

Spezielle Morphologie und Anatomie  
der äußeren Organe der Pflanze und Pharmakognosie der  
als Drogen verwendeten Pflanzenteile.

§ 3. Die Achsen.

1. Spezielle Morphologie der vegetativen Sproßsysteme  
(Achsensysteme).

a) Einleitung.

Da für die Morphologie der Achsensysteme der Phanerogamer, die uns in diesem Kapitel hauptsächlich beschäftigen, die Art und die Stellung der Blätter, welche die Achse trägt, von größter Bedeutung sind, so müssen wir die beblätterten Achsen, die Achsen in ihrem Zusammenhange mit den Blättern besprechen, wobei wir jedoch auf die letzteren nur so weit Rücksicht nehmen, als es für das Verständnis der Morphologie der Achsensysteme nötig ist. Deshalb habe ich in die Überschrift des Kapitels das Wort Achsensystem eingeschaltet. Mit gleicher Beschränkung ist übrigens in manchen Fällen, z. B. bei der Betrachtung dorsiventraler Rhizome, auf die Wurzeln Rücksicht zu nehmen.

Wir teilen, der leichteren Darstellung der morphologischen Verhältnisse wegen und entsprechend der biologischen Verschiedenheit dieser Teile der Pflanze, das Sproßsystem der Pflanze zweckmäßigerweise in zwei Abschnitte, in den vegetativen Teil, also denjenigen, welcher der Ernährung und der ungeschlechtlichen Fortpflanzung dient, und denjenigen Teil, welcher zu der geschlechtlichen Fortpflanzung der Gewächse in näherer morphologischer und biologischer Beziehung steht, den floralen Teil des Sproßsystems, ein. Wir wollen, um einen ungefähren Anhalt für die Grenze zwischen beiden Regionen zu haben, die äußerste Grenze der vegetativen Region der Achse dicht über das letzte Laubblatt eines jeden Sprosses, eines jeden Gliedes des ganzen Sproßsystemes, wo Laubblätter fehlen, über das letzte Niederblatt legen. Wo Laubblätter in Hochblätter successive an einer Achse übergehen, ist nach dieser Definition keine scharfe Grenze vorhanden, die vegetative Region solcher Sprosse geht in die florale allmählich über.

In diesem Kapitel werden wir uns nur mit den vegetativen Teilen der Sproßsysteme beschäftigen, die floralen nur so weit erwähnen, als es zum Verständnis der vegetativen Sproßsysteme nötig ist.

Die Morphologie eines vegetativen Sprosssystems kann nur dann als völlig ergründet angesehen werden, wenn man die morphologische Entwicklungsgeschichte desselben von der Keimung bis zur Fruchtbildung, eventuell auch noch von der ersten Periode der Fruchtbildung bis zur nächsten erforscht hat; denn bis dahin wechselt die Morphologie der successiven Sprosse oft sehr erheblich, ja in manchen Fällen ist eine deutliche Änderung des morphologischen Aufbaues noch nach wiederholter Fruchtbildung, bis zum Tode des Individuums zu bemerken. Bei manchen Pflanzenspecies, vorzüglich bei einjährigen Pflanzen, findet man zur Zeit der Fruchtbildung noch alle Teile des vegetativen Achsensystems, welche im Laufe der Entwicklung entstanden, vor oder wenigstens ihre Reste in erkennbarem Zustande, und dann bietet das Individuum einer solchen Pflanzenspecies die Vorlage für die Erforschung der ganzen Entwicklungsgeschichte des vegetativen Sprosssystemes dieser Pflanzenspecies. In den meisten Fällen werden jedoch von der Keimung bis zur Fruchtbildung eine Anzahl von Gliedern des vegetativen Sprosssystemes so vollständig abgestoßen, daß das Individuum in keinem Zustande seiner Entwicklung ein vollkommenes Bild des Sprosssystemes der betreffenden Pflanze liefern kann, vielmehr in jedem Stadium seines Daseins nur einen Abschnitt des ganzen, im Laufe der Entwicklung des Individuums gebildeten Sprosssystems zeigt. Wollen wir die Morphologie des vegetativen Sprosssystemes einer derartigen Pflanze überblicken und mit derjenigen anderer Pflanzenspecies vergleichbar machen, so müssen wir ein Schema aller im Laufe der Entwicklung des Individuums einer bestimmten Species erzeugten Teile des Sprosssystems zusammenstellen.

Das vegetative Sprossschema. Es ist zweckmäßig ein derartiges Schema bildlich darzustellen. Man berücksichtigt dabei am vorteilhaftesten in der Zeichnung, im allgemeinen nur die Folge der Seitenglieder an dem Hauptgliede, eventuell auch die relative Entfernung derselben voneinander, nicht die Divergenz der Blätter und Zweige. Über letztere und andere Punkte, welche sich in der Ebene nicht gut darstellen lassen, können kurze Bemerkungen, welche man dem Bilde beigiebt, Aufschluß bieten. Als Beispiel dafür, wie man ein solches Sprossschema ausführen kann, soll das Sprosssystem von *Anemone nemorosa* dienen, eines Pflänzchens, welches den meisten der Leser wohl zugänglich sein wird und sich auch deshalb gut zum Studium eignet, weil zur Blütezeit auch dessen Keimpflänzchen leicht zu finden sind. Die Betrachtung des vegetativen Sprosssystemes von *Anemone nemorosa* soll uns zugleich von den Eigentümlichkeiten derartiger Pflanzenteile ein allgemeines Bild geben und so das Verständnis der später folgenden allgemeinen Erörterungen erleichtern.

Das vegetative Sprossschema von *Anemone nemorosa*. *Anemone nemorosa* keimt im Frühjahr. Das sehr kleine Keimpflänzchen zeigt 2 fleischige, farblose Keimblätter, welche lange in dem Perikarp



diese Knöspchen jedoch oft alle zu Rhizomzweigen aus und tragen viel zu dem dichten Stand der Pflänzchen im Freien bei. Über die Stellung der Blätter an dem Achsenteile geben die Notizen oberhalb des Schemas Aufschluß. Durch  $c/l = 1/4$ , im Raume des ersten Jahrganges, wird angedeutet, daß das erste Laubblatt ( $l$ ) von den Gliedern des Keimblattwirtels ( $c$ ) um  $1/4$  des Kreisumfangs abweicht;  $l/n = 1/2$  sagt dann, daß das erste Niederblatt um  $180^\circ$  von dem ersten Laubblatt divergiert. Bis zum 4. Niederblatte bleibt die Divergenz  $1/2$  (ausgedrückt durch  $\frac{n^1}{n^2-4} = 1/2$ , um dann für die weiteren Laubblätter und Niederblätter konstant  $1/3$  zu werden.

Eine Reihe von Jahren wächst die Achse mittels der Endknospe weiter, jedes Jahr nun ferner 7, schließlich 8 Scheidenblätter und 1 Laubblatt erzeugend. Zwei weitere Jahrgänge sind gezeichnet, sodann ist durch eine Lücke im Schema angedeutet, daß eine nicht genau bestimmte Reihe weiterer Jahrgänge folgen, deren Produktion den der früheren Jahrgänge gleicht. Es scheint, daß mindestens 10 Jahre hingehen, bis die Pflanze blühreif wird. Hinter der Lücke des Schemas ist noch ein rein vegetativer Jahrgang gezeichnet.

Im Frühjahr des 10. bis 15. Jahres wächst die Endknospe der Hauptachse zu einer oberirdischen, mit einer Blüte abschließenden Sprofsregion aus. Dieses Sprofsstück des Keimsprosses ist relativ dünn und trägt unterhalb der Blüte einen Wirtel von Laubblättern. Das Knöspchen in der Achsel des letzten Laubblattes ( $K$  des Schemas) wächst zugleich im Frühjahr stärker heran, und sein erstes Blatt bildet sich zu einem Laubblatte aus, welches also im Frühjahr neben dem die Blüte tragenden oberirdischen Teile der Achse steht. Die normale Ersatzknospe ( $K$ ) wächst dann weiter, erzeugt 8 bis 9 Niederblätter und streckt ihr Ende im folgenden Jahre wiederum zur oberirdischen Achse, während der vorjährige oberirdische Sproßteil bis zum Grunde abstirbt. Von nun an besteht also die biologische Fortsetzung der unterirdischen Achse aus nach und nach aneinander gereihten Zweigen 1., 2., 3. bis  $n$ . Ordnung, ist also vom morphologischen Standpunkte von jetzt ab als Sympodium zu bezeichnen. An dem älteren Rhizome unserer Pflanze ist die Sympodiumnatur oft kaum zu erkennen, da sich die successiven Zweige sehr genau in eine Richtung stellen, und die Narben der oberirdischen Achsenteile oft schwer sichtbar sind. Wie das erste Glied des Sympodiums verhält sich jedes folgende, und es genügt deshalb die Darstellung des die Hauptachse abschließenden Jahrganges und des Zweiges erster Ordnung zur Vollendung des Schemas.

Betrachten wir das Schema der Produkte des vorletzten Jahrganges, welche sich von April zu April entwickelten, so sehen wir 9 Scheidenblätter angedeutet. Die 8 ältesten Scheidenblätter zeigen auch hier Zweigknöspchen in ihren Achseln. Das Knöspchen in der Achsel des 8. Niederblattes ist etwas stärker gezeichnet als die vorhergehenden, um

anzudeuten, daß es entwicklungsfähiger ist als die übrigen. In der That wächst dieses Knöspchen in manchen Fällen auch zu einem blühenden Zweige aus, während normalerweise nur die Knospe in der Achsel des jüngsten Scheidenblattes sich zum blühenden Rhizomzweige entwickelt. Die Stellung der Niederblätter am Endgliede der Hauptachse ist durch die Notiz  $\frac{1}{3}$  angegeben. Das oberirdische, später absterbende, blütentragende Endstück ist zum Unterschiede von den unterirdischen Teilen hell gehalten. Der mit *B* bezeichnete Stern bedeutet die endständige Blüte. Der Laubblattwirtel der oberirdischen Achse ist dadurch charakterisiert, daß 2 Laubblattzeichen in gleicher Höhe an die Achse gezeichnet sind, und die Zahl der Glieder ist durch die Bezeichnung *3g* (3gliedrig) angegeben.

Die biologische Fortsetzung der Hauptachse bildet also nun weiter der Zweig der Hauptachse, welcher sich aus der Achsel des letzten Niederblattes entwickelt. Daß das erste Laubblatt dieses Zweiges schon gleichzeitig mit der Blüte der Hauptachse ausgebildet wird, ist durch Einzeichnung dieses Laubblattes hinter den vorletzten Jahresstrich angedeutet. Die Bezeichnung *lrl* zeigt, daß das Laubblatt *l* rechts oder links von der Mediane des Zweiges, an letzterem inseriert ist. Würde das erste Laubblatt des Zweiges vorn, der Hauptachse zugekehrt, gestanden haben, so würde das Zeichen dafür *lv*, würde es hinten, in der Mediane des Zweiges gestanden haben, so würde das Zeichen *lh* dafür gebraucht worden sein. Die Niederblätter schließen sich mit  $\frac{1}{3}$  Stellung an das Laubblatt an. Die Ersatzknospe *K* hat ihre Achse noch nicht gestreckt, wohl aber das Laubblatt *l''* entwickelt.

Während die Spitze der Pflanze sich jedes Jahr um ein annähernd gleich großes Stück verlängert, stirbt die Basis der Achse von hinten nach vorne zu langsam ab. Untersucht man eine blühende Pflanze, so findet man gewöhnlich 5 bis 8 Jahrgänge des Rhizomes erhalten. Diese Thatsache ist durch die Notiz 5—8, unterhalb des letzten Jahrganges im Schema angedeutet.

b) Der Hauptsprofs oder Keimsprofs, soweit derselbe am Aufbau des vegetativen Sprofsystemes beteiligt ist.

Wie wir Seite 31 I. auseinandergesetzt haben, läßt eine normale Keimpflanze eine Hauptachse erkennen, welche durch den Keimblattwirtel oder das Keimblatt in zwei Abschnitte, den hypokotylen und den epikotylen Achsenteil zerlegt wird. Die Spitze der epikotylen Achse trägt den Vegetationspunkt, welcher die Anlage neuer Internodien der Hauptachse und die der Blätter und Zweige besorgt. Die Hauptachse mit den an ihr sitzenden Blättern wird Keimsprofs oder Hauptsprofs genannt. Wir wollen nun zuerst bei der Besprechung der Erscheinungen, welche das vegetative Sprofsystem während seiner Entwicklung zeigen kann, nur die Erscheinungen schildern, welche für die Morphologie dieses absoluten Haupt-

sprosses in Betracht kommen, und die Zweige der Hauptachse vorerst so weit als möglich aufser acht lassen, um ihre Morphologie später allein zu besprechen.

Es ist diese Manier der Darstellung deshalb zweckmässig, weil die meisten Erscheinungen, welche wir an dem Hauptsprosse beobachten können, auch an den Zweigen desselben vorkommen und bei der Besprechung des Verhaltens der Zweige dann nur kurz erwähnt zu werden brauchen.

a) Art und Wechsel der Blattformen und die Zahl der Blätter jeder Blattform, welche an der vegetativen Region der Hauptachse auftreten.

Verfolgen wir die sich entwickelnde Hauptachse phanerogamer Pflanzen und beobachten wir alle während deren Lebens an ihr auftretenden Blattformen, so finden wir eine grosse Mannigfaltigkeit der Fälle bezüglich der Art, Zahl und der Art des Wechsels der verschiedenen Blattformen. Zuerst finden wir an jedem normalen Keimsprosse bei den Gymnospermen einen 2—15gliedrigen Wirtel (bei *Abies alba* z. B. 4—7 gliedrig), bei den Dikotyledonen einen zweigliedrigen Wirtel von Keimblättern, bei den Monokotyledonen ein einziges Keimblatt. In seltenen Fällen fehlen die Keimblätter oder ihre Zahl ist eine von der normalen abweichende. Nach den Keimblättern können dann an der Hauptachse 1. nur Niederblätter, 2. nur Laubblätter, 3. Niederblätter und Laubblätter im Wechsel auftreten. Hauptachsen, an denen während ihres ganzen Lebens nur Niederblätter auftreten, sind verhältnismässig selten. Als Beispiel kann die Hauptachse von *Cuscuta europaea* L. und *Lathraea squamaria* L. dienen. Bei der Kleeseide fehlt der Keimachse anfangs eine jede Blattform, auch die Keimblätter, dann werden, nach längerer Streckung der blattlosen Achse, Blättchen von Bau und biologischer Bedeutung der Niederblätter entwickelt. Nur Laubblätter bilden viele einjährige Pflanzen an der epikotylen, vegetativen Region des Keimsprosses, so z. B. *Urtica urens* L. Regionen der Sprosse, welche Niederblätter tragen, Niederblattregionen der Sprosse, und Laubblattregionen der Sprosse im Wechsel findet man an dem Hauptsprosse einer grossen Anzahl von Pflanzen. Achtet man dabei nur darauf, welche Art der beiden Regionen direkt über den Keimblättern steht und darauf, welche den Abschluss des Sprosses bildet, so lassen sich eine ganze Anzahl der möglichen Fälle in der Natur auffinden. Einige Beispiele mögen hier Platz erhalten. Bei *Arum maculatum* L. ist die erste Region, welche nach der Keimblattregion folgt, eine Niederblattregion, dann folgen Laubblatt- und Niederblattregionen im Wechsel und die letzte Region, die hier unter dem Blütenstande steht, ist eine Laubblattregion. *Hepatica triloba* Gil. verhält sich gleich, nur ist die Art der Endregion hier unbestimmt, da die Endknospe der Hauptachse ein unbegrenztes Wachstum besitzt und die Endknospe fortwährend Niederblatt- und Laubblattregionen im Wechsel erzeugt. *Paris quadrifolius* L. unterscheidet sich hingegen

dadurch von den beiden zuerst genannten Pflanzen, daß sie mit einer unendlichen Niederblattregion schließt, da die Endknospe, bei unbegrenztem Wachstum, bei der blühreifen Pflanze nur noch Niederblätter bildet. Bei *Anemone nemorosa* L. und ebenso bei *Veratrum album* und *Gentiana lutea* folgt dagegen auf die Keimblattregion direkt eine Laubblattregion, sonst verhalten sie sich genau wie *Arum maculatum*. Ebenso unterscheidet sich *Abies alba* in dieser Beziehung von *Hepatica triloba* nur durch die direkte Folge einer Laubblattregion nach der Keimblattregion, und *Tussilago Farfara* unterscheidet sich wiederum von *Anemone nemorosa* nur dadurch, daß die letzte Region an der vegetativen Achse stets eine Niederblattregion ist. In den beifolgenden schematischen Bildern

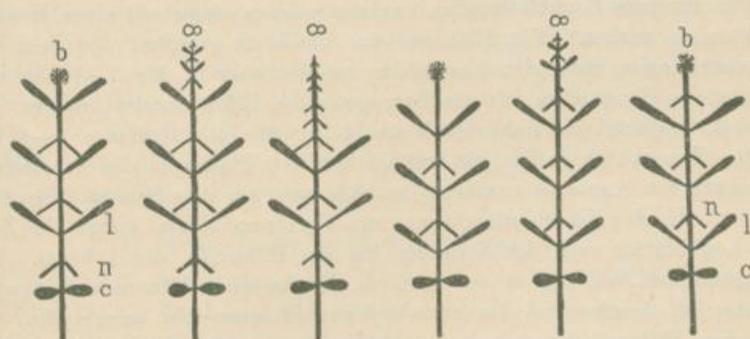


Fig. 271.

*Arum*  
*maculatum.*

*Hepatica*  
*triloba.*

*Paris*  
*quadrifolius.*

*Anemone*  
*nemorosa.*  
*Veratrum*  
*album.*  
*Gentiana*  
*lutea.*

*Abies*  
*alba.*

*Tussilago*  
*Farfara.*

Schematische Darstellung des Verhaltens der Hauptspitze einiger Pflanzen mit wechselnden Niederblatt- und Laubblattregionen.

c Keimblattregion. n Niederblattregion. l Laubblattregion. b Blüte oder Blütenstand.  
∞ unbegrenzt wachsende Endknospe.

sind diese Verhältnisse angedeutet, ohne daß darin auf die Zahl der Regionen und die Anzahl der eine Region zusammensetzenden Glieder Rücksicht genommen worden ist.

Die Zahl der Blätter, welche an einer Hauptachse entstehen, da wo nur Niederblätter oder nur Laubblätter nach den Kotyledonen erzeugt werden, ist nur selten so bestimmt wie die der Keimblätter. Als Beispiel für eine bestimmte Zahl darf man vielleicht die allein an der Hauptachse nach den Keimblättern auftretenden beiden großen Laubblätter von *Welwitschia mirabilis* anführen. Gewöhnlich hängt die Zahl der Blattoorgane von der Vegetationsenergie der Individuen sehr ab, vorzüglich dann, wenn eine Hauptachse mit einer unbegrenzt vegetierenden Endknospe wächst, wie z. B. *Lathraea squamaria*. Immerhin würde sich selbst hier eine Maximalzahl von einiger Bedeutung, für die Blätter finden lassen, welche

während des Lebens eines Individuums erzeugt werden. Konstanter ist meist die Zahl der an einer biologisch bestimmten Niederblatt- oder Laubblattregion einer bestimmten Pflanze mit Wechsel dieser beiden Regionen, auftretenden Niederblätter oder Laubblätter.

Dabei ist allerdings festzuhalten, daß meist von der Basis zur Spitze der Pflanze hin, bei mehrjährigen Pflanzen, mit der zunehmenden Kräftigung der Pflanze die Zahl der Blätter anfangs in den Regionen steigt, häufig bei einem Maximum der Blattzahl der Regionen dann eine Zeitlang stehen bleibt, um zuletzt bei Pflanzen, welche ihre Hauptachse mit einer floralen Region schliessen, dort häufig mit einer Region von anderer Zahl der Blätter zu enden. Bei *Arum maculatum* z. B. wird in den ersten Jahren für jede Laubblattregion, welche anfangs stetig mit einer Niederblattregion wechselt (Fig. 271), nur ein Laubblatt gebildet; die Zahl der in einer Region stehenden Laubblätter wächst aber in den 8—10 Jahren, welche die Hauptachse bis zur Erzeugung des Blütenstandes braucht, auf etwa 4, während die Zahl der Niederblätter für alle Regionen 5—6 beträgt. Wie es sich in Hinsicht auf die Zahl der Blätter in den successiven Regionen von *Anemone nemorosa* verhält, geht aus dem Schema (Fig. 270) hervor. In den Laubblattregionen von *Veratrum album* steigt die Zahl der Laubblätter von der Keimung bis zur Blühreife von 1 bis 9. Die Konstanz der Zahl der an der 1., 2., n. Region einer Pflanze auftretenden Blätter ist übrigens bei den verschiedenen Pflanzen sehr verschieden. In manchen Fällen ist sie eine sehr fest bestimmte für die Pflanzenspecies, in anderen wechselt die Zahl bei den verschiedenen Individuen einer Species erheblich.

β) Die Stellung der Blätter an der Hauptachse und der Wechsel der Blattstellung im Laufe der Entwicklung des Hauptsprosses.

Im allgemeinen können die Blätter an vegetativen Teile der Hauptachse alle die Seite 22 bis 25 I. für die Glieder der Pflanze im allgemeinen besprochenen Stellungsverhältnisse zeigen.  $\frac{1}{2}$  Stellung der Blätter findet sich sehr häufig bei den Monokotyledonen,  $\frac{2}{5}$  Stellung bei Dikotyledonen;  $\frac{1}{3}$  Stellung ist den Carices eigen;  $\frac{5}{13}$  Stellung beobachtet man bei den *Verbascum*-Arten u. s. w. Genau opponierte oder superponierte Wirtel von Laubblättern kommen bei Blättern der vegetativen Achse höchst selten, bei Laubblättern wohl nie vor, meist sind die Laubblattwirtel dekussiert (*Labiatae*, *Gentiana*) in selteneren Fällen ist jeder folgende Wirtel gegen den vorhergehenden um einen bestimmten Teil der Divergenz der Wirtelglieder verschoben, so daß eine grössere Zahl von Orthostichen entsteht als die doppelte der Gliederzahl der Wirtel. Zu betonen ist hierbei noch, daß die Divergenz der Blätter bei den verschiedenen Individuen einer Species mit verschieden großer Schärfe, je nach der Species festgehalten wird. Die Keimblätter stehen bei den Dikotyledonen stets in einem 2gliedrigen Wirtel. Sind die Keimblätter ungleichhälftig ausgebildet, so können die ungleichartigen Hälften der beiden Blätter ein-

ander gegenüberliegen (*Pisum sativum*, symmetrische Lage) oder die gleichartigen (*Polygonum Fagopyrum*); gleiche Verhältnisse sind auch für die Laubblätter zu beobachten, wenn dieselben ungleichhälftig sind.

In Hinsicht auf die Stellung aller Blattformen an einer bestimmten Hauptachse ist darauf aufmerksam zu machen, daß für einjährige und mehrjährige Pflanzen Fälle bekannt sind, wo Keimblätter, Niederblätter und Laubblätter an der Hauptachse während der ganzen Entwicklung der letzteren ein und dieselbe Stellung erhalten.

So z. B. verhält sich die Hauptachse von *Gentiana lutea*, bei welcher alle Blätter des vegetativen Teiles der Hauptachse in zweigliedrigen dekussierten Wirteln stehen, und *Smilacina trifolia* mit durchgehender  $\frac{1}{2}$  Stellung aller Blätter des vegetativen Teiles der Hauptachse. In anderen Fällen wechselt die Stellung der Blätter von der Keimung bis zum Abschluß des Wachstums der Hauptachse in sehr verschiedener Weise. Als Beispiel mag *Anemone nemorosa* und *Paris quadrifolius* dienen. Bei letzterer Pflanze sind in den ersten Jahren Keimblätter, Laubblätter und Niederblätter nach  $\frac{1}{2}$  geordnet, später stellen sich die Laubblätter und Niederblätter nach  $\frac{1}{4}$ .

#### γ) Die Länge der Internodien der Hauptachse.

Außer Art und Stellung der Blattorgane ist für die Morphologie der Pflanze ferner die Länge der zwischen den Blattinsertionen liegenden Internodien der vegetativen Region der Hauptachse von Bedeutung. Zuerst ist über die absolute Länge der Internodien zu sagen, daß dieselbe äußerst verschieden sein kann; sie kann 0 sein, d. h. die Insertionsflächen der Blätter können dicht aneinander stoßen, und sie kann über einen Meter betragen, wie z. B. bei manchen Bambuseen und Rotangpalmen.

Beachtet man die verhältnismäßige Länge der aufeinanderfolgenden Internodien einer Hauptachse von deren Keimstadium bis zum Abschluß ihres Wachstums, so kann man zuerst solche Hauptprossen finden, deren Internodien alle annähernd gleich lang sind, und ferner solche, an welchen Regionen mit kurzen Internodien und solche mit langen Internodien vorkommen.

Zu den Pflanzen mit annähernd gleich langen Internodien gehören vorzüglich viele einjährige Gewächse. Es giebt unter den Pflanzen der ersten Kategorie solche mit verhältnismäßig langen Internodien, mit gestreckten Internodien, bis zu solchen mit sehr kurzen oder fehlenden, mit gestauchten Internodien. Beispiele für die Hauptachse mit gestreckten Internodien findet man bei den windenden *Convolvulaceen*, z. B. bei den windenden *Pharbitisarten*, bei welchen sogleich zwischen den Keimblättern und dem ersten Laubblatte ein langes Internodium steht und alle übrigen zwischen den Laubblättern der windenden Hauptachse auftretenden Internodien sich gleich verhalten. Sehr kurze, gleichlange Internodien findet man an dem ganzen, viele Jahre alt werdenden vegetativen Teile

der Hauptachse von *Yucca gloriosa* und *Agave americana*, wo erst der rein florale Teil der Hauptachse, mit welchen die Hauptachse schließt, gestreckte Internodien erhält. Sprosse mit gestauchten Internodien nennt man übrigens auch wohl Kurztriebe. Bei Hauptachsen mit annähernd gleicher Länge der Internodien nimmt doch meist die Länge der Internodien anfangs nach und nach zu, erreicht ein Maximum, welches bis zum Abschluß des Sprosswachstums konstant bleiben kann, oder es nimmt später die Länge der Internodien wieder ab. Regionen mit kurzen und solche mit langen Internodien treten vorzüglich an der Hauptachse von zwei- und mehrjährigen Gewächsen unseres Klimas auf. In manchen Fällen, wo in der einen Region die Internodien eine größere absolute Länge erreichen, wird der Unterschied zwischen beiden Arten von Regionen sehr auffallend. So verhält es sich bei vielen unserer Laubbäume, z. B. bei dem Ahorn und der Rofskastanie, wo die Internodien zwischen den Niederblättern, welche die Endknospe im Winter schützen, sehr kurz, die Internodien zwischen dem im Sommer am Hauptsprosse auftretenden Laubblättern sehr lang sind. Ferner bei zweijährigen Pflanzen, bei denen zwischen Niederblättern und Laubblättern im ersten Jahre der Entwicklung nur kurze Internodien auftreten, während im 2. Jahre die Internodien zwischen den Laubblättern sich kräftig strecken; so z. B. bei *Alliaria officinalis* Andr. und *Conium maculatum*. In anderen Fällen, wo bei mehrjährigen Pflanzen die Internodien der Hauptachse auch im Sommer keine große absolute Länge erreichen, werden die Unterschiede successiver Regionen im allgemeinen weniger auffällig. In vielen Fällen kommt ferner ein dreifacher Wechsel der Internodienlänge vor, z. B. zuerst ein Wechsel zwischen Niederblattregionen mit sehr kurzen Internodien und Laubblattregionen mit etwas längeren Internodien an einer unterirdischen Achse und schließlich eine starke Streckung der sich über die Erde erhebenden, Blüten erzeugenden Achseninternodien. Erwähnt mag noch werden, daß in vielen Fällen äußere Reize zur anormalen Streckung der Internodien einer Pflanze führen können. So besitzt das Rhizom von *Taraxacum* normalerweise kurze Internodien; verschüttet man aber die Pflanze mit Erde, so strecken sich die Internodien und bringen die Laubblätter wieder ans Licht.

δ) Der Abschluß des Hauptsprosses beim Einstellen seines Wachstums.

Hauptsprosse, welche mit einer ausschließlich vegetativen Endknospe versehen sind, also solche, in denen wie bei älteren Pflanzen von *Paris quadrifolius* nur Niederblätter oder nur Niederblätter und Laubblätter, wie bei der Edeltanne, oder nur Laubblätter zeitlebens angelegt werden, pflegt man unbegrenzte Hauptsprosse zu nennen. Das Ende eines unbegrenzten Hauptsprosses trägt also zur Zeit, wo der letztere sein Wachstum einstellt, eine vegetative Endknospe, der unbegrenzte Hauptsproß schließt mit einer vegetativen Endknospe ab. Bei einjährigen Pflanzen lebt die unbegrenzte Hauptachse selbstverständlich nur ein Jahr,

dann stirbt sie mit der Endknospe. Bei zweijährigen Pflanzen kann die unbegrenzte Hauptachse bis zum Ende des 2. Jahres erhalten bleiben, oder es kann, wie z. B. bei *Physalis Alkekengi* L. oder *Melilotus officinalis* Willd., die ganze Spitze der Achse bis auf ein paar basale Internodien oder auch ganz, schon im ersten Jahre absterben. Bei mehrjährigen Pflanzen kann die unbegrenzte Hauptachse eine kürzere oder längere Reihe von Jahren vor dem Absterben der Pflanze in verschiedener Länge von oben nach unten zu absterben, so daß also entweder die Terminalknospe allein oder ein oberes entwickeltes Achsenstück oder auch die ganze Achse (z. B. bei *Glaux maritima*, Hauptwurzel und Hauptachse im ersten Jahre) zu Grunde geht, oder es bleibt die vegetative Endknospe so lange leben wie die ganze Pflanze. Letzteres ist z. B. bei *Abies alba* der Fall, wo die Hauptachse und ihre vegetative Endknospe über 600 Jahre alt werden kann. Bei *Tilia grandifolia*, welche 1000 Jahre alt wird, lebt die Endknospe des Hauptsprosses nur 1 Jahr.

In sehr vielen Fällen findet der absolute Hauptsproß seinen Abschluss durch eine Blüte oder einen Blütenstand mit oder ohne Endblüte. Dann erfolgt auch hier, nach der Fruchtbildung, entweder Absterben der Blütenachse oder des floralen Teiles der Achse oder auch noch eines kleineren oder größeren Stückes des oberen Teiles der vegetativen Region des Hauptsprosses, wenn nicht Absterben der ganzen Pflanze eintritt. Ehe der Keimsproß zur Blüte kommt, kann er einige Monate bis mehrere hundert Jahre alt werden. *Foucroya longaeava* Konv. et Zucc., eine Agavoidee Mexikos, deren oberirdischer, aufrechter, bis 20 m hoch werdender Keimsproß bis 400 Jahre lang nur Laubblätter und zwar etwa 3000 von diesen bildet, wandelt schließlich seine Spitze in einen 10—15 m hohen, etwa 1 500 000 Blüten tragenden Blütenstand um. Das Ende des unterirdisch wachsenden Keimsprosses von *Anemone nemorosa* wendet sich, wie wir sahen, nach etwa 12 Jahren nach aufwärts und streckt sich zu einem oberirdischen Achsenteile, welcher drei Laubblätter und oberhalb derselben eine endständige Blüte trägt, mit deren Erzeugung die Thätigkeit des Vegetationspunktes erlischt. Nach der Fruchtreife stirbt hier nicht nur die Blütenachse ab, sondern der ganze, teilweise vegetative, oberirdische Teil der Hauptachse und läßt nur eine endständige Narbe an dem unterirdischen Achsenteile zurück. Ähnlich verhält sich *Arum maculatum*, nur geht hier die Spitze der absoluten Hauptachse, nachdem dieser Sproß etwa 10 Jahre als dickes Rhizom unterirdisch vegetiert hat, in einen oberirdischen Blütenstand über, welcher zahlreiche Blüten erzeugt und in Form der bekannten Keule endigt. Auch bei *Gentiana lutea* und *Veratrum album* schließt der Keimsproß mit einem Blütenstande.

Von anderen möglichen Arten des Abschlusses des Keimsprosses mag der schließliche Ausgang des Sprosses in eine nackte vegetative Achsen Spitze (bei Rutengewächsen), in einen Dorn und in eine Ranke erwähnt sein.

ε) Absterben des Hauptsprosses von der Basis aus nach der Spitze zu.

Bei vielen einjährigen (z. B. *Aquilega vulgaris*), zweijährigen (z. B. *Conium maculatum*) und auch bei mehrjährigen (z. B. *Abies alba*) Pflanzen bleibt die Basis der Hauptachse mit dem hypokotylen Teile derselben zeitlebens erhalten. In anderen Fällen, vorzüglich bei vielen unterirdisch wachsenden Hauptachsen, stirbt die Basis, also zuerst das hypokotyle Glied, dann höher stehende Internodien, nach einiger Zeit ab, und die Zerstörung der Basis schreitet mit der Zeit mehr und mehr nach der Spitze zu fort. Je nach dem Verhältnisse, welches zwischen der Schnelligkeit des Absterbens des basalen Teiles und dem Spitzenwachstum der Hauptachse besteht, findet man dann bei Betrachtung eines gegebenen Entwicklungsstadiums der Pflanze ein kleineres oder größeres Stück der Hauptachse vor. Bei *Paris quadrifolius* L. stirbt der hypokotyle Teil der Achse ungefähr im 5. Jahre ab. Bei blühreifen Pflanzen findet man von der unbegrenzten unterirdischen Achse etwa 5 bis 10 Jahrgänge. Bei *Arum maculatum* ist stets nur eine Jahresproduktion der fleischigen, unterirdischen Hauptachse (*Radix Ari*) erhalten; würden alle ihre Internodien zur Blütezeit noch am Leben sein, so würde sie ungefähr 20 cm lang sein. Bei *Veratrum album* sind von der unterirdischen Hauptachse zur Blütezeit 10 bis 16 Jahrgänge, deren jeder etwa 0,5 cm lang ist, erhalten, also ist etwa die Hälfte der Hauptachse zerstört.

ζ) Die Endknospe oder Terminalknospe der Hauptachse.

Das äußerste Ende der noch im Längswachstum begriffenen Hauptachse wird von dem Vegetationspunkte eingenommen, welcher umgeben ist von Blattanlagen und Zweiganlagen. Dieses auf relativ niederer Stufe der Entwicklung stehende Endstück, dessen Internodien noch nicht gestreckt sind, wird mit den eventuell vorhandenen, die jungen Teile schützenden, ebenfalls dicht übereinander stehenden, entwickelten Niederblättern als Endknospe oder Terminalknospe der Hauptachse bezeichnet.

Man kann vom morphologischen und biologischen Standpunkte die in der Natur vorkommenden ganz oder teilweise vegetativen Knospen in drei Abteilungen stellen, welche jedoch durch Übergänge verbunden werden können: 1. offene Knospen ohne Ruheperiode oder offene Knospen im eigentlichsten Sinne, 2. geschlossene Ruheknochen, 3. offene Ruheknochen.

Zur ersten Abteilung gehören die Endknospen zahlreicher einjähriger Gewächse, wenige zweijährige und mehrjährige Gewächse unseres Klimas (*Juniperus communis*), welche keine strenge Ruheperiode besitzen, und zahlreiche Pflanzen der wärmeren Länder. Die Endknospe zeigt in diesem Falle jederzeit meist relativ wenige Laubblattanlagen, welche mehr oder weniger gleichmäßig mit den entwickelten Blättern durch Übergangsstadien verbunden sind. Nicht selten ist bei diesen Pflanzen jedes einzelne

Laubblatt vor seiner vollen Entwicklung durch Nebenblätter (*Ficus elastica*) oder auch Haarbildungen geschützt.

Bei mehrjährigen Pflanzen, welche eine strengere Ruheperiode durchmachen (*Fraxinus*), aber auch bei einigen immergrünen Pflanzen (*Abies alba*) geht die Endknospe in einen Ruhestand über, schließt sich scharf gegen die ausgewachsenen Sproßteile ab, sich durch Niederblätter oder Nebenorgane schützend. Wenn solche Ruheknospen durch Niederblätter geschützt sind, nennt man sie geschlossene, wenn ihnen Niederblätter fehlen, offene Ruheknospen.

Die geschlossenen Ruheknospen, für welche die Winterknospen des Ahorns und der Esche als Beispiel dienen können, bestehen also zu äußerst aus einer Reihe von schützenden Niederblättern, welche je nach ihrer Entwicklungsgeschichte von verschiedenem morphologischen Werte sind. In manchen Fällen (*Glyceria spectabilis*) sind diese Schutzniederblätter, Knospenschuppen oder Knospenscheidenblätter, aus ganz jungen Laubblattanlagen entstanden, ehe sich an diesen Anlagen eine Sonderung von Blattgrund, Spreite und Stiel erkennen ließe (siehe das Kapitel Laubblatt), sie sind also gleichsam Umgestaltungen des ganzen Laubblattes. Sie können ferner ihre eigentümliche Ausgestaltung von Blattanlagen aus begonnen haben, deren Blattspreite und Blattgrund schon getrennt erschien und dann entweder sich aus dem Blattgrunde (Blattgrundniederblätter von *Fraxinus*, *Acer pseudoplatanus*, *Anemone Hepatica* und *nemorosa*), unter Verkümmern der Spreitenanlagen oder wesentlich aus der Spreitenanlage (*Syringa vulgaris*) entwickelt haben. In vielen Fällen sind ferner die Knospenschuppen umgestaltete Nebenblätter (*Alnus glutinosa*). Innerhalb der aus solchen Niederblättern gebildeten schützenden Knospenhülle, die bei uns oft schon im Frühling oder Sommer fertig gestellt wird, entwickelt sich nun bis zum Herbst die Anlage eines neuen Sproßstückes. An einer kurzen Achsenanlage sitzen dort eine ungefähr bestimmte Zahl von Blattanlagen, welche viel geringer sein kann als diejenige der Blätter, welche im nächsten Jahre zur Entfaltung kommen, sie aber auch übertreffen kann. In der Endknospe der Hauptachse älterer Pflanzen von *Veratrum album* findet man im Herbst schon alle Scheiden- und Laubblätter für das nächste Jahr und einige Scheidenblättchen für das übernächste Jahr angelegt. Die weiter entwickelten Anlagen der Laubblätter liegen selten flach in der Knospe (*Atropa Belladonna*), zeigen vielmehr meist eine sehr verschiedenartige Biegung und Faltung; Rollung zeigen sie z. B. bei *Polygonum Bistorta*, Runzelung bei *Rheum palmatum*, Faltung bei *Juglans regia*. Ferner ist auch die gegenseitige Lage der etwas weiter entwickelten Blattanlagen in der Knospe eine für die verschiedenen Pflanzen verschiedene, so daß man z. B. deckende, gedrehte, klappige Knospenlage der Blätter unterschieden hat. Die Stellung der Blattanlagen in der Knospe ist nicht immer diejenige, welche die aus der Knospe hervorgehenden entwickelten Blattorgane besitzen. Diese Differenz zwischen der Stellung der Anlagen und der Stellung der fertigen Organe kann ihre

Ursache darin haben, daß bestimmte Blattanlagen verkümmern, ferner darin, daß eine ungleichmäßige Ausbildung des Achsentheiles erfolgt. Ein Beispiel für den letzteren Fall, allerdings für eine Seitenachse, bietet z. B. die Knolle von *Aconitum Napellus*, deren unterste Blätter in der Knospe zweizeilig alternieren, deren obere dort nach  $\frac{2}{5}$  geordnet sind, bei der Verdickung der Knolle jedoch teilweise unregelmäßig verschoben werden, wie es in der Fig. 272 dargestellt ist.

Die Mediane der zu den genau in den Blattachsen stehenden Knöspchen *a* und *b* gehörenden Blätter sollte, wenn keine Verschiebungen stattgefunden hätten, eigentlich normal auf der Knospenmediane stehen; ebenso sollte es sich bei Blatt *d* und *c* verhalten. Wir sehen aber in den meisten Fällen daß *a* und *b* um etwa  $30^\circ$ – $40^\circ$  nach rückwärts verschoben ist, ebenso *c* und *d* etwa  $5^\circ$ – $10^\circ$  von dieser Stellung abweicht. Das Blatt,

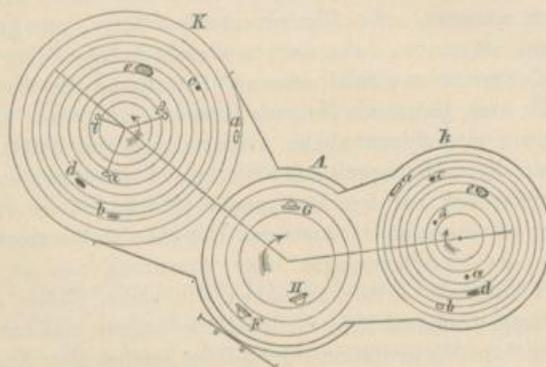


Fig. 272.

Diagramm der Blattstellung einer Mutterknolle *A* von *Aconitum Napellus* mit zwei Tochterknollen *K* und *L*.

*F, G, H* Achselknöspchen der Mutterknolle; *a, b, c, d, e, alpha, beta, gamma* Achselknöspchen der Tochterknollen.

welches zu Knöspchen *e* gehört, leitet die Spiralstellung ein und weicht von der Normale zur Mediane der Hauptknospe um etwa  $30^\circ$  nach vorn ab. Die folgenden Laubblätter ( $\alpha, \beta$  etc.), stehen in normaler  $\frac{2}{5}$  Spirale; sie werden von der Verschiebung nicht mehr getroffen.

Die Richtung der Laubblatt-Spirale ist unbestimmt, doch fand ich sie stets uhrzeigerläufig, wenn das erste Knöspchen (*a*) rechts von der Mediane der Hauptknospe stand und umgekehrt.

In manchen Fällen kommen scheinbare Änderungen der Stellung dadurch zu stande, daß Drehung der Achsen oder der Blattstiele die Blattspreite in anormale Lage bringt. Derartige Fälle dürfen nicht mit den Stellungsdifferenzen verwechselt werden. Ein auffallendes Beispiel für die Lagenänderung durch Stieldrehung bietet die Stellung der Nadeln an den Zweigen der Edeltanne und von *Taxus*, sowie für Stiel- und Achsen-

drehung die Lage der Blätter von *Lysimachia Nummularia*, welche in letzterem Falle den Schein erweckt, als ständen die Blätter in 2gliedrigen superponierten Wirteln, während die Wirtel in der That dekussiert sind.

Auch die Entwicklungsfolge der Blattanlagen ist manchmal eine andere, als sie die definitive Stellung der Blätter am fertigen Sprosse erwarten läßt. So entstehen oft Blätter eines Wirtels bei der Anlage nicht gleichzeitig, sondern in bestimmter Reihenfolge nacheinander.

Zu erwähnen ist schliesslich, daß außer und neben den Niederblättern auch nicht selten die Basen abgestorbener Laubblätter als Schutzmittel der Knospe benutzt werden. Ein solcher Fall liegt bei *Gentiana lutea* und auch bei *Veratrum album* vor. Bei den offenen Ruheknochen der vegetativen Region sind Laubblätter, welche in nächster Periode assimilieren sollen, die äußersten Glieder der Knospe. Die Laubblätter sind bei diesen Knospen durch eine Faltung, welche die resistenteren Teile der Blattanlagen nach außen bringt, sowie durch Nebenorgane und harzige Ausscheidungen mehr oder weniger zweckmäßig geschützt. Offene Ruheknochen besitzen *Viburnum* *Lantana* L. und *Rhamnus Frangula* L.

### c) Die Zweige des Hauptsprosses.

#### α) Die Zweiganlagen des Hauptsprosses.

In allen bekannten Fällen verzweigt sich der Hauptsproß der Phanerogamen; denn bei den Kümmerlingen von *Papaver Rhoeas* L., *Erythraea pulchella* Fr. etc., welche scheinbar unverzweigt sind, sind doch in den Achseln der Blätter Zweigknospen vorhanden. In der vegetativen Sprossregion wird im normalen Falle in jeder Blattachsel eines Sprosses, auch in dem der Keimblätter, am Vegetationspunkte eine Zweigknospe angelegt und zwar, in der vegetativen Region, gewöhnlich die Sprossanlage nach der zugehörigen Blattanlage. Nur für einige Gymnospermen (*Abies*, *Picea*) sind Fälle bekannt, wo in den Achseln gewisser Blätter der Sprosse Zweiganlagen überhaupt nicht gebildet werden. Häufiger ist der Fall, daß in einer Blattachsel mehrere Zweiganlagen auftreten. Die außer der normalen Knospe vorhandenen Zweiganlagen werden dann Beiknochen oder Nebenknospen genannt. Solche Beiknochen finden sich z. B. in den Achseln der Laubblätter von *Lonicera tatarica* L., *Gleditschia triacanthos* (hier bis zu 6), in den Achseln der Zwiebelblätter von *Allium vineale* L., in den Achseln der Keimblätter von *Juglans regia* u. s. w.

Die Weiterentwicklung dieser Zweiganlagen des Hauptsprosses ist aber ferner eine sehr ungleiche. Viele dieser Zweiganlagen bleiben auf so niederer Entwicklungsstufe stehen, daß sie am ausgewachsenen Hauptsprosse nicht mehr aufzufinden sind, manche entwickeln sich weiter, bis sie ein oder einige Blattanlagen erkennen lassen, andere bilden sich zu weit entwickelten Knospen aus, welche jedoch unter normalen Verhältnissen nie auswachsen, und eine andere Reihe wird zu mehr oder weniger langen, völlig ausgestalteten beblätterten Achsen oder

zu irgend einer Sprossumgestaltung. Für jede Pflanzenspecies läßt sich dabei eine Regel für das Verhalten der Zweiganlagen feststellen. So z. B. sind die Knöspchen in den Achseln der Niederblätter bei *Anemone nemorosa* stets entwickelt (Fig. 270), fehlen aber in der Achsel der ausgewachsenen Laubblätter des Rhizomes. Von den Achselknöspchen der Niederblätter sind die ältesten sehr wenig, die beiden letzten kräftiger entwickelt, am weitesten ist das letzte ausgestaltet, welches sich auch gewöhnlich allein zu einem Rhizomzweige streckt. Solange die Zweige in den Achseln der Blätter des Hauptsprosses im Knospenzustande verharren, nennt man sie Seitenknospen oder Lateralknospen des Hauptsprosses, sind sie entwickelt, so heißen sie, wie schon S. 20 l. besprochen, Zweige 1. Ordnung des Hauptsprosses oder primäre Seitensprosse. Die Lateralknospen sind häufig noch in anderer Weise als die Terminalknospen der Hauptachse geschützt, vorzüglich durch die verschieden ausgebildete Basis des Deckblattes oder durch Überwallung durch das Gewebe der Blattachsel.

β) Der allgemeine Bau der vegetativen Zweige 1. und höherer Ordnungen.

Der Bau der Zweige 1. Ordnung des Hauptsprosses ist im allgemeinen der gleiche wie der des Hauptsprosses, nur fehlen den letzteren selbstverständlich die Keimblätter. Was über Art und Wechsel der Blattformen des vegetativen Teiles der Hauptachse, über die Länge der Internodien, über den Abschluß der Hauptachse, sowie über die Stellung der Blätter an der Hauptachse gesagt wurde, gilt wesentlich auch für die vegetative Region der Seitensprosse 1. Ordnung.

Über die Stellung der ersten Blätter der Zweige ist jedoch noch folgendes hinzuzufügen. Bei den Zweigen der Dikotyledonen stehen, wie schon Seite 30 erwähnt wurde, in der Mehrzahl der Fälle die ersten beiden Blätter des Zweiges, mögen sie Nieder- oder Laubblätter sein, rechts und links von der Mediane und auf mehr oder weniger gleicher Höhe, können dabei übrigens etwas nach der Hauptachse zu (nach hinten) oder nach dem Deckblatt zu (nach vorn) konvergieren. In Rücksicht auf diese, von der Stellung der ferneren Blätter unabhängigen Stellung der beiden ersten Blätter und mit Berücksichtigung der Analogie zwischen dem Keimblattwirtel des Hauptsprosses und diesen beiden ersten Blättern des Seitensprosses, hat man sie mit einem besonderen Namen, Vorblätter des Seitensprosses, belegt. Bei *Anemone nemorosa* z. B. steht das erste Blatt des Seitensprosses rechts oder links an dem Zweige der Hauptachse, das nächste alterniert damit, und die folgenden schliessen sich mit  $\frac{1}{2}$  Stellung an. Nach Analogie mit den beiden Vorblättern der Dikotyledonen hat man das erste Blatt der Seitensprosse der Monokotyledonen ebenfalls das Vorblatt der Zweige genannt. Gewöhnlich steht dieses Vorblatt hinten am Zweige, dreht seinen Rücken der Hauptachse zu, ist der Hauptachse adossiert. In manchen Fällen verhält sich das erste Blatt jedoch anders. Smi-

lacinia bifolia z. B. besitzt ein rechts oder links stehendes erstes Blatt am Seitensprosse. Gewöhnlich alterniert dann das 2. Blatt des Sprosses mit dem Vorblatte, selten, z. B. bei *Colchicum*, ist es ihm superponiert oder zeigt eine andere Divergenz.

Das Absterben der Seitensprosse von der Basis nach der Spitze zu tritt bei unterirdisch wachsenden Achsen häufig erst dann ein, wenn das Fußstück des Zweiges zerstört ist, was unter Absterben der ganzen Hauptachse (*Nasturtium officinale* R. Br.) oder durch langsames Absterben der älteren Teile der Hauptachse, wie bei *Arum maculatum* oder *Galanthus nivalis* erfolgen kann, wo sich unterirdische kurze Rhizomzweige nach dem Absterben der Hauptachse weiter entwickeln und zur Vermehrung der Pflanze beitragen. In anderen Fällen lösen sich die Zweige von der leben bleibenden Hauptachse durch Absterben der Zweigbasis los (*Fragaria vesca* L.).

Die Endknospe der primären Seitensprosse verhält sich auch bezüglich der Knospenbildung in den Achseln ihrer Blattanlagen wie die Endknospe der Hauptachse, und ihre Knospen können dann zu Zweigen 2. Ordnung auswachsen, welche wiederum im allgemeinen dieselben Eigenschaften besitzen wie die Zweige 1. Ordnung.

γ) Vergleichung des Baues des Hauptsprosses und des seiner Zweige, sowie des Baues der Seitensprosse verschiedener Ordnung.

Der Hauptproß und seine Zweige stimmen, wenn man alle die für die Hauptachse besprochenen Punkte ins Auge faßt, niemals vollständig überein, doch sind die Abweichungen zwischen den Gliedern verschiedener Ordnung des vegetativen Teiles des Sproßsystemes sehr ungleich weit gehend bei den verschiedenen Species der Pflanzen. Wir können hier selbst auf die wichtigsten der äußerst mannigfaltigen vorkommenden Verhältnisse nicht näher eingehen und wollen nur zwei verschiedene Fälle an zwei Pflanzen, als Beispiele, kurz erläutern.

Mit Ausnahme der Zahl der bis zur Blühreife der Sprosse erzeugten Jahrgänge stimmen die vegetativen Seitensprosse von *Galanthus nivalis* L. mit dem Hauptsprosse überein. Beim Schneeglöckchen, dessen Hauptproß mit einer rein vegetativen Endknospe wächst, wird jedes Jahr zuerst ein Niederblatt, dann werden zwei Laubblätter erzeugt. In den Achseln des Niederblattes und des ersten der darauf folgenden Laubblätter stehen Zweigknospchen, welche sich zu, dem Hauptsprosse wesentlich gleichen Seitensprossen entwickeln, während in der Achsel des dritten Laubblattes ein rein floraler primärer Seitensproß steht, eine Achse, welche ein Hochblatt trägt und mit einer Blüte abschließt. An der blühenden Pflanze sind übrigens stets nur 2 Jahrgänge der Achse erhalten, so daß die Isolierung der Seitensprosse bald eintritt. Die Basen der Laubblätter und des Scheidenblattes bleiben über ein Jahr erhalten, verdicken sich und dienen als Reservestoffbehälter. Der ganze unter-



Richtung Nord-Ost-Süd (*no*, uhrzeigerläufig) und solche, welche sie in der Richtung Nord-West-Süd (*nw*) umkreisen. Läuft nun an einem Seitensproß und an dessen relativem Hauptprosse die Spirale gleichsinnig, also z. B. an beiden *no*, so nennt man den Seitensproß homodrom mit seinem relativen Hauptprosse, findet das Gegenteil statt, so wird er antidrom genannt.

d) Aufbau des Achsensystemes des vegetativen Sproßsystemes aus der Achse des Hauptprosses und den Achsen der Seitensprosse verschiedener Ordnung.

Wir haben in dem Vorhergehenden den Bau des Hauptprosses und der Zweige des Hauptprosses besprochen und die verschiedenen Vorkommnisse eingehender auseinandergesetzt; auf die Form der Achsensysteme, welche sich aus der absoluten Hauptachse und deren Zweigen aufbauen, sind wir dagegen noch nicht genauer eingegangen; dieses soll nun kurz geschehen.

Auf S. 29, I. habe ich auseinandergesetzt, daß die Zweige des Hauptprosses und der successiven Seitensprosse normalerweise nur aus den Achseln der Blätter entspringen, aus den Achseln ihrer Deckblätter (S. 30, I.), und auf S. 15, II. wurde mitgeteilt, daß sich die Zweige aller Ordnungen des Hauptprosses, von denen normalerweise in jeder Blattachsel einer angelegt wird, bezüglich des Grades ihrer Entwicklung sehr verschieden verhalten. Wenn wir nun zuerst das ganze vegetative Achsensystem einer Pflanze, wie es uns im Sproßschema entgegentritt, betrachten, so leuchtet es ein, daß, nach dem eben Erwähnten, die Form des vegetativen Achsensystems zunächst wesentlich abhängig sein muß 1. von der Blattstellung, 2. von dem Grad der Streckung der verschiedenen Sprosse und von der Stellung der gleich langen Sprosse zu einander und zu den Sprossen anderer Länge. Ferner kommt 3. noch die Größe der Winkel in Betracht, welcher jeder Seitensproß mit seinem relativen Hauptproß bildet.

Da der Grad der Streckung der Sprosse einen sehr großen Einfluß auf die Form des Achsensystems hat, so hat man besondere Namen für dieses Verhältnis angenommen und nennt relativ gestreckte Sprosse eines Sproßsystems „geförderte“ Sprosse, die relativ kurzen Sprosse „geminderte“. Die Internodienzahl der Sprosse wird dabei außer acht gelassen.

Daß zuerst die Blattstellung von Einfluß auf die normale Verzweigung ist, leuchtet sofort ein, wenn man bedenkt, daß ein Sproß, welcher nur zweizeilig alternierende Blätter trägt, deren Medianebenen alle zusammenfallen, normalerweise niemals einem Achsensysteme mit spiralg gestellten Zweigen von niederer Divergenz den Ursprung geben kann, während ein Sproß, dessen Blätter spiralg nach  $\frac{1}{4}$  stehen, durch völlige Unterdrückung oder Minderung der Achselsprosse zweier gegenüberliegenden Orthostichen und Förderung der Achselsprosse der beiden anderen Orthostichen ein Achsensystem mit zweizeilig alternierend stehenden

Zweigen ausbilden kann. Das zweite Moment, die Förderung und die Stellung der besonders stark geförderten Sprosse, ist in der Natur oft von größerem Einfluß auf die Form der vorkommenden Achsensysteme als die ursprüngliche Stellung der Zweiganlagen.

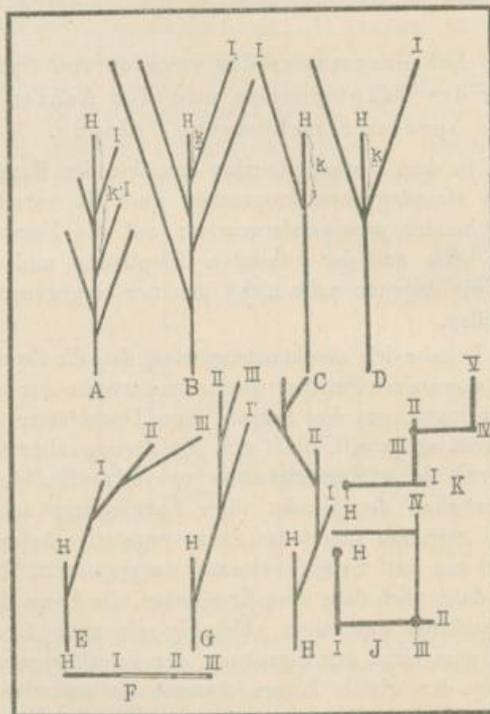


Fig. 274.

Schema für einige Verzweigungssysteme der Achse.

A Botrytisches Achsensystem I. Ordnung. H relative Hauptachse. I Zweig I. Ordnung.  
K Kopfstück des Zweiges I.

B Unechtes Pleiochasium I. Ordnung. k Kopfstück des Zweiges I.

C Monochasium I. Ordnung.

D Dichasium I. Ordnung.

E Sichel von der Seite gesehen. H Hauptachse. I, II, III Zweige 1., 2., 3. Ordnung.

F Sichel von oben, in der Richtung der Hauptachse gesehen.

G Fächer von der Seite gesehen.

H Achsensystem, welches entsteht, wenn die successiven Zweige abwechselnd vorn und hinten an ihrer relativen Hauptachse stehen.

J Wickel von oben gesehen, in der Richtung der Hauptachse.

K Schraubel von oben gesehen.

Achselwinkel überall  $30^\circ$ , nur bei J und K  $90^\circ$ .

Der nach der Spitze der relativen Hauptachse zu geöffnete Winkel, welchen ein unter normalen Verhältnissen wachsender Zweig mit seiner relativen Hauptachse bildet, und welchen wir den Achselwinkel nennen

können, ist für jeden Zweig bestimmter Ordnung und Lage an der Pflanze bei ein und derselben Pflanzenspecies seiner Größe nach annähernd konstant, für die verschiedenen Species mehr oder weniger verschieden. Bei der Edeltanne z. B. beträgt der Achselwinkel der Zweige 1. Ordnung der Keimachsen durchschnittlich  $90^\circ$ , derjenige der Zweige 2. Ordnung  $50-60^\circ$ .

Selbstverständlich haben für die Gestalt und die Ausbreitung und damit auch für die Biologie des Achsensystems eines Sproßschemas die am stärksten geförderten Sprosse die größte Wichtigkeit, und man hat deshalb bei der morphologischen Charakterisierung eines Achsensystems hauptsächlich das Augenmerk auf diese zu richten, doch müssen auch die kürzeren Sprosse in das Sproßschema Aufnahme finden, dürfen dort nicht vernachlässigt werden, da sie doch oft eine größere biologische Bedeutung für die Pflanze besitzen. Selbst wenn man nur die am stärksten geförderten Zweige ins Auge faßt, ist die Mannigfaltigkeit der in der Natur vorkommenden Formen der Achsensysteme eine so große, daß es die beste Methode zur Charakterisierung derselben bleibt, wenn jede in der Natur vorkommende Species ihre genaue Beschreibung findet.

Nur für die einfachsten Formen der Achsensysteme wollen wir, um die Beschreibung der vegetativen Sproßsysteme etwas zu vereinfachen und Analogieen besser hervortreten zu lassen, im Anschluß an die für die Blütenstände festgestellten Begriffe besondere Namen einführen.

Für die wichtigsten Formen der vegetativen Achsensysteme oder deren Abschnitte, welche nur aus einer relativen Hauptachse und einer Anzahl Seitenachsen 1. Ordnung bestehen (wir wollen sie Achsensysteme 1. Ordnung nennen), lassen sich folgende Definitionen geben.

#### I. Achsensysteme erster Ordnung.

1. Ein botrytisches, racemöses oder centripetales Achsensystem 1. Ordnung ist ein solches zu nennen, dessen Hauptachse gefördert, dessen in größerer Anzahl vorhandene Seitenachsen gegenüber der Hauptachse alle gemindert sind und zwar so, daß die Länge keines der Seitenzweige die Länge des über ihm selbst stehenden Stückes der Hauptachse (wir wollen das letztere Stück das Kopfstück des betreffenden Seitenzweiges nennen) überschreitet (Fig. 274 A).

2. Achsensysteme 1. Ordnung, von deren Zweigen einer oder mehrere so stark gefördert sind, daß jeder derselben das über ihm stehende Stück der Hauptachse an Länge übertrifft.

Von diesen Systemen 1. Ordnung kann man folgende Arten unterscheiden:

A) Das Monochasium, bei welchem nur ein gegenüber dem Kopfstück geförderter Zweig vorhanden ist (Fig. 274, C).

B) Das Dichasium, bei welchem zwei Zweige gefördert sind. Hierbei kann man vielleicht zweckmäßig zwischen a) echtem Dichasium, bei welchem die 2 Zweige auf genau gleicher Höhe stehen, eventuell aus

den Achseln von genau in Wirtelstellung stehenden Deckblättern entsprungen sind (Fig. 274, *D*), und b) unechtem Dichasium, bei welchem die Zweige auf ungleicher Höhe stehen, unterscheiden.

c) Das Pleiochasium (echtes und unechtes), bei welchem mehr als zwei Zweige gefördert sind (Fig. 274, *B*).

## II. Achsensysteme höherer Ordnung.

Monochasien höherer Ordnung. 1. Formen, bei denen die Medianebenen aller in obigem Sinne geförderter Zweige zusammenfallen.

a) Fächerl heißt dasjenige Verzweigungssystem 2. bis *n*. Ordnung, bei welchem alle geförderten Zweige 2. bis *n*. Ordnung sich median nach hinten an ihren relativen Hauptprofs stellen (Fig. 274 *G*).

b) Ein Sichel entsteht dadurch, daß die geförderten Zweige alle median vorn an ihrer relativen Hauptachse stehen, daß also, wenn wir eine relative Hauptachse mit einem geförderten Zweige 1., einem geförderten Zweige 2. und einem geförderten Zweige 3. Ordnung haben, der Zweig 2. Ordnung median vorn am Zweige 1. Ordnung, der Zweig 3. Ordnung median vorn am Zweige 2. Ordnung steht (Fig. 274, *E*).

c) Eine dritte Art von Verzweigungssystem entsteht dadurch, daß die geförderten Zweige abwechselnd nach vorn und hinten an ihrer relativen Hauptachse stehen, d. h., daß also, wenn wir ein System haben, welches aus einer relativen Hauptachse und je einem Zweig 1., 2. und 3. Ordnung besteht, der Zweig 2. Ordnung z. B. median hinten am Zweige 1. Ordnung, der Zweig 3. Ordnung median vorn am Zweige 2. Ordnung steht (Fig. 274, *H*).

2. Formen, bei welchen die Medianebenen der geförderten Zweige verschiedener Ordnung sich schneiden.

a) Ein Schraubel entsteht, wenn der Zweig 2. Ordnung rechts von der Mediane des Zweiges 1. Ordnung, der Zweig 3. Ordnung wieder rechts von der Mediane des Zweiges 2. Ordnung fällt und so durch alle Ordnungen weiter. Ebenso entsteht ein Schraubel, wenn alle successiven Zweige links fallen (Fig. 274, *K*).

b) Ein Wickel entsteht, wenn der Zweig 2. Ordnung rechts von der Mediane des Zweiges 1. Ordnung steht, der geförderte Zweig 3. Ordnung links von der Mediane des geförderten Zweiges 2. Ordnung und so abwechselnd weiter. Ein gleichwertiges System entsteht, wenn der Zweig 2. Ordnung zuerst links steht (Fig. 274, *J*).

Da übrigens für Sichel, Fächerl, Schraubel und Wickel das charakteristische Kennzeichen in der Anordnung der Zweige beruht, so würden ganz ähnliche Verzweigungssysteme resultieren, wenn keine eigentlichen Monochasien in unserem Sinne zusammentreten, sondern centripetale Systeme, die aus einem geförderten relativen Hauptprosse und einem ihm

gegenüber geminderten Zweige 1. Ordnung bestehen. Gewöhnlich sind aber die in der Natur vorkommenden Sichel, Fächer etc. aus in unserem Sinne echten Monochasien aufgebaut.

Von den Dichasien und Pleiochasien höherer Ordnung wollen wir nur auf die Dichasien hinweisen. Von diesen ist als einfachste Form diejenige zu betrachten, bei welcher die Medianebenen aller Glieder des Achsensystems zusammenfallen; als häufiger vorkommende Form des Dichasiums höherer Ordnung ist dagegen diejenige zu bezeichnen, bei welcher die beiden Zweige aller relativen Hauptachsen rechts und links von der Mediane liegen.

Bei vegetativen Achsensystemen höherer Ordnung kommt häufig der Fall vor, daß Regionen der absoluten Hauptachse und der Zweige successiver Ordnung oder letztere allein sich alle in eine Richtung stellen und so miteinander verschmelzen, daß ein scheinbar einheitliches Achsengebilde entsteht, daß also Sympodiumbildung (siehe S. 21, I. u. Fig. 5, I.) stattfindet. Ein schönes Beispiel für Sympodienbildung bietet das Rhizom der blühenden Pflanze von *Anemone nemorosa*. Dort stellen sich je etwa 9 basale Internodien der successiven Seitensprosse miteinander und mit der Hauptachse in eine Richtung und verschmelzen zum Rhizom, während das letzte Internodium des vegetativen Teiles der Achse sich über den Boden erhebt und nicht mit an der Bildung des Sympodiums teilnimmt.

Bisher haben wir nur die wichtigsten Faktoren betrachtet, welche für die Form des vegetativen Sproßschemas in den normalen Fällen bestimmend sind, und wir haben nun noch ein Verhältnis zu erwähnen, welches für die Form des zu einem bestimmten Zeitpunkte der Entwicklung einer Pflanze wirklich vorhandenen Achsensystems von Einfluß ist. Es ist dieses das Absterben ganzer Glieder oder größerer oder kleinerer Partien der Glieder der vegetativen Achsensysteme. Über die Fälle, wo das Achsensystem langsam von der Basis zur Spitze hin abstirbt, brauchen wir nicht weiter zu reden. Von größerem Interesse sind die schon auf S. 11, II. besprochenen Fälle, in welchen ein Absterben von oberen (apikalen) Sproßteilen stattfindet; denn dieser Prozeß kann eine weitgehende Veränderung in der Form der Systeme hervorbringen. So z. B. würde das System der vegetativen Achse bei *Gentiana lutea* nach der ersten Blüte jahrelang einen rein botrytischen Charakter behalten, wenn der oberirdische, terminale, in einen Blütenstand übergehende, vegetative Teil der Achse sich nicht ablösen würde. Geschieht die Ablösung, so erhält sofort das vorhandene Rhizomstück meist einen rein dichasialen Bau, seltener kommt noch ein dritter geförderter Zweig hinzu.

Ähnlich verhält es sich bei *Syringa vulgaris*. Dort wird das holzige Achsensystem dadurch meist ein ganz regelmäßiges Dichasium, daß die Terminalknospen der Zweige entweder im Winter zu Grunde gehen (wenn sie rein vegetativ sind) oder sich im Frühjahr zu einem später absterbenden Blütenstande entwickeln.

In manchen Fällen findet bei den verholzten Achsensystemen der Bäume dadurch eine weitgehende Veränderung der Form statt, daß ganz regelmäßig, bestimmte Zweige durch eine sie durchquerende Korkschicht abgestoßen werden. So z. B. bei *Quercus robur* und bei *Taxodium*. Ferner ist das unregelmäßigere, nach komplizierteren Regeln eintretende Absterben der unteren Zweige und zahlreicher oberer Zweige des Achsensystems mancher anderen Bäume zu erwähnen.

Unter den in der Natur vorkommenden Achsensystemen findet man nicht selten ganz regelmäßige und einfache Verzweigungssysteme. Zweckmäßigerweise berücksichtigt man da, wo neben stark geförderten und die Verzweigung fortsetzenden Sprossen noch schwach geförderte, nicht weiter verzweigte, oder gar geminderte Sprosse vorhanden sind, bei Charakterisierung des Verