

Zellen. Die Epidermiszellen (*a*, Fig. 182) sind mit kürzeren oder längeren Wurzelhaaren versehen. Das radiale Gefäßbündel ist umgeben von einer einfachen, dünnwandigen, bald ringsum verkorkten Endodermis (*E'*, Fig. 181; *c*, Fig. 182).

Im oberen Teil der Wurzel findet man nicht selten Partien, in welchen die Anlage des Kambiums zu sehen ist und schließlich solche, in denen sekundäres Holz und sekundäre Rinde angelegt worden sind (Fig. 181). In diesen Regionen sind die primären Gefäßstränge, eine deren Anzahl entsprechende Anzahl von Hauptmarkstrahlen (*Ms*, Fig. 181), die sekundären Holz- und Rindenstränge leicht anzufinden. Eine wesentliche Veränderung im Baue der primären Rinde findet dabei nicht statt.

Die Gefäße der Wurzel sind mit quergestellten, spaltenförmigen Tüpfeln und kreisförmig durchbrochenen Zwischenwänden versehen. Das

centrale Parenchym ist kleinzellig, gestreckt. Als Inhalt führen, wie schon gesagt, alle Parenchymzellen Stärke. Die dicht an die Hypodermis grenzenden Parenchymzellen enthalten auch etwas ätherisches Öl, welches also hier nicht in besonderen Sekretbehältern liegt.

Chemie: Die wirksamen Substanzen der Baldrianwurzel lassen sich durch Destillation der Wurzel mit Wasser gewinnen. Die Droge liefert höchstens 1 % ätherisches Öl. In diesem Gemische sind nachgewiesen Baldriansäure, etwas Essigsäure und Ameisensäure, ein Terpen, ein flüssiger Alkohol ($C^{10}H^{16}O$), ein fester Alkohol (Borneol). Die mit den Wasserdämpfen übergelungende Baldriansäure kann über 0,4 % der Droge betragen.

Das ätherische Öl ist sicher der Hauptsache nach identisch mit den Substanzen, welche in Form von Öltropfen in den Hypodermiszellen der Wurzel liegen. Davon, daß in anderen Elementen des Wurzelgewebes keine größeren Mengen riechender und scharfer Stoffe enthalten sind, kann man sich leicht überzeugen, wenn man von einer frischen, kräftigen Wurzel die Epidermis und Hypodermis abschält und diese, sowie den geschälten Teil der Wurzel gesondert kostet.

a) *Tubera Aconiti.*

Eisenhutknollen, Aconitknollen.

Litteratur.

Kultur und Einsammlung: Holmes, Pharm. Journ. Transact. 1889, Aug. 17, p. 122. — Squire, Pharm. Journ. Transact. 1889, p. 645 (Krit. Referat: Husemann, Pharmakognostische Berichte aus dem Auslande III; Pharm. Ztg. 1889, No. 22).

Botanisches: Th. Irmisch, Über Keimung und Knospnbildung des Aconitum Napellus. Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften, h. v. d. Naturwissensch. Vereine für Sachsen und Thüringen, in Halle 1854, Sep. pg. 181. — Charles Patrouillard, Tèse des Aconits et de l'Aconitine, Paris 1872. — Arthur Meyer, Über Aconitum Napellus L. und seine wichtigsten nächsten Verwandten; Archiv der Pharmacie 219. Bd. 3. Heft, 1881. — Laborde et Duquesnel, Des Aconits et de l'Aconitine. Avec 4 planches, Paris, Masson, 1883. — Richards and Rogers, Pharm. Journ. Transact. 1889, May 11, p. 913. — J. Schrenk, Pharm. Zeitung, Berlin 1887, No. 41. — Errera, Premières recherches sur la localisation et la signification des Alcaloïdes dans les plantes, Bruxelles, 1887, Henri Lamertin, pg. 15. — H. Hartleb, Aconitum Stoerkeanum Rehb., sein Vorkommen und seine Natur, Halle 1885, H. Petersen. — Theoria, Justs Botan. Jahresh., 1886, S. 106.

Chemie: Frisch, N. Jahrb. Pharm. 23, 140. — Procter, Jahrb. Pharm. 23, 37. — Hottot, Journ. Pharm. 2 (45). 169 u. 304. — Hottot et Liégeois, Journ. Pharm. 2 (49) 130. — Wright and Luff, Journ. chem. soc. 33, p. 151 u. 318, 35, p. 387. — Jürgens, Pharm. Zeitg. für Rufsland 1885, No. 46—50 (auch Dissertation, Dorpat 1885). Mandelin, Archiv für Pharmacie (3) 23, S. 97.

Stammpflanze: Aconitum Napellus, Ranunculaceae. (Aconitum Stoerkeanum Reichenbach und variegatum L. können eine ganz gleiche Droge liefern.)

Verbreitung der Stammpflanze: Aconitum Napellus wächst in den höheren Gebirgen der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel und steigt dort sehr hoch hinauf, in den Alpen z. B. bis 2000 m, im Himalaya bis ungefähr 5000 m ü. d. M.

Einsammlung: Die Aconitknollen werden für den deutschen Bedarf nur von wild wachsenden Pflanzen gesammelt. Man gräbt die ganze Pflanze aus, wäscht die Erde ab, entfernt die oberirdischen Stengel durch Abschneiden und trocknet die ganzen unterirdischen Teile an der Luft. Man sammelt die Droge im Juli und August, also zur Blütezeit, wie mit Sicherheit aus der Beschaffenheit der Droge hervorgeht. Unzweifelhaft ist der Herbst die beste Sammelzeit für die Droge, doch sollten zweckmäßigerweise nur die mit der Knospe versehenen Tochterknollen benutzt werden, während die mehr oder weniger ausgesogenen Mutterknollen verworfen werden müssen, wenn eine stets gleichmäßig wirkende Droge erhalten werden soll.

In England, wo Aconitum Napellus nicht mehr wild vorkommt, kultiviert man kleine Mengen der Pflanze in Cambridgeshire, hauptsächlich der Blätter, doch auch der Knolle wegen. Wo das ebenfalls blau blühende Aconitum variegatum vorkommt, welches nicht so hoch aufsteigt, wird wohl auch die Knolle dieser Art gesammelt werden, die sich weder morphologisch noch anatomisch unterscheidet von der, von der Pharmakopoe verlangten Knolle von A. Napellus.

Morphologie: Die vollkommenen Exemplare der Droge bestehen gewöhnlich aus zwei, selten aus drei rübenförmigen, in eine längere oder kürzere Spitze auslaufenden, mit Seitenwurzeln versehenen Knollen; meist sind die zwei zu einander gehörenden verschiedenen Knollen jedoch beim Trocknen und Verpacken der Droge voneinander getrennt worden. Unsere Fig. 182a, welche ein solches vollkommenes, relativ junges Knollensystem nach dem frischen Zustande gezeichnet darstellt, kann uns zur Orientierung über die wichtigsten Teile der Droge dienen.

Eine der zwei Knollen, welche die vollkommene Droge zusammensetzen, trägt auf ihrem Gipfel ein kürzeres oder längeres Stück der im übrigen abgeschnittenen oberirdischen Achse, welche Laubblätter und Blüten trug. Dieses Achsenstück ist nicht selten hohl, kantig, längsgestreckt und zeigt, wenn es lang genug ist, eine oder einige Blattnarben. Die Knolle selbst ist häufig, vorzüglich wenn die Droge etwas spät gesammelt wurde, hohl oder porös. Es ist die ältere, durch die Erzeugung des Blütenstengels und der jungen Knolle teilweise erschöpfte Knolle, welche mit dem Blütenstengel im Winter völlig abgestorben sein würde, wenn sie nicht eingesammelt worden wäre; wir wollen sie die Mutterknolle nennen.

Durch einen kürzeren oder längeren, oft sehr kurzen Stiel (a, Fig. 182a) ist mit ihr eine massive, in der Droge weniger runzelige Knolle verbunden, welche wir als Tochterknolle bezeichnen. Diese Tochter-

knolle trägt auf ihrem Gipfel eine Knospe (*K*), deren Scheidenblätter an der lebenden Pflanze weiß, in der Droge braun oder schwarz aussehen und meist gut erhalten sind. Diese Knospe würde mit der Tochterknolle

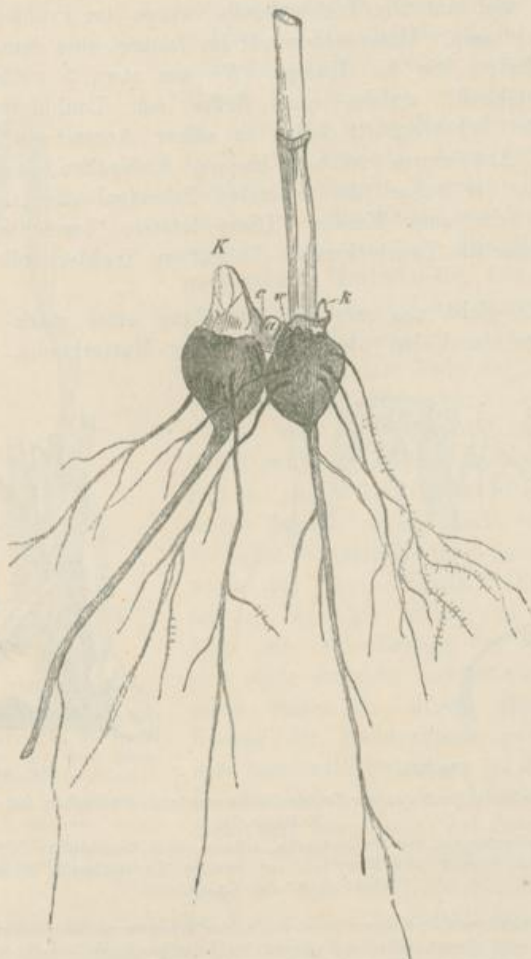


Fig. 182 a.

Knollen einer noch nicht blühenden, zweijährigen Pflanze von *Aconitum Napellus*.

(Gesammelt im September.)

Natürliche GröÙe.

überwintert worden und im nächsten Frühjahre zur neuen oberirdischen Achse ausgewachsen sein, wenn die Pflanze am Leben geblieben wäre. An beiden Knollen findet man dünne Seitenwurzeln, die man als Zweige der Knolle bezeichnen darf.

Um uns über die morphologische Natur der Knollen völlig klar zu werden, wollen wir die Entwicklungsgeschichte derselben betrachten. Wenn die Teile der Pflanze, welche unsere Droge bilden, weiter den Winter über im Boden gelegen hätten, so würde also die Mutterknolle abgestorben, und nur die Tochterknolle würde im Frühjahr zu neuem Leben erwacht sein. Untersuchen wir im Januar eine derartige lebende Knolle, so finden wir die Knospe (*K*) aus etwa 5 weissen Scheidenblättern bestehend, welche eine Reihe von Laubblattanlagen umhüllen. Jedes Scheidenblatt trägt in seiner Achsel ein ganz kleines Knöspchen. Aus einem solchen kleinen Knöspchen, und zwar dem Knöspchen in der Achsel des innersten Scheidenblattes der Knospe *K*, entsteht nun die neue Knolle. Diese letztere bezeichnen wir jetzt wiederum besser als Tochterknolle, die frühere Tochterknolle als Mutterknolle.

Fig. 183 giebt uns nun die Abbildung eines stark vergrößerten Längsschnittes durch den oberen Teil dieser Mutterknolle, welche nach



Fig. 183.

Fig. 183. Medianschnitt durch das zur Tochterknolle werdende Knöspchen und die Spitze seiner Mutterknolle.

B Basis des Scheidenblattes der Mutterknolle. *s* Basis eines Laubblattes. *r* Nebenwurzel des Knöspchens, welche später den Hauptteil der fertigen Tochterknolle bildet. *n* äußerstes Scheidenblatt des Knöspchens.



Fig. 184.

Fig. 184. Ein etwas älteres Knöspchen (*k-w*) mit seiner Nebenwurzel, welches zur Tochterknolle heranwächst, an dem oberen Teil der Mutterknolle (*Ka*) sitzend. Es hat das Scheidenblatt, in dessen Achse es entstand, durchbrochen und ist durch den Riß (*S*) ausgetreten. *L* Basen der abgeschnittenen Laubblätter.

der im März ausgegrabenen Pflanze hergestellt ist. Dort bezeichnet *k* die Laubblattanlagen, *s* ein Stückchen einer Laubblattscheide eines der Laubblätter, welche sich jetzt aus den Anlagen der Endknospe der Mutterknolle (*K*, Fig. 182a) zu entwickeln beginnen. *B* ist die Basis des innersten, hier abgeschnittenen Scheidenblattes, in dessen Achsel das kleine Knöspchen, die Anlage der neuen Tochterknolle, sitzt. Diese hat schon einige Scheidenblättchen erzeugt (*n*) und läßt in ihrem Gewebe die

erste Anlage einer Nebenwurzel (*r*) erkennen. Die Achse des stark anschwellenden Knöspchens streckt sich nun etwas und durchbricht die Basis des Scheidenblattes der Mutterknolle, wie es in Fig. 184 in natürlicher Größe dargestellt ist. Dort sind *L* die Basen der nun schon groß gewordenen Laubblätter, *k* das Knöspchen,



Fig. 185.

Weiter in der Entwicklung fortgeschrittene Tochterknolle, an einem Stück der unten und oben abgechnittenen Mutterknolle sitzend.

r Nebenwurzel des Knöspchens, *n* Spitze des Knöspchens, *s* ein Scheidenblatt desselben. *w*, *L*, *m* Teile der Mutterknolle.

welches zu der Tochterknolle wird, *w* die während der Zeit größer gewordene Nebenwurzel (*r*, Fig. 183), welche das Gewebe der Achse des Knöspchens durchbrochen hat. In Fig. 185 erscheint diese, jetzt senkrecht abwärts wachsende Wurzel (*r*) länger geworden, und das Knöspchen (*n* und *s*) etwas stärker angeschwollen. Mit *K* ist die abgeschnittene Mutterknolle, mit *L* die Basis der Laubblätter und der Stumpf der abgeschnittenen oberirdischen Achse bezeichnet.

Jetzt sind alle Teile der Tochterknolle angelegt. Die Nebenwurzel (*r*, Fig. 185) wächst nun an der Spitze zum schlanken (oft 30 cm langen) Knollenende aus, während sich ihr oberer Teil, indem er zugleich zahlreiche Zweige treibt, stark verdickt. Der verdickte Wurzelteil bildet dann die Hauptmasse der Tochterknolle. Die Knospe (*n* und *s*, Fig. 185) bildet sich weiter aus, folgt der Verbreiterung der Wurzel, stellt sich völlig aufrecht und scheint dann deren obere Spitze zu bilden. Die kurze, zur Knospe der Tochterknolle gehörige Achse wird zum seitlichen Stiele (*σ*, Fig. 182a) der Knolle, indem sie sich relativ wenig verdickt und vergrößert. Im Juli oder August ist die Tochterknolle völlig ausgebildet. Danach ist also die Tochterknolle eine kurze

Achse mit einer von Scheidenblättern und Laubblattanlagen gebildeten Endknospe, deren einzige (aus der Achse hervorgebrochene) Nebenwurzel sich knollig verdickt hat. Die verbreiterte Endknospe der wesentlich horizontal wachsenden Achse ist senkrecht aufwärts, die Nebenwurzel ist senkrecht abwärts gewachsen, so daß die Wachstumsachse beider schließlich zusammenfiel, und die breite niedrige Knospe nun das obere Ende der Wurzelknollen bildet.

Anatomie.

Lupe: Die Querschnittfläche der Tochterknolle, welche letztere man also leicht an ihrer großen Knospe erkennen kann, ist, wenn die Droge

frisch und gut getrocknet vorliegt, fast ganz weiß, meist aber, vorzüglich im äußeren Teile, grau.

Obgleich die Knolle eine verdickte Dikotyledonen-Wurzel ist, besitzt dieselbe doch in ähnlicher Weise wie die Baldrianwurzel außer der Epidermis noch alle morphologischen Bestandteile der im primären Zustande befindlichen Dikotyledonen-Wurzeln, und wir können diese auch noch an der Droge erkennen.

Die äußerste, dünne dunkle Schicht (*R*, Fig. 186), welche der Knollenquerschnitt zeigt, ist die trotz der Verdickung der Wurzel nicht abgestoßene primäre Rinde, welche sich zusammensetzt aus der Epidermis (*m*), dem primären Rindenparenchym und der Endodermis (*E*). Die breite,

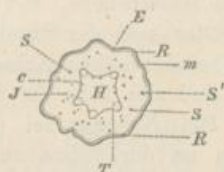


Fig. 186.

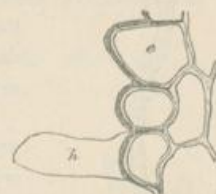


Fig. 187.

Fig. 186. Querschnittsfläche der Droge (Tochterknolle).

m Epidermis. *R* Primäre Rinde. *J* Sekundäre Rinde, darin *s* Siebröhrenstränge. *c* Kambium. *H* Holz der Wurzel, darin *T* Tracheenstränge.

Fig. 187. Querschnitt durch die Epidermiszellen einer 1 mm starken Seitenwurzel.
e Epidermiszellen. *h* junges Wurzelhaar.

weiße Zone, welche zwischen der primären Rinde und dem sternförmigen Kambium (*c*) liegt, ist die sekundäre Rinde, in welcher man vereinzelt dunkle Pünktchen erkennt, die Querschnitte der Siebröhrenstränge. Der ganze innerhalb des Kambiums liegende Teil des Wurzelquerschnittes ist als das Holz (*H*) der Wurzelknolle zu bezeichnen. Sieht man genau nach, so erkennt man dem Kambium dicht innen anliegende Pünktchen, die Tracheenquerschnitte (*T*).

Mikroskop: Da, wo die Epidermis der Wurzelknolle noch erhalten ist, also vorzüglich im unteren dünnen Teile der Knolle und an den Seitenwurzeln derselben, besteht dieselbe aus mehr oder weniger längsgestreckten, teilweise zu Wurzelhaaren ausgewachsenen Zellen (Fig. 187). Dieselben zeigen unter der dunklen Kutikula noch eine stark verkorkte Schicht von brauner Farbe, an welche sich ein dicker Celluloseschlauch anschließt. Am oberen Teile der Knolle ist die Epidermis größtenteils zerstört, die äußersten Zellen des Parenchyms sind dann dunkelbraun gefärbt und ihre Wände eigentümlich verändert, sie sind in ein Metaderm verwandelt.

Das Parenchym der primären Rinde besteht aus mehr oder weniger

tangential gedehnten, mit runden oder spaltenförmigen Tüpfeln versehenen, stärkeführenden Zellen. Eingestreut finden sich mehr oder weniger längsgestreckte, Sklerenchymzellen (Fig. 188, *s*). Die Endodermis besteht aus nicht sehr auffallend längsgestreckten, mit dünner, ringsum verkorkter Membran versehenen, stärkefreien Zellen, die meist etwas bräunlich gefärbt sind.

Die zwischen Endodermis und Kambium liegende sekundäre Rinde ist vorzüglich charakterisiert durch ihre Siebstränge, welche innerhalb

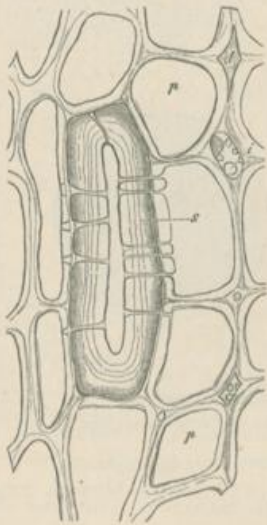


Fig. 188.

Fig. 188. Längsschnitt einer Sklerenchymzelle (*s*) und einiger Parenchymzellen (*p*).

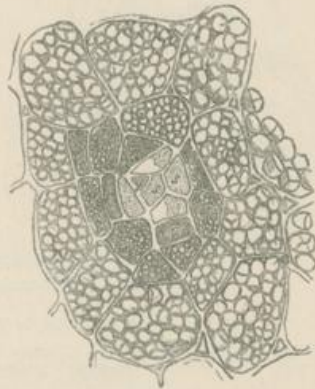


Fig. 189.

Fig. 189. Querschnitt eines sekundären Siebröhrenstranges.
p Parenchym. *c* Kambiformzellen. *g* Geleitzellen. *s* Siebröhren.

eines Parenchyms, welches aus fast isodiametrischen, stärkehaltigen Zellen besteht, liegen. Ein solcher Siebröhrenstrang ist in Fig. 189 im Querschnitt, in Fig. 190 im Längsschnitt abgebildet.

Die Verteilung dieser Siebröhrenstränge auf dem Querschnitte der Knolle ist aus Fig. 191, einem Schema des in Wasser erweichten Knollenquerschnittes zu ersehen. Die mit *p.S.* bezeichneten dunkleren Stellen deuten die primären, die dunklen Punkte, von welchen einige mit *S* bezeichnet sind, die sekundären Siebröhrenstränge an. Über das Aussehen und die Lage der Siebröhrenstränge in dem von der Stärke befreiten Schnitte kann Fig. 192 eine Vorstellung geben, welche ein Stück des Querschnittes durch eine verdickte Seitenwurzel der Knolle (die ganz den Bau einer schwachen Knolle besitzt) darstellt, etwa vom Centrum der Wurzel an, bis zur Endodermis (*e*). In dieser Abbildung sind die Sieb-

röhrenstränge mit *s* und *s'* bezeichnet. Zu bemerken ist, daß die Siebröhrenstränge eine Beziehung zu den Tracheensträngen des Holzes in der Art zeigen, daß die ersteren den letzteren ungefähr gegenüberliegen. Auch in dem Parenchym der sekundären Rinde liegen meist sklerotische Zellen. Das Kambium verläuft als schmale sternförmige Zone zwischen Rinde und Holz. Das letztere besteht größtenteils aus stärkeerfülltem Parenchym. Außerdem sieht man nur wenige nur aus Gefäßen bestehende

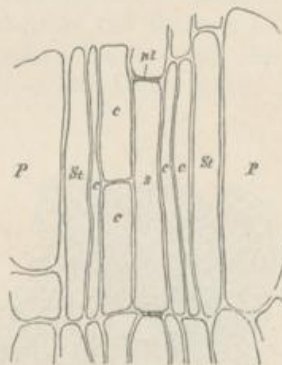


Fig. 190.

Fig. 190. Längsschnitt eines Siebröhrenstranges.

s Siebröhren. *c* Kambiformzellen. *P* und *St* Parenchymzellen.

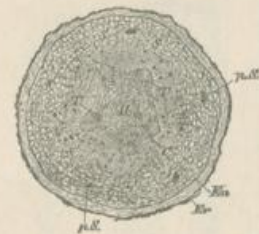


Fig. 191.

Fig. 191. Querschnitt der in Wasser aufgeweichten Tochterknolle.

Ep Epidermis. *En* Endodermis. *p.S.* primäre Siebstränge. *S* sekundäre Siebstränge. *T* Tracheenstränge. *M* mittlerer Teil des Holzes.

Gefäßstränge in der Nähe des Kambiums liegen. Die in den Spitzen des Sternes liegenden Gefäße (*T*, Fig. 191) bilden im Querschnitte der Knolle einen nach dem Kambium zu geöffneten Winkel. In der Spitze des Winkels liegen die primären Gefäßgruppen (*c*, Fig. 192). Zwischen den Schenkeln liegt radial gestrecktes Parenchym. In den Einbuchtungen des Sternes findet man nur einzelne kleine Gefäßstränge. Die Gefäße (Fig. 193) sind in den primären Gefäßsträngen teilweise Spiralgefäße, sonst kurz spaltenförmig-behoft-getüpfelte Gefäße; ihre Zwischenwände sind kreisförmig durchlöchert.

Obgleich es selbstverständlich ist, mag doch noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß sich an die Spitzen des Sternes, welchen das Kambium bildet, stets die Gewebe der Seitenwurzeln der Knolle ansetzen, weshalb überall da, wo auf dem Querschnitte der Knolle eine Seitenwurzel getroffen wird, die Spitze des Sternes durch die ganze Rinde hindurchreicht.

Bemerkenswert ist es, daß die meisten (1—2 mm dicken) Seitenwurzeln der Knolle ihren primären Bau beibehalten, nur relativ stark verdickte ein geschlossenes Kambium erzeugen.

Bei der Umgestaltung der meist 5—7 primäre Gefäß- und Siebstränge führenden, schlanken Nebenwurzel des Knöspchens (Fig. 185) spielt das centrale Parenchym durch ausgiebige Teilung und Vergrößerung seiner Zellen eine nicht unwesentliche Rolle. Das Kambium erzeugt fast nur sekundäres Rindengewebe, dieses aber um so ausgiebiger, und trägt so den größten Anteil an der Verdickung der Wurzel zur Knolle.



Fig. 192.

Fig. 192. Querschnitt durch einen Teil des innerhalb der Endodermis (e) liegenden Gewebes einer verdickten, hexarchen Seitenwurzel.

* primärer Siebröhrenstrang. *l'* und *l''* primäre Gefäßstränge. *e* Endodermis. *s'* sekundäre Siebröhrenstränge. *s* sekundäre Gefäße.

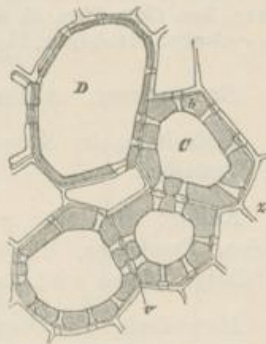


Fig. 193.

Fig. 193. Querschnitt durch einige Gefäße.

z Cellulosemembran der Parenchymzellen. *a* stark verholzte Mittellamelle, *b* weniger verholzte Verdickungsschicht der Gefäßwand.

Chemie: Aus den trocknen Knollen lassen sich etwa 4% Akonitin darstellen. Sehr geringe Mengen dem Akonitin ähnlicher Alkaloide begleiten das letztere.

Akonitin ist ein Alkaloid von der Zusammensetzung $C^{33}H^{13}NO^{12}$, welches sehr leicht in Alkohol und in Äther löslich ist und nur schwierig krystallisiert erhalten werden kann.

Das reine, krystallisierte Akonitin gehört zu den giftigsten Körpern. Nach Errera ist das Alkaloid in dem Parenchym des verdickten Teiles der Knolle gleichmäßig verteilt.

* *Geschichte:* Die Knollen sind erst in neuerer Zeit in der wissenschaftlichen Medizin angewendet worden; es läßt sich jedoch mit Sicherheit nachweisen, daß man sie in Deutschland schon im 17. Jahrhundert in den Apotheken führte.

2. Wurzeln von völlig normalem Baue.

e) **Radix Althaeae.**

Eibischwurzel.

Litteratur.

Anatomie: Franck, Jahrb. für wissenschaftl. Botanik V, 165. — de Zary, Anatomie, S. 151.

Chemie: Buchner 1832, Wittstock 1830 (Flückigers Pharmakognosie 1881, S. 347). — Mulder, Gmelin Krauts Handbuch 7, 1, p. 654. — C. Schmidt, Wiesners Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig 1873, p. 45. — Rebling, Jahresberich der Pharmacie 1855. — Landrin, Journ. pharm. 22, 278. — Asparagin: Bacon, Ann. Chim. Phys. 34, 203. — Plisson, Ann. Chim. Phys. 35, 175; 37, 81. — Plisson et Henry, Ann. Chim. Phys. 45, 304. — Dessaignes et Chautard, N. J. Pharm. 13, 245. — Asche: Flückiger, Pharmakognosie 1881, S. 347.

Stammpflanze: Althaea officinalis L., Malvaceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Mitteleuropa und gemäßigtes Nord- und Westasien.

Kultur: Bei uns in Nürnberg, Bamberg, Schweinfurt. Die in Belgien, Frankreich, Ungarn kultivierte Wurzel ist weniger gut. Die zweijährige Pflanze wird im Herbst oder im ersten Frühjahr geerntet.

Morphologie: Die Droge besteht aus Hauptwurzelzweigen und Nebenwurzeln der zweijährigen Pflanze. Die Wurzeln sind durch Schaben von der Korkschicht und dem größten Teil des Phelloderm (Periderm-Parenchym) befreit.

Anatomie.

Lupe: Die Querschnittfläche der Droge (Fig. 194) ist fast ganz weiß, nur das Kambium (c) erscheint hellbraun. Die Rinde (r), welche $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{10}$ des Wurzeldurchmessers einnimmt, erscheint wie das Holz von zarten, weißen Markstrahlen durchzogen. In der Rinde sieht man zwischen den Markstrahlen, bei genauer Betrachtung zarte dunklere Querzonen, die von den Sklerenchymfasern gebildet werden. Das Holz zeigt als auffallendere Bestandteile nur die Öffnungen der weiteren Tracheen. Nach Befeuchten des Querschnittes mit Anilinsulfat treten die Tracheen und die eventuell stärker verholzten Sklerenchymfasern



Fig. 194.

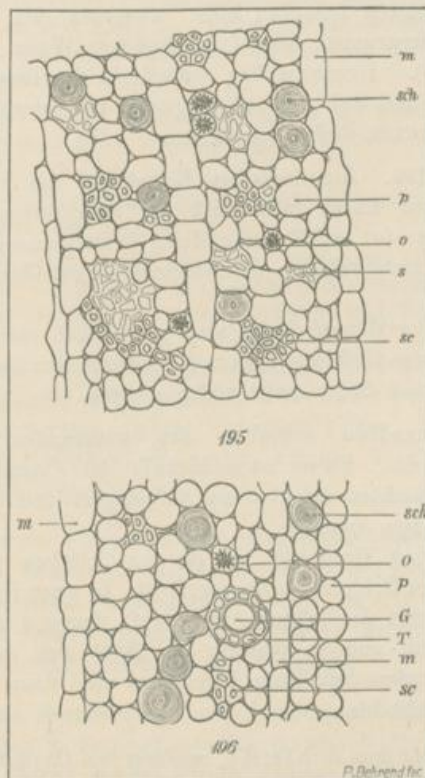
Skizze der Querschnittfläche von Radix Althaeae.

r Rinde. c Kambium.
h Holz.

des Holzes stärker hervor, indem sie sich gelb färben. Durch Jodjodkalium wird der Querschnitt gebläut.

Mikroskop: Rinde. Fig. 195. Die äußerste Rindenpartie ist entfernt. Die erhaltene Partie der sekundären Rinde besteht der Haupt-

masse nach aus einem ganz wenig in der Richtung der Längsachse der Wurzel gestreckten, mit Stärke gefüllten Parenchym (*p*), dessen Wände sich mit Chlorzinkjod sofort blau färben und in Schwefelsäure leicht löslich sind.



Erklärung der Tafel.

Fig. 195. Partie aus der Rinde der Eibischwurzel.

m Markstrahlenparenchym. *sch* Schleimzelle. *p* Rindenparenchym. *s* Siebröhrengruppe.
sc Sklerenchymfasergruppe.

Die Schleimzellen nach Alkoholmaterial gezeichnet. Der Schnitt in Bleiessig liegend. Stärkekörner ausgewaschen.
140fach vergr.

Fig. 196. Partie aus dem Holze der Eibischwurzel.

T Tracheiden. *G* Gefäße. *p* Holzparenchym.

Sonst wie bei der Rinde.

140fach vergr.

Dieses Parenchym wird durchzogen von Markstrahlen (*m*), welche 1–2 Zelllagen breit, 4–7 Zelllagen hoch sind. Ihre Elemente sind senkrecht zur Wurzelachse gestreckt, gleichen sonst dem Rindenparenchym.

Die zwischen den Markstrahlen liegenden Gewebestreifen, die Rindenstränge, erscheinen auf dem Querschnitte meist 4—10 mal so breit als eine Parenchymzelle. In dem Parenchym dieser Gewebestreifen sind zuerst in Tangentialreihen gestellte Gruppen oder Bündel von Sklerenchymfasern (*sc*) zu erkennen. Chlorzinkjod färbt eine dünne Schicht ihrer Wand gelb, die inneren Lamellen blau. Zwischen den Tangentialreihen der Sklerenchymfasergruppen liegen in ähnlicher Weise geordnete Siebröhrenstränge (*s*). Unregelmäßig verteilt in der Rinde liegen ferner Oxalatzellen (*o*) und Schleimzellen (*sch*), teils einzeln, teils übereinanderstehend, zu kurzen Reihen geordnet.

Holz. Fig. 196. Aus denselben Elementen wie die Rinde besteht auch das Holz, nur finden sich statt der Siebröhrenstränge Gruppen, welche aus Gefäßen (*g*) und Tracheiden (*T*) zusammengesetzt sind. Die Tracheen sind mit rechtwinkelig zur Längsachse gestellten spaltenförmigen Tüpfeln versehen.

Im Centrum der Wurzel findet man gewöhnlich einen größeren oder kleineren Komplex von Gefäßgruppen und zahlreicheren Sklerenchymfasern; letztere sind an dieser Stelle meist völlig verholzt.

Die Schleimzellen enthalten den wichtigsten Bestandteil der Wurzeln, den Schleim. Dieser ist außerhalb des Plasmakörpers auf die festeren Zellwandschichten direkt innen aufgelagert und bildet eine dicke, fein geschichtete Lage derselben.

Mit Chlorzinkjod färbt sich nur die aus Cellulose bestehende Membranschicht blau, der Schleim bleibt ungefärbt. In einer Lösung von basisch essigsaurem Blei quillt der Schleim nicht auf, dagegen sehr energisch in Kupferoxydammoniak und in Wasser; er färbt sich, wenn man einen Querschnitt mit Kupfersulfatlösung befeuchtet und dann in Kaliumhydroxydlösung legt, nicht blau.

Chemie: Aufser dem Schleime, welcher bei Oxydation mit Salpetersäure Schleimsäure liefert, enthält die Wurzel viel Stärke. Auch 2 % Asparagin und Rohrzucker sind daraus gewonnen worden. 4,88 % Asche.

Geschichte: Die Eibischwurzel gehört zu den ältesten Arzneipflanzen und ist in Folge des Kapitulars Karls des Großen in die deutschen Bauerngärten gelangt.

2) **Radix Liquiritiae.**

Radix Glycyrrhizae. Süßholz, Lakrizwurzel.

Litteratur.

Formen von Glycyrrhiza glabra und ihr Vorkommen: Regel und Herder, Arten und Formen von Glycyrrhiza in der russischen Flora. Bulletin de la Société imp. des Naturalistes de Moscou 39 (1866 II) p. 563. — Boissier, Flora orientalis II (1872) p. 202. — Bunge, Enumeratio plantarum quas in China boreali collegit. Petropoli 1831. 97. — Aitchison, Some plants of Afghanistan and their medicinal

products. Ph. J. 1886—87 p. 465. — Pharmaz. Zeitg. 1887, No. 4, S. 27 und No. 12, S. 82; Arzneipflanzen der Mandschurei, Arch. d. Pharmac. 1886 p. 36.

Kultur und Einsammlung: Italien: Sestini, Gazzetta chimica italiana 1878, p. 131. — England: Flückiger and Hanbury, Pharmakographia, London 1879, p. 180. — Whitmann, Zeitschr. d. österr. Apothekervereins 1886, No. 18, S. 277. — Deutschland: Flückiger, Pharmakognosie, 1882, Berlin, S. 348. — Neuseeland: Archiv für Pharmacie 1883, S. 854. — Kleinasien: Jahresbericht für Pharmacie 1838, u. 1884, S. 268. — Syrien: Pharmaz. Zeitung 1886, No. 16, S. 129. — Rußland: Pharm. Journ. Transact. 1889, p. 613.

Handelssorten: Preis-Verzeichnis von Caesar und Loretz, Halle a. S. 1889. — Handelsbericht von Gehe & Co., Dresden, April 1889, Sept. 1887, April 1885, April 1884, Sept. 1884.

Morphologie und Anatomie: Tschirch und Holfert, Über das Süßholz, Archiv der Pharmacie 1888, Heft 11.

Chemie: Gorup Besanez, Ann. Chem. Pharm. 118, 236. — Roussin, Journ. Pharm. Chim., 1875. — Sestini, J. Chem. M. 1878, 1879, 921. — Habermann, Ann. Chem. Pharm. 197, 110. — Wesesky, Benedict, Berl. Ber. 1876, 802.

Stammpflanze: Glycyrrhiza glabra L., Papilionaceae; Radix Liquiritiae mundata, das russische Süßholz, stammt von einer Spielart der genannten Pflanze, von Glycyrrhiza glabra, Var. glandulifera. Glycyrrhiza echinata kann kein Süßholz liefern, da weder Wurzeln noch Achsen der Pflanze im geringsten süß schmecken.

Verbreitung der Stammpflanze: Glycyrrhiza glabra, eine bis 2 m hohe Staude ist durch Südeuropa bis Mittelasien verbreitet; die Varietät glandulifera ist einheimisch in Ungarn, Galizien, in den mittleren und südlichen russischen Gouvernements, in Kleinasien, Armenien, Persien, Afghanistan, Turkestan, Südsibirien, in der Sungarei.

Kultur und Einsammlung: In Spanien, in Italien, in Südfrankreich, in kleinen Mengen in England, in Mähren und Deutschland wird Süßholz angebaut. In Rußland werden große Mengen Süßholz von wild wachsenden Pflanzen gesammelt, jedoch auch große Quantitäten kultiviert. Die Kulturmethode scheint überall eine ähnliche zu sein. In Bamberg, wo nur noch ganz wenig Süßholz gebaut wird, wie ich mich selbst überzeugte, pflanzt man Ausläufer der geernteten Pflanze in guten, tief gepflügten, gut gedüngten Boden und gräbt die daraus erwachsenen Wurzel- und Ausläufersysteme im dritten Jahre aus. In England verfährt man ganz ähnlich. Man sammelt die Wurzeln und alten, kräftigen Ausläufer der kultivierten Pflanzen im Anfange des dritten oder vierten Winters nach der Anpflanzung der Stecklinge und benutzt die jungen Ausläufer, die gleichseitig an den geernteten Pflanzen sitzen, zur neuen Anpflanzung, indem man sie aufrecht, in Reihen in den Boden setzt. Bei dem Ausgraben geht man vorsichtig zu Werke, wäscht die geernteten Teile sorgfältig, zerschneidet sie in kurze Stücke und schabt wohl auch die äußere Rinde ab.

In Italien, wo man der üppigen Fruchtbarkeit des Bodens mehr zumuten kann, baut man das Süßholz mit Mais, Erbsen oder Weizen auf einem Felde, erntet nach 2 oder 3 Jahren durch Auspflügen und pflanzt dann wiederum die Ausläufer.

Handelssorten: Das bei uns gebrauchte Süßholz kommt größtenteils aus Spanien und Rußland, in neuerer Zeit in etwas größerer Menge auch aus Kleinasien und Syrien.

Das spanische Süßholz. Die beste Handelsware kommt aus Tortosa in Catalonien. Sie besteht aus fast geraden, fast gleichmäßig cylindrischen unterirdischen Achsen, die gut gewaschen sind. Eine ähnliche, aber unansehnlichere Sorte, die ungleichmäßiger und schlechter gewaschen ist, kommt in großen Quantitäten aus Alicante in Valencia; ihr sind auch hie und da Wurzeln beigepackt, welche sonst in Spanien meist zur Extraktbereitung benutzt werden. Auch aus Cordoba und Barcelona kommt Süßholz in den Handel.

Das kleinasiatische Süßholz, welches aus der Umgebung von Smyrna (z. B. Sokia) in den Handel kommt, steht in seiner Qualität der Alicante-Ware meist nahe, erreicht nicht selten die Tortosa-Ware. Es wird von wild wachsenden Pflanzen gesammelt.

Aus Syrien kommt geschältes Süßholz, welches noch etwas bitterlicher als das russische Holz schmeckt, und ungeschältes in den Handel, welches dem spanischen Süßholze nahe steht. Es stammt von kultivierten Pflanzen ab.

Das russische Süßholz. Zum Unterschiede von den bisher genannten Sorten kommt das russische Süßholz meist geschält in den Handel, und die Ware besteht dann größtenteils aus kräftigen, alten Wurzeln, enthält nur relativ wenige meist dicke Achsenstücke. Es schmeckt, verglichen mit dem spanischen Süßholz, etwas bitterlich. Das russische Süßholz wird teilweise auf den Inseln des Wolga-Deltas kultiviert, wo man es bei der Ernte auspflügt wie in Italien, gereinigt und über Astrachan nach Moskau und Petersburg gesandt. Dort wird es meist geschält. Auch in der Gegend von Batum (Liakha im Distrikte Elisabethpol) wird jetzt viel Süßholz kultiviert. Große Mengen von wild wachsenden Pflanzen scheinen an den Ufern des Ural gegraben zu werden und nach Nischni-Nowgorod zu gelangen, um von dort aus verhandelt zu werden. Häufig kommt das russische Süßholz in mit Lindenbastmatten verpackten Ballen von 80—100 kg in den Handel.

Morphologie: Die russische Ware besteht hauptsächlich aus Nebenwurzeln und deren Zweigen, welche von dem äußeren Teile der Rinde befreit sind. Die spanische Ware und die Ware der anderen Länder besteht meist nur aus Ausläufern (also unterirdischen Achsen) der Pflanze; doch sind auch einzelne Wurzeln beigemengt. Diese unter dem Boden hinkriechenden Achsen werden oft mehrere Meter lang, verzweigen sich

hier und da und tragen in kürzeren oder längeren Abständen kleine Knöspchen.

Anatomie.

Lupe: Betrachten wir die Querschnittfläche eines Ausläufers oder einer dünneren Wurzel des spanischen Süßholzes, so finden wir unter der dunklen Peridermschicht (*k* Fig. 197) die relativ breite, hellgelbe Rinde, in welcher helle Markstrahlen (*m*) und dunklere Rindenstränge (*R*) verlaufen. Die Rindenstränge sind charakterisiert durch graue Punkt (*f*), die hauptsächlich durch die Sklerenchymfaserstränge der Rindenstrahlen veranlaßt werden. Das Kambium (*c*) tritt kaum als eine besonders markierte Linie hervor. Das Holz ist bei der Wurzel marklos, bei den Ausläufern mit einem meist fünfeckigen, aber oft auch unregelmäßig geformten Marke (*mk*) versehen.

Die Markstrahlen (*m'*) des Holzes sind ebenfalls, wie die der Rinde, hellgelb. Die Holzstränge lassen große Gefäße (*g*), oft auch ähnliche graue Punkte wie die Rindenstränge, also Sklerenchymfaserstränge, welche mit den Gefäßen abwechseln, mehr oder weniger deutlich erkennen. Das Holz erscheint dunkler gelb als die Rinde.

Die Wurzelstücke des russischen Süßholzes (Fig. 198), zeichnen sich dadurch aus, daß die Markstrahlen des Holzes und der Rinde (*m'* und *m*) relativ schmal und oft durch das Austrocknen zerrissen sind, so daß an ihrer Stelle radiale Risse die Droge durchziehen. Die Gefäße des Holzes (*g*) sind weiter und reichlich vorhanden.

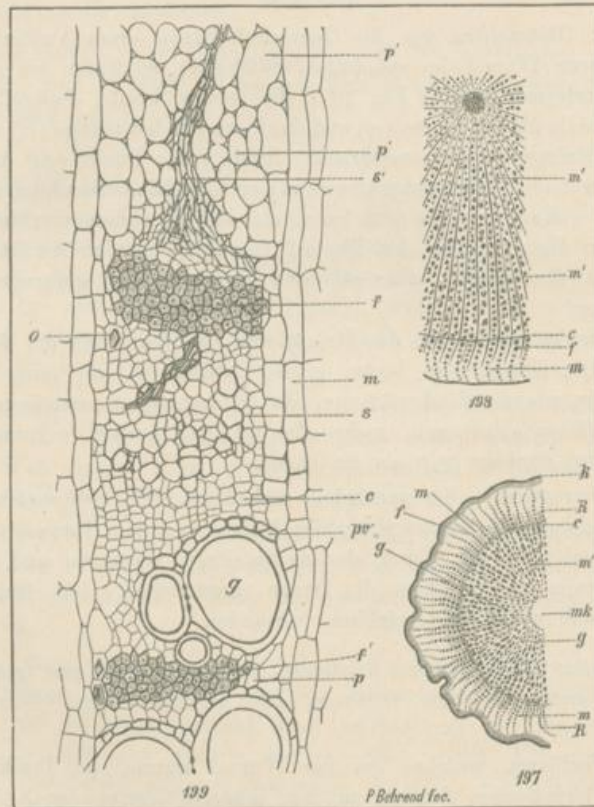
Mikroskop: Die feinere Anatomie ist im großen und ganzen bei spanischem und russischem Süßholz, bei Ausläufern und Wurzeln die gleiche.

Das Periderm, welches bei der Wurzel normal im Perikambium, bei den unterirdischen Achsen an der inneren Grenze der Außenrinde angelegt wird, die Außenrinde der Achse also völlig abstößt, besteht aus einer mehr oder weniger dicken Lage dunkelbrauner, sehr regelmäßiger Korkzellen mit ein wenig verdickten Wänden und einer Phellodermis, deren Zellen ebenfalls etwas verdickt sind, im Radialschnitt der Wurzel fast kreisrunden Querschnitt zeigen und dort auch erkennen lassen, daß sich deutliche Intercellularräume zwischen ihnen ausgebildet haben.

Im Querschnitte der Wurzel erscheinen die Phellodermzellen tangential gestreckt. Es kommen auch Oxalatzellen im Phelloderm vor, deren monoklinische Krystalle, wie die von *Ononis* und wie alle der Süßholzwurzel von einer Membran umschlossen sind, welche jedoch hier nicht verholzt zu sein scheint. Die Wurzelrinde ist ausgezeichnet durch große, in der Aufsicht runde Lenticellen, welche aus lockerem Füllgewebe und ziemlich dichten Zwischenstreifen bestehen.

Die auf das Periderm folgende Rinde ist bei Wurzel und Achse fast nur sekundäre Rinde, da die geringen primären Reste bei der Wurzel

(die Außenrinde) und der Achse (der Siebstränge führende Teil der primären Rinde) nicht in Betracht kommen und wohl kaum mehr auf-



Erklärung der Tafel.

Radix Liquiritiae.

Fig. 197. Querschnitt durch einen Ausläufer von Rad. Liquirit. Hispanica.

k Periderm. m Markstrahlen. mk Mark. c Kambium. R Rinde. f Sklerenchymfaserstrang. g Gefäße.

3fach vergr.

Fig. 198. Stück des Querschnittes von Rad. Liquirit. Rossica.

Bezeichnungen wie bei Fig. 197.

3fach vergr.

Fig. 199. Partie des Querschnittes, Ausläufer von Rad. Liquirit. Hispanica, zwischen zwei Markstrahlen.

f Sklerenchymfaserstrang. c Kambium. s Siebröhrenguppen. m Markstrahlparenchym. s' obliterierte Siebstränge. p Rindenparenchym. o Oxalatzelle. g Gefäße.

zufinden sind. Bemerkenswert ist nur, daß den Achsen die primäre Außenrinde stets fehlt.

Die Markstrahlen der Rinde (*m*, Fig. 199) werden wie die des Holzes von dünnwandigen, unverholzten Parenchymzellen gebildet. In der Nähe des Kambiums sind sie 3—8 Zellen breit, verbreitern sich aber nach außen zu mehr und mehr. Die sekundären Rindenstränge lassen in der Nähe des Kambiums (*c*) Siebstränge (*s*) erkennen, welche über die ganze Quere eines jeden Rindenstranges verbreitet sind. Nach außen zu folgen auf diese Siebstränge Stränge (zu 1—4 nebeneinanderstehend) von Sklerenchymfasern (*f*), welche wie die des Holzes aus sehr langen Elementen bestehen, deren Wände nur in einer äußersten Lamelle verholzt, aber stark verdickt sind. Siebstränge und Faserstränge wechseln weiter nach außen zu regelmäßig mit einander ab, gewöhnlich 2 Faserstränge mit jeder Siebröhrenregion. Die Siebstränge obliterieren aber dort überall sehr schnell und erscheinen dann auf dem Querschnitte der Wurzeln als hornige Streifen (*s'*). Die wenigen Parenchymzellen, welche die Siebröhrenstränge umgeben (*p'*) haben sich dort sehr vergrößert und haben die dünnen Siebröhren mit den sie begleitenden Elementen stark zusammengedrückt. Vorzüglich an der Grenze zwischen Sklerenchymfasersträngen und Markstrahlen liegen Oxalatzellen (*o*).

Das Holz ist in ähnlicher Weise wie die Rinde aus abwechselnden Tracheensträngen (*g*) und Sklerenchymfasersträngen (*f''*) zusammengesetzt. Die Sklerenchymfasern sind auch hier von Oxalatzellen begleitet, welche, wie man im Radialschnitt der Wurzel leicht erkennt, in Reihen übereinanderstehen. Das Parenchym des Holzes (*p*) besteht aus in der Längsrichtung der Wurzel gestreckten, unverholzten Zellen. Nur in der Nähe der Tracheen liegen einige etwas gestrecktere, engere und verholzte Elemente (*po*).

Die Tracheen sind mit dichten kurz spaltenförmigen Hoftüpfeln versehene Gefäße, und wie alle verholzten Teile der Wurzel gelb gefärbt; ihre Zwischenwände sind bis auf einen Ring völlig durchbrochen. Alle Parenchymzellen enthalten in der Regel Stärkekörner von 10—12 μ Durchmesser.

Chemie: Die süßschmeckende Droge enthält als hauptsächlichstes süßes Prinzip die Ammoniakverbindung der Glycyrrhizinsäure ($C^{44}H^{62}NO^{18}(NH^4)$), welche etwa zu 8 % aus der Droge gewonnen werden kann. Vielleicht enthält das trockene Süßholz auch reduzierenden Zucker. Der Kaltwasserauszug des frischen Süßholzes reduziert Fehlings Lösung nur schwach.

Außerdem enthält die Droge einen gelben Farbstoff und liefert etwa 4 % Asparagin.

Geschichte: Das Süßholz wurde schon von den Alten gebraucht, und fand im Mittelalter allgemeine Anwendung.

Im XV. Jahrhundert wurde die Süßholzkultur in Bamberg eingeführt.

g) **Radix Ratanhiae Peruvianae.**

Peruanische Ratanhiawurzel.

Litteratur.

Chemie: Wittstein, Viertelj. f. Pharm. III, 353; VI, 621. — Grabowski, Ann. Chem. Pharm. 143, S. 274. — Gehe & Co., Handelsbericht 1883, April p. 35.

Stammpflanze: Krameria triandra Ruiz et Pavon. Caesalpiniaceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Der mit relativ kräftiger Wurzel versehene kleine Strauch wächst auf sandigen Abhängen der Cordilleren von Peru in einer Höhe von 1000–2500 m.

Einsammlung: Die Droge wird von wildwachsenden Pflanzen hauptsächlich im Osten und Nordosten von Lima und im Hochlande des Titicaca-Sees gesammelt und von Callao, Payta und Islay aus verschifft.

Morphologie: Die Droge besteht meist aus dem Wurzelsystem der Pflanze, mit Resten der oberirdischen Achse und von deren Zweigen. Die Hauptwurzel der Pflanze scheint stets erhalten zu sein und mit ihren Zweigen die Hauptmasse der Droge auszumachen. Die Spitzen der Wurzel sind, infolge schlechter Grabung, häufig weit hinauf abgebrochen.

Anatomie.

Lupe: Die Hauptwurzel ist von einer rissigen Borke bedeckt, unter welcher die rote Rinde liegt. Diese grenzt an das relativ helle Jungholz, während das weiter innen liegende Holz der Hauptwurzel dunkler und rot ist. Die dunkle Färbung des Kernholzes rührt daher, daß nicht nur, wie im Jungholze, in den Markstrahlen und dem Holzparenchym rotbraune Massen, sondern auch in den Sklerenchymfasern gelbe, stark lichtbrechende Füllungen liegen, und selbst die Tracheen der Wurzel von gelblichen, in Salzsäure unlöslichen Massen erfüllt sind.

Die Hauptwurzelzweige sind von einer dunkelroten Korkschiicht bedeckt. Der Durchmesser der Seitenwurzeln schwankt zwischen 1 mm und 1 cm. Die Rinde der Seitenwurzeln wird nicht über 1 mm dick.

Mikroskop: Eingehender betrachten wir die Anatomie an einer 4 mm dicken Seitenwurzel. Fig. 203 stellt einen Querschnitt durch die Wurzel dar, welcher durch Einlegen in eine Chloralhydratlösung von

Erklärung der Tafel.

Fig. 200. Sklerenchymfaser aus der Rinde eines Wurzelzweiges von Krameria triandra (st, Fig. 203).
100fach vergr.

Fig. 201. Sklerenchymfaser des Holzes α , nebst Parenchymzelle β des Holzes, aus demselben Wurzelzweige (sc und hp, Fig. 203).
100fach vergr.

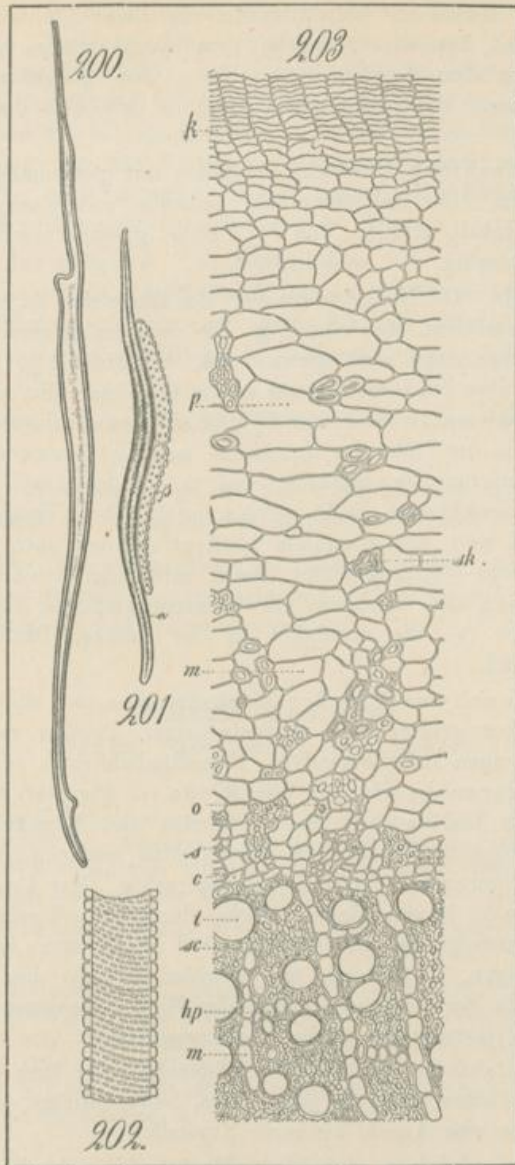


Fig. 202. Glied eines Gefäßes aus dem Wurzelzweig (t Fig. 203).
180fach vergr.

Fig. 203. Querschnitt durch einen 4 mm dicken Wurzelzweig von *Krameria triandra*, aus welchem auch die durch Maceration isolierten Elemente Fig. 200, 201, 202 stammen.
k Kork. s Siebröhre. p Rindenparenchym. sk Sklerenchymfasern der Rinde. o Oxalatzelle.
m Markstrahl der Rinde. c Kambium. t Trachee. hp Holzparenchym. sc Sklerenchymfaser des
Holzes. m Markstrahl des Holzes.
100fach vergr.

Farbstoff und Stärkemehl befreit wurde. In dieser Abbildung ist mit *k* die Korkschicht bezeichnet, welche dem Korkkambium ihre Existenz verdankt. Von dem Korkkambium, bis *c*, dem Kambium, reicht die sekundäre Rinde. Was unterhalb *c* liegt, ist ein Teil des Holzes der Wurzel.

Die Korkschicht (*k*) besteht aus Zellen mit gleichmäßig verdickten, dünnen Wänden. Sie sind ganz oder teilweise mit einem rotbraunen, transparenten Inhalt erfüllt. Von der Fläche gesehen erscheinen sie unregelmäßig viereckig.

Die Rinde. Die Markstrahlen (*m'*) der Rinde sind da, wo sie an das Kambium (*c*) anstoßen, stets einreihig. Die zwischen je zwei Markstrahlen liegenden Rindenstränge sind gleich breit, bis dreimal so breit wie die Markstrahlen. Ihre Zusammensetzung ist die folgende. Die, wie es scheint, frühzeitig obliterierenden Siebröhren (*s*) sind nicht sehr zahlreich vorhanden; man kann sie in der Nähe des Kambiums noch am besten erkennen, wo sie von Kambiformzellen begleitet und in Gruppen von kleinzelligem Parenchym eingeschlossen sind, welches auch schon einige Oxalatzellen enthält. Nicht weit vom Kambium entfernt werden auch Gruppen von Sklerenchymfasern (*sk*) ausgebildet, denen zahlreiche Oxalatzellen (*o*) anliegen. Zwischen den Gruppen der Sklerenchymfasern liegen einzelne Parenchymzellen (*p*), die vorzüglich in der äußeren Partie der Rinde relativ groß sind.

Die Parenchymzellen der Markstrahlen (*m'*) sind fast kubisch, mit zarten, aber großen und unregelmäßigen Tüpfeln versehen. Die Siebröhren zeigen keine besonderen Eigentümlichkeiten und sind relativ zart. Die Sklerenchymfasern der Rinde (*sk*, Fig. 200) besitzen meist nur mäßig, hier und da auch stark verdickte, fast homogene, sehr zart und wenig getüpfelte Wände. Im Querschnitte erscheinen die 1–2 mm langen Fasern unregelmäßig drei- oder viereckig. Der Durchmesser der einzelnen Faser ist in verschiedener Höhe derselben oft sehr verschieden, und kleine Auszweigungen an der Faser sind nicht selten; häufig sind die Elemente gebogen, da sie sich, wie gewöhnlich dicht den Markstrahlen anschließen. In der äußeren Schicht der Rinde erscheinen die Sklerenchymfasern im Querschnitte häufig zusammengedrückt.

Die Oxalatzellen, die Krystallschläuche, sind lang gestreckt und enthalten meist einen oder ein paar lange, säulenförmige, monoklinische Krystalle, selten eine Anzahl kleinerer Krystalle.

Das Holz wird von einreihigen Markstrahlen durchzogen, welche durch tangential verlaufende Brücken einreihig gestellter Parenchymzellen (*hp*) miteinander verbunden werden. In den so durch die Parenchym-elemente gebildeten Abteilungen liegen weitere und engere Tracheen (*t*), umgeben von Sklerenchymfasern (*sc*).

Die Parenchymzellen der Markstrahlen (*m*) des Holzes stehen, wie der Tangentialschnitt durch das Holz lehrt, zu 1–6 übereinander.

Die Elemente der Markstrahlen besitzen dünne Wände und sind mit großen runden Tüpfeln versehen; ähnlich verhalten sich die Holzparenchymzellen (*hp*, Fig. 201 β). Letztere sind übrigens häufig langgestreckt, teilweise sogar faserförmig. Die Sklerenchymfasern (*sc*, Fig. 201 α) sind dickwandig und mit schräg gestellten, spaltenförmigen Tüpfeln versehen. Die Tracheen (*t*, Fig. 202) bestehen aus kurzen Gliedern, welche ebenfalls schräg gestellte, spaltenförmige Tüpfeln tragen. Die Zwischenwände der Tracheen sind vollkommen durchbrochen.

Inhalt der Gewebe. Die Markstrahlen des Holzes und der Rinde enthalten einen rotbraunen Farbstoff, ebenso das Parenchym des Holzes. Chloralhydratlösung, welcher man etwas Eisenchlorid zugesetzt hat, löst den Farbstoff und bewirkt zugleich das Auftreten einer grünlichen Färbung. Stärke ist im Rindenparenchym und in den Markstrahlen der Rinde und des Holzes enthalten. Auch die Parenchymzellen des Holzes enthalten Stärkekörner.

Chemie; Aus der Droge ist die amorphe, sich mit Eisenchlorid grünlich färbende Ratanhiagerbsäure hergestellt worden.

Geschichte: Die Anwendung der Ratanhiawurzel wurde 1796 von Ruiz in Spanien in Aufnahme gebracht und verbreitete sich von dort nach Frankreich, England und (1818) Deutschland.

b) **Radix Sassafras.**

Lignum Sassafras, Sassafrasholz.

Litteratur.

Vorkommen der Stammpflanze: Hale, Woods and timbers of North Carolina, Raleigh, 1883, p. 105. — Russell, Large trees of Sassafras, Gard. Monthly, 28, 1886, p. 22. — Th. C. Harris, Pharm. Journ. and transact. 1887, Vol. 18, p. 672. — Sargent, Just's Jahresber. für Botan. 1886, S. 227.

Einsammlung und Handel: Flückiger and Hanbury, Pharmacographia 1879, p. 539.

Chemie: Reinsch, Rept. Pharm. 39, S. 180. — Faltin, Ann. Chem. Pharm. 87, S. 376. — Saint-Evre, Ann. Chim. Phys. (3) 12, 107. — Grimaux et Ruotte, Compts rend. 68, 923. — Arzruni und Flückiger, Poggendorffs Annalen 158 (1876) 244. — Schiff, Über das Safrol, Dissert. Breslau, 1882. — Poleck, Berichte d. D. chem. Ges. 1886, S. 1096. — Flückiger, Pharm. Journ. and transact. 1887, 4. Juni. — Handelsbericht von Schimmel & Co. 1887, Okt. S. 45.

Stammpflanze: Sassafras officinalis Nees ab Esenbeck, Lauraceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Der diözische Baum ist in Nordamerika, hauptsächlich östlich vom Mississippi und ungefähr von Florida bis Kanada hinauf verbreitet.

Einsammlung: Die Wurzeln der Bäume werden im Herbst ausgegraben und mit Hilfe von Hebeln ausgehoben. Vorzüglich liefert wohl

New-Jersey, Pennsylvania und Nord-Carolina die Droge, für welche der Hauptmarkt Baltimore ist. Das Holz der Wurzel wird entweder mit der Rinde oder ohne dieselbe versandt. Die Rinde wird auch als Cortex Sassafras in den Handel gebracht. Die größeren Drogenhäuser raspeln oder schneiden das Holz meist und verkaufen es in zerkleinertem Zustande an die Apotheker. Das Stammholz ist nicht pharmazeutisch verwendbar, weil es kaum aromatisch ist.

Die Hauptwurzel der Pflanze, welche die Droge bildet, wird bis 20 cm dick und ist mit knorrigen Ästen besetzt. Die Oberfläche der Wurzel ist meist durch Borkenschuppen rau und erscheint dann rotbraun. Jüngere Stücke, welche noch mit der Korkschiebt bedeckt sind, besitzen eine graue Farbe.

Morphologie: Die zerkleinerte Droge besteht also oft ganz, stets aber zum größten Teile aus dem Wurzelholze, da die Rinde relativ dünn ist.

Anatomie.

Lupe: Schneidet man die Wurzel quer durch und glättet die Fläche des graubraunen, lockeren Holzes mittelst eines scharfen Messers sorgfältig, so findet man in dem letzteren mit der Lupe leicht die sehr schmalen, geraden, heller als das Holz erscheinenden Markstrahlen (Fig. 204, *m*). Ferner erkennt man leicht die Frühjahrszonen der Jahresringe (*J*, Fig. 204) an den zahlreichen weiten Gefäßquerschnitten, welche dort beieinander liegen. Spaltet man das Holz in der Richtung eines Radius des Wurzelquerschnittes durch, so sieht man auf der Spaltungsfläche die Markstrahlen als quer verlaufende, dunklere, zarte, bräunliche Linien.

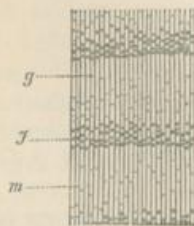


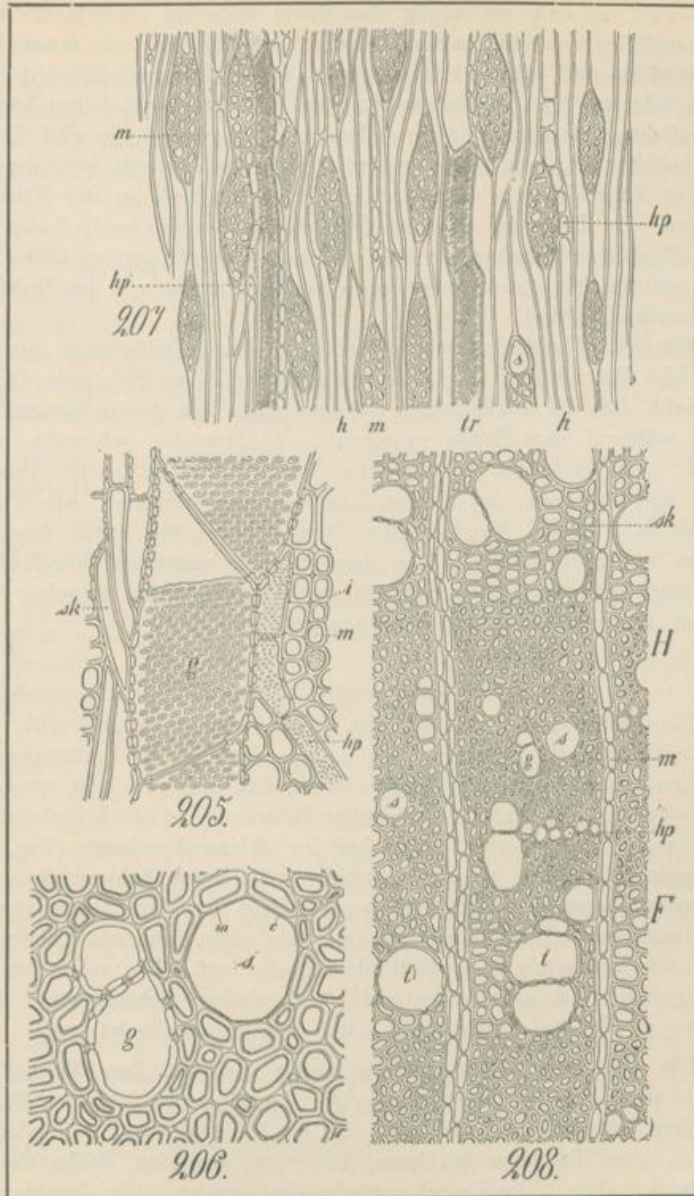
Fig. 204.

Lupebild des Querschnittes von Lignum Sassafras.

m Markstrahlen. *J* Frühjahrszone des Jahresringes, ausgezeichnet durch die großen Gefäße. *g* kleine Gefäße.

Die Rinde, welche höchstens 1 cm dick ist, erscheint auf der Querschnittsfläche fast homogen körnig und braun, die Borkenschuppen häufig heller als die aus dem lebenden Teile des Rindengewebes hervorgegangene innere Partie der sekundären Rinde der Droge.

Mikroskop: Betrachtet man einen Querschnitt des Holzes (Fig. 208) bei mäßig starker Vergrößerung, so findet man, daß die Markstrahlen aus 1—4 nebeneinander liegenden Zellreihen (*m*) bestehen. Der größte Teil des zwischen den Markstrahlen liegenden Gewebes ist aus Sklerenchymfasern aufgebaut, welche, wie gewöhnlich in der Frühjahrs-
partie (*F*) des Jahresringes relativ wenig verdickt und weit sind, während sie im Herbstteile (*H*) enger sind. Innerhalb des Sklerenchymfasergewebes sieht man die Gefäße (*t*) liegen. Dieselben sind in der äußersten Frühjahrs-



Erklärung der Tafel.

Das Holz von Radix Sassafras.

Fig. 205. Partie aus dem Tangentialschnitt. 370fach vergr.

Fig. 206. Partie aus dem Querschnitte. 290fach vergr.

Fig. 207. Tangentialschnitt. 78fach vergr.

Fig. 208. Querschnitt. 78fach vergr.

partie weit, so daß sie häufig den Raum zwischen zwei Markstrahlen völlig ausfüllen, im übrigen Teile des Jahresringes sind sie meist kaum ein Drittel so weit wie im Frühjahrsteile. Die kleineren Gefäße (*t*) liegen einzeln oder zu 2—4 in kleinen Gruppen. Außer den Gefäßen bemerkt man auf dem Querschnitte noch andere große Elemente, es sind dies die Sekretbehälter (*s*), von denen einer in Fig. 206, *s* noch besonders bei stärkerer Vergrößerung abgebildet ist. Hauptsächlich in der Nähe der Tracheen, die Tracheen mit den Markstrahlen verbindend, findet man ferner Holzparenchymelemente (*hp*), welche durch die geringe Dicke ihrer Wand und an dem meist vorhandenen braunen Inhalte von den Holzfasern zu unterscheiden sind.

Für das Verständnis der Anordnung der verschiedenen Elemente leistet die Betrachtung des Tangentialschnittes (Fig. 207) gute Dienste. Man sieht, daß die Markstrahlen (*m*) eine Höhe von 2—30 Elemente besitzen, während ihre Breite zwischen 1—4 Elementen schwankt. Dann bemerkt man, daß das Holzparenchym (*hp*) sich dicht an die Tracheen anlegt und Tracheen und Markstrahlen seitlich verbindet, wie z. B. in der Abbildung bei *hp'*. Die Sekretbehälter (*s*) liegen fast nur in den Markstrahlen und zwar häufig in der obersten oder untersten Zellreihe. Die meist stark gebogenen Sklerenchymfasern füllen den Raum zwischen Markstrahlen, Holzparenchym und Tracheen aus.

Bau der einzelnen Elemente.

Die Sklerenchymfasern des Holzes sind lang gestreckt, meist beiderseitig einfach zugespitzt, hie und da auch an der Spitze gegabelt; ihre Wand ist meist mächtig stark verdickt, fast homogen, sehr wenig und zart getüpfelt. Die Mittellamelle aller Zellwände ist stark verholzt und tritt überall scharf hervor, auch bei den Sklerenchymfasern (Fig. 206); mit Anilinsulfat färbt sie sich intensiv gelb, durch Schwefelsäure wird sie schwierig zerstört. Der Mittellamelle liegt bei der Sklerenchymfaser die primäre Verdickungsschicht als kaum verholzte, sich mit Chlorzinkjod meist noch schmutzig blau färbende Lamelle auf. Die sekundäre Verdickungsschicht ist sehr dünn und etwas stärker lichtbrechend als die primäre; in Fig. 206 erscheint sie etwas dunkler als die letztere.

Die Tracheen sind ebenfalls wenig verholzt, ihre Verdickungsschicht zeigt dieselbe Reaktion wie die Verdickungsschicht der Sklerenchymfaser. Die Wände sind, wie die Fig. 205, *g* zeigt, wenigstens da, wo sich zwei Tracheen berühren, mit rund behöftten, spaltenförmigen Tüpfeln versehen. Die Zwischenwände sind häufig völlig durchbrochen, wie bei Fig. 205, *g*, häufig auch nur leiterförmig durchbrochen.

Die Markstrahlencellen besitzen eine dünne, mit runden Tüpfeln versehene Wand. Ihre Form läßt sich leicht aus dem Längsschnitte (Fig. 208, *m*) und aus dem Querschnitte der Zelle (Fig. 207, *m*) ableiten. Zu bemerken ist, daß, wie überall, auch hier die Markstrahlencelle kleine

Intercellularräume zwischen sich lassen (Fig. 205, *i*). Die Holzparenchymzellen (Fig. 205, *hp*) sind den Markstrahlzellen ähnlich.

Die Sekretbehälter sind durch die Struktur ihrer Membran ausgezeichnet; diese ist in Fig. 206, *s* dargestellt. An die Mittellamelle (*m*) schließt sich direkt eine einzige verkorkte Verdickungsschicht (*c*) an. Letztere Lamelle löst sich also in Schwefelsäure nicht.

Inhalt der Elemente.

Stärke kommt hauptsächlich in dem Holzparenchym und den Markstrahlzellen, seltener in den Holzfasern vor. Markstrahlen und Holzparenchym führen einen braunen Inhalt, welcher in Kalilauge löslich ist und sich mit Eisenchlorid dunkler färbt. Das Sekret der Sekretbehälter ist farblos und besteht wohl hauptsächlich aus den Körpern, welche wir im ätherischen Öle der Droge finden.

Chemie: Das Wurzelholz liefert bis 2% eines ätherischen Öles, die Wurzelrinde bis 4%.

Das ätherische Öl besteht wesentlich aus dem krystallisierenden Safrol ($C^{10}H^{10}O^2$) und dem flüssigen Safren ($C^{10}H^{16}$, Siedepunkt 156°).

Geschichte: Bei Gelegenheit der vom Admiral Coligny veranlafsten protestantischen Kolonisationsversuche in Florida (1562—1564) wurden die Franzosen auf das von den Indianern als Heilmittel gebrauchte Sassafrasholz zuerst aufmerksam.

1) **Radix Ononidis.**

Hauhechelwurzel.

Litteratur.

Botanik: Wiegand, Flora 1856, S. 673. — de Bary, Anatomie, S. 583.

Chemie: Reinsch, Repert. Pharm. 76, S. 12; 78, S. 18. — Hlasiwetz, Journ. prakt. Chem. 65, S. 419; Wien. Akad. Ber. 15, S. 165.

Stammpflanze: *Ononis spinosa* L., Papilionaceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Durch fast ganz Europa verbreitet, auf trocknen Wiesen, Wald- und Wegrändern.

Kultur und Einsammlung: Die Droge wird nur von wildwachsenden Pflanzen, meist im Herbst gesammelt.

Morphologie: Die Droge besteht aus der wenig verzweigten, oft 20 und mehr Jahre alten Hauptwurzel der Pflanze, meist mit dem sehr kurzen, fast ganz unterirdisch wachsenden Achsenteile, von welchem die Zweige und Knospen entfernt sind. Häufig sind die im Handel vorkommenden Wurzeln in Längsstreifen gespaltet.

Anatomie.

Lupe: Die Querschnittfläche der Wurzel erscheint, wie Fig. 209 u. 210 zeigen, meist nicht rund, sondern ihr Umfang ist meist mehr oder weniger buchtig eingeschnitten. Betrachtet man die Querschnittfläche der Wurzel genauer, so sieht man, daß der organische Mittelpunkt der Wurzel meist mehr oder weniger excentrisch liegt, oft dicht am Rande zu finden ist. Nur in ganz jungen Wurzeln und Wurzelspitzen liegt der organische Mittelpunkt fast ganz central, also normal.

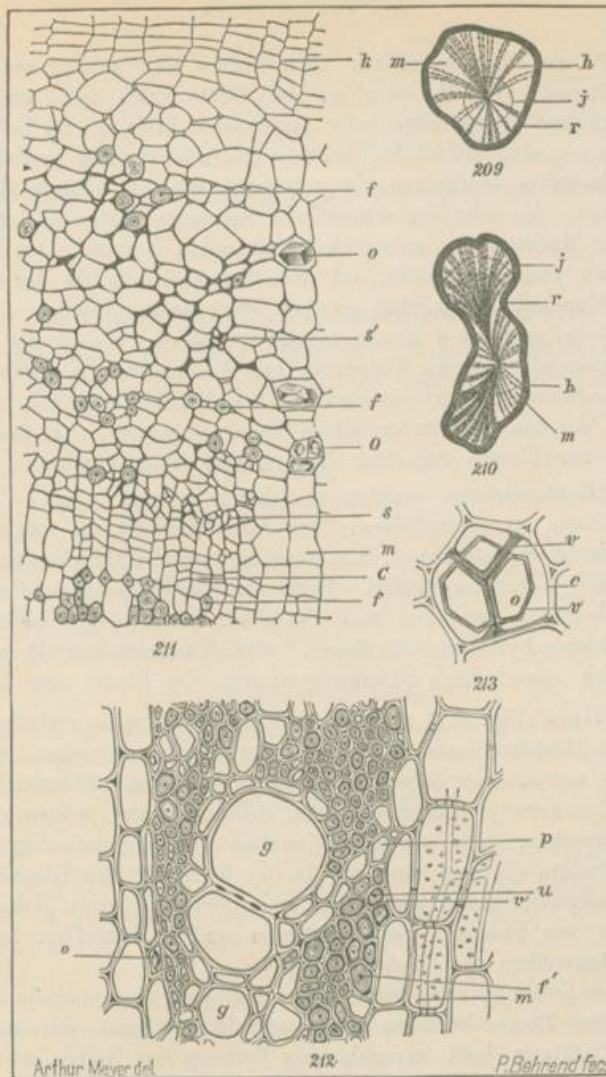
Nicht selten sieht man ferner schwarze Streifen in radialer Richtung von der Rinde aus in das weiße Gewebe eindringen oder schwarze Punkte in dem weißen Gewebe; es sind dies im Absterben begriffene Partien, welche durch äußere Schädlichkeiten angegriffen sind. Die Streifen gehen gewöhnlich von abgestorbenen Seitenwurzeln aus.

Die Wurzel ist bedeckt von einer fast schwarzen Schicht, der Borke, unter welcher man als schmale, graue, hornartige Linie die sekundäre Rinde hinlaufen sieht. In Fig. 209 u. 210 ist Borke und sekundäre Rinde zusammen, also die Rinde im weiteren Sinne, durch die dunkle Linie markiert, welche den strahligen Kern, das Holz, umgiebt. Das Holz ist sehr hell gefärbt und durch die sehr verschieden breiten, weißen Markstrahlen (*m*) deutlich radial gestreift. Die Holzstränge (*h*) sind etwas grauer und durch die großen Tracheen charakterisiert. Das Holz zeigt mehr oder weniger deutlich Jahresringe (*j*) schon bei Lupenbetrachtung. In Fig. 210 sind durch einige zarte, schwarze Bogen, in Fig. 209 ist ein schärfer ausgebildeter Jahresring durch eine Kreislinie angedeutet. Vorzüglich deutlich treten die Jahresringe hervor, wenn man die Schnittfläche mit Anilinsulfat befeuchtet.

Bricht man die Wurzel langsam durch, so sieht man die Bruchfläche mit feinen, haarartigen Fasern bedeckt; es sind dies einzelne oder Bündel von Sklerenchymfasern des Holzes. Da die parenchymatischen Elemente Stärke führen, so färbt sich die Wurzel beim Befeuchten mit Jodjodkalium teilweise blau. Durch Befeuchten mit Ammoniak wird das Holz gelb gefärbt.

Mikroskop: Die schuppige Borke, welche die Wurzel umhüllt, wird durch etwa 6 Zelllagen dicke Korksichten von dem Rindengewebe abgeschnitten. Die Elemente des Rindenparenchyms, welche durch die Korksicht von dem übrigen Gewebe getrennt werden, wachsen anfangs noch beträchtlich, bräunen ihre Membran und füllen sich, wie die alten Korkzellen, mit einer braunen, körnigen Masse.

Die Rinde wird infolge der lebhaften Peridermbildung nicht dick und zeigt auf dem Querschnitte (Fig. 211) zwischen der innersten Peridermschicht *k* und dem Kambium (*C*) meist nur eine schmale Ringzone nicht obliterierter Siebstränge (*s*) und vielleicht ebenso viele obliterierte Sieb-



Arthur Meyer del.

P. Behrend fec.

Erklärung der Tafel.

Wurzel von *Ononis spinosa*.

Fig. 209 und 210. Querschnittsflächen.

r Rinde. h Holzstrang. m Markstrahl. j Jahresring.
Abbildung nach Wiegand.

Fig. 211. Querschnitt der Rinde bis zur innersten Korkschieht k.

f Sklerenchymfasern. o Oxalatzellen. s' obliterierte, s intakte Siebstränge. m Markstrahlenparenchym. c Kambium.
220fach vergr.

Fig. 212. Querschnitt des sekundären Holzes.

p Parenchym-, f' Sklerenchymfaser des Holzes. r deren verholzte, u deren unverholzte Lamellen der Membran. m Markstrahlenparenchym. o Oxalatzelle. g Gefäß.
330fach vergr.

Fig. 213. Oxalatzellen aus dem Tangentialschnitte der Rinde.

Eine Markstrahlencelle mit unverholzter Membran c ist in 3 Zellen getheilt, in welchem die 3 Oxalatkristalle o liegen, umhüllt von verholzten Membranen r.

stränge (*s'*) wie thätige, in den nach außen sich schnell verjüngenden Rindensträngen. Die Markstrahlen der Rinde erscheinen, wie die des Holzes auf dem Querschnitte sehr verschieden breit, 1—30 Zellen breit; ihre Zellen (*m*) sind unverholzt, auf dem Querschnitte fast quadratisch; im Tangentialschnitte erscheinen sie polygonal wie die äußere Membran *c* der Fig. 213. Als sehr charakteristische Elemente treten in der äußeren Partie der Markstrahlen zahlreiche Oxalatzellen hervor. Den Bau derselben kann man am besten auf dem Tangentialschnitte der Rinde erkennen. Man sieht dann, daß gewisse Markparenchymzellen sich durch dünne Wände in 2 bis 4 Kammern geteilt haben, wie es Fig. 213 darstellt. Behandelt man die Präparate mit Anilinsulfat, so bemerkt man, daß die Teilwände (*v*) verholzt sind, die ursprüngliche Membran (*c*) unverholzt ist. An den Teilwänden sitzen die Oxalatkristalle (*o*) fest an und sind dicht umschlossen von einer dünnen, verholzten Membran (*v*).

Die Rindenstränge werden in ihrem ganzen oberen Teile aus relativ großem, unregelmäßigem Parenchym gebildet, in welches einmal die obliterierten Siebstränge, z. B. *s*, dann die stark lichtbrechenden Sklerenchymfasern (*f*) eingelagert sind. Dicht am Kambium (*c*) sieht man zahlreiche Siebstränge, zwischen und vorzüglich hinter denen ebenfalls vereinzelte Sklerenchymfasern (*f*) liegen. Der Tangentialschnitt lehrt, daß die gänzlich unverholzten Sklerenchymfasern der Rinde sehr lang sind.

Das Holz (Fig. 212) zeichnet sich aus durch seine verholzten, grob getüpfelten Markstrahlzellen (*m*) und durch die zahlreichen, sehr stark verdickten, nur in einer äußeren Lamelle (*v*) verholzten Sklerenchymfasern (*f*). Die Tracheen (*g*) sind mit kurzen, spaltenförmigen, schwach behöfteten Tüpfeln versehen. Die wenig zahlreichen parenchymatischen Elemente der Holzstrahlen (*p*) sind verholzt, in der Richtung der Längsachse der Wurzel gestreckt, unten und oben zugespitzt und grob getüpfelt. An der Grenze von Sklerenchymfasersträngen und Markstrahlen liegen hier und da Längsreihen von Oxalatzellen (*o*).

Schließlich mag noch bemerkt werden, daß die anormale Form des Querschnittes älterer Wurzeln daher zu rühren scheint, daß infolge von äußeren Einflüssen bald unregelmäßig Partien des Holzes an verletzten Stellen absterben, und daß sich hinter den absterbenden Regionen ein Kambium bildet, welches Rinde erzeugt, in der sich sofort wieder eine Peridermschicht ausbildet. Das Kambium erzeugt rechtwinklig zu seiner Längsrichtung Zellelemente, die sich den alten Holzstrahlen und Markstrahlen ansetzen, so daß sich diese dann später nach den Stellen, in welchen die Verwitterung stattfand, also nach den Rändern der Buchten bogig hinneigen. Diese Verhältnisse bedürfen jedoch noch einer genaueren Untersuchung. Berg (Atlas, S. 9) und Wiegand haben die Erscheinung nur ganz oberflächlich angesehen.

Chemie: Aus der Wurzel ist ein für Menschen ungiftiges Glykosid, das Ononin, ferner ein amorpher Körper, welcher dem Glycyrrhizin

ähnliche Eigenschaften besitzt, das Ononid, und ein geruch- und geschmackloser, leichtschmelzbarer, krystallisierbarer Körper der Formel $C^{12}H^{20}O$, dessen chemische Natur ebenfalls nicht festgestellt ist, dem man aber den Namen Onocerin gegeben hat, dargestellt worden.

Geschichte: Die Hauhechelwurzel war schon im 16. Jahrhundert officinell.

*) Die officinellen Umbelliferenwurzeln.

Radix Levistici, Liebstöckelwurzel. Radix Angelicae, Engelwurzel. Radix Pimpinellae, Bibernelnwurzel.

Litteratur.

Radix Levistici.

Verbreitung: Ascherson und Kanitz, Catalog. Serbiae, Bosniae etc., Klausenburg, 1877.

Kultur: Schwabe, Der Medizin-Kräuterbau in Thüringen, Pharmazeutische Zeitung 1876, Pharm. Handelsblatt No. 64. — Meine eigenen, in Cölleda angestellten Beobachtungen.

Chemie: Bericht von Schimmel & Co., Leipzig, 1887, Okt. S. 45.

Radix Angelicae.

Verbreitung: Schübler, Pflanzenwelt Norwegens 1873, 281. — Hooker, Flora boreali-americana I. (1833) 9. — Nyman, Conspect. Florae Europ. II (1879) 282. — Sommer, Un' estate in Siberia, Firenze 1885 (Justs Jahresb. 1886, S. 165). — Gardner, Plants used as medicines in China, Pharm. Journ. XV, 497.

Chemie: Bericht von Schimmel & Co. 1887, Okt., S. 45. — Buchner, Repert. (2) 26, 145—178; Repert. Pharm. 76, 161. — Brimmer, Dissert. Erlangen 1875. — Beilstein und Wiegand, Berl. Ber. 15, 174L. — Naudin, Bullet. soc. chim. (2) 39, p. 407. — Angelikasäure: Buchner, Repert. Pharm. 76, 161. — Baldriansäure: Meyer und Zenner, Ann. Chem. Pharm. 55, 317.

Radix Pimpinellae.

Einsammlung: Briefliche Mitteilung an mich von Brückner, Lampe & Co., Leipzig, Nov. 1881.

Chemie: Ber. v. Schimmel & Co., 1887, Okt., p. 45. — Buchheim, Archiv der Heilkunde XIV, 1872, S. 37. — Bley, Trommsdorffs N. Journ. 12 (2) 62.

Verwechslung: Caesar & Loretz, Preisverzeichnis, Jan. 1889 und Pharmaz. Zeitg. 1888, S. 36.

Diese drei nach äußerem Ansehen, Geruch und Geschmack leicht zu unterscheidenden Drogen sind sich in morphologischer und anatomischer Beziehung so ähnlich, daß wir sie zweckmäßigerweise gleichzeitig und vergleichend besprechen.

Stammpflanzen: Radix Levistici: Levisticum officinale Koch (Ligusticum Levisticum L.).

Radix Angelicae: Archangelica officinalis Hoffmann (Angelica officinalis Mönch).

Radix Pimpinellae: Pimpinella Saxifraga L. und Pimpinella magna L.

Verbreitung der Stammpflanzen: Levisticum officinale: Wildwachsend vielleicht in Serbien und Bosnien vorkommend; in Deutschland, der Schweiz, Frankreich, Holland häufig in Bauerngärten gezogen.

Archangelica officinalis: Wildwachsend im nördlichen Europa und Sibirien, auf Island und Grönland.

Pimpinella Saxifraga und magna: Fast durch ganz Europa, mit Ausschluss der südlichsten Gebiete, und auch in großen Gebieten Asiens. Eine interessante Varietät von P. Saxifraga ist P. nigra Willd., welche sich auch durch schwarzen Kork der Wurzel auszeichnet.

Kultur und Einsammlung: Radix Levistici und Angelicae werden in großen Mengen bei Cölleda im Thüringer Kreis der preuß. Provinz Sachsen angebaut. Levisticum wird in Cölleda entweder aus Samen gezogen, wie Angelica, oder auch durch Seitensprosse, die an dem Rhizom entstehen, fortgepflanzt. Die Seitensprosse werden im Frühjahr eingesetzt und im Herbst (Mitte September oder Oktober) ausgegraben. Man spaltet das Rhizom und die stärkeren Wurzeln, reiht die Stücke auf Bindfaden und trocknet sie.

Angelica wird nur aus Samen gezogen. Der Samen wird in einem leichten, gut gedüngten Boden im Herbst (seltener im Frühjahr) ausgesät. Die jungen Pflanzen werden, um das Land vom Unkraut zu befreien, 2—3 mal umhackt, erreichen bei günstiger Witterung bis zum Herbst eine Höhe von 3—4 Fuß und werden dann ausgegraben. Das Rhizom und das Wurzelsystem wird dann gewaschen, an Bindfäden gereiht und zum Trocknen aufgehängt. Einige Pflanzen läßt man im Lande, um Samen zu erhalten, welcher erst durch die zweijährige Pflanze gebildet wird.

Angelikawurzel wird auch bei Jenalöbnitz in der Nähe von Jena, bei Schweinfurt, im Erzgebirge und im Riesengebirge kultiviert.

Radix Pimpinella wird dagegen von wild wachsenden Pflanzen gesammelt und von den Sammlern gern aus Klee- oder Esparsetteäckern gegraben, sowohl im Frühjahr als im Herbst.

Morphologie der Drogen: Alle drei Drogen bestehen aus den ganzen unterirdischen Teilen der Pflanzen und zwar aus einem kurzen, in manchen Fällen verzweigten Achsenstücke, meist einer verzweigten Hauptwurzel und auch Nebenwurzeln.

Radix Levistici besteht aus den unterirdischen Teilen einjähriger Pflanzen. Der mächtig lange Achsenteil ist durch die Blattnarben charakterisiert und trägt häufig dünnere Zweige mit verlängerten Internodien.

An der Spitze der Achse sitzen die dicht übereinander stehenden Blattbasen und Knospenblätter. Die Region, welche diese Blätter trägt, ist nicht gekammert, sondern massiv und besonders reich an Ölgängen. Die Achse geht nach unten in die mäfsig verzweigte Hauptwurzel über. Der Handel liefert nicht die ganzen unterirdischen Teile im Zusammenhange, sondern die Seitenwurzeln mehr oder weniger getrennt von den Achsen und den Hauptwurzeln. Die im Handel vorkommenden Achsen und Wurzeln sind außerdem meist der Länge nach gespalten, um das Trocknen derselben zu erleichtern.

Radix Angelicae besteht dagegen aus dem unzerschnittenen unterirdischen Teile, von dem nur die gröfseren Blätter entfernt sind. Der Achsenteil trägt an der Spitze zahlreiche junge Blätter, Knospen und Blattreste, ist aber nicht verzweigt, und dabei kurz und dick. Die Achse ist im oberen Teile, soweit gröfsere Blätter safsen, gekammert. An der Achse sitzen zahlreiche, selbst wieder reich verzweigte Nebenwurzeln; auch die Hauptwurzel ist meist vorhanden und dann ebenfalls reichlich verzweigt.

Radix Pimpinellae des Handels zeigt keinen so gleichmäfsigen Charakter wie die beiden anderen Drogen, was einmal damit zusammenhängt, dafs die Droge von wildwachsenden Pflanzen gesammelt wird, dann auch damit, dafs zwei verschiedene Stammpflanzen die Droge liefern. Die unterirdische Achse der Pflanze ist fast stets mehr oder weniger reich verzweigt. Die Hauptachse und teilweise auch deren Zweige endigen in Reste der hohlen, abgestorbenen, oberirdischen Achsen oder tragen die Narben abgeschnittener Knospen oder Achsen. Die unterirdischen Achsenstücke sind durch die Blattnarben deutlich geringelt, welche letztere mit den Resten der Gefäfsbündel, kleinen Spitzchen, besetzt sind.

Die Hauptwurzel ist wenig verzweigt, Nebenwurzeln sind oft nur wenige vorhanden, oft fehlen sie ganz.

Anatomie der Wurzeln der drei Drogen.

Lupe: Betrachtet man den quer durchschnittenen unteren Teil einer Hauptwurzel, eines Hauptwurzelzweiges oder einer Nebenwurzel der drei Drogen auf der Schnittfläche, so sieht man im allgemeinen folgendes:

Die Rinde zeigt als äufserste, hautartig zusammenhängende, sich leicht lösen lassende Schicht das Periderm (*p*, Fig. 218). Die äufsere Partie des Periderms ist die Korkschicht, welche bei Pimpinella hellgelb, bei Levisticum rötlichgelb, bei Angelica dunkel graubraun gefärbt erscheint.

In der Rinde fallen die grofsen Luftlücken und die quer durchschnittenen Sekretgänge, aus denen meist Sekretröpfchen austreten, zuerst ins Auge. Die Sekretbehälter liegen in den Rindenstrahlen (*s*), welche rechts und links von den meist helleren Markstrahlen (*m*) begrenzt sind. Das Kambium (*C*) tritt stets deutlich hervor. Das Holz erscheint bei Levi-

sticum und Pimpinella in der Droge schön gelb, bei Angelica meist grau. Die gelbe Farbe des Holzes der ersten beiden Drogen rührt von den Tracheen her, deren Öffnungen in allen drei Wurzeln leicht zu erkennen sind. Auch im Holze erkennt man die Markstrahlen (*m*) deutlich. In der Fig. 218 ist ein Schnitt durch den oberen Teil einer Hauptwurzel von Angelika abgebildet, welche scheinbar ein Mark zeigt. Nur diejenige Partie dieser Wurzel, welche dicht an das Rhizom grenzt, besitzt eine so breite centrale Parenchymmasse.

Mikroskop: Von den Wurzeln der drei Pflanzen soll zur eingehenden Beschreibung des anatomischen Baues diejenige von Levisticum benutzt werden; für die anderen Wurzeln brauchen wir dann nur die Abweichungen ihres Baues von dem Baue der Liebstockwurzel anzugeben.

Radix Levistici. Die Wurzel besitzt eine nur dünne Peridermschicht. Der äußere Teil der letzteren wird aus etwa 6 Lagen dünnwandiger gelblicher Korkzellen gebildet (Fig. 214 *k*), der innere aus einer ebenfalls dünnen Lage von Phelloderm, dessen Elemente ohne Interzellularräume aneinander schließeln, etwas kollenchymatisch und grob getüpfelt sind und im Tangentialschnitt der Wurzel aussehen, wie die in Fig. 217 für die Angelikawurzel abgebildeten Zellen *kp*. Das äußere, stark verzerrte Gewebe der inneren Rinde ist von großen, unregelmäßigen Luftlücken durchsetzt, welche vorzüglich und zuerst in den Markstrahlen auftreten und ursprünglich wohl nicht durch Zerreißen, sondern durch Lösung der Mittellamellen der Markstrahlzellen (schizogen) zu stande kommen (noch genauer zu untersuchen!). Die Markstrahlen, welche Rinde und Holz durchziehen (Fig. 215 *m* und 216 *m*), sind relativ schmal, meist nur 2—3 Zellen breit, aber sehr hoch, meist 10—50 Zellen hoch.

Die zwischen den Markstrahlen liegenden Rindenstränge lassen als die auffallendsten Elemente die großen interzellularen Sekretgänge (*Se*, Fig. 215) erkennen, die von einem dünnwandigen Epithel (*Et*) umschlossen werden und gewöhnlich von einer Gruppe dünnwandiger Parenchymzellen umgeben sind.

Solche mehr oder weniger in der Längsrichtung der Wurzel gestreckte Parenchymzellen (Fig. 219 *p*) nehmen ferner den kleinen Raum ein (Fig. 215 *p*), welchen Gruppen von kollenchymatischen Ersatzfasern

Erklärung der Tafel.

Fig. 214, 215, 216 Radix Levistici (dicker Zweig der Hauptwurzel).

Fig. 214. Querschnitt durch das Periderm.

p Rindenparenchym. *kp* Phelloderm. *k* Korkzellen.

Fig. 215. Querschnitt durch den mittleren Teil der sekundären Rinde.

m Markstrahl. *p* Rindenparenchym. *f* Ersatzfaser. *s* Siebröhre. *Se* intercellularer Sekretgang. *Et* Epithel des Sekretbehälters.

Fig. 216. Querschnitt durch den mittleren Teil des sekundären Holzes.

m Markstrahl. *p* Parenchym. *f* Ersatzfaser. *g* Gefäß. *L* Luftführende Interzellularlücke.
220fach vergr.

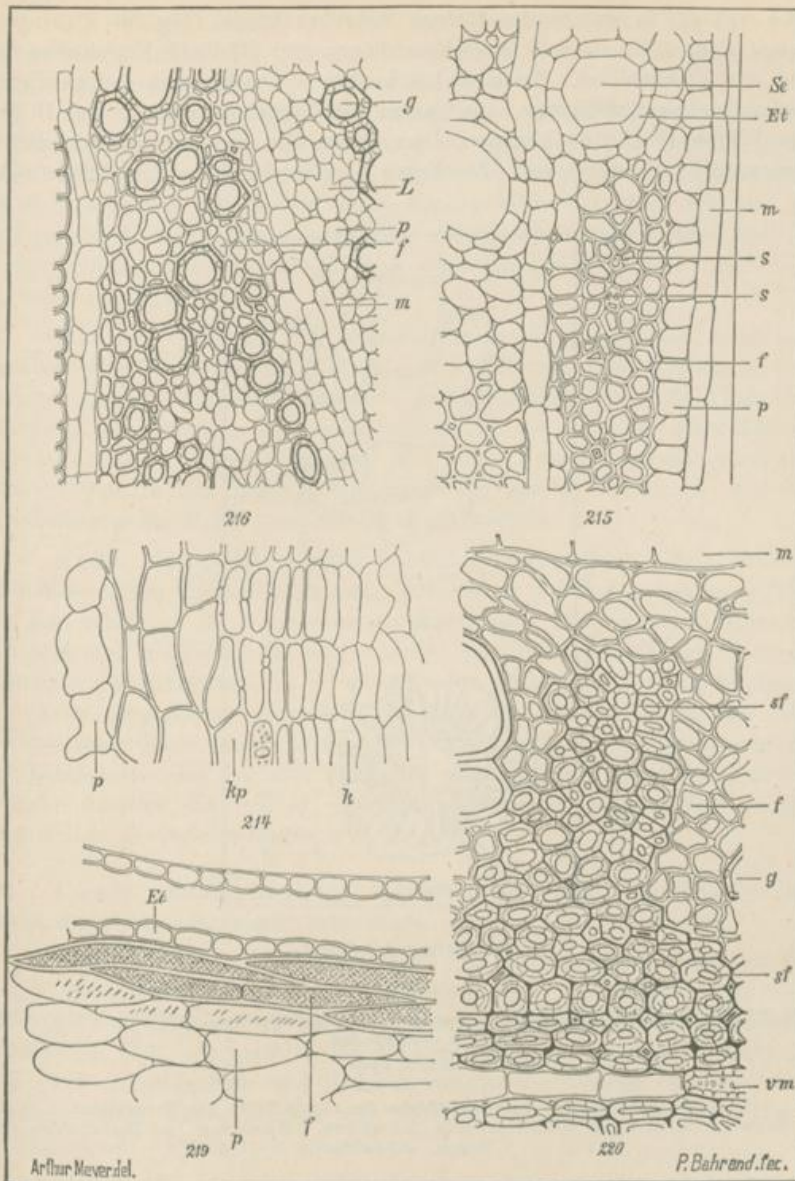


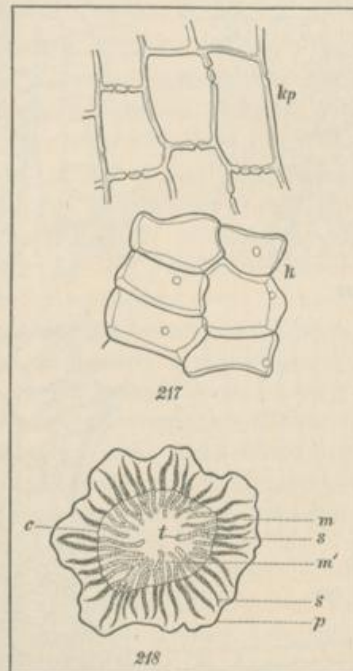
Fig. 219 und 220 Radix Pimpinellae.

Fig. 219. Partie aus dem tangentialen Längsschnitt der sekundären Rinde einer Wurzel von Pimpinella Saxifraga.

f Ersatzfaser. p Parenchym. Et Epithel eines Sekretganges.
220fach vergr. Der Schnitt querliegend.

Fig. 220. Querschnitt durch das Holz einer älteren Wurzel von Pimpinella magna.
m Markstrahlenparenchym. sf Sklerenchymfaser. f Ersatzfaser. g Gefäß. vm Verholzte Markstrahlencelle. Der Schnitt liegt quer.

(Fig. 215 *f*), in welche die kleinen Siebröhrenbündel (Fig. 215 *s*) eingelagert sind, übrig lassen. Diese Ersatzfasern sind für *Radix Pimpinellae* in Fig. 219 *f* abgebildet. Sie sind bei *Levisticum* meist noch dickwandiger und mit etwas kräftigeren, spaltenförmigen Tüpfeln versehen. Im Holze der Wurzel (Fig. 216) kommen diese Faserzellen weniger stark verdickt und weniger zahlreich vor. Sie liegen hier in der Nähe der Gefäße (*g*),



Erklärung der Tafel.

Radix Angelicae.

Fig. 217. *kp* Elemente des Phelloderms, aus dem Tangentialschnitte der Wurzel. *k* Korkzellen von oben gesehen.

220fach vergr.

Fig. 218. Schema der Querschnittfläche des oberen Teiles der Hauptwurzel. *m* Markstrahlen der Rinde. *s* Rindenstränge. *p* Periderm. *l* Holzstränge. *m'* Markstrahlen des Holzes. *c* Kambium.

welche in dünneren Wurzeln von sehr verschiedener Größe und unregelmäßig gestellt sind, bei älteren Wurzeln gleichmäßiger groß und in fast regelmäßige Radialreihen geordnet sind. Die Gefäße sind fast durchgängig mit spaltenförmigen Tüpfeln versehen. In etwas älteren Wurzeln treten auch in den Holzstrahlen Luftlücken auf. In Fig. 216 *L* ist eine im Entstehen begriffene Luftlücke abgebildet.

Die Wurzel enthält je nach der Sammelzeit und der Art des Trocknens größere oder geringere Mengen von Stärke in Parenchymzellen und Ersatzfasern, kann auch ganz stärkefrei sein.

Eine besondere Besprechung verlangen die Sekretbehälter, da sie die wirksamen Bestandteile, das ätherische Öl, enthalten. Die Sekretbehälter sind schizogene Interzellularräume, welche sich schon bei ihrer Entstehung mit dem Sekrete füllen und lange Kanäle bilden. In Fig. 219 ist ein Längsschnitt durch einen Sekretgang dargestellt, dessen Epithel mit *Et* bezeichnet ist. Die kleinen, den Gang auskleidenden Epithelzellen schließen lückenlos aneinander.

Radix Angelicae. Die Wurzeln besitzen im wesentlichen denselben anatomischen Bau wie die Wurzeln von *Levisticum*. Als feinerer Unterschied mag die bedeutendere Weite der Sekretgänge und die Thatsache hervorgehoben werden, daß der Epithelzellenkranz meist von einer Schicht dickwandiger Zellen umgeben ist. Die Menge des dünnwandigen Parenchyms in den Baststrahlen ist größer als bei *Levisticum*, und die Ersatzfasern des Holzes sind relativ stark verdickt.

Radix Pimpinellae. Die Wurzel besitzt relativ kleine Sekretbehälter, deren Epithelzellen stets mit einem gelblichen Sekret gefüllt zu sein scheinen. Im Holze scheinen Ersatzfasern stets reichlich vertreten zu sein, und bei *Pimpinella magna* findet man in älteren Wurzeln größere Partien dieser Ersatzfasern schwächer oder stärker verholzt und verdickt, zu Sklerenchymfasern geworden. In Fig. 220 ist eine Partie aus dem Wurzelholze dieser Pflanze dargestellt und sind die Sklerenchymfasern mit *sf* bezeichnet. *vm* ist eine verdickte und verholzte Markstrahlzelle, welche daselbst hie und da ebenfalls vorkommen. Die im Herbste gesammelten Wurzeln enthalten viel Stärke.

Chemie: *Radix Levistici.* Liefert 6 pro Mille ätherisches Öl und außerdem Harz. Schmeckt aromatisch.

Radix Angelicae. Liefert etwa 1 % ätherisches Öl, welches noch nicht genauer untersucht ist, größtenteils aus Terpenen besteht und geringe Mengen Cymol zu enthalten scheint, und 6 % Harz. Außerdem findet sich von auch sonst in den Pflanzen häufig vorkommenden Körpern bis $\frac{1}{3}$ % Angelikasäure und Hydrokarotin in der Wurzel, ebenso Rohrzucker. Auch kleine Mengen von Baldriansäure wurden in der Wurzel nachgewiesen. Geschmack aromatisch.

Radix Pimpinellae. Man hat aus der aromatisch und beißend scharf schmeckenden Wurzel, welche 0,025 % ätherisches Öl enthält, einen Körper dargestellt, welcher den scharfen Geschmack der Wurzel bedingt und Pimpinellin genannt wurde.

Verwechslung: *Radix Heraclei Sphondylii* kommt unter Umständen als *Radix Pimpinellae* in den Handel.

Geschichte: Radix Levistici war im Mittelalter eine sehr beliebte Droge und scheint auch schon zur Zeit der Römer Verwendung gefunden zu haben.

Die Anwendung von Radix Pimpinellae läßt sich bis zum 8. Jahrhundert zurück verfolgen und

Radix Angelicae ist seit dem Anfange des 16. Jahrhunderts in Deutschland zu Arzneizwecken kultiviert worden, viel früher bei den nordischen Völkern als Nahrungsmittel benutzt und angebaut worden.

1) Radix Helenii.

Alantwurzel, Rhizoma Enulae.

Litteratur.

Verbreitung: Günther Beck, Die europäischen Inula-Arten. Separatabzug aus d. XLIV. Bd. der Denkschriften d. Math. Naturw. Klasse d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. Wien 1881.

Kultur: Cultivation of Medicinal Plants in Thuringia. Gard. Chron. 1879. Vol. XII, p. 466. — Schwabe, Der Medizin-Kräuterbau in Thüringen, Pharmazeutische Zeitung 1876, No. 64.

Anatomie: R. Triebel, Über die Ölbehälter der Wurzeln von Compositen. Nova Acta Leop. Carol. Akad. Natur. Bd. 50, No. 7, Halle 1885. — Maurice Thouvenin, Contribution à l'étude anatomique des racines de la famille des Composées. Thèse, Nancy 1884. pg. 63.

Chemie: Husemann und Hilger, Die Pflanzenstoffe, S. 882, S. 1538. — Kallen, Berichte d. deutsch. Chem. Gesellschaft, 1873, S. 1506; Berichte d. deutsch. Chem. Gesellschaft, 1876, S. 154. — Dragendorff, Materialien zu einer Monographie des Inulins, St. Petersburg, 1870. — Lescoer et Morelle, Sur l'identité des inulines de diverses provenances. Compt. rend. t. 87, p. 216. — Schoonbroodt, Jahresber. der Pharmac. 1869, S. 20. (Zucker.) — Schimmel & Co., Leipzig, Bericht 1887, Okt. p. 45 (Bekurts, Jahresbericht der Pharmacie, Göttingen 1889, S. 12). — Marpmann, Pharmac. Centralhalle 1887, No. 10, S. 122. — Hock, Archiv der Pharmacie 221, S. 17.

Stammpflanze: Inula Helenium L., Compositae, Inuloideae.

Verbreitung der Stammpflanze: Die ausdauernde Pflanze kommt im ganzen mittleren Europa und Mittelasien zerstreut, vorzüglich auf feuchten Grasplätzen vor.

Kultur und Einsammlung: Die bei uns im Handel vorkommende Droge stammt ausschließlich von kultivierten Pflanzen. Fast alle in Deutschland gebrachte Ware wird in Cölleda an der Unstrut gewonnen. Wie mir die Herren Gebr. Kirchner in Cölleda, welche die Alantkultur im großen Maßstabe betreiben, freundlichst mitteilten, wird der Samen der Pflanze im Frühjahr mit der Hand frei ausgeworfen, etwas beigebracht, und werden die aufkommenden Pflanzen dann im Herbst ausgehoben und in tief gegrabenes oder rigoltes Land eingepflanzt. Der unterirdische

Teil der Pflänzchen ist im Herbst etwa 16–20 cm lang und die Wurzel etwa 1 cm dick. Die Pflänzchen entwickeln sich dann im nächsten Jahre kräftig und wird ihnen am Johannistage (24. Juni) die sich oft schon bildende Blütenachse abgeschnitten, um eine kräftigere Entwicklung des Wurzelsystems zu veranlassen. Mitte September oder anfangs Oktober erntet man die Pflanzen, schneidet die Blätter und die Wurzeln vom Rhizom ab und verwirft die ersteren, spaltet das kurze Rhizom und die dickeren Wurzeln der Länge nach, reiht die Stücke des Rhizoms und der Wurzel auf Fäden, hängt sie geschützt auf und trocknet sie.

Seltener schneidet man die Spitze des Rhizoms der zweijährigen Pflanze ab und legt sie wieder im nächsten Frühjahr in die Erde. Es bilden sich dann wieder bis zum Herbst des nächsten Jahres erntefähige Wurzelsysteme aus. 4 Teile frischer Wurzel geben etwa 1 Teil der Droge.

Auch in Holland, England und der Schweiz baut man Alant, doch kommt diese Ware für uns nicht in Betracht.

Morphologie: Die Pflanze besitzt ein ausdauerndes Rhizom. Das Rhizom der zweijährigen kultivierten Pflanze, welches die Droge liefert, ist meist nur etwa 6 cm lang und 5 cm dick. Es trägt an der Spitze eine große Blattrosette, welche die Terminalknospe oder die Narbe einer Blütenachse einschließt. Die Narben der abgestorbenen Blätter sind schwer zu erkennen. An Orten, welche den Blattachsen der spiralig gestellten, abgestorbenen Laubblätter entsprechen, finden sich Knospen, die meist noch wenig herangewachsen sind, oder kurze, höchstens 3 cm lange Rhizomäste, welche auch Laubblätter tragen. Aus dem Rhizom brechen verhältnismäßig zahlreiche lange und dicke Wurzeln hervor. An einem aus Cölleda stammenden Exemplare finde ich 10 Nebenwurzeln, von denen die stärkste 50 cm lang und 2,5 cm dick ist. Die wildwachsenden Pflanzen zeigen eine so kräftige Entwicklung des Wurzelsystems nicht.

Die Droge besteht danach der Hauptmasse nach aus Nebenwurzeln. Diese sind teilweise der Länge nach gespalten, hie und da auch geschält. Außerdem findet man Stücke des ebenfalls gespaltenen dicken Hauptrhizomes und die kurzen Seitenzweige oder Seitenknospen, welche meist mit den Wurzelstücken im Zusammenhange bleiben. Die Achsenstücke sind an den ringförmigen Blattnarben und den Blattresten erkennbar.

Anatomie der Wurzel.

Lupe: Auf der Querschnittfläche der trocknen Wurzel (Fig. 226) erkennt man als äußerste Schicht die dünne, bräunliche Korkschicht (*K*). Der Verdickungsring, das Kambium, erscheint meist als sehr zarte, dunkelbraune Linie (*V*). Die sekundäre Rinde ist charakterisiert durch sehr zarte, dunkle, radial verlaufende Streifen, die zusammengefallenen Rindenstränge (*B*), und zeigt große Sekretbehälter (*Se*). Im Holze sieht man neben gleichen Sekretbehältern zahlreiche Gruppen kleiner, gelblicher

Pünktchen, die Gefätsstränge (*G*). Das Centrum der Wurzel wird von einer kleinen, meist etwas dunkler gelben Gruppe von Gefätsen und Sklerenchymzellen eingenommen.

Mikroskop: Die Korkschicht, welche die fleischige, hauptsächlich aus parenchymatischen Elementen aufgebaute Wurzel bedeckt, besteht aus unregelmäßigen, gelblichen, dünnwandigen Korkzellen. Das einschichtige Korkkambium erzeugt kein Phelloderm. Unter der Korkschicht liegt lockeres isodiametrisches oder quergestrecktes Parenchym als äußere Schicht der sekundären Rinde. Im inneren Teile der sekundären Rinde (*R*, Fig. 227) erkennt man auf dem Querschnitte der Wurzel mehr oder weniger deutliche Markstrahlen (*M*). Die Elemente dieser ziemlich hohen und breiten Markstrahlen unterscheiden sich nur sehr wenig von dem Parenchym der Rindenstränge; sie sind fast isodiametrisch und die Rindenstränge erscheinen deshalb auch nur wenig scharf begrenzt. Sie sind hauptsächlich markiert durch die Radialreihen von Siebsträngen (*Si*, Fig. 227 und 229), welche begleitet sind von etwas dickwandigen, unverholzten, mit schräg gestellten Tüpfeln versehenen kurzen Ersatzfasern (*f*, Fig. 229). Die außerdem im Parenchym der Rinde verteilten intercellularen Sekretbehälter (*Se*) sind oft kugelförmig, meist etwas, höchstens bis zur fünffachen Länge ihrer Weite gestreckt. Ihr einschichtiges Epithel besteht aus kleinen zartwandigen, quer gestreckten Zellen.

Gleiche Sekretbehälter (*Se'*) finden sich im Holze der Wurzel. Auch in diesem sind die Markstrahlen nur im Tangentialschnitt der Wurzel zu erkennen. Sie sind auch hier nicht scharf umschrieben und gehen in das gestreckte Parenchym der Holzstränge über. Die Holzstränge sind bezeichnet durch die Gefätsstränge (*g*, Fig. 227). Diese bestehen aus Netzfasertracheen mit ringförmig durchbrochenen Zwischenwänden, welche von dünnwandigen, engen, gestreckten, unverholzten Zellen begleitet sind. Das übrige Gewebe der Holzstränge besteht aus etwas längsgestreckten, etwas dickwandigeren Parenchymzellen. Im Centrum der Wurzel, in der Nähe der primären Gefätsstränge der ursprünglich meist 4- bis 5-strahligen Wurzel werden die Gefäts statt von den dünn-

Erklärung der Tafel.

Wurzel von *Inula Helenium*.

Fig. 226. Querschnittfläche der Droge (Wurzel).

K Korkschicht, *Se* Sekretbehälter, *B* Rindenstrang, *V* Kambium, *G* Gefäts, *Gf* Gefäts und Sklerenchymzellen im Umkreis der primären Gefätsstränge.

Wenig vergr.

Fig. 227. Querschnitt durch eine dünne Wurzel.

K Korkschicht, *p* Parenchym, *Se* und *Se'* Sekretbehälter, *Si* Siebstränge der Rindenstränge, *M* und *M'* Markstrahlen, *V* Verdickungsring, *g* Gefäts, *f* Sklerenchymzellen.

40fach vergr.

Fig. 228. Längsschnitt durch Korkschicht und angrenzendes Parenchym.

K Korkschicht, *p* Parenchym.

120fach vergr.

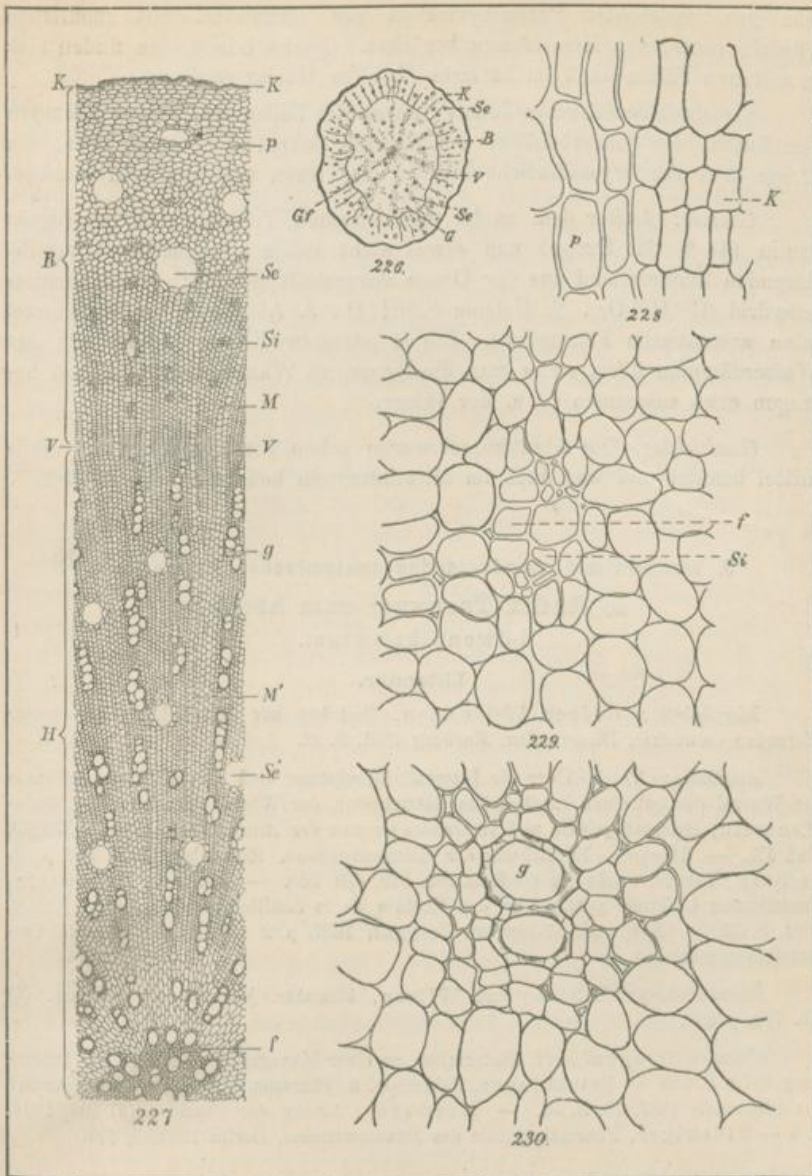


Fig. 229. Querschnitt durch einige Siebstränge.
Si Siebröhre. *f* Kurze unverholzte Faserzelle.
 120fach vergr.

Fig. 230. Querschnitt durch einige Gefäße und das sie umgebende Gewebe.
g Gefäße.
 120fach vergr.

wandigen gestreckten Parenchymzellen von verholzten, mit rundlichen Tüpfeln versehenen Ersatzfasern begleitet. Solche Bündelchen finden sich in seltenen Fällen auch im äußeren Teil des Holzes zerstreut.

Als charakteristischen Inhalt führen die Zellen der Droge Klumpen von Inulin, die Sekretbehälter ein flüssiges Sekret oder auch, wenn die Droge älter ist, krystallinische Massen oder feste, amorphe Sekretmassen.

Chemie: Außer dem an der medizinischen Wirkung nicht beteiligten Inulin (44 % der Droge) und etwas nicht näher untersuchten krystallisierenden Zuckers sind aus der Droge dargestellt worden: 1. Alantsäureanhydrid ($C^{15}H^{26}O^2$), 2. Helenin (C^6H^8O), 3. Alantkampher, 4. Alantol (eine aromatische Flüssigkeit). Die 4 letzteren Körper gehen mit den Wasserdämpfen über, wenn man die Droge mit Wasser destilliert, und betragen etwa zusammen 0,6 % der Droge.

Geschichte: Die Alantwurzel wurde schon von den Alten als Heilmittel benutzt und war auch im Mittelalter ein beliebtes Arzneimittel.

3. Wurzeln mit unbedeutenden anatomischen Anomalieen.

m) **Radix Taraxaci cum herba.**

Löwenzahnwurzel.

Litteratur.

Morphologie: Gideon Weidemann, Beiträge zur Morphologie der perennierenden Gewächse, Dissertation, Marburg 1871, S. 23.

Anatomie: Vogl, Über die Intercellularsubstanz und die Milchsaftgefäße in der Wurzel des gemeinen Löwenzahns, Sitzungsber. der Wiener Akademie, Bd. 48. — Hanstein, Milchsaftgefäße und verwandte Organe der Rinde, Berlin 1864, S. 72, 73, Taf. IX. — Dippel, Entstehung der Milchsaftgefäße, Rotterdam 1865, Taf. 5. — de Bary, Vergleichende Anatomie S. 489, 519, 533, 540. — Maurice Thouvenin, Contribution à l'étude anatomique des Racines de la famille des Composées, Nancy, 1884, S. 52. — Schrenk, American Druggist, 1887, p. 2 ist ohne wissenschaftl. Verständnis geschrieben.

Einsammlung: Elborne and Wilson, Pharmac. journal and transact. (3) No. 772, p. 832.

Chemie: Dragendorff, Materialien zu einer Monographie des Inulins, Petersburg 1870, S. 135. — Frickhinger, Jahresber. d. Pharmac. 1840. — Pollex, Archiv der Pharmacie 1839, 19, S. 50. — Kromayer, Archiv der Pharmac. (2) 105, 1861, S. 6 — Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches, Berlin 1882, S. 409.

Stammpflanze: Leontodon Taraxacum L., Compositae, Liguliflorae.

Verbreitung der Stammpflanze: Der Löwenzahn findet sich überall auf der ganzen nördlichen Halbkugel verbreitet.

Einsammlung: Die wildwachsende Pflanze wird am besten im Frühjahr, ungefähr im April, vor der Blütezeit gesammelt und getrocknet.

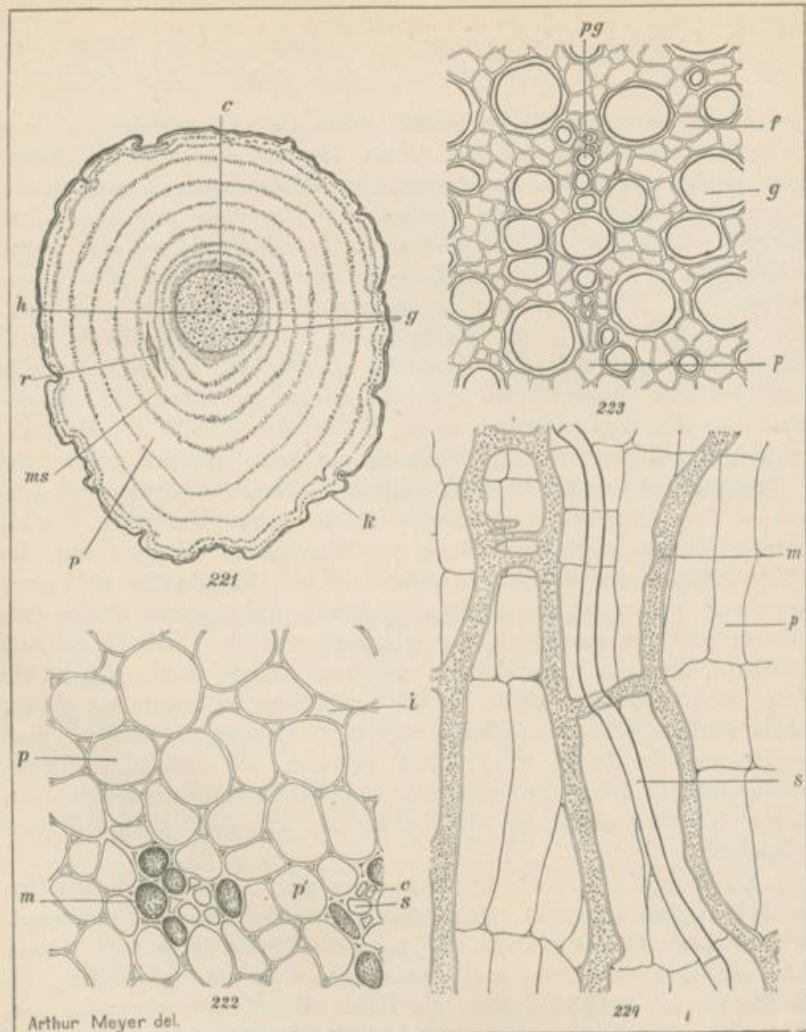
Für den deutschen Bedarf werden in Thüringen größere Mengen der Droge gewonnen. Die frische Pflanze liefert ungefähr 22 % der Droge.

Morphologie: Die Droge besteht, wenn sie gut gegraben ist, aus der in frischem Zustande oft über 35 cm, hier und da bis 60 cm langen, meist wenig verzweigten Hauptwurzel der Pflanze, welche oben in die unverzweigte oder verzweigte, teilweise Blattrosetten tragende Achse übergeht. Meist ist die Hauptwurzel mehr oder weniger weit abgebrochen, da dieselbe im frischen Zustande sehr brüchig und schwer auszugraben ist. Die Hauptachse ist im normalen Falle stets sehr kurz, meist nicht länger als 1 cm. Häufig ist die Spitze der die direkte Fortsetzung der Wurzel bildenden Hauptachse abgestorben, und es finden sich dann zwei oder mehrere kurze und dicke Zweige der Achse. Die Hauptachse oder ihre Zweige tragen an der Spitze eine Rosette von Blättern, welche mit wenig verbreiteter Stielbasis der Achse ansitzen. Unter der Blattrosette findet man sehr dicht stehende Blattnarben. Knöspchen sieht man an dem Achsenstücke der Droge nicht; kleine, Knöspchen ähnlich sehende Hervorragungen sind Reste von Würzelchen. Entfernt man die größten Blätter der Rosette, so fallen an der Droge zarte und lange Haare auf, welche von der inneren Epidermis der jüngeren Blätter entspringen und die jungen Organe schützend umhüllen. Die Haare sind vielzellig. Eine von Niederblättern umgebene Knospe findet sich in der Mitte der Blattrosette nicht, da die Laubblätter während des ganzen Jahres wachsen, die Pflanze keine eigentliche Ruheperiode besitzt. Sind die Pflanzen der Droge im Frühjahr gegraben, so enden ihre Hauptachsen und ihre Zweige mit einer Blütenknospe, welche umgeben ist von einigen in den Achseln der obersten Blätter sitzenden, kleinen Blütenknöspchen.

Als anormale Erscheinung findet man nicht selten die Internodien der Achsen stark gestreckt, die letzteren selbst dadurch stark verlängert. Es tritt dieser Fall meist dann ein, wenn die Pflanze durch irgend einen Zufall mit Erde verschüttet wird; sie streckt dann ihre Internodien, bis die Knospe an das Licht, über die Erde gelangt. Ferner findet man nicht selten ältere Achsenstücke durch tiefgreifende Peridermbildung und entsprechendes Wachstum in mehr oder wenig zahlreiche, netzförmig miteinander zusammenhängende Stränge gespaltet.

Anatomie.

Lupe: Die Querschnittsfläche gut getrockneter Wurzel- oder Rhizomstücke ist im allgemeinen gelblich gefärbt. Die Mitte der Querschnittsfläche der Wurzelstücke wird von dem schön gelben Holze (*h*, Fig. 221) eingenommen. In demselben erkennt man mit der Lupe die Öffnungen der unregelmäßig angeordneten, sehr ungleich weiten Gefäße (*g*). Die Umgebung des Kambiums (*c*) ist mehr oder weniger dunkel gefärbt, weil die dort liegenden, noch zarten Gewebe völlig zusammenfallen und keine



Arthur Meyer del.

Erklärung der Tafel.

Wurzel von *Leontodon Taraxacum*.

Fig. 221. Querschnittsfläche der getrockneten Wurzel.

k Periderm. p Parenchymzonen. ms Zonen der Milchröhrensiebstränge. r Spalte im Parenchym.
h Holz. c Kambium. g Gefäße.
Schwach vergr.

Fig. 222. Partie aus dem Querschnitte der sekundären Wurzelrinde.

p Parenchym der Parenchymzonen. i Interzellularraum. m Milchröhre. s Siebröhre.
c Kambiformzelle.
440fach vergr.

Fig. 223. Partie aus der Mitte des Wurzelholzes.

pg primäre Gefäßestränge. f Faserzelle. g Gefäß. p Parenchymzelle
200fach vergr.

Fig. 224. Tangentialschnitt durch die sekundäre Rinde.

s Siebröhre. p Parenchymzelle. m Milchröhre.

Luft zwischen sich einschließen. Die Rinde, welche stets eben so dick oder dicker ist, als der Durchmesser des Holzes, ist je nach der Behandlung der Droge beim Austrocknen und je nach der Zeit der Einsammlung entweder glatt und fest oder schwammig.

In letzterem Falle finden sich zahlreiche, durch Zerreißen des Parenchyms der Parenchymzonen (*p*) entstandene Lücken, von denen eine in der Fig. 221 (*r*) angedeutet ist. Die Rinde ist ausgezeichnet durch abwechselnde, dunklere und hellere Ringzonen. Die dunkleren Ringzonen (*ms*) sind schmal und enthalten die Siebröhren und Milchröhren, welche selbstverständlich mit der Lupe nicht einzeln erkannt werden können; die helleren Ringzonen (*p*) sind breiter, und zwar um so breiter, je weiter sie nach außen liegen und bestehen nur aus Parenchym. Weder in Holz noch Rinde sind Markstrahlen mit der Lupe zu erkennen. Radiale Strahlen, welche man auf der Wurzelschnittfläche hie und da sieht, sind nur mehr oder weniger weit in das Holz hinein zu verfolgende Spuren der Wurzelzweige. Die Wurzel wird umschlossen von einem meist sehr dünnen, bräunlichen Periderm (*k*). Die Längsschnittfläche der Wurzel zeigt die Zonen als gerade Streifen in der Rinde.

Die Rhizomteile der Droge, also die Achsenstücke, welche dicht unter der Blattrosette liegen, unterscheiden sich auf ihrer Querschnittfläche von den Wurzeln durch das kleine, aber als deutlicher dunkler Punkt erkennbare centrale Mark, ferner durch die Markstrahlen ähnelnden Streifen, welche die von den Blättern eintretenden Gefäßbündel bilden. Letztere erkennt man als dunkle Punkte auf einer tangentialen Schnittfläche des Rhizomstückes.

Mikroskop: Als Eigentümlichkeiten der Wurzel sind also hervorzuheben die starke Entwicklung der Rinde, die eigentümlichen Zonen der Rinde, die geringe Deutlichkeit der Markstrahlen in Rinde und Holz. Die Eigentümlichkeit des Rindenbaues ist darin begründet, daß die Siebstränge nicht regellos in den Rindenstrahlen verteilt liegen, sondern in allen Radien periodisch und dann stets gleich weit vom Kambium der Wurzel entfernt ausgebildet werden, so daß dadurch dann im ganzen regelmäßige, abwechselnde Ringzonen von Siebsträngen und Parenchym entstehen. Die Ringzonen, in welchen die Siebstränge liegen, werden dadurch noch auffallender, daß in ihnen zugleich Milchröhren verlaufen, deren Inhalt nach dem Eintrocknen dunkel erscheint.

Die Wurzel besitzt im Zustande des primären Baues fast immer ein zweistrahliges Gefäßbündel und eine einfache Epidermis und Endodermis. Die primäre Rinde geht nur langsam zu Grunde, ebenso folgt die Endodermis ziemlich lange dem Wachstum der sekundären Rinde und des Holzes, so daß Stücke der Wurzel von 5 mm Dicke noch häufig die letzten Reste der Endodermis und das eben unter der Endodermis angelegte Periderm zeigen. An älteren Wurzelstücken findet man dann ein dünnes Periderm, bestehend aus nur wenigen Lagen gelblicher, unregel-

mäßiger Korkzellen (*k*, Fig. 225) und unregelmäßigen, den Parenchymzellen der Rinde ungefähr gleichenden, nur kürzeren Phellodermzellen

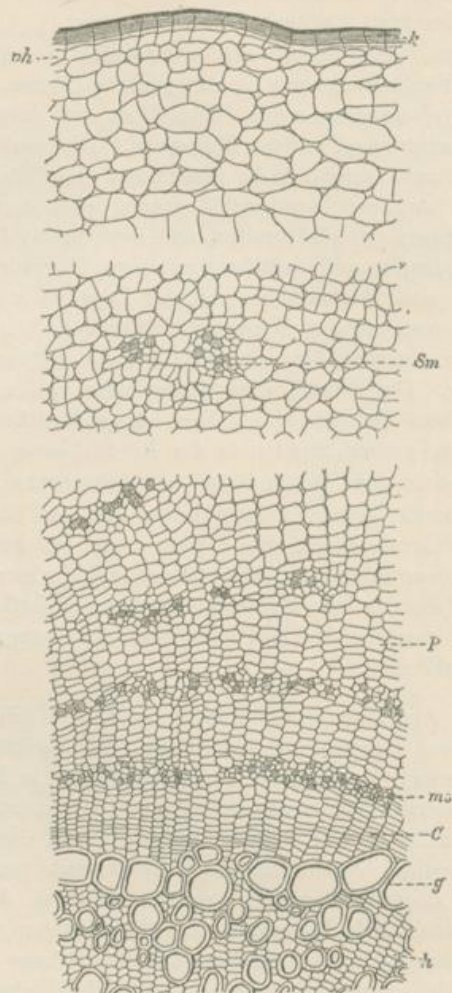


Fig. 225.

Stück des Querschnittes einer Wurzel von *Leontodon Taraxacum* L.
k Ersatzfasern und Holzparenchym. *g* Gefäß. *C* Kambium. *ms* Siebstrangringzone. *P* Ringzone vom Parenchym. *Sm* Siebmilchröhrenstrang. *K* Kork. *ph* Phelloderm.
 130fach vergr.

(Abbildung nach Thouvenin.)

(*ph*, Fig. 225). Alle übrigen Elemente der sekundären Rinde sind mehr oder weniger längsgestreckt und meist so lang wie die Kambiumzellen. Betrachten wir einen Radialschnitt durch die Rinde, so sehen wir, daß

die Parenchymzellen derselben längere Zeit die Länge der Meristemzellen beibehalten (*p*, Fig. 224), nach außen zu sich allerdings etwas verkürzen und erweitern, schließlich sich in der Peripherie der Rinde durch eine Querwand in zwei oder drei Zellen teilen, die sich mehr oder weniger abrunden. Vorzüglich das Parenchym der Parenchymringzonen zeigt deutliche Intercellularräume (*i*, Fig. 222).

In den Siebstrangzonen liegen dicke und dünne Stränge relativ enger Elemente, getrennt durch etwas weiteres Parenchym (*p'*, Fig. 222). Die Stränge sind zusammengesetzt aus Siebröhren, deren Glieder die Länge der Meristemzellen besitzen (Fig. 224 und 222, *s*) und Kambiformzellen (*c*, Fig. 222) und ferner aus gegliederten Milchröhren (*m*, Fig. 222 und 224). Siebröhren und Milchröhren der benachbarten Stränge einer Ringzone anastomosieren mit gleichnamigen Elementen; die Elemente der verschiedenen Ringzonen stehen dagegen nicht in Verbindung. Kleinere normale Markstrahlen lassen sich auf dem Querschnitte der Wurzel auch mit dem Mikroskope nicht auffinden; nur die beiden Hauptmarkstrahlen, welche von den beiden Gefäßsträngen des zweistrahlig primären Gefäßbündels ausgehen, lassen sich in dünneren Wurzeln stets leicht verfolgen. Im Tangentialschnitte erscheinen die zwischen den anastomosierenden Siebmilchröhrensträngen liegenden Parenchymmassen markstrahlähnlich; die eingeschlossenen Parenchymmassen sind etwa 10 Zellen hoch und 5 Zellen breit, beiderseits zugespitzt.

Das Holz der Wurzel besteht aus Netzfasertracheen mit vollständig und kreisförmig durchbrochenen Zwischenwänden (Fig. 223, *g*), wenig gestreckten, beiderseitig spitz endenden, mit schräg gestellten Tüpfelchen versehenen, unverholzten Ersatzfasern (*f*) und wenigem, etwas kurzzelligeren Parenchym (*p*). Markstrahlen sind im Holze, außer den beiden Hauptmarkstrahlen, niemals zu finden. Im Centrum der Wurzel erkennt man meist leicht die beiden primären Gefäßstränge (*pg*, Fig. 223). Die Parenchymzellen der Wurzel enthalten mehr oder weniger Inulin, welches in der Droge zu Klumpen eingetrocknet ist. Stärke findet sich sehr selten und stets nur in äußerst geringen Mengen in Parenchym und Siebröhren.

Chemie: Im Herbst enthält die Pflanze viel Inulin (bis 24 %); im Frühjahr ist dasselbe fast ganz in Lävulin (20 %) und reduzierenden Zucker übergegangen. In den Blättern findet sich etwas Inosit.

Der bittere Stoff, das Taraxacin, ist in dem, im frischen Zustande, weissen Milchsafte der Pflanze enthalten; dort findet sich auch das indifferente Taraxacerin ($C^8H^{16}O$). Die bei 100° getrocknete, im April gesammelte Wurzel liefert 5,24 % Asche.

Geschichte: Der Löwenzahn scheint schon von den Alten als Heilmittel gebraucht worden zu sein.

n) **Radix Colombo.**

Radix Calumbae. Kalumbowurzel. Colombowurzel.

Litteratur.

Verbreitung: Peters, Reise nach Mossambique, Botanik I. (1862) 172. — Kirk, Pharmacographia, 1879, S. 23.

Einsammlung und Handel: Berry, Asiatick Researches, X (1808) 385; Ainslie, Mat. Med. of Hindoostan p. 298. — Dymock, Warden and Hooper, Pharmacographia indica, P. 1, 1889, S. 47 (Trübner, London). Pharmazeutische Zeitung 1886, S. 36.

Chemie: Wittstock, Poggendorffs Annalen 19, S. 278. — Liebig, Pogg. Ann. 21, 30. — Lebourdois, Ann. Chim. Phys. (3) 24, 63. — Bödeker, Ann. Chem. Pharm. 69, 37 u. 47. — Paterno und Ogliastro, Ber. d. deutsch. Chem. Ges. 1879 (12) 685. — Duquesnel, Journ. de Pharm. et de Chimie 1886 (13) p. 615. — A. Kremel, Pharm. Post, Wien 1887, No. 22, S. 349.

Stammpflanze: Jateorrhiza Calumba Miers, Menispermaceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Die Pflanze wächst in den Wäldern der ostafrikanischen Küstenländer, welche etwa zwischen dem Rovuma und dem Sambesi liegen (11° bis 18° südlicher Breite).

Einsammlung und Kultur: Die Droge wird meist von wildwachsenden Pflanzen gesammelt. Man gräbt sie im März, wäscht sie, schneidet sie in Scheiben und trocknet diese im Schatten. Auf den Inseln Ibo und Mosambik wird die Droge auch angebaut. Sie kommt in von Matten umschlossenen Ballen von ungefähr 50 kg in den Handel.

Morphologie: Die Droge besteht aus Querscheiben der verdickten, fleischigen Teile der Nebenwurzeln der Stammpflanze. Eine lebende Pflanze von Jateorrhiza Calumba, welche mir vorlag, trug an dem etwa 3 cm langen, verdickten unteren Ende der sonst schlanken, grünen Achse, welches mit Erde bedeckt war, 4 Wurzeln. Diese Wurzeln waren nur an der Basis stark, im Maximum bis 5 cm, verdickt, während ihre Spitze sich plötzlich verzögerte und in einen bis 20 cm langen, etwa 5 mm dicken reichlich mit Zweigen besetzten Wurzelteil auslief. In Fig. 231 ist der obere Teil des Wurzelsystems der in Rede stehenden, schwachen Pflanze abgebildet. Bei kräftigeren Pflanzen können die verdickten Teile der Nebenwurzeln bis zu 4 dm lang werden.

Anatomie der Droge.

Lupe: Man sieht die Wurzelquerscheiben, aus welchen die Droge besteht, umhüllt von einer dunklen, graubraunen, runzligen Schicht, dem Periderm (Fig. 232, *Pe*). Etwa 5 cm von dem Periderm entfernt liegt, als dunkle Kreislinie (*C*), das Kambium. Die sekundäre Rinde, zwischen Periderm und Kambium liegend, zeigt vom Kambium ausgehende, ungleich lange, dunkle, in radialer Richtung verlaufende Streifen (Fig. 232, *s*),

die Rindenstränge. Nach innen zu schliessen sich an diese Rindenstränge die äusseren Gefässsstränge der im Holze liegenden Holzstränge (*g*) an. Die gelben Gefässsstränge bilden unregelmässige, vom Parenchym unterbrochene Radialreihen, von denen eben jede als der Querschnitt eines Rindenstranges aufzufassen ist, in welchem die Parenchymmassen einen relativ grossen Raum einnehmen. Das Fehlen aller faserförmigen Sklerenchymelemente und die dichte Anfüllung der dünnwandigen Parenchymzellen mit Stärkemehl bedingen den eigentümlichen kurzen Bruch der Droge. Durch Jodjodkalium färbt sich die feuchte Schnittfläche der Droge blau, durch Ätzkali dunkelbraun.

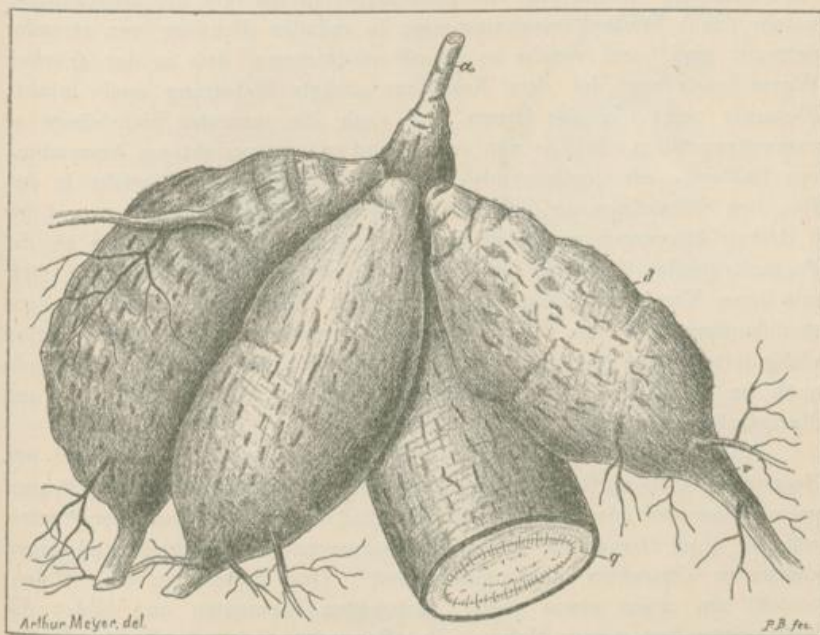


Fig. 231.

Verdickte Nebenwurzeln von *Jateorrhiza Calumba*, an der Basis der Achse sitzend.
a Oberirdische Achse. *d* Verdickter Teil einer Nebenwurzel. *e* Oberer Teil der unverdickten Spitze derselben Nebenwurzel. *g* Querschnittfläche einer Wurzelknolle.
 In halber natürlicher Grösse dargestellt.

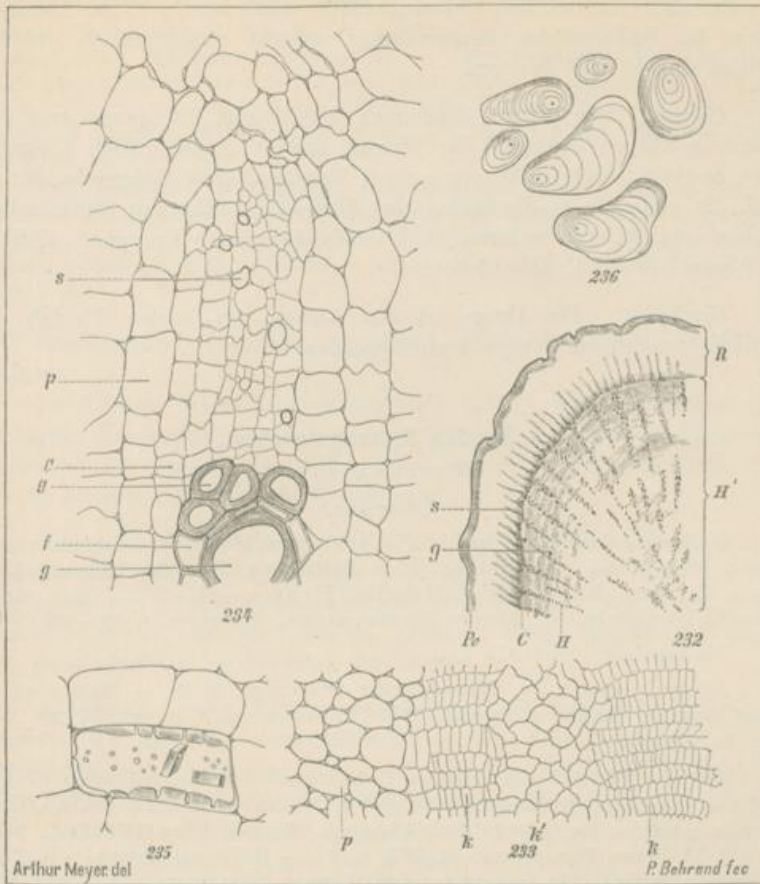
Mikroskop: Das Periderm der Wurzel (Fig. 233) besteht aus einer Korkschicht und deren Meristem; Phelloderm entsteht nicht aus dem Korkkambium. Die Korkschicht besteht aus abwechselnden Lagen von zart und regelmässig gebauten, meist gelben Inhalt führenden Korkzellen (*k*) und von grösseren, unregelmässigen, etwas starkwandigen Korkzellen (*k'*), die in unregelmässig verteilten Nestern auftreten und fast den Eindruck von Borkmassen machen, wohl aber nur das Abstoßen der älteren Korkmassen besorgen. Der äussere Teil der sekundären Rinde

wird der Hauptsache nach aus etwas tangential gestreckten Parenchymzellen gebildet; in das Parenchym eingestreut, liegen in älteren Wurzeln einzelne kurze, verholzte Sklerenchymzellen (Fig. 235), mit ungleich stark verdickten, grob getüpfelten, gelben Membranen, welche häufig gut ausgebildete, dem klinorhombischen Systeme angehörige Oxalatkrystalle in verschiedener Anzahl enthalten. Weiter nach innen wird das Gewebe der sekundären Rinde hauptsächlich aus Parenchym mit kleinen Interzellularräumen gebildet, dessen Elemente isodiametrisch oder sogar radial gestreckt sind und in Reihen angeordnet erscheinen, die teilweise nach den obliterierten Siebsträngen der Rindenstrahlen hingebogen sind, welche das Parenchym einschließen. Die Rindenstrahlen bestehen aus Siebsträngen, welche durch breite Parenchymmassen in radialer Richtung von einander getrennt sind, und welche so schnell obliterieren, daß in der frischen Wurzel stets nur der dem Kambium nächste Siebstrang noch intakte Elemente zeigt. In der Droge sind auch die innersten Siebstränge so zusammengefallen, daß es nur selten und unter vorsichtiger Anwendung von Kalilauge als Quellungsmittel der Schnitte gelingt, Einsicht in den Bau der Siebstränge zu erlangen. Die Siebstränge bestehen aus 4 bis 8 Reihen dünnwandiger Zellen, welche enger, aber nicht länger als die Parenchymzellen sind, und zwischen welche wenige Siebröhren (s. Fig. 234) mit ihren Kambiformzellen eingelagert sind. Markstrahlen- und Rindenstrahlenparenchym der Rinde stimmen übrigens in ihren Eigenschaften völlig miteinander überein; normale Markstrahlen sind weder in der Rinde noch im Holz entwickelt, eine Grenze zwischen Strangparenchym- und Markstrahlenparenchym ist nicht festzustellen.

Auch das Holz der Wurzel kann man auffassen als bestehend aus Holzsträngen, deren Gefäßstränge durch anormale Entwicklung des Strangparenchyms weit auseinander geschoben sind, und aus Markstrahlengewebe, welches ohne Grenze in das Holzstrangparenchym übergeht und einen anormalen Charakter angenommen hat. Das Parenchym des Holzes besteht aus meist etwas radial gestreckten Elementen und bildet die Hauptmasse des ganzen Holzes. Das Parenchym ist, wie das der Rinde, mit bis 90 μ großen Stärkekörnern (Fig. 236) angefüllt und enthält Schleim und mehr oder weniger gelben Farbstoff. Die Gefäßstränge der Holzstränge bestehen aus 6—20 recht ungleich weiten Gefäßen, die in einfache oder mehrfache, radial stehende Reihen angeordnet und von wenigen Lagen unverholzter oder verholzter, dünnwandiger Ersatzfasern begleitet sind, welche kaum länger als die Parenchymzellen sind. Die gelb gefärbten Tracheen sind kurzgliedrige Netzfasergefäße, deren Zwischenwände bis auf einen Ring völlig durchbrochen erscheinen.

Im Tangentialschnitte sieht man sowohl Rindenstränge als Holzstränge als stark wellig gebogene, miteinander anastomosierende Linien verlaufen.

Der Seltenheit des Objektes wegen mag es gestattet sein, hier noch anzufügen, daß die Wurzel im primären Zustande eine mehrschichtige



Erklärung der Tafel.

Verdickte Wurzel von *Jateorrhiza Calumba*.

Fig. 232. Stück einer Querschnittfläche der Droge.

P Periderm. *R* Rinde. *H'* Holz. *C* Kambium. *s* Rindenstrang. *H* Holzstrang. *g* Gefäße.

Fig. 233. Längsschnitt des Periderms.

p Rindenparenchym. *k* kleinzellige Korkschicht. *k'* großzellige Korkschicht.
62 fach vergr.

Fig. 234. Partie aus der Umgebung des Kambiums; Querschnitt.
g Gefäße. *f* Ersatzfaser. *c* Kambium. *p* Parenchym. *s* Siebröhre.

Fig. 235. Sklerenchymzelle aus der Rinde, Oxalat einschließend.
220 fach vergr.

Fig. 236. Stärkekörner aus dem Parenchym.
330 fach vergr.

Hypodermis, eine mit Raphiden gefüllte Endodermis, deren Elemente nur in den Radialwänden streifenförmig verkorkt sind, und ein diarches radiales Gefäßbündel besitzen.

Chemie: Der bittere Geschmack der Wurzel ist durch drei verschiedene Körper bedingt. Die Wurzel enthält 1. das giftige Kolumbin etwa zu 0,5 %, einen in Wasser schwer löslichen, krystallisierenden Bitterstoff, 2. etwa 2,5 % Berberin, ein Alkaloid, welches in dunkelgelben Nadeln erhalten werden kann, 3. Kolubosäure, eine amorphe, gelbliche, in Wasser schwer lösliche Substanz.

Geschichte: Die Droge ist seit Anfang des letzten Viertels des 17. Jahrhunderts in Europa benutzt worden.

o) **Radix Ipecacuanhae.**

Brechwurzel.

Litteratur.

Verbreitung der Stammpflanze: Flückiger and Hanbury, Pharmacographia; London 1879, p. 374. — Martius, Flora Brasiliensis, Fasc. 84 (1881) p. 341. — F. von Tschudi, Reisen durch Südamerika, II, 254. — Weddell, Note sur le Cephaëlis Ipecacuanha etc., Annales des sciences nat., Botanique, p. 193—202 (1849).

Einsammlung: Weddell, l. c.

Handel: Gehe & Co., Handelsbericht 1889, Sept., S. 99. — Report of the Royal Botanical Garden of Calcutta 1872 (Ph. Journ. and Transact. IV, 28) 1872, Oct., No. 122.

Kultur: J. McNab, Transactions of the Botanical Soc. of Edinburgh. Vol. X, p. 318. — Balfour, Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh 1872, Vol. XXVI. — Pharmac. results of the Calcutta Botanic Gardens, Pharmac. Journ. 1873, Sept., p. 221 und 241, IV Series, Part. 39 und Oct. 1873, p. 261. — Briefe aus England VII, Pharmazeutische Zeitung 1889. — Ramson und Holmes, Pharmazeutische Zeitung 1887, No. 93, p. 662. — Thiselton Dyer, Pharmazeutische Zeitung 1887, No. 93, p. 662. — Gehe & Co. Handelsbericht, Dresden, April und Sept. 1888.

Wirksamkeit der kultivierten Ipecacuanha: Hare, Pharm. Journ and Transact., Ser. III, No. 913, p. 534.

Botanik: Arthur Meyer, Über Psychotria Ipecacuanha, Archiv der Pharmacie, 21. Bd. 10. Heft, 1883. — Tschirch und Franz Lüdtkke, Über Ipecacuanha, Archiv der Pharmacie, 26. Bd. 10. Heft, 1888. — Ludwig Posselt, Über Ipecacuanha, Pharmazeutische Zeitung 1888, No. 102, 22. Dez., S. 766.

Chemie: Emetin: Pelletier et Magendie, Journal Pharmacie (2) 3, 145; 4, 322. — Pelletier et Dumas, Ann. Chim. Phys. (2) 24, p. 180. — Pelletier, Journal Pharmacie (2) 14, p. 200. — Lefort, Journal Pharmacie (4) 9, 167 und 241. — Reich, Arch. Pharm. (2) 113, S. 193. — Podwysotszki, Pharmac. Journal Transact. (3) 10, 642 (1879). — Power, Pharmac. Journal Transact. (3) 8, 344. — Glénard, Journ. Chem. Min. 1875, 783 und 829. — Lefort et Wurtz, Compt. rend. 84, 1299. — Flückiger, Pharmakognosie, Berlin 1882, S. 393. — Lyons, Americ. Journ. of Pharmacie, 1885, p. 531. — Flückiger, Pharmazeutische Zeitung, 1886, No. 3, p. 30 (Jahresbericht für Pharmacie 1886, S. 87). — Jones, Pharmazeutische

Zeitung, 1886, No. 83, p. 638. — Kunz, Archiv der Pharmacie, 1887, S. 461. — Arndt, Pharmazeutische Zeitung, Berlin 1889, S. 585. — Cripps and Witley, Pharm. Journ. and Transact. 1889, p. 721. — Ipecacuanhasäure: Willigk, Journ. prakt. Chem. 1850/51, S. 404. — Reich, Arch. Pharm. (2) 113, S. 193. — Asche: Warnecke, Pharmazeutische Zeitung, Berlin 1886, No. 71, S. 536. — Mums, Pharm. Journ. and Transact. 46, 1887, XVII, p. 898. — Cholin: Kunz, Archiv der Pharmacie 1887, S. 461.

Verwechslungen: H. Helbig, Pharmazeutische Zeitung 1888, S. 102. — Tschirch und Lüdtke, Archiv der Pharmacie 1888, S. 441. — Francis Ramson, Pharm. Journ. and Transact., III. Ser. No. 925, S. 787. — Kirkby, Pharm. Journ. and Transact. 1885 (3) No. 789, p. 126. — Planchon, Journ. de Pharm. et de Chim. p. 381.

Stammpflanze: Psychotria Ipecacuanha Müller Argoviensis. Rubiaceae, Coffeae.

Die Pflanze bildet zwei Varietäten: a) mit holzigem Stamm und schwacher Behaarung, b) mit krautigem Stamm und stärkerer Behaarung (Balfour). Zu letzterer Varietät gehört die in der Nachbarschaft von Rio de Janeiro vorkommende Ipecacuanha.

Verbreitung der Stammpflanze: Die kleine, 20—40 cm hohe, immergrüne Pflanze wächst hauptsächlich reichlich im südlichen Teile von Brasilien, zwischen 8—22° südlicher Breite, doch dringt sie auch noch weiter nach Norden vor. Sie liebt feuchte, nicht zu dichte Wälder und wächst dort gesellschaftlich im Schatten der Bäume.

Einsammlung und Kultur: Die bei uns geschätzteste Droge stammt hauptsächlich aus dem südwestlichen Teile von Matto grosso und wird von wildwachsenden Pflanzen gesammelt. Auch in der Nähe der deutschen Kolonie Philadelphia (18° südl. Breite, an einem Nebenflusse des Mucury) wird etwas gute Brechwurzel gegraben. Eine weniger beliebte Droge (Cartagena-Ipecacuanha) liefern die Wälder von Kolumbia.

Die brasilianischen Sammler der Ipecacuanha, in Brasilien Poayeros genannt, welche häufig kleine Gesellschaften bilden, die gemeinsam das Sammeln unternehmen, suchen, mit einem spitzen Stocke und einem Sack ausgerüstet, die Pflanze auf, fassen so viele der kleinen Stengel der dicht bei einander wachsenden Pflanzen mit der einen Hand zusammen als möglich ist, stoßen den Stock unter die Wurzeln der gefassten Pflanzen und heben die Pflanzen, den Boden durch schaukelnde Bewegung des Stockes lockernd, aus dem Boden. Hierauf schütteln sie die Erde von den Wurzeln ab und stecken letztere in den Sack. Das Loch, welches durch Ausheben der Pflanzen entsteht, wird von sorgfältigen Poayeros wieder geschlossen und dafür gesorgt, daß Stückchen der verdickten Wurzeln im Boden bleiben, welche die Fähigkeit besitzen, Adventivknospen zu bilden, so daß aus ihnen nach 3 bis 4 Jahren ein neuer Ipecacuanhabestand hervorwachsen kann. Abends versammeln sich die Wurzelgräber, wiegen ihre Ausbeute und werfen sie dann zusammen, um dieselbe dann so schnell wie möglich zum Trocknen zu bringen. Zu dem Zwecke

setzt man die Wurzeln am Tage möglichst lange der Sonne aus und schützt sie des Nachts durch Bedecken vor dem Tau. Ist die Wurzel nach 2—3 Tagen trocken, so bringt man sie auf ein Sieb und schüttelt die trockene Erde ab, dann verpackt man sie in Ballen (Seronen). Da schnelles Trocknen nötig ist, wenn die Ware gut ausfallen soll, so sammelt man die Wurzel während der Regenzeit nicht gern ein, sonst wird sie das ganze Jahr hindurch gegraben.

Die in Matto grosso gesammelte Droge wird meist nach Rio de Janeiro transportiert und von dort verschifft. Deutschland bezieht den größten Teil seiner Droge aus London. In letzter Zeit scheint die Pflanze in den zugänglichen Teilen von Brasilien seltener zu werden, wenigstens kommen immer dünnere und schlechtere Wurzeln in den Handel. Es wäre deshalb sehr erwünscht, daß die Kultur der Droge in Indien günstige Resultate gäbe.

Vom Jahre 1866 an sind in Indien, vorzüglich in Kalkutta Versuche gemacht worden, die Pflanze zu kultivieren, um Indien, für welches die Ipecacuanha ein sehr wichtiges Arzneimittel ist, von der amerikanischen Produktion unabhängig zu machen. Die ersten Pflanzen wurden durch King in Kalkutta 1866 kultiviert. Die Stammpflanze war von Hooker aus Kew gesandt. 1872 waren aber im ganzen nur 12 Pflanzen als Nachkommen dieser einen Pflanze in Kalkutta und Sikkim vorhanden. Während der Zeit hatte M'Nab die Vermehrung der Pflanze durch Wurzelstecklinge mit großem Erfolge im Edinburger Botanischen Garten durchgeführt, und von dort aus wurden durch Balfour 1871—72 300 Stecklinge nach Kalkutta an King gesandt, welche von einer Pflanze, die Makoy in Lüttich geliefert hatte und teilweise auch von Exemplaren herstammten, die Dr. Grunning in der Nähe von Rio de Janeiro gesammelt hatte. In Sikkim, wo ferner die Vermehrung der Pflanze in gleicher Weise ausgeführt wurde, schien ihre Kultur gelingen zu wollen, während das Klima von Kalkutta derselben höchst ungünstig zu sein schien.

Im März 1873 hatte man schon 6000 Stück Pflanzen in Sikkim gezogen. Der Erfolg der Kultur ist aber trotz der scheinbar günstigen Wendung, welche dieselbe durch die M'Nabsche Methode der Vermehrung erfuhr, ein gänzlich unbedeutender geblieben, und wie aus einem Briefe des Herrn King an Professor Flückiger (1882) hervorging, war auch damals noch keine Hoffnung, dieselbe zu steigern.

Dieser Misserfolg hing jedenfalls damit zusammen, daß die Pflanze eine ganz eigentümliche Konstellation von äußeren Verhältnissen verlangt, wenn sie üppig gedeihen soll. Dr. Peckolt schreibt mir aus Rio de Janeiro, daß ihm die Kultur der Pflanze an schattigen Orten seines Gartens nicht gelungen ist, dagegen auf urbar gemachten Plätzen des Urwaldes sehr gute Resultate ergab. Die Pflanzen wurden nach einem Jahr ihrer Wurzeln beraubt, dann wieder eingepflanzt und lieferten nach 14 Monaten die zweite Ernte. Wie gesagt, könnte ein solches Verfahren nur dann geübt werden, wenn die Pflanze unter den günstigsten Bedin-

gungen wüchse. Nach Wedell braucht die Pflanze feuchten und sandigen Boden und Schatten. Diese Bedingungen hat man in Indien zu erfüllen versucht, indem man die Pflanze in heisse, feuchte Thäler des Sikkim-Himalaya und in den tiefen Schatten der Wälder pflanzte. Es ist nun fraglich, ob man mit der Beschattung der Pflanze nicht zu weit gegangen ist. Nach dem Baue des Blattes zu urteilen, bedarf die Pflanze zu ihrem Gedeihen immerhin einer nicht zu geringen Lichtintensität; sie ist wohl keine exquisite Schattenpflanze. Es wäre demnach die Pflanze durch Beschattung nur so weit zu schützen, daß die Wärmewirkung der Sonnenstrahlen der Pflanze nicht verderblich werden könnte, während eine Verminderung der Lichtintensität so viel wie möglich zu vermeiden wäre. Die Pflanze müßte dann in feuchten, lichten Wäldern im direkten Schatten einzelner Bäume kultiviert werden.

In neuerer Zeit hat man die Erfahrung gemacht, daß sich die stärker behaarte Varietät b in Indien besser hält als die Varietät a.

Jetzt scheint die Kultur doch nach und nach mehr Erfolg zu haben, denn es kommen in neuester Zeit Pöstchen von indischer Ware auf den Londoner Markt, welche sehr stärkereich und emetinreich sind.

Morphologie: Die Droge besteht aus den Nebenwurzeln der Pflanze. Diese entspringen, da die Pflanze kein eigentliches Rhizom besitzt, aus der Basis des Stammes, teilweise auch, wenn der Stamm sich etwas zur Erde gebogen hat, aus einigen Knoten desselben. Nicht alle Nebenwurzeln der Pflanze liefern jedoch die Droge; denn manche bleiben fadenförmig dünn. Die größere Zahl der Nebenwurzeln verdicken sich aber, speichern reichlich Stärke, werden zu Reservestoffbehältern, und diese sind es dann, welche die Droge liefern. Sie sind gewöhnlich da, wo sie der Achse ansitzen, relativ dünn, in der Mitte dicker und laufen nicht selten wieder in eine längere, unverdickte Spitze aus. Seitenzweige findet man selten an der verdickten Wurzel; die sehr dünnen, zahlreichen Zweige der jüngeren Wurzel sind, als sich die Wurzel zu verdicken begann, abgestorben und ihre zarten Reste sind teilweise überwältigt von dem Rindengewebe. Die Stellen, welche Seitenwurzeln tragen, sind an der verdickten Wurzel leicht kennbar; denn da, wo ein solcher zarter Wurzelzweig entsprang, trat, wie das in vielen anderen Fällen auch zu beobachten ist, ein stärkeres Wachstum des Rindengewebes ein, und es bildeten sich dort ein die Wurzel mehr oder weniger weit umfassender Wulst. Den zahlreichen Seitenwürzelchen entsprechen an der verdickten Wurzel zahlreiche solcher Wulste, welche das geringelte Aussehen der Droge veranlassen. In den Furchen zwischen den Wülsten reißt beim Trocknen der Wurzel die Rinde oft ringsum ein. Dafs Reissen hat darin seinen Grund, daß der Holzkörper sehr fest ist und beim Trocknen sich weniger zusammenzieht als die Rinde, welche, da sie keine sklerotischen Fasern enthält und da ihre parenchymatischen Elemente in der Richtung des Radius gestreckt und mit Stärke fest angefüllt sind, der beim ungleich starken Eintrocknen des

Holzes und der Rinde entstehenden Spannung nicht widerstehen kann. Der Riß stellt sich schieflich in den dünnen Stellen, zwischen den Wülsten ein, weil dort wiederum der dem Zug geleistete Widerstand am geringsten ist.

Anatomie: Mit der Lupe ist wenig auf dem Querschnitte der Wurzel zu sehen. Man erkennt in dem gelblichen Holze, dessen Durchmesser etwa den 5. bis 3. Teil des Durchmessers der ganzen Wurzel einnimmt, die sehr zarten, geraden, etwas dunkleren Holzstränge und dazwischen hellere, radiale Linien, welche den Eindruck von Markstrahlen machen, aber deren normalen Bau, wie wir sehen werden, nicht besitzen. Die dicke Rinde erscheint fast homogen und weißlich oder grau. Das die Rinde umgebende Periderm ist dünn und dunkelbraun; es besteht aus

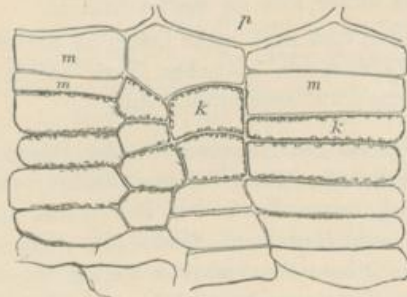


Fig. 236 a.

Fig. 236 a. Querschnitt durch die Korkschicht der Wurzel von *Psychotria Ipecacuanha*.
p Wände der Zellen des Rindenparenchyms. m Korkmeristemzellen. k Zellkern.

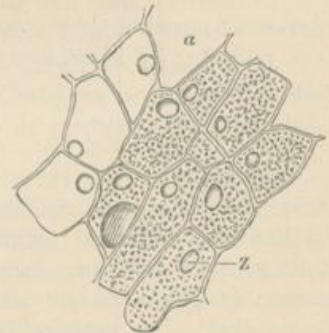


Fig. 237.

Fig. 237. Korkzellen der Wurzel von der Fläche gesehen, teilweise mit Inhalt, teilweise (a) ohne Inhalt gezeichnet.
z Zellkern.

einer Korkschicht, welche nur 5—6 Zelllagen dick ist und von einem meist nur aus einer Zelllage bestehenden Korkmeristem erzeugt wird. Die Korkzellen besitzen den normalen Bau; ihre Wände sind sehr zart. Die Reste des Protoplasten, welche ja in allen Korkzellen zu finden sind, aber meist wenig auffallen, sind hier stark gebräunt und liegen als eine körnige, braune Haut den Zellwänden dicht an (Fig. 236 a). Die Rinde der Wurzel ist der Hauptmasse nach aus fast isodiametrischen Parenchymzellen aufgebaut, deren Querschnitt in Fig. 238 abgebildet ist. Sie erscheinen auf dem Längsschnitte der Wurzel in ziemlich regelmäßige Horizontalreihen angeordnet und enthalten in der Peripherie der Rinde wenige kleine, in der Mitte derselben zahlreiche gröfsere, meist zusammengesetzte Stärkekörner. Ausserdem findet man in einzelnen, sonst nicht von den übrigen Parenchymzellen verschiedenen Zellen Bündel von nadel-

förmigen Oxalatkrystallen. Man kann innerhalb der Rinde zweckmäßigerweise zwei Partien unterscheiden (für welche selbstverständlich keine scharfe Grenze anzugeben ist), eine äußere, welche fast nur aus Parenchym besteht und nur wenige Oxalatzellen und außerdem obliterierte, zusammengefallene Siebröhrenstränge enthält, und eine innere, welche von kleinzelligerem Parenchym gebildet wird, in dem reichlich Oxalatzellen und zahlreiche Siebröhrenstränge eingelagert sind. In Fig. 239 ist ein Siebstrang abgebildet, dessen Siebröhren mit *S* bezeichnet sind. Der feste Holzcylinder der Wurzel zeigt, wenn das Wurzelholz allseitig gleichmäßig stark entwickelt ist, auf dem Querschnitte eine genau radiale Anordnung aller Elemente. Der Bau des Wurzelholzes ist kein ganz normaler; die Anomalie liegt darin, daß die Markstrahlen nicht aus radial gestreckten, sondern vielmehr aus stark in der Richtung der Achse der Wurzel gestreckten Zellen bestehen.

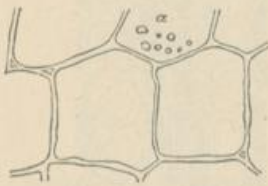


Fig. 238.

Fig. 238. Querschnitt durch einige Parenchymzellen der Rinde der Ipecacuanhawurzel.

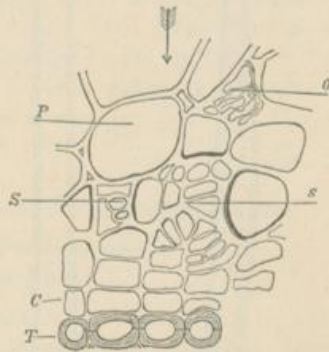


Fig. 239.

Fig. 239. Querschnitt durch die Kambiumregion einer 6 mm dicken Wurzel.
o Obliterierter Siebröhrenstrang. P Parenchymzelle. S Siebröhren der intakten Siebröhrenstränge. C Kambium. T Tracheen und Ersatzfasern.

Diese dürfen nach unserer Nomenklatur als kurze, verholzte Ersatzfasern bezeichnet werden, sie sind mit Stärke dicht gefüllt, besitzen schräg gestellte spaltenförmige Tüpfeln und gleichen im isolierten Zustande der Fig. 240. Im Querschnitte sind diese Zellen 4- bis 7eckig und öfter in der Richtung des Radius der Wurzel etwas gestreckt. Die Markstrahlen, welche durch diese Ersatzfasern gebildet werden, erscheinen im Tangentialschnitte der Wurzel 1—4 Zellen breit und 5—12 Zellen hoch, oben und unten spitz zulaufend. Ganz ähnlich erscheinen im Querschnitte die Gefäße (Fig. 241, T), welche aber selbstverständlich keine Stärke führen und daran leicht von den Ersatzfasern zu unterscheiden sind. Auch sie sind jedoch etwas eigentümlich gebaut, indem ihre Glieder ganz ähnliche Form aufweisen wie die Ersatzfasern, nur etwas länger sind,

etwas horizontaler stehende Hoftüpfeln besitzen und durch kreisrunde Löcher miteinander kommunizieren. In Begleitung der Gefäße findet man einzelne Tracheiden, welche den Gefäßgliedern gleichen, nur unperforiert sind.

Aufmerksam ist noch darauf zu machen, daß die Gewebe der kleinen, oben erwähnten Wurzelzweige, deren Gefäße ja stets dem Holzkörper der

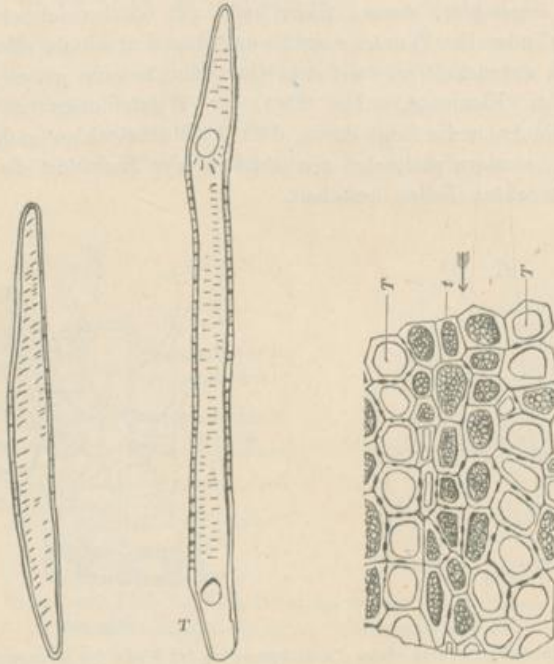


Fig. 240.

Fig. 241.

Fig. 242.

Fig. 240. Mit Schulzes Gemisch isolierte, sklerotische Ersatzfaser aus dem Holze der Wurzel.

Fig. 241. Isoliertes Glied eines Gefäßes der Ipecacuanhawurzel.

Fig. 242. Querschnitt durch ein Stückchen des Wurzelholzes.

T Gefäße. t aus mit Stärke gefüllten Ersatzfasern bestehender Markstrahl.

Mutterwurzel ansitzen, auf Querschnitten der Wurzel häufig sichtbar werden und dann als gelbliche Stränge die Rinde durchziehen.

Chemie: Der wirksame Stoff der Wurzel ist das Emetin, ein giftiges Alkaloid, von welchem etwa 1% in der Wurzel enthalten ist. Der hauptsächlichste, vielleicht alleinige Sitz des Alkaloides in der frischen Wurzel ist die Rinde. Das Holz der Droge enthält nur sehr kleine Spuren von Emetin.

Außerdem wurde ein bitter schmeckendes Glycosid, die Ipecacuanhasäure, aus der Wurzel dargestellt und ein vergährbarer, reduzierender

Zucker und Cholin darin aufgefunden. Die Wurzel liefert 1,98—3,22 % Asche.

Geschichte: Die Droge wurde Ende des 17. Jahrhunderts, von Helvetius in Paris, in den Arzneischatz eingeführt.

Verwechslungen: Eine Verwechslung der Droge mit anderen Wurzeln ist, bei genauer Berücksichtigung ihrer charakteristischen Morphologie und Anatomie nicht möglich. Genannt werden als Pflanzen, von denen Wurzeln allein oder als Beimischung zu Ipecacuanhawurzel in den Handel kommen, vorzüglich: 1. Psychotria emetica, welche in Kolumbia wächst (Radix Ipecacuanha nigrae s. striatae); die Wurzel enthält keine Stärke und kein Emetin. 2. Richardsonia scabra, ein Unkraut des nördlichen Amerikas; die Wurzel enthält Stärke, aber ebenfalls kein Emetin und ist hellgrau. 3. Die Wurzel von Jonidium Ipecacuanha, einer Pflanze aus der Familie der Violaceen, welche ebenfalls kein Emetin enthält. 4. Die Wurzel von Viola littoralis und diandra. Neben kleinen Posten in Indien kultivierter Droge ist 1888 ein botanisch nicht bestimmtes Rhizom aus Indien auf den Markt gekommen, welches leicht von der echten Droge zu unterscheiden war (Helbig, Planchon).

D) Wurzeln von anormalem Dikotyledonen-Baue.

p) Radix Gentianae.

Enzianwurzel.

Litteratur.

Einsammlung und Zubereitung: Lendner und Dieterich, Helfenberger Annalen 1888, S. 64. — Handelsbericht von Gehe & Co., Dresden 1885, S. 22.

Morphologie und Anatomie: J. Weifs, Anatomie und Physiologie fleischiger Wurzeln. Flora 1880. — Russow, Betrachtungen über Leitbündel und Grundgewebe, 1875, S. 27. — Weifs, Das markständige Gefäßbündelsystem einiger Dikotyledonen in seiner Beziehung zu den Blattspuren, Botan. Centralblatt 1883, XV, S. 410. — Solereder, Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen, München 1885. — Arthur Meyer, Über Gentiana lutea und ihre nächsten Verwandten, Archiv der Pharmacie, 21. Bd., 7. und 8. Heft, 1883.

Chemie: Henry und Caventon (2) 7, 173. — Leconte, Journ. Pharm. (2) 23, 465. — Baumert, Ann. Chem. Pharm. 62, 106. — L. van Italie, Pharmaz. Zeitung 1887, No. 55, S. 391. — Trommsdorff, Annalen der Chemie und Pharmacie 21, S. 134. — Bitterstoff: Kromayer, Archiv der Pharmacie (2) 110, S. 27. — Gentisin: Hlasiwicz und Habermann, Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. 1874, S. 652. — Gentianose: Arthur Meyer, Zeitschrift für physiologische Chemie 6, S. 135.

Stammpflanze: Gentiana lutea L., Gentianaceae, außerdem Gentiana pannonica Scopoli, punctata L., purpurea L.

Verbreitung der Stammpflanze: Gentiana lutea L. ist in den Gebirgen Mittel- und Südeuropas einheimisch. In großen Mengen kommt

sie in Deutschland in den Vogesen, weniger häufig im Schwarzwalde und in der schwäbischen Alp, selten im Thüringer Walde vor.

Gentiana pannonica wächst häufig in den österreichischen Alpen (wo *Gentiana lutea* fehlt), in den Alpen Bayerns, in Salzburg, Tyrol, Kärnten Krain, Steiermark, Siebenbürgen, Ungarn und Böhmen.

Gentiana purpurea findet sich in den Pyrenäen, in Ober-Italien, in der Schweiz, in Tyrol, Siebenbürgen und Norwegen.

Gentiana punctata wächst in den Centralalpen ziemlich häufig und findet sich außerdem noch in südlichen Gebirgen.

Einsammlung: Die bei uns vorkommende Droge stammt fast nur von *Gentiana lutea* und wird von wildwachsenden Pflanzen in der Schweiz, in Südfrankreich und Piemont gesammelt. In Österreich kommt häufig von *Gentiana pannonica* und *punctata* herrührende Droge in den Handel. Trocknet man Rhizom oder Wurzel gut und schnell, so bleiben sie völlig weiß, trocknet man sie sehr langsam an mäßig feuchtem Orte, so färbt sich der Zellinhalt durch weitergehende Zersetzungen gelb bis rotbraun. Die rotbraune Ware ist geschätzter als die helle, was wohl damit zusammenhängt, daß die rote durch die Gährung einen kräftigen Geruch erlangt, welcher schnell getrockneter Ware fast völlig fehlt.

Auch gut getrocknete, fast farblose Wurzel wird nach 6—8 Monate langem, nicht zu trockenem Lagern rotbraun und bekommt den charakteristischen Geruch.

Um die Rötung schneller hervorzurufen, schichten die Sammler die halbtrockene Wurzel wohl auch auf Haufen, die sie festtreten und sich selbst überlassen, bis sich die Wurzeln durch den Gährungsprozess erwärmt haben, und trocknen die sich so schnell rötende Wurzel erst nach diesem Prozess völlig aus. Die so behandelte Wurzel ist zu verwerfen, da die chemischen Bestandteile durch dieses Verfahren eine zu weitgehende Veränderung erleiden.

Morphologie: Die von *Gentiana lutea* stammende Droge unseres Handels zeichnet sich gegenüber der von den anderen erwähnten Gentianaarten herrührenden Droge durch besondere Größe und Stärke ihrer Rhizom- und Wurzelstücke aus, sonst gleichen sich die Drogen in Morphologie und Anatomie. Die Droge besteht im vollkommensten Falle aus einem einfachen oder verzweigten Rhizom, dessen eine Spitze von Scheidenblättern oder eine gleiche, noch außerdem von Blattresten umgebene Knospe oder die Reste eines oberirdischen Stengels oder dessen Narbe trägt, und einer Anzahl von Wurzeln (Nebenwurzeln). Die Wurzeln bilden meist die Hauptmasse der Droge und sind durch die beim Eintrocknen des fleischigen Organes entstehenden unregelmäßigen Längsrünzeln erkennbar, während die Rhizomstücke einesteils an den an ihrem Ende sitzenden Knospen- und Stengelresten, andernteils an der von den Blattnarben herrührenden queren Ringelung erkannt werden können.

Betrachtet man ein mit einer Knospe versehenes Rhizomstück näher, so findet man, beim Längsdurchschneiden und Querdurchschneiden der Knospe, daß dieselbe aus zahlreichen Scheidenblättern besteht, welche unten ringsum geschlossen sind und nur oben eine Spalte besitzen. Die jüngeren Rhizomstücke sind zuerst mit zarten Ringeln versehen, die etwa 0,5 mm breit sind. Diese zarten Ringfurchen sind die Narben der abgestorbenen Laub- und Scheidenblätter. In den Furchen sind meist schon mit bloßem Auge, besser mit der Lupe, erhabene Pünktchen, die Reste der Blattgefäßbündel zu erkennen. Etwa in Abständen von 0,5 cm findet man ferner dickere, erhabene Ringleisten, welche die Rhizomstücke grob geringelt erscheinen lassen. Die hervortretenden Ringleisten bezeichnen die Stellen, an welchen die im Sommer entwickelten, am längsten erhalten bleibenden Laubblätter der Pflanze saßen. Zwischen der Mitte zweier Ringleisten liegt also stets ein Stück Rhizom, welches innerhalb eines Jahres erwachsen ist. Danach kann man das Alter der Rhizomstücke berechnen und findet so, daß 10 cm lange Stücke meist über 25 Jahr zu ihrem Wachstum brauchten.

Ein vollkommeneres Verständnis des morphologischen Baues der Droge gewinnen wir, wenn wir die Entwicklung und den Bau der lebenden Pflanze kennen, und wir wollen deshalb diese noch kurz besprechen.

An noch nicht blühenden, etwa 10jährigen Pflanzen beobachtet man im Herbste folgendes. Die Spitze der wachsenden Hauptachse der Pflanze trägt eine Reihe, etwa 3 bis 4 der großen, elliptischen, zugespitzten, in einem freien, rinnenförmigen Blattstiel verschmälerten Blätter. Diese stehen in zweigliedrigen dekussierten Wirteln. Die Basen je zweier gegenüberstehenden Blätter sind völlig verwachsen und umfassen die Achse vollständig, nach oben zu eine oft 10 cm lange, geschlossene Scheide bildend. An der Achse sitzt meist eine große Nebenwurzel, welche häufig die Dicke der Achse erreicht. Ist das hypokotyle Glied noch vorhanden, so trägt auch dieses häufig noch kleinere Nebenwurzeln, während die Hauptwurzel stets abgestorben ist.



Fig. 243.

Axiler Längsschnitt durch die Spitze eines lebenden Rhizomes (durch A, Fig. 244).

Die Spitze der wachsenden Achse ist fast vollständig flach, nach dem Vegetationspunkt zu etwas eingesenkt (Fig. 243), und da die Blätter ganz dicht übereinander stehen, so erheben sich die Blattinsertionslinien in vertikaler Richtung wenig übereinander. Von 6 bis 8 schon abgestorbenen, in diesem Jahre erzeugten Blättern findet man zu äußerst, unterhalb der Blätter, an der Achse Reste, dann folgen die schon erwähnten 3 bis 4 Laubblätter.

Die Scheide des äußeren Blattpaares umhüllt die des nächst inneren stets ganz dicht, die des innersten Blattes ist so zusammengedrückt

(Fig. 244, *A b*), daß nur ein enger Kanal (*s*) in ihrer Mitte frei bleibt. Der Basalteil der Scheiden ist erweitert. Die Blattbasen schützen die innere Knospe, welche sie umhüllen, und von der wir sogleich reden werden, bis tief in den Winter hinein, da sie sehr langsam zerstört werden.

Die Blattbasen umhüllen eine vierkantige Knospe (Fig. 244, *B* und Fig. 243, *K*). Der Blattgrund der äußersten Blätter dieser Knospe ist



Fig. 244.

A von den Blattbasen umgebene Terminalknospe einer noch nicht blühreifen Pflanze, *b* Scheide des innersten Laubblattes.

B Knospe aus *A*.

C Knöschen aus der Achsel eines jungen Blattes von *B*.

D Ende des Rhizomes einer verblühten Pflanze, *k*, *k'* Knospen.

s Basis des Blütenschaftes.

E Ende eines Rhizomes, dessen Terminalknospe vor 6 Jahren zum Blütenschaft ausgewachsen war, *n* Narbe des Blütenschaftes.

relativ stark entwickelt, während die Laminaanlage (*sp*) sehr kurz ist, wodurch diese Blätter geeignet sind, den successive weiter innen liegenden Blattanlagen als Schutz zu dienen, deren Blattgrund successive kürzer, deren Lamina successive länger entwickelt erscheint, und welche nach innen zu immer kleiner werden. Die äußeren Blattanlagen kommen über-

haupt nicht zur weiteren Entwicklung — sie bleiben Scheidenblätter, Niederblätter — da sie im nächsten Frühjahr von sich kräftig entwickelnden, weiter innen liegenden Laubblattanlagen durchbrochen und zerstört werden.

In den Achseln der vier äußersten Blattanlagen finden sich Knöspchen, von denen meist nur die innersten (Fig. 244, C) erhalten bleiben. Die Knöspchen bleiben 5—15 Jahre erhalten, wachsen aber meist nicht aus, so lange die Endknospe der Achse lebt. Es baut sich also so in der Regel aus den verschiedenen Jahresproduktionen des Vegetationspunktes, so lange derselbe nur Laubblätter erzeugt, ein einfaches, senkrecht in der Erde wachsendes Rhizom auf, welches durch die dicht aufeinander folgenden Narben der abgestorbenen Blätter fein geringelt erscheint und in 4, je nur 90° voneinander entfernten Längsreihen Knöspchen trägt. Die Länge des Rhizomes würde eine recht erhebliche werden, wenn nicht an demselben bald neue, starke Nebenwurzeln aufträten, und unter diesen nicht das Rhizom langsam absterben würde. So findet man meist nur etwa 12 cm lange Rhizomstücke.

10 bis 20 Jahre nach der Keimung kann die Pflanze zur Blüte kommen; dann entwickelt sich die Endknospe zu einem Blütenstande und schießt zu einem etwa 50 cm langen Blütenschaft, einer schlanken oberirdischen Achse auf, welche an der Basis von den Scheiden einiger großer Laubblätter umhüllt ist und selbst außer den Blüten noch einige sitzende, teilweise an der Basis verwachsene Laubblätter trägt.

Unterhalb der Basis des Blütenschaftes wachsen nun während der Blütenentfaltung 2 bis 5 der kräftigsten Knöspchen des jetzt etwa 15 bis 25 mm dicken Rhizomgipfels heran, so daß sie im Herbst etwa eine Länge von 5—10 mm erreicht haben. Im Frühjahr wachsen diese Knospen dann zu Rhizomzweigen aus, die sich im wesentlichen wie das primäre

Rhizom verhalten und nach 4 bis 20 Jahren zur Blüte kommen. Fig. 244 E, k, k', k'' stellt fünf- bis sechsjährige Seitenzweige dar; n ist die Narbe des Blütenschaftes. An den Zweigen des Rhizomes entstehen später auch Nebenwurzeln, von denen eine oder einige sich besonders verdicken, wenn die Pflanze ein hohes Alter erreicht.

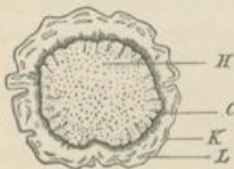


Fig. 245.

Querschnittsfläche der trockenen Wurzel von *Gentiana lutea*.

K Kork. H Holz. C Kambium.
L Lücken.

Anatomie der Wurzel.

Lupe: Auf der fast weißen bis braunroten Querschnittsfläche der Wurzel läßt sich mit der Lupe wenig Charakteristisches erkennen. Das Holz (H, Fig. 245) ist gleichmäßig, ohne regelmäßige radiale Struktur, ohne stärker hervortretende Tracheen, welche allerdings auf sehr glatten Schnittflächen erkennbar sind, und dann in der Peripherie des Holzes zu

Keilen zusammengestellt erscheinen. Die Kambiumzone (*C*) erscheint etwas dunkler als die übrige Schnittfläche und durch das ungleiche Zusammen-trocknen der Wurzel meist wellig. Die Rinde ist meist von großen Lücken (*L*) durchsetzt und dadurch mehr oder weniger porös. Der Bruch der Wurzel ist wegen des Fehlens aller verholzten Faserzellen kurz, wenn die Droge trocken ist. Etwas feucht, ist die Droge zähe und biegsam.

Mikroskop: Die 2 strahlige junge Wurzel verliert schon ihre schön ausgebildete Epidermis, Hypodermis und Endodermis, überhaupt die primäre Rinde, wenn sie etwas über 1 mm dick ist. Die Wurzeln der Droge zeigen deshalb durchweg sekundären Bau. Die äußerste Zelllage wird von einer dünnen, 5—10 Lagen dicken Korkschicht gebildet. Die

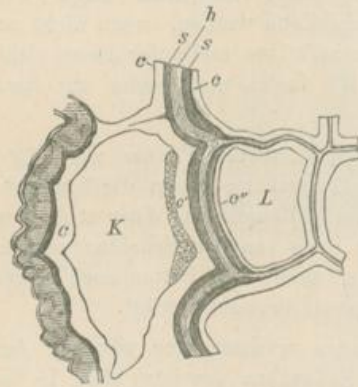


Fig. 246.

Längsschnitt zweier Korkzellen.

K Korkzelle aus der äußersten Schicht des Korkes. *L* jüngere Korkzelle. *c* Celluloselamellen. *s* Suberinlamelle. *h* Mittellamelle.
70fach vergr.

Korkzellen sind quer gestreckt, etwa 4 bis 5 mal breiter als lang und erscheinen im Längsschnitt fast quadratisch (Fig. 246). Die Wände der Korkzellen sind getüpfelt. Unter der Korkschicht liegt eine, einem Hypoderm ähnliche Schicht (*b*, Fig. 246 a und 247), welche kein Phelloderm ist, sondern ihren Ursprung aus einer unterhalb des Perikambiums der jungen Wurzel liegenden Parenchym-schicht nimmt. Diese hypodermartige Schicht ist ein mehrere Zelllagen dickes, intercellularraum-freies Gewebe, bestehend aus tafelförmigen, im Tangentialschnitt fast quadratischen Zellen. Die Rinde besteht der Hauptmasse nach aus dünnwandigen Parenchymzellen. In dem Parenchym liegen unregelmäßig

verteilt Siebstränge (*c*, Fig. 247), welche von relativ dickwandigen, unverholzten Ersatzfasern, deren Wände mit unregelmäßig verteilten, schräg stehenden Tüpfeln versehen sind (Fig. 248), begleitet werden. Markstrahlen lassen sich in der Rinde nicht auffinden. Die meisten Elemente der Rinde, welche aus dem Kambium hervorgehen, behalten die Länge der Kambiumzellen bei (siehe Fig. 246 a) oder teilen sich nur durch eine Querwand. Nur in der Peripherie der Rinde teilen sich die Parenchymzellen und Ersatzfasern in 4 bis 6 Zellen, die sich abrunden. Diese Zellen wachsen aber nicht so energisch, daß sie der Rindendehnung folgen, und so entstehen durch Auseinanderweichen der Zellen größere und kleinere intercellulare Lücken.

Das Holz besteht aus denselben Elementen wie die Rinde, nur finden sich außerdem unregelmäßig eingelagert einzelne Gefäße und Gefäß-

stränge (*d*, Fig. 246a und 247). Die Parenchymzellen sind meist ebenfalls gestreckt und so lang als die Kambiumzellen, doch finden sich vorzüglich im Centrum der Wurzel Nester von runden Parenchymzellen,

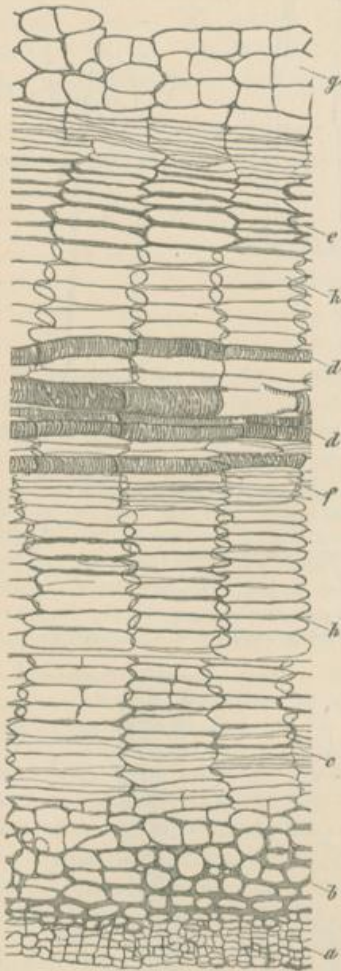


Fig. 246a.

Längsschnitt durch eine ältere Wurzel.

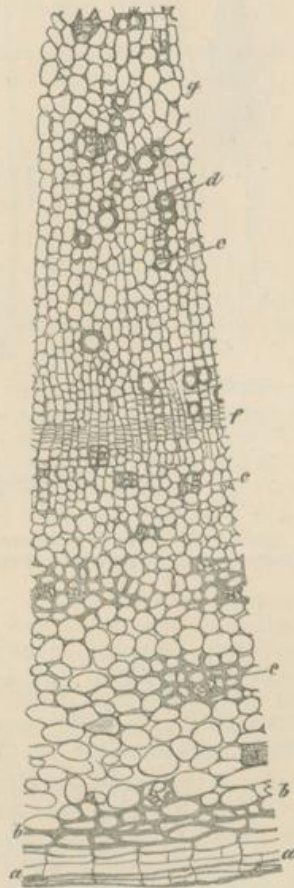


Fig. 247.

Querschnitt durch eine ältere Wurzel.

a Kork. b hypodermartige Schicht. c Siebstrang. f Kambium. d Gefäße. e Faserzellen.
g kurze, h lange Parenchymzellen.

welche durch Teilung der gestreckten Parenchymzellen und Abrundung entstanden. Markstrahlen fehlen dem Holze völlig. Die Gefäße (Fig. 252) sind Netzfasertracheen mit kreisförmig durchbrochener Zwischenwand. Die

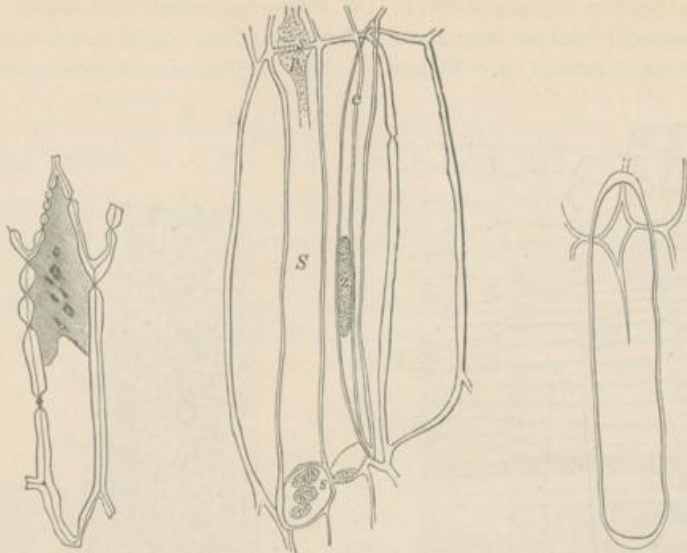


Fig. 248.

Fig. 249.

Fig. 249.

Fig. 248. Längsschnitt durch eine Ersatzfaser aus dem Siebröhrenstrange.
100fach vergr.

Fig. 249. Längsschnitt durch eine Parenchymzelle.
100fach vergr.

Fig. 250. Längsschnitt durch einen Siebstrang.
s Siebröhre. p durchschnittene Siebplatte. c Kambiformzelle, z Zellkern derselben.

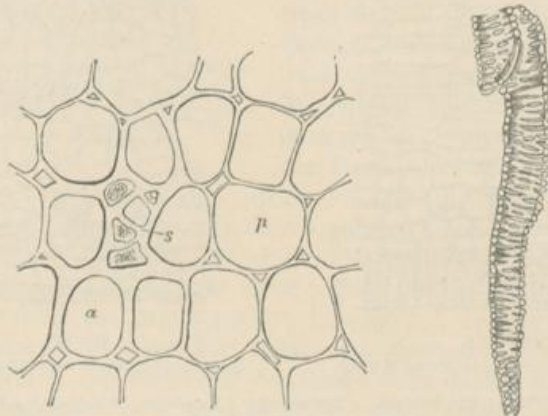


Fig. 251.

Fig. 252.

Fig. 251. Querschnitt durch einen Siebstrang.
a Ersatzfaser. p dünnwandiges Parenchym. s Gruppe von Siebröhren und Kambiformzellen.
300fach vergr.

Fig. 252. Ein Stück eines Gefäßes, im Längsschnitt.
200fach vergr.

Parenchymzellen sind stärkefrei, enthalten kleine Mengen fetten Öles in Tröpfchen und sehr kleine Oxalatkryställchen.

Chemie: Aus der Droge ist etwa $\frac{1}{10}$ % eines glykosidartigen Bitterstoffes, des Gentiopikrins, und ebensoviel des unwirksamen Gentsins dargestellt worden; sie enthält ferner 6 % fettes Öl und liefert etwa 8 % Asche. Aus der frischen Wurzel wurde eine Zuckerart, die Gentianose, (der hauptsächlich stickstofffreie Reservestoff der Wurzel) erhalten.

Geschichte: Die Wurzeln von Gentianaarten fanden schon im Altertume medizinische Anwendung.

o) **Radix Senegae.**

Senegawurzel.

Litteratur.

Verbreitung: Hooker, Flora boreali-americana London I (1833) S. 85.

Einsammlung: Lloyd, American Journal of Pharmacy 1881, p. 481. — Gehe & Co., Handelsbericht, Dresden, April 1887, S. 32; Sept. 1887, S. 25; April 1885, S. 40. — Lloyd, Pharmaz. Rundschau 1889, S. 86.

Morphologie und Anatomie: O. Berg, Handbuch der pharmazentischen Botanik, II. Teil, Pharmakognosie, 1850—52, S. 75. — G. Walpers, Botanische Zeitung 1851, S. 297. — Wigand, Flora 1856, S. 675. — Wigand, Archiv der Pharmacie 1862, Bd. III, S. 238. — Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches, I. Aufl. 1867, S. 263. — Otto Linde, Beiträge zur Anatomie der Senegawurzel: Promotionschrift der Universität Rostock 1886. — de Bary, vgl. Anatomie S. 585. — Tschirch, 62. Versamml. deutscher Naturforscher und Ärzte in Heidelberg, Abteil. Pharmacie 4. Sitz. — Arthur Meyer, Arch. der Pharm. 1887, Heft 13.

Chemie: Gehlen, 1804. — Quéwenne, Journ. Pharm. (2) 22, p. 460; 23, p. 270. — Bussy, Ann. Chim. Phys. (2) 51, S. 390. — Procter, Proceeding of the Americ. Pharm. Assoc. 1859, 298. — Christophson, Dissertation 1874, Dorpat. — Bolley, Ann. Chem. Pharmac. 90, 211. — Funaro, Gazzetta chimica italiana 19, 1889. — Reuter, Archiv der Pharmacie 1889, April. — Reuter, Archiv der Pharmacie 1889, S. 309, S. 452, 549, 927. — Flückiger, Pharmakognosie 1882, S. 413. — Langenbeck, Pharm. Zeitg. 1881, S. 260. — Lloyd, Pharm. Rundschau 1889, S. 87.

Verwechslung: Saunders, Proceedings of the Americ. Pharm. Assoc. 1876, 661. — Th. Greenish, Pharm. Journ. and Transact. 9, 1878, p. 193. — Göbel, Americ. Journ. of Pharm. 1881, 322. — Maisch, Americ. Journ. of Pharm. 1881, 388. — Charbonnier, Rundschau für die Interessen der Pharmacie, Chemie und der verwandten Fächer 1883, IX, No. 5. — Holmes, London. Pharm. Journ. 1878, Nov. 16, p. 410. — Lloyd, Pharmaz. Rundschau 1889, 86. — Mohr, Pharmaz. Rundschau 1889, S. 191. — Maisch, Pharmaz. Rundschau, 1889, S. 236. — Sandahl, Pharmaz. Zeitung 1888, S. 512.

Stammpflanze: Polygala Senega L., und die Varietät Polygala Senega latifolia L., Polygalaceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Die bis 4 dem hohe Staude ist in Nordamerika einheimisch. Sie ist durch das Gebiet der Vereinigten Staaten und von Kanada, vom 34° bis 52° nördlicher Breite und vom

atlantischen Ocean bis zu den Rocky-Mountains verbreitet, kommt nirgends in großer Menge vor und wächst an lichten Stellen der Wälder.

Einsammlung: Man sammelt die unterirdischen Teile der wildwachsenden Pflanze, wie es scheint im Herbst, wohl jetzt in dem ganzen Verbreitungsbezirke.

Ursprünglich wurde die in den Handel kommende Wurzel von *Polygala Senega* typ. L. in den nördlichen atlantischen Unionsstaaten und Kanada gesammelt. Mit der Entwaldung und Urbarmachung des Landes rückten auch die Bezugsquellen der Senega nach den westlichen und südwestlichen Grenzstaaten vor, so daß nach und nach Virginien, Tennessee, Nordcarolina, Arkansas, Kentucky, Ohio, Indiana, Illinois und Missouri den Bedarf der Wurzel lieferten, und zwar ist es *Polygala Senega* L. und ihre Varietät *latifolia* L., welche in den genannten Staaten die gesammte Droge liefern. Die in den bisher genannten Gegenden gesammelte Droge besteht aus relativ kleinen Wurzeln. Hingegen kommen seit dem Anfang der siebziger Jahre größere Wurzeln in den Handel, indem die nordwestlichen Staaten Wisconsin und Minnesota als hervorragende Lieferanten der Droge hervortreten. Während von den früher erwähnten Sorten etwa 400 Wurzeln auf ein Pfund gehen, wiegen von den nördlichen Senegawurzeln oft 24 Wurzeln 1 Pfund. Die Pflanze, welche diese große Droge liefert, ist eine zwischen der typischen *P. Senega* L. und *P. S. latifolia* stehende, relativ große Varietät der *Polygala Senega* L. Die Droge ist auch anfangs weiße Senega genannt worden, obgleich die Farbe der Wurzel von gelb bis tiefbraun wechselt.

Morphologie: Die Droge wird von dem ganzen, gelblich gefärbten Wurzelsystem, meist über 5 Jahre alter (nach den Jahresringen des hypokotylen Gliedes zu schließen) Pflanzen und dem ganz kurz bleibenden und sich verbreiternden, unterirdischen Achsenteil derselben gebildet, an welchem Knospen und Reste der oberirdischen Achsen sitzen.

Das eigentümliche kopfförmige Achsensystem, welches die Droge krönt, ist ein reich verzweigtes Dichasium, dessen Zweige sehr kurz bleiben. Dieses dichasiale Achsensystem entsteht folgendermaßen: Jeder oberirdische Stengel trägt in den Achseln der 2, selten 3 untersten, ganz tief an der Basis des Stengels sitzenden Schuppenblätter je ein von roten Niederblättchen umhülltes Knöspchen, welches nach dem Absterben des oberirdischen Stengels zu einem neuen oberirdischen Stengel auswächst. Das Absterben der Stengel erfolgt ganz dicht an der Basis. Die neu entstandenen, oberirdischen Stengel erzeugen in gleicher Weise 2 neue basale Triebe, während sich die unterirdischen, kurzen Reste der älteren etwas verdicken. Durch Wiederholung dieses Vorganges entsteht nach und nach das polsterförmige Sympodium, von welchem sich bei der älteren, lebenden Pflanze 20–40 Stengel und mehr als doppelt so viele Knospen erheben.

Das Wurzelsystem wird etwa 25 cm lang und besteht aus der Hauptwurzel mit relativ wenig zahlreichen, stärkeren Zweigen, die nur an ihren Spitzen mit einem reich verzweigten System zarterer Wurzeläste versehen sind. Die Hauptwurzel und stärkeren Wurzelzweige zeigen häufig eine sehr auffallende Erscheinung; die Wurzeln sind mehr oder weniger zickzackförmig gebogen, so wie es Fig. 253 und 254 zeigt, und man findet dann, daß die konkave Seite der Biegung (bei den trockenen Wurzeln) einen scharfen Kiel (*K*) aufweist, die konvexe Seite dagegen wulstig und querrieffig erscheint. Meist wechselt Kiel und Wulst regelmäßig miteinander auf den beiden Seiten der Wurzel ab; der Wulst verjüngt sich dann, von seiner breiten Seite aus gesehen (also in der Richtung der Papierfläche in Fig. 253), an seiner Basis in den Kiel. Nicht selten



Fig. 253. Fig. 254.
Mit Kiel versehene,
gekrümmte, trockene
Wurzelstücke.
K Kiel.

jedoch läuft auch der Kiel als sehr steile Spirale durch 2 Biegungen, wie in Fig. 254, und die Wurzel erscheint dann gleichsam um den Kiel gewunden. Die Kielbildung entsteht wahrscheinlich erst bei dem Eintrocknen, an frischen Wurzeln ist wahrscheinlich nur die Biegung zu beobachten; die gebogenen Glieder erscheinen dort drehrund, wenigstens verschwindet der Kiel beim vollständigen Aufweichen der Wurzeln stets. Sucht man sich die Frage, welche Bedeutung diese eigentümliche Kielbildung besitzt, durch Beobachtung trockenen Materials klar zu machen, so erscheint folgende Erklärung, welche jedoch durch Experimente an lebenden Pflanzen noch zu prüfen ist, als die wahrscheinlichste.

Wir wissen, daß sich die Wurzeln vielleicht aller Pflanzen im Alter mehr oder weniger stark zusammenziehen. Der aktive Teil, welcher die Verkürzung der Wurzeln bewirkt, ist stets parenchymatisches Zellgewebe. Daß sich das hypokotyle Glied und die Hauptwurzel der Senegawurzel ebenfalls und zwar stark mit dem Alter verkürzen, darauf deuten die Runzeln in der Rinde des hypokotylen Gliedes hin, die wir stets an den sich stark zusammenziehenden Wurzeln und hypokotylen Gliedern finden. Da, wo das sich mit dem Alter kontrahierende Parenchym gleichmäßig in der Rinde, also auch um den Holzstrang verteilt ist, wird gewöhnlich der bei der Kontraktion der Wurzel noch weiche oder, wie bei den Wurzeln der Monokotyledonen, relativ dünne Holzteil hin und her gebogen, in sehr feinen Wellenlinien oder auch gleichmäßig in allen Elementen, in der Richtung der Achse der Wurzel zusammengezogen. Selbstverständlich würde eine Verkleinerung der Entfernung zwischen den die Wurzeln im Boden befestigenden, an der Spitze der Wurzel stehenden, zahlreichen, dünnen Wurzelästen und ihrer Ansatzstelle an der oberirdischen Achse oder der Hauptwurzel in sehr reichlichem Maße eintreten, wenn sich die Wurzeln infolge der Kontraktion stark zickzackförmig krümmten. Dies geschieht nun bei der

Senegawurzel in der That und zwar infolge einer wechselnden, einseitigen Lage besonders stark entwickelter Parenchymmassen, welche aus zur Kontraktion geeigneten, gestreckten Elementen bestehen. Wie wir sehen werden, liegt bei den gekrümmten Wurzeln stets auf der konkaven Seite (Fig. 253, *K*) diese Parenchymmasse, während auf der konvexen Seite nur wenig und isodiametrisches Parenchym liegt. Ferner ist auch noch für eine leichtere Krümmungsfähigkeit des Holzcylinders gesorgt und zwar dadurch, daß derselbe keinen kreisrunden, sondern einen mehr oder weniger flachen Querschnitt besitzt, und sein größerer Durchmesser rechtwinkelig zur Biegrichtung liegt.

Liegt auf einer größeren Strecke die Parenchymmasse einseitig, so kann auch der Fall eintreten, daß durch die einseitige, durch die Parenchymmasse bewirkte Kontraktion der Holzteil sich schwach spiralig dreht und so die Verkürzung ausgleicht. Zur Stütze der entwickelten Anschauung muß noch bemerkt werden, daß ganz gerade Wurzelstücke stets einen ganz normalen und centrischen Bau aufweisen, daß stark gekrümmte, vorzüglich etwas dickere Wurzelstücke stets den anormalen Bau zeigen.

Ob diese besonders ausgiebige Kontraktionsfähigkeit der Wurzel von *Polygala Senega* mit besonderen Verhältnissen zusammenhängt, denen sie in ihrer Heimat ausgesetzt ist, ist ebenfalls noch zu untersuchen. Vielleicht hat sich diese Eigenheit der Pflanze nur entwickelt, weil der dicke Achsenkopf schwieriger in den Boden hinabzuziehen ist als die Achsentheile der meisten anderen Pflanzen.

Es muß dazu schließlicb bemerkt werden, daß die Wurzeln in ihrer allerersten Jugend meist schon excentrisch, dabei aber normal gebaut sind, d. h. rings um den excentrisch gebauten Holzkörper normale Rinde mit Siebröhren etc. entwickeln, die nur auf der einen Seite dicker ist als auf der anderen. Es ist wahrscheinlich, daß schon bei der Kontraktion dieser sehr dünnen Wurzeln starke Biegung stattfindet, und daß dadurch Verletzung oder Zerrung des Kambiums auf der konvexen Seite eintritt, welche das Kambium veranlaßt, dann in anormaler Weise nur parenchymatische Elemente zu erzeugen. Diese Eigentümlichkeit des Kambiums würde sich dann durch ihre Zweckmäßigkeit für die Pflanze immer mehr ausgebildet und befestigt haben.

Anatomie.

Lupe: Die Querschnittsfläche der Droge an den Stellen, welche einen Kiel zeigen (Fig. 256), läßt uns zuerst eine gelbliche Peridermschicht (*k*) erkennen, welche die Wurzel umschließt, und es fällt uns sogleich der helle, fast weiße Holzkörper (*H*) in die Augen, welcher seitlich liegt und auf der dem Kiele entgegengesetzten Seite mehr oder weniger flach, oft sogar tief eingeschnitten (Fig. 255 *m'*) erscheint. Die nächste Umgebung des keine weitere Differenzierung zeigenden Holzkörpers ist hornartig und bräunlich. An dem dem Kiele zugekehrten Teile der Rinde (256, *B*) zeigen

sich feine, hellere Querstreifen in der hellbraunen Masse; es sind dies großzelligere Parenchymmassen, welche zwischen den zahlreichen Sieb-bündeln der Rinde liegen, die hornartig zusammen trocknen. Gewöhnlich zeigt das direkt unter der Peridermschicht (außerhalb *R*, Fig. 255) liegende Rindengewebe in trockenem Zustande auch eine etwas hellere Farbe. Reißt man von der aufgeweichten Wurzel die Rinde los, so erhält man den zähen und festen Holzkörper isoliert und erkennt nun, daß den Einbuchtungen und flachen Stellen, auf der unbekielten Seite der Wurzel verschieden gestaltete flache Vertiefungen oder auch auf weite Strecken gleichmäßig verlaufende, gerade, flache Stellen des Holzkörpers entsprechen. Wo die Wurzel einen großen Bogen macht, da erscheint die konvexe Seite des Holzkörpers meist so, als sei mit dem Messer ein Tangentialabschnitt derselben (Fig. 258) entfernt. Die Fläche ist selten etwas vertieft, meist flach oder sogar etwas gewölbt. Da, wo die Wurzel kurze Bogen machte, die dann meist zwischen den Insertionsstellen zweier nahe

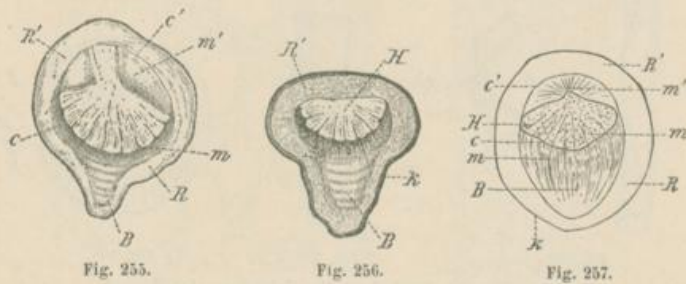


Fig. 255.

Fig. 256.

Fig. 257.

Fig. 255 und 256. Querschnittsfläche einer trockenen Wurzel.

Fig. 257. In Wasser aufgeweichte gekrümmte Wurzel, quer durchschnitten.

Vergrößert.

R Äußere Rinde. *R'* Anormale Rinde. *B* Innere Rinde, *H* Holz. *C* und *C'* Kambium. *m* Markstrahlen. *m'* Äußeres Parenchym, welches an Stelle des Holzes vom Kambium erzeugt wurde.

aneinander sitzender Nebenwurzeln liegen, finden sich dagegen an der konvexen Seite meist kurze, spaltenförmige Vertiefungen, welche dann aber auch die ganze Bogenfläche einnehmen (Fig. 258, *f''*).

Das hypokotyle Glied, die Wurzel dicht unter dem Wurzelkopfe, ist fast immer im Querschnitte fast normal gebaut, und man erkennt dann auch schon mit der Lupe deutliche Jahresringe in dem Holze dieser Region der Drogen. Wenn jedoch dieser Teil der Pflanzen stark gebogen ist, so findet man beim Abschälen der Rinde auch hier einen anormalen Bau des Holzkörpers, welcher meist abweicht von dem der Wurzelteile. Es zeigen sich dort auf der konvexen Seite dann quer stehende zahlreiche und unregelmäßig feine Spalten und Kanäle im Holzkörper (Fig. 259). Diese Erscheinung kommt jedoch seltener vor und ist nur als ein noch etwas komplizierterer Fall zu betrachten, welcher sich leicht nach den für die Wurzel angeführten Prinzipien aus der Anatomie des hypokotylen

Gliedes erklären läßt. Weicht man einige Stücke der Wurzel in Wasser ein, so sieht man, daß sich der Kiel der Wurzel ausdehnt, und die Wurzel nach und nach fast stielrund wird. Der Querschnitt der aufgeweichten Wurzel erscheint dann etwa wie Fig. 257.

Mikroskop: Es ist durchaus nicht jede Partie der Droge anormal gebaut. Wie schon gesagt, ist das hypokotyle Glied meist regelmäÙig gebaut, und auch an den Wurzeln findet man sehr viele normal gebaute Stellen; oft sind ganze 10—20 cm lange Wurzeln völlig normal gebaut. Von den Wurzeln mit regelmäÙiger Anatomie gehen wir bei der Betrachtung zweckmäÙigerweise aus.

Es mag zuerst bemerkt sein, daß die Wurzel in ihrem primären Zustande ganz normal gebaut ist, ein diarches radiales GefäÙsbündel be-

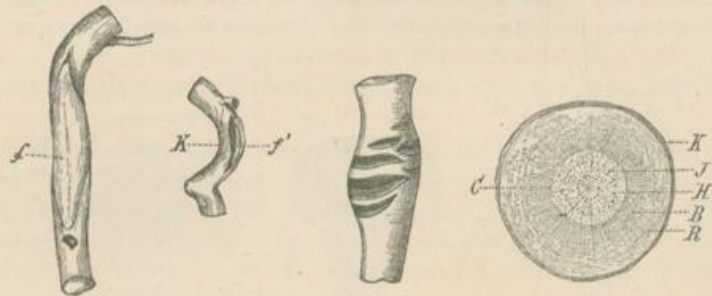


Fig. 258.

Fig. 259.

Fig. 260.

Fig. 258. Von der Rinde befreiter Holzkörper der Wurzel.

f dem Kiel gegenüber abgefachte oder vertiefte Stelle des Holzkörpers. K Kielseite.

Fig. 259. Von der Rinde befreites hypokotyles Glied der Pflanze.

Fig. 260. Normal gebaute Wurzel im Querschnitt.
Vergrößert.

R Äußere Rinde. B Innere Rinde. K Kork. H Holz. J Jahresring. C Kambium.

sitzt, welches von einer einfachen Endodermis umschlossen ist, eine dünne primäre Rinde und einfache Epidermis. Ganz junge (äußerst zarte) Wurzelzweige, welche noch primären Bau besitzen, findet man in der Droge selten.

Die normal gebaute ältere Wurzel (Fig. 260) wird von einem dünnen Periderm (K) umgeben, welches aus einer 4 Zelllagen dicken Korkschicht besteht. Die Korkzellen erscheinen im Querschnitte der Wurzel stark tangential gedehnt und sehr unregelmäÙig groÙ, dagegen im Radialschnitte sehr gleichmäÙig quadratisch und zeichnen sich durch die hellgelbe Farbe ihrer Wandung aus. Das unter der Korkschicht liegende Parenchym zeichnet sich ebenfalls dadurch aus, daß seine Elemente stark tangential gedehnt sind, im Radialschnitte der Wurzel aber fast isodiametrisch erscheinen, läÙt aber deutliche Intercellularräume zwischen sich erkennen.

Dieses im Radialschnitte der Wurzel isodiametrische Parenchym (Fig. 260, *K*) nimmt etwa den halben Durchmesser der Rinde ein.

Darauf folgt die jüngere Bastregion der Rinde mit vorwiegend längsgestreckten Elementen (Fig. 260, *B*). Die Markstrahlen, welche die Rinde durchsetzen, (Fig. 262, *m*) erscheinen auf dem Querschnitte der Wurzel meist ein- bis dreireihig und im Tangentialschnitte der Wurzel sehr verschieden, meist aber etwa 10 Elemente hoch. Das Markstrahlenparenchym ist dem übrigen Parenchym der inneren Rinde so ähnlich, daß man die Markstrahlen im Tangentialschnitte kaum aufzufinden vermag. Mark-

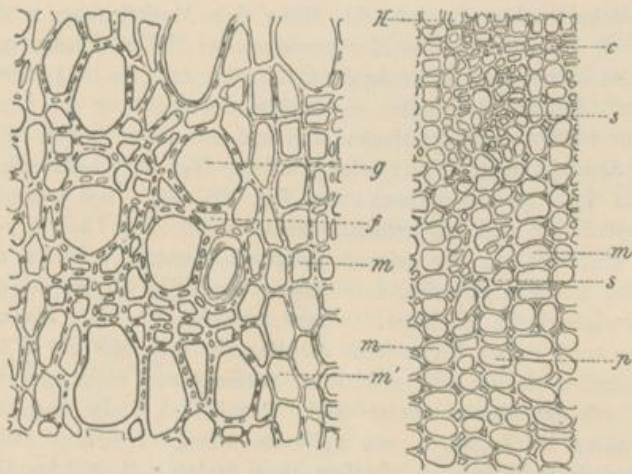


Fig. 261.

Partie aus dem Querschnitte des Holzes.
g Gefäß, *f* Faserzelle, *m*, *m'* Markstrahlenparenchym.
 400fach vergr.

Fig. 262.

Partie aus dem Querschnitte der inneren Rinde.
s Siebröhre, *m* Markstrahl,
p Parenchym, *c* Kambium,
H Holz.
 390fach vergr.

strahlenparenchym (*m*) und Rindenparenchym (*p*, Fig. 262) sind in der Richtung der Längsachse der Wurzel gestreckt; die Markstrahlen-elemente der Rinde sind allerdings meist etwas kürzer und dünnwandiger. Die Wände beider Zellformen sind kollenchymatisch und mit schräg stehenden, feinen, gestreckten Tüpfeln versehen. Die Siebröhrenstränge *s*, die im Querschnitt stark hervortreten, verschwinden unter diesen gestreckten Elementen im Radialschnitt und Tangentialschnitt fast völlig, da auch die Cambiformzellen den übrigen parenchymatischen Elementen im wesentlichen ähnlich sehen, und die Siebröhren sehr eng sind.

Im Radialschnitt der Rinde sieht man sehr leicht, daß alle diese gestreckten Elemente der Rinde (mit Ausnahme der Siebröhren) um so mehr durch horizontale Querwände geteilt werden, je mehr sie nach außen zu

liegen, also je älter sie sind; schliesslich resultirt eben aus ihnen das im Radialschnitt der Wurzel isodiametrisch erscheinende Parenchym der äusseren Rinde. Als Inhalt führen alle parenchymatischen Elemente der Rinde fettes Öl, welches in grossen Tropfen austritt, wenn man die Schnitte in Chloralhydratlösung legt.

Das Holz (Fig. 260, *H*) der Wurzel ist wie die Rinde dadurch ausgezeichnet, dass alle Zellen desselben mehr oder weniger in der Richtung der Längsachse gestreckt sind.

Die Markstrahlen (Fig. 261, *m*) verhalten sich bezüglich ihrer Breite und Höhe wie die der Rinde, und es geht hier leicht aus der Ansicht des Tangentialschnitts hervor, dass die Höhe der Markstrahlen recht verschieden ist; so deutlich die Markstrahlen des Holzes häufig auf dem Querschnitte erscheinen, so wenig deutlich treten auch sie im Längsschnitte hervor, weil die Markstrahlzellen ebenfalls in der Richtung der Längsachse meist mehr oder weniger gestreckt sind und mit ihren Enden mehr oder weniger prosenchymatisch ineinander greifen. Nur selten sind die Markstrahlzellen fast typisch gebaut, wie Fig. 263 zeigt, fast kubisch. Die Markstrahlzellen sind mit grossen, runden, unbehoften Tüpfeln versehen.

Die Markstrahlen der normal gebauten Wurzeln erhalten ein sehr wechselndes Ansehen dadurch, dass erstens die Weite der Markstrahlzellen in den verschiedenen Markstrahlen sehr ungleich ist, dass Markstrahlen mit weiten und engen Elementen vorkommen, und dass die Wände der Markstrahlzellen stärker oder schwächer verdickt und mehr oder weniger, oft stark, oft gar nicht verholzt sind. Gewöhnlich findet man, dass die zwei primären Markstrahlen aus weiteren, wenig verdickten und häufig auch unverholzten Elementen bestehen, doch treten auch daneben ähnliche, jüngere Markstrahlen hier und da auf. Manchmal, allerdings selten, sind die Markstrahlen der normal gebauten Wurzeln alle gleichartig und wenig hervortretend.

Die Holzstränge enthalten nur in ihren inneren Lagen stärker verholzte, kurzgliederige Gefässe *g* mit kreisförmig durchbrochenen Zwischenwänden und kaum schräg gestellten spaltenförmigen Tüpfeln, die bei dem im Gewebeverbande befindlichen Gefässen rund behöft erscheinen.

Ferner finden sich zahlreiche spitzendigende Sklerenchymfasern, welche stark schräg gestellte, spaltenförmige Tüpfeln besitzen.

Ähnliche, etwas weitere Elemente, die in der Umgebung der Tracheen stehen, sind wahrscheinlich besser als Tracheiden zu bezeichnen.

Meist ziemlich undeutlich treten Jahresringe (*J*, Fig. 260) hervor, welche hauptsächlich durch eine Tangentialreihe dichter stehender Tracheen markiert werden.

Die Wurzeln von anormalem Baue sind nun zuerst dadurch von den normalen Wurzeln unterschieden, dass die Rinde nicht in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässig gebaut ist. Es erzeugt nämlich nur das Kambium (*c*, Fig. 257) der Kieselstele und zwar in ausgiebiger Weise Siebröhrenstränge, also einen Rindenteil (*B*), welcher im wesentlichen dem inneren

Teil der Rinde (*B*, Fig. 260) der normalen Wurzel gleich gestaltet ist, sich nur durch die leicht verständliche Konvergenz der Markstrahlen (*m*, Fig. 257) auszeichnet. Das weniger ausgiebig arbeitende Kambium (*c'*, Fig. 255 u. 257) der konvexen Seite der anormalen Wurzeln erzeugt hingegen nach außen zu nur Parenchym (*R'*, Fig. 255, 256, 257), welches dem äußeren Rindenparenchym (*R*, Fig. 260) der normalen Wurzel gleich gestaltet und in Fig. 264, *R'* im Längsschnitt dargestellt ist. Nach innen erzeugt das Kambium (*c*, Fig. 257) auf der Kielseite normales Holz (*H*, Fig. 256 und 257), auf der entgegengesetzten Seite (Fig. 255 und 257, *c'*) dagegen nur ein Parenchym, welches aus fast isodiametrischen, mehr oder weniger kugelförmigen Zellen, mit deutlichen Intercellularräumen besteht (Fig. 255 und 257, *m'*). Fig. 264, *c'* stellt das Kambium (Fig. 257, *c'*),



Fig. 263.
Markstrahlenparenchym des Holzes, aus einem breiten Markstrahle, im radialen Längsschnitte.
v verholzte, u unverholzte Markstrahlzellen.
140fach vergr.

m' das centripetal erzeugte Parenchym im Längsschnitte dar. Diese Parenchymzellen erscheinen auf dem Querschnitte der Wurzel in ziemlich regelmäßige Radialreihen geordnet, und man kann sie nach ihrer Lage und nach ihrer Gestalt wohl als Markstrahlenparenchym bezeichnen. In der That gleichen aber die Elemente abnorm weiter Markstrahlen, wie sie in Fig. 263 im radialen Längsschnitte dargestellt sind, dem betreffenden Parenchym nicht ganz, und selbst wenn sie nicht verholzt sind (Fig. 263, *u*), unterscheiden sie sich durch ihre dünneren Wände und ihre quadratische Form.

Durch diese abnorme Thätigkeit des Kambiums wird also erreicht, daß auf der konvexen Seite alle Elemente gleich bei ihrer Anlage isodiametrisch sind, während auf der konkaven Seite fast nur in der Richtung



Fig. 264.

Radialer Längsschnitt durch den Teil einer alten anormal gebauten Wurzel, welcher an der konvexen Seite liegt (also Fig. 257 *R' c' m'* entspricht).

K Periderm. *R'* Parenchym der anormalen Rinde. *c'* Kambium. *m'* Anormales Parenchym der Holzregion.

der Längsachse der Wurzel gestreckte Zellen zu finden sind. Da nur die gestreckten Zellen kontraktionsfähig sind, so ordnet sich auch dieses Verhältnis der früher gegebenen biologischen Erklärung unter.

Verwechslungen: Als Verwechslungen und Beimischungen der Senegawurzel werden die Wurzel von *Panax quinquefolium*, das Rhizom von *Cypripedium pubescens* und *parviflorum*, sowie die Wurzel von *Jonidium*

Ipecacuanha angegeben. Ferner ist die Wurzel von *Polygala alba* Nuttall (weiße oder falsche Senega) in den Handel gekommen, welche hauptsächlich in Kansas und Missouri gesammelt zu werden scheint, übrigens in Nordamerika sehr verbreitet ist. Die Wurzel enthält nach Reuter sowohl Saponin als Salicylsäureester. Eine Probe der Wurzel, welche ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Fr. Hoffmann in New-York verdanke, und welche im allgemeinen der echten Wurzel sehr ähnlich sieht, unterscheidet sich zuerst einfach von der echten Senega dadurch, daß ihr der scharfe Geschmack der letzteren völlig abgeht. Der Ätherauszug der falschen Droge zeigte starke blaue Fluorescenz, welche dem Auszuge der echten Droge fehlt. Die Probe auf Salicylsäure gelang mit der falschen Senega, lieferte aber eine nur in ganz dicken Schichten erkennbare, leicht zu übersehende, äußerst geringe Violettfärbung, während echte Senega eine tief violette Färbung gab. Kielbildung ist an den mir vorliegenden Exemplaren nicht vorhanden; jeder Querschnitt der Wurzel zeigt also normalen Bau. Die Rinde ist im Verhältnis zum Holze viel dünner als die der Wurzel von *Polygala Senega*. Das Holz ist weiß, nicht gelblich wie bei der echten Senega, hart, schwer mit dem Messer schneidbar und durch eine sehr deutliche Jahresringbildung ausgezeichnet, welche bei Lupenbetrachtung leicht erkannt werden kann. Breitere, dichte, scharf begrenzte Zonen wechseln mit, durch die weiten Gefäße grob porös erscheinenden, schmälere Gewebezonen regelmäßig ab. Das relativ weiche Holz der echten Senega ist viel gleichmäßiger porös, und die Jahresringe erscheinen nicht so scharf begrenzt. Ferner sind die bei mikroskopischer Betrachtung dünner Schnitte scharf hervortretenden, regelmäßig angeordneten, eine Zelllage breiten Markstrahlen ein gutes Unterscheidungsmerkmal.

Chemie: Als wirksamer Stoff der Senegawurzel wird das Senegin (Polygalasäure), ein wahrscheinlich noch mit anderen Stoffen verunreinigtes Saponin, angesehen, welches vorzüglich in der Rinde seinen Sitz hat. Außerdem findet sich in der Droge etwa 6 % fettes Öl und etwa 0,15 Salicylsäuremethylester, neben kleinen Mengen eines Baldriansäureesters. Nach langem Lagern der Droge schwindet nach und nach der Salicylsäuremethylester, so daß ein kräftiger Geruch der Wurzel ein Zeichen für frische Droge ist. Wird 5 g frische Senegawurzel mit 30 g Äther 1 Stunde maceriert, hierauf der Auszug in ein Becherglas filtriert, in welchem sich 20 ccm Wasser von 40—50° C. befindet, und nach dem Verdunsten des Äthers ein Tropfen verdünnter Eisenchloridlösung zugefügt, so entsteht eine violett-blaue Färbung der wässrigen Flüssigkeit.

Geschichte: Die Senegawurzel ist nach einem Indianerstamm, den Seneca-Indianern, benannt; sie wurde von den Indianern allgemein gegen Schlangenbiss angewandt. Durch John Tennent in Philadelphia zuerst in die Arzneiwissenschaft eingeführt, ist sie seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in Europa verwendet worden.

r) **Tubera Jalapae.**

Jalapenwurzel.

Litteratur.

Verbreitung und Kultur: Thomas, Histoire naturelle de quelque plantes médicinales du Mexique. Journ. de Pharm. V, 1867, p. 261. — Hanbury, Science Papers, London, 1876, p. 344. — Schiede, Linnaea 1830, III, S. 473; Pharm. Journ. 1867, 8, p. 652. — Warden, Pharm. Journ. Transact. 1887, Aug. 13, p. 129. — C. Mohr, Medizinisch und technisch wichtige Produkte des Pflanzenreichs auf der Weltausstellung zu New-Orleans, Pharmazentische Rundschau, New-York, p. 57. — Hooker, Report of the progresse and condition of the Royal Gardens Kew during the year 1882, London 1884. Pharmaz. Zeitung 1884, S. 508. — Archiv der Pharmacie 1869, S. 140. Ph. Journ. Tr. 1886—87, p. 609. — Warburg, Bot. Ztg. 1886, S. 813. Ph. Journ. Tr. 1888—89, p. 468.

Botanik: Schmitz, Sitzungsber. der naturf. Gesellschaft zu Halle 1874 und daraus Botan. Zeitung 1875, S. 677. — A. de Candolle, Justs Botanischer Jahresbericht 1882, I, 484 (eine unrichtige Angabe über die Morphologie der Knolle). — Zacharias, Botan. Zeitung 1879, No. 39, S. 625 (Sekretbehälter der Convolvulaceen).

Chemie: Buchner und Herberger, Repert. Pharm. 37, 203. — W. Mayer, Ann. Chem. Pharm. 83, 121; 92, 125. — Sandrock, Archiv der Pharmacie (2) 64, 160. — Kayser, Ann. Chem. Pharm. 51, 81. — Stevenson, Pharm. Journ. Transact. (3) 10, 644. — Köhler und Zwicke, N. Jahrb. Pharm. 32, 1. — Turner and Squibb, Pharm. Journ. and Transact., III. Ser., No. 938, p. 1067. — Kremel, Beckurts' Jahresb. 1888, S. 49. — Maisch, Jalap Resin and Jalapin, Ph. Journ. Transact. 1886—87, S. 165.

Verwechslung und Verfälschung: Herlant, Pharmazentische Zeitung 1886, No. 49, S. 270.

Stammpflanze: Ipomoea Purga Hayne, Convolvulaceae.

Verbreitung: Die Heimat der Winde ist der östliche Abhang der mexikanischen Gebirge, etwa in der Nähe der Städte Tehuacan, Cordoba, Orizaba und Huatusco. Sie findet sich wild in einer Höhe von etwa 1500 bis 2500 m.

Kultur und Einsammlung: Die größte Menge der Jalapenwurzel wird wohl von den Indianern in den angegebenen Gegenden, während des ganzen Jahres, hauptsächlich aber im Mai, von wild wachsenden Pflanzen gesammelt; doch wird in Mexiko und Indien auch Jalape kultiviert. Die Pflanze ist nicht empfindlich. Im Strafsburger Botanischen Garten wurde sie in einem niedrigen Kalthause, nahe am Fenster, in alte Mistbeeterde, welche mit etwas Heideerde und stark mit Sand vermischt war, ausgepflanzt. Die Erdschicht war 15 cm hoch. Während des Sommers wurde der Pflanze durch Entfernung einiger Fensterscheiben Gelegenheit gegeben, an im Freien ausgespanntem Bindfaden winden zu können. Im Spätherbst wurden die Bindfäden mit den Stengeln ins Gewächshaus zurückgezogen. So blühte die Pflanze bis zum November und erzeugte zahlreiche Knollen an ihren Ausläufern.

Es ist dabei zu bemerken, daß man am besten die Knollen im Oktober aus der Erde nimmt oder sie in der Erde trocken aufbewahrt; im März werden sie dann wieder ausgepflanzt. Der Oktober würde über-

haupt die beste Zeit der Ernte sein, da dann sicher die Knolle am harzreichsten sein wird.

Die Kultur der Pflanze ist in Indien, z. B. in Utacamand im Nilagirgebirge, in dem Zweiggarten des Botanischen Gartens zu Saharanpur, in Mussoovie (oder Arnigadh) in einer Höhe von 5000 Fuß versucht worden, und zwar mit immer mehr wachsendem Erfolg. An letzterem Orte geschieht die Kultur in der Weise, daß man 2 Fuß breite und tiefe Gräben in Intervallen von 6 Fuß anlegt und sie mit einem Gemenge von Erde und Kuhmist füllt, in welche man je eine Reihe von Jalapenknollen etwa 6 Zoll tief und einen Fuß voneinander einpflanzt. Zur Stütze der windenden Pflanze benutzt man Reisig. Man erntet die Knollen im Februar. Auch auf Ceylon (Hakgala) und Jamaika hat man die Kultur der Jalape eingeführt. Von Jamaika-Droge sind schon seit 1881 kleine Posten nach New-York und London gekommen. Nach Warburg wird die Droge von den Nilgherries aus in riesigen Mengen verkauft, 1884 gegen 15 000 Kilo, eine Angabe, welche mit den Nachrichten des Medicinalgardens zu Dodabetta von 1888/89 wohl stimmen; denn es wurden allein dort in dieser Zeit 6000 Jalapenknollen aus der Erde genommen.

Die geernteten Knollen werden in Mexiko von den Indianern meist in Netzen über dem freien Feuer der Hütten aufgehängt und so bei höherer Temperatur getrocknet. Auch in heißer Asche werden sie getrocknet. Große Knollen schneidet man an oder zerschneidet sie, kleinere läßt man ganz. Die bei uns im Handel vorkommende Droge stammt wohl noch ausschließlich aus Mexiko und kommt hauptsächlich in Ballen von 50 kg über Veracruz in den Handel, doch läßt sich voraussehen, daß die kultivierte Waare bald das Übergewicht erlangen wird.

Morphologie: Die Droge besteht wahrscheinlich nur, sicher größtenteils aus verdickten Nebenwurzeln, nicht Hauptwurzeln der Pflanze. Die Seitenwurzeln, Wurzelspitze und Achsenteile sind entfernt. Nur selten findet man verzweigte Knollen, d. h. Knollen, an welchen dicke Basen von Zweigen der Nebenwurzel sitzen.

Es ist wahrscheinlich, daß auch die wildwachsenden Pflanzen nur selten aus Samen hervorgehen, da die Knollenbildung der Pflanze eine höchst ausgiebige ist, und so also auf vegetativem Wege reichlich für Vermehrung gesorgt ist. Ich will, soweit ich es an dem mir zu Gebote stehenden, geringen frischen Materiale verfolgen kann, die vorliegenden Verhältnisse schildern. Eine derartige Wurzelknolle, von welcher wir ausgehen wollen, erzeugt an ihrer Spitze, wenn wir sie in den Boden legen, d. h. an dem organisch oberen, breiten Teile Adventivknospen, welche teilweise zu im Boden kriechenden, meist etwas an der Spitze verdickten Ausläufern werden, teilweise zu oberirdischen, windenden, Blätter und Blüten tragenden Achsen, welche, soweit sie im Boden befindlich sind, ihre Seitenknospen häufig zu Ausläufern entwickeln. Die unterirdischen Achsen können unter Umständen ihre Spitze auch zur ober-

irdischen Achse ausbilden und erzeugen teils unterirdische, teils über den Boden tretende Zweige. Die unterirdischen Achsen bilden etwa 6 cm lange Internodien, deren Ende durch je ein kleines, ein Knöspchen in der Achsel tragendes Schuppenblatt markiert ist. Seitlich von der Basis des Schuppenblattes tritt meist bald eine anfangs schlanke Nebenwurzel auf, deren Basis sich verdickt, Reservestoffe speichert und zur Knolle wird, während ihre Spitze, wie bei der Akonitknolle, schlank bleibt. So tragen also dann die unterirdischen Achsen in kurzer Entfernung voneinander kleine, rübenförmige Knollen. Wenn die Knospe, neben welcher die Knolle hervorbrach, sich zu einer beblätterten, assimilierenden, oberirdischen Achse ausbildet, so wächst die Knolle, von dieser und ihren Zweigen ernährt, kräftig heran, und wenn ihre Mutterachse abstirbt, so stellt sie den Mittelpunkt eines selbständigen, bald reich verzweigten Individuums dar.

In der Fig. 265 ist ein Stück eines unterirdischen Ausläufers (*a*) abgebildet, mit einer aus dem Seitenknöspchen desselben hervorgegangenen (abgeschnittenen) oberirdischen Achse (*o*) und einem an der Basis der letzteren entspringenden, mit Scheidenblättchen besetzten Ausläufer (*u*). *K* ist die aus der Achse *a* neben der ursprünglichen Knospe *o* hervorgebrochene Nebenwurzel; eine gleiche, zu dem nächsten Internodium der Achse *a* gehörige Nebenwurzel, die sich wenig verdickt hat, stellt *k* vor.

Die Droge besteht also nur aus dem oberen dicken Teile der Wurzelknolle, und man findet deshalb an den trocknen Knollen unten, an dem einen spitzen Ende die Bruchnarbe der Wurzelspitze (*sp*, Fig. 265) oder, wenn sich die Wurzel verzweigte, an jeder dicken Zweigbasis eine solche. Am oberen, oft auch spitzen Ende der Knolle sieht man dagegen die Narben der völlig abgebrochenen oder abgeschnittenen Achsen. Sonst fällt an der dunkelbraunen Droge, wie ich gleich bemerken will, noch auf, daß dieselbe mit quer gestreckten, helleren Würzchen besetzt ist, den Lenticellen. Beim Durchschlagen der Droge erkennt man, daß sie äußerst hart und spröde ist.

Anatomie: Betrachtet man die geplättete Schnittfläche quer durchschnitener Stücke der Droge, so findet man ein recht verschiedenes Aussehen derselben. Zuerst ist das Aussehen verschieden je nach dem Wärmegrade, bei welchem das Trocknen stattgefunden hat. Ist die Droge stark erwärmt worden, so erscheint die Bruch- und Schnittfläche hornig, und man findet dann das Stärkemehl der Wurzel verquollen; es ist dann auch mit der Lupe von dem gröberen Bau wenig zu sehen. Ist die Droge bei niedrigerer Temperatur getrocknet, so erscheint die Schnittfläche fast mehlig und hellgrau, und dann lassen sich die verschiedenen anatomisch wichtigen Regionen schon mit bloßem Auge und mit der Lupe erkennen. Ferner ist dann die durch die anatomische Struktur bedingte Zeichnung eine recht verschiedene, je nach dem Alter der Knolle, aber auch schon je nach dem Individuum. Die Zeichnung in dem durch das stärkereiche

Parenchym gebildeten, im allgemeinen hellgrauen Grunde, wird hauptsächlich bedingt durch die verschiedenartige Verteilung der etwas dunkler erscheinenden Sekretbehälter. Diese machen also den Eindruck gleichmäßiger, zarter, dunkler Punkte. Außerdem findet man auf der Querschnittsfläche viel weniger zahlreiche gröfsere, nicht so leicht erkennbare Punkte, die besser hervortreten, wenn man die Schnittfläche mit Anilinsulfatlösung bestreicht; es sind dies Tracheenstränge.

Wie die durch diese Elemente bewirkte Zeichnung zu stande kommt, wollen wir in dem Folgenden auseinandersetzen.

In ihrem Jugendzustande besitzt die zur Knolle werdende Nebenwurzel den normalen Bau einer tetrarchen Dikotyledonen-Wurzel; ebenso ist das dünnere, untere Ende kleiner verdickter Wurzeln (*sp*, Fig. 265) noch wesentlich normal gebaut. Die Knolle ist bedeckt von einer Korkschicht. An die Korkschicht schließt sich eine aus 3 bis 4 Lagen von lückigem Parenchym bestehende primäre Rinde an, die nach innen an die Endodermis grenzt. Die Zellen der Endodermis sind meist dünnwandig, nur in den Radialwänden streifenförmig verkorkt, selten sind einzelne Zellen dickwandig und verholzt. (Auch einzelne Zellen der sekundären Rinde sind häufig zu verholzten und verdickten Zellen, Sklerenchymzellen, geworden.) Innerhalb der Endodermis findet sich schon sekundäre Rinde und sekundäres Holz, welche von dem geschlossenen Kambium erzeugt wurden. In der primären und sekundären Rinde liegen Oxalatdrusen. Sekretbehälter finden sich schon in der sekundären Rinde in größter Anzahl. Die primären Markstrahlen sind angelegt.

Da, wo die Wurzel dicker zuläuft, fehlt schon Endodermis und primäre Rinde; die Korkschicht bedeckt die sekundäre Rinde direkt. Die letztere, welche nach außen zu von dem normalen Kambium in relativ geringer Menge abgeschieden wird, besteht aus einem fast isodiametrischen, ziemlich lockeren, teilweise Oxalatdrusen enthaltenden, stärkeführenden Parenchym, in welches einmal zahlreiche Sekretbehälter in längs gestreckten Gruppen, andernteils Siebstränge eingefügt sind. Das nach

Erklärung der Tafel.

Ipomoea Purga.

Fig. 265. Älterer Ausläufer *a* mit einer kleinen angeschwollenen Nebenwurzel *k* und einer gröfseren *K*.

a Aus der zur Knolle *k* gehörigen Knospe entstandenen oberirdischen Achse. *u* Als Seitenknospe von *a* entstandener, junger Ausläufer mit Knöspchen *s*. *L* Lenticellen. *sp* Wurzelspitze. Natürliche Gröfse.

Fig. 266. Stück des Querschnittes durch die Mitte einer kleinen, frischen Knolle.

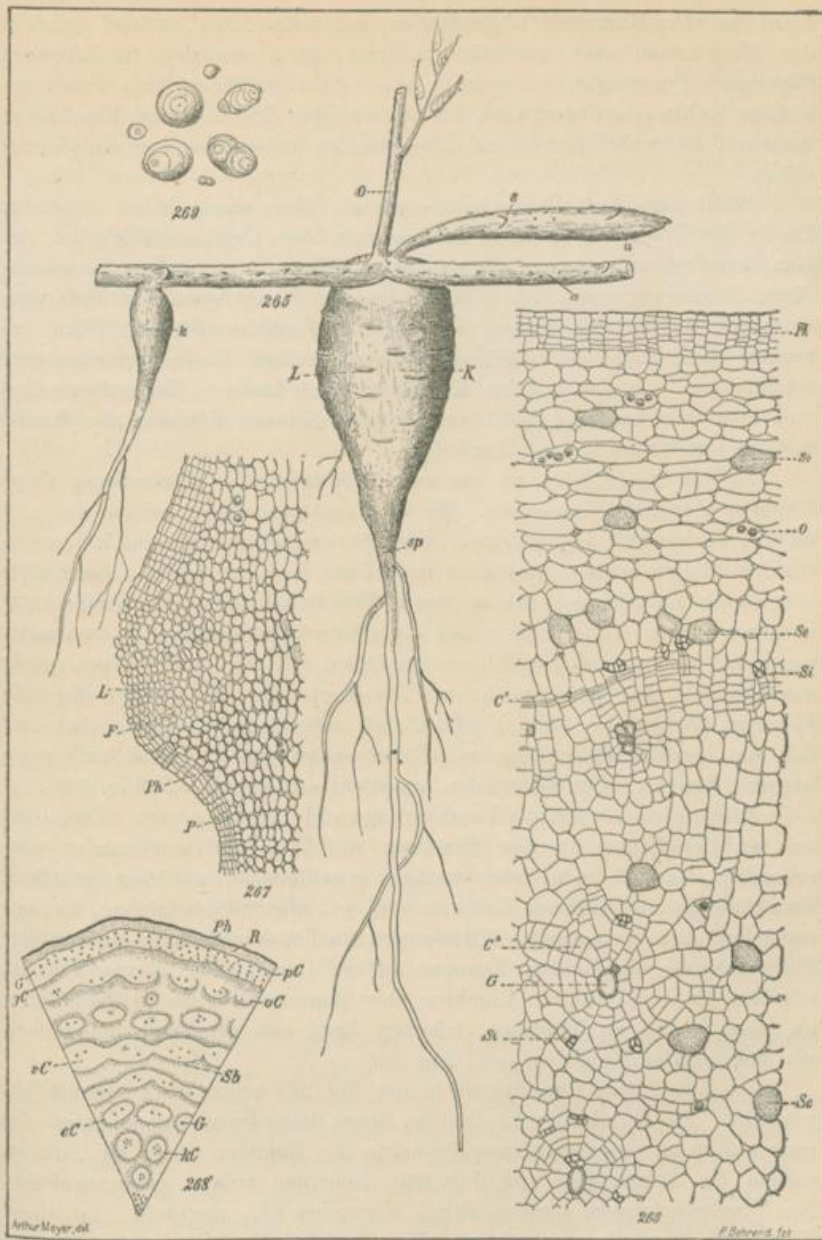
Ph Korkschicht. *C*¹ Primäres Kambium. *C*² Sekundäres Kambium. *Se* Sekretbehälter. *O* Oxalatdruse. *St* Siebstrang. *G* Gefäßstrang. 45fach vergr.

Fig. 267. Lenticelle im Querschnitt (Längsschnitt der Knolle).

Ph dichte Korkschicht. *L* Interzellularräume besitzende, dichtere Korkschicht. *F* Füllgewebe. *P* Rindenparenchym. 45fach vergr.

Fig. 268. Schema der Querschnittsfläche einer gröfseren Knolle (Droge).

Ph Kork. *R* Primäre Rinde. *pC* Primäres Kambium. *gC* Geschlossenes sekundäres Kambium.



C Nach vorn offenes, bogenförmiges sekundäres Kambium. eC Seitlich verbundene sekundäre Kambien. kC ringförmige sekundäre Kambien. G Gefäßstränge.
 Natürliche Größe.

Fig. 269. Stärkekörner.
 100fach vergr.

innen zu vom Kambium abgeschiedene sekundäre Holz besteht ebenfalls der Hauptmasse nach aus stärkehaltigem, ganz vereinzelt Oxalatzellen führendem Parenchym, in welches aber statt der Siebstränge Tracheenstränge locker eingelagert sind, die aus wenigen Tracheen und Tracheiden bestehen. Sekretbehälter fehlen. Markstrahlen fehlen schon hier der Wurzel völlig.

Stellt man einen Querschnitt einer ein klein wenig höher liegenden Partie der Wurzelknolle her, so beginnen die Unregelmäßigkeiten im Bau derselben aufzutreten. Sie entstehen dadurch, daß die um die sekundären Tracheengruppen des Holzes liegenden Parenchymzellen Teilungen eingehen, welche zur Bildung ringförmiger Kambien führen. Diese erzeugen nach außen zu Siebröhren, Sekretbehälter, Parenchymzellen und Oxalatzellen wie das primäre Kambium, nach innen zu Parenchymzellen und sehr sparsam und meist erst in den dickeren Regionen der Knolle Stränge von Tracheen und Tracheiden.

In Fig. 266, C^2 ist so ein um die Trachee G entstandenes ringförmiges Kambium dargestellt. Da die Tracheenstränge, welche das primäre Kambium (C^1 , Fig. 266 u. pC , Fig. 268) erzeugte, annähernd in konzentrischen Ringen stehen, so stehen auch diese Kambien jetzt in der Knolle in gleicher Anordnung. Bei weiterem Dickenwachstum der Knolle oder in ihrem dicken Teile breiten sich die später entstehenden Kambien mehr tangential aus, so daß sie Ellipsen vorstellen (eC , Fig. 268). Noch später entstehende, also mehr nach der Peripherie der Knollen zu liegende Kambien können sich seitlich öffnen und untereinander verschmelzen, so daß ein konzentrischer Ring von Tracheensträngen von zwei wellig gebogenen Streifen, Kambienstreifen, umgeben erscheinen (vC , Fig. 268).

Schließlich können die Kambienringe sich gleichsam vorn öffnen oder nur an der Hinterseite der Tracheen ausbilden und miteinander verschmelzen, so daß mehr oder weniger geschlossene, mit dem primären Kambium parallel laufende Kambien (oC , gC , Fig. 268) entstehen, die, bezogen auf ihren organischen Mittelpunkt, die Tracheenstränge, nach außen Siebröhren etc. abscheiden. Bezogen auf das Centrum der ganzen Wurzel, scheiden diese sekundären Kambien aber dann nach innen zu Siebröhren ab, nach außen zu Tracheen, arbeiten dann also scheinbar umgekehrt, wie das primäre Kambium (pC , Fig. 268).

Ich habe diese Verhältnisse in der Fig. 268 schematisch darzustellen versucht. Die Kambien sind daselbst durch feine Striche angedeutet, die nach außen zu abgeschiedenen Produkte der Kambien durch die Punkte, welche die Sekretzellen (Sb , Fig. 268) bedeuten sollen, gekennzeichnet. Die Tracheengruppen wurden durch Kreuzchen (G) markiert. Auf diese Weise erhalten wir zugleich ein Bild, welches der mit bloßen Augen erkennbaren Zeichnung der Querschnittsfläche der Droge im allgemeinen gleicht. Die Verteilung der verschiedenen Kambienformen entspricht bei allen Knollen ungefähr dem angedeuteten Prinzip, so daß also bei allen die geöffneten Kambien mehr nach der Peripherie zu liegen, jedoch ist

bei den verschiedenen Knollen die durch die Sekretbehälter und die Anordnung der Kambien bewirkte Zeichnung sonst recht verschieden.

Nach dieser Auseinandersetzung wird das anormale Aussehen des Querschnittes der Wurzelknolle wohl verständlich sein, und wir können etwas näher auf die Anatomie der letzteren eingehen. Die Knolle wird außen bedeckt von einer dünnen, dunkelbraunen Korkschicht (*Ph*, Fig. 268 u. 266). Diese wird von zahlreichen großen, quergestreckten Lenticellen (*L*, Fig. 265; Fig. 267) durchbrochen, welche ein mächtiges, unverkorktes Füllgewebe (Fig. 267) besitzen, auf ihrem Gipfel gleichsam von der nur dort Intercellularräume zeigenden Korkschicht (*L*) bedeckt sind.

Das Parenchym der sekundären Rinde (*R*, Fig. 268), welches nun folgt, besteht aus dünnwandigen, mit kleinen rundlichen Tüpfelplatten versehenen, fast isodiametrischen Zellen, welche meist Stärkekörner von der in Fig. 269 dargestellten Form, seltener Oxalatdrusen (*o*, Fig. 266) führen. Die Oxalatdrusen führenden Zellen sind häufig längsgestreckt und quer gekammert. Die sehr zahlreichen isodiametrischen Sekretzellen der primären Rinde besitzen ebenfalls dünne Membranen, welchen jedoch eine feine Korklamelle eingelagert ist; sie sind meist größer als die Parenchymzellen und stehen meist in längsgestreckten Gruppen (oft bis 25 Zellen hoch) zusammen. Ihr Inhalt besteht im frischen Zustande aus einer farblosen, stark lichtbrechenden Masse, welche sich bei Wasserzusatz zum Präparate trübt. In alter Droge ist das Sekret gelblich gefärbt. Die Siebstränge (*Si*, Fig. 266) sind nur in der nächsten Nähe des Kambiums intakt. Das durch das primäre Kambium von der Rinde getrennte parenchymreiche Holz besteht hauptsächlich aus dem Rindenparenchym ganz ähnlichem Gewebe. Durch die Produktion der sekundären (*C*², Fig. 266; *gC*, *oC*, *kC* etc. Fig. 268) Kambien findet man vielfach ganze Partien des Parenchyms zusammengedrückt. Die Gefäße (*G*, Fig. 266) bestehen aus kurzgliedrigen Gefäßen mit großen, rundlichen oder etwas quergestreckten Hoftüpfeln und kreisförmig durchbrochenen Zwischenwänden und aus ganz ähnlich getüpfelten, kurzen, mehr oder weniger spitz endigenden Tracheiden. Oxalatzellen und Sekretbehälter gleichen denen der Rinde.

Chemie: In den Sekretzellen der Knolle findet sich ein Gemisch von Körpern, welches wesentlich aus dem Harze besteht, das man der Knolle durch Weingeist entziehen kann. Man erhält aus der Knolle etwa 7–22 % Harz. Dasselbe besteht aus etwa 95 % Convolvulin (löslich in Essigsäure und auch in Ammoniak, unlöslich in Terpentinöl, Äther etc.) und etwa 5 % eines anderen, in Äther löslichen Harzes (Jalapin). Das III. Deutsche Arzneibuch verlangt einen Harzgehalt von mindestens 7 %. Die Droge liefert etwa 5 % Asche.

Geschichte: Die Jalapenwurzel scheint schon vor der Mitte des XVII. Jahrhunderts, namentlich durch die Leipziger Fakultät, in Deutschland allgemein bekannt geworden zu sein.

Verwechslungen: Die Knolle von *Ipomoea simulans* Hanbury (Tampikowurzel). *Radix Orizabae*, von *Ipomoea orizabensis* Ledanois, eine lange, spindelförmige Wurzel. Brasilianische Jalape, von *Ipomoea operculata* Martius, große, stark bewurzelte Knollen.

4. Andere medicinisch verwendete Wurzeln.

Radix Alkannae, Alkannawurzel: *Alkanna tinctoria* Tausch. *Asperifoliaeae*. Südöstliches Europa und Orient. Alkannaroth oder Alkannin.

Radix Apocyni, *Apocynum*: *Apocynum cannabinum* L., *Apocynaceae*. Nordamerika. Apocynein und Apocynin.

Radix Aristolochiae rotundae, Osterluzeiwurzel: *Aristolochia rotunda* L., *Aristolochiaceae*. Südeuropa.

Radix Artemisiae, Beifußwurzel: *Artemisia vulgaris* L., *Compositae*. Europa.

Radix Avae, Kava-Kava, Kawa: *Macropiper methysticum* Miq., *Piperaceae*. Südseeinseln. Kavahin, Yangonin.

Radix Baptisiae: *Baptisia tinctoria*. *Papilionaceae*. Vereinigte Staaten von Nordamerika. Baptisin und Baptin (Glykoside), Baptitoxin (Alkaloid).

Radix Bardanae, Klettenwurzel: *Lappa major* Gärtner, *Lappa minor* D. C., *Lappa tomentosa* Lam., *Compositae*. Ganz Europa, Nord-Asien, Nord-Amerika. Inulin.

Radix Belladonnae, Tollkirschwurzel: *Atropa Belladonna* L., *Solanaceae*. Central- und Südeuropa. Atropin, Belladonnin.

Radix Berberidis aquifolii: *Berberis aquifolium* Pursh. *Berberideae*. Westliches Nordamerika. Mahonin, Berberin, Oxyacanthin.

Radix Caineae, Kañkawurzel: *Chiococca racemosa* Jacq., *Rubiaceae*. Antillen. Kañkasäure (Glykosid).

Radix Carlinae, Eberwurz: *Carlina acaulis* L., *Compositae*. Mittleres Europa.

Radix Costi: *Aucklandia Costus* Falkoner. *Compositae*. Kaschmir.

Radix Cynoglossi, Hundszunge: *Cynoglossum officinale* L., *Asperifoliaeae*. In Deutschland verbreitet.

Radix Dictamni albi, Diptamwurzel: *Dictamnus albus* L., *Rutaceae-Diosmeae*. Südeuropa, mittleres Deutschland.

Radix Evonymi atropurpurei (Wahoo, Spindletree): *Evonymus atropurpureus* L., *Celastraceae*. Nordamerika. Evonymin.

Radix Gentianae albae, Weißer Enzian: *Laserpitium latifolium* L., *Umbelliferae*. Deutschland. Ätherisches Öl.

Radix Ginseng Americana, *Radix Ninsi*, Ginseng: *Panax quinquefolius* L., Araliaceae. Nord-Amerika. Ätherisches Öl.

Cortex radice Gossypii: Die Baumwolle liefernden *Gossypium*-arten. Malvaceae.

Radix Iwarancusae, *Radix Vitiveriae*, Vitiverwurzel; *Andropogon muricatus* Retz., Gramineae. Ostindien. Ätherisches Öl.

Radix Lapathi acuti, Grindwurzel: *Rumex obtusifolius* L., Polygonaceae. Fast ganz Europa. Chrysophansäure.

Radix Mei, Bärwurzel: *Meum athamanticum* Jacq., Umbelliferae. Mittleres Europa. Ätherisches Öl.

Radix Paeoniae, Pfingstrosenwurzel: *Paeonia officinalis* L., Ranunculaceae-Paeonieae. Südeuropa.

Radix Pareirae, Pareira Brava, Grieswurzel: *Chondodendron tomentosum* Ruiz et Pav. Menispermaceae. Brasilien. Buxin (Alkaloid).

Radix Petroselini, Petersilienwurzel: *Petroselinum sativum* Hoffm., Umbelliferae. Südeuropa; kultiviert. Ätherisches Öl.

Radix Pyrethri germanici, Bertramswurzel: *Anacyclus officinarum* Hayne. Vaterland unbekannt, kultiviert bei Magdeburg.

Radix Pyrethri romani, römische Bertramswurzel: *Anacyclus Pyrethrum* D C., Compositae. Nordwestafrika.

Radix Rhapontici, Rhapontik: *Rheum Rhaponticum* L., Polygonaceae. Asien, in Europa kultiviert. Chrysophansäure.

Radix Saponariae rubrae, Seifenwurzel: *Saponaria officinalis* L., Caryophyllaceae-Sileneae. Mittleres und südliches Europa. 4—6% Saponin.

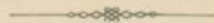
Radix Saponariae hispanicae: *Gypsophila Struthium* L., Caryophyllaceae-Sileneae. Südeuropa, Nordafrika, Orient. Saponin.

Radix Scammoniae: *Convolvulus Scammonia* L., Convolvulaceae. Kleinasien, Kaukasus, Syrien. 4—6% Harz, teilweise aus Jalapin bestehend.

Radix Sumbul, Moschuswurzel; *Euryangium Sumbul* Kaufmann (*Ferula Sumbul* Hooker fil.), Umbelliferae. Bucharei, Ostsibirien. Ätherisches Öl, $\frac{1}{3}$ %; 9% Harz; Angelikasäure.

Radix Symphyti, *Radix Consolidae majoris*, Beinwell: *Symphytum officinale* L., Asperifolieae. Europa.

Radix Turpethi: *Ipomoea Turpethum* R.Br., Convolvulaceae. Ostindien, östliches Australien, Polynesien. 4% Harz, teilweise aus Jalapin bestehend.



Druck von Leonhard Simion, Berlin SW.

- Arznei-Taxe, Königlich Preussische.** Kart. 1,20 M. [Erscheint alljährlich im Dezember, für das nächste Jahr berechnet.]
- Bender, A., Das Furfuran und seine Derivate.** 4 M.
- Berg, O.,** w. Professor a. d. Universität Berlin. **Pharmaceutische Botanik.** 5. Aufl. 6 M., geb. 7,50 M.
- **Pharmaceutische Warenkunde.** 5. Aufl. Neu bearbeitet von Prof. Dr. A. Garcke. 14 M., geb. 15,50 M.
- **Die Chinarinden** der pharmakognostischen Sammlung zu Berlin. Mit 10 Tafeln Abbildungen. 8 M.
- Flückiger, F. A.,** Professor a. d. Universität Strassburg. **Pharmaceutische Chemie.** 2. neubearb. Aufl. 2 Bände. 24 M., geb. 28 M.
- **Pharmakognosie des Pflanzenreiches.** 2. neubearb. Aufl. 21 M., geb. 24 M.
- **Grundriss der Pharmakognosie.** 6 M., geb. 7 M.
- **Die Chinarinden** in pharmakognostischer Hinsicht dargestellt. Mit 8 lithographierten Tafeln. Kart. 9 M.
- Formulae Magistrales Berolinenses.** Mit einem Anhang, enthaltend: Anleitung zur Kosten-Ersparniss beim Verordnen von Arzneien. Herausg. v. d. Armen-Direction in Berlin. 0,50 M. [Erscheint in neuer Ausgabe alljährlich im Monat Januar.]
- Industrie, die chemische.** Zeitschrift herausgegeben vom Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands. Redigiert v. Dr. Emil Jacobsen. Jährl. 24 Hefte. 20 M.
- Industrie-Blätter.** Wochenschrift für gemeinnützige Erfindungen und Fortschritte in Gewerbe, Haushalt und Gesundheitspflege. (Begründet 1864 durch Dr. H. Hager und Dr. E. Jacobsen.) Herausg. von Dr. Emil Jacobsen. Wöchentl. 1 Nummer in 4^{to} Vierteljährl. 3 M.
- Julius, P., Die künstlichen organischen Farbstoffe.** Unter Zugrundelegung von 6 Vorlesungen, gehalten von Prof. Dr. E. Noelting. Geb. 6 M.
- Jurisch, K. W., Die Fabrikation von chlorsaurem Kali und anderen Chloraten.** Mit Holzschn. u. lithogr. Tafeln. Geb. 8 M.
- **Die Verunreinigung der Gewässer.** Eine Denkschrift im Auftrage der Flusscommission des Vereins zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands. 10 M.
- Repertorium, chemisch-technisches.** Uebersichtlich geordnete Mitteilungen der neuesten Erfindungen, Fortschritte und Verbesserungen auf dem Gebiete der technischen und industriellen Chemie mit Hinweis auf Maschinen, Apparate und Literatur. Herausg. von Dr. Emil Jacobsen. [Erscheint seit 1862, vom Jahrgang 1881 ab in Vierteljahrs-Heften und vom Jahrg. 1882 ab mit in den Text gedruckten Holzschnitten.]
- Schultz, G. u. P. Julius, Tabellarische Uebersicht der künstlichen organischen Farbstoffe.** Geb. 10 M.

R. Gaertners Verlag, H. Heyfelder, Berlin SW.

Dr. Arthur Meyer,

Professor in Münster i. W.

Handbuch
der
qualitativen chemischen Analyse

anorganischer und organischer Substanzen

nebst

Anleitung zur volumetrischen Analyse.

Bearbeitet für Apotheker und Gerichtschemiker, sowie zum Gebrauch beim Unterricht
in chemischen Laboratorien.

Mit Holzschnitten. Preis 4,20 Mark, gebunden 5 Mark.

Die
Apotheker-Gesetze

nach

Deutschem Reichs-

und

Preussischem Landes-Recht.

Mit sämtlichen

Ergänzungen und Erläuterungen

für

den praktischen Gebrauch zusammengestellt

von

W. Staas.

— Fünfte Auflage. —

3,20 Mk., gebunden 4 Mk.

Die neubearbeitete 5. Auflage berücksichtigt alle Gesetze
und Verordnungen bis zum Anfang des Jahres 1891.

Handverkauf-Taxe für Apotheker.

Festgestellt

vom Verein der Apotheker zu Berlin.

— Siebente Auflage. —

Geheftet 2 Mk. In Leinwand gebunden 2,50 Mk.

Mit handschriftlich eingetragenen Preisen nach der alljährlich abgeänderten Berliner
Taxe gebunden 3,50 Mk.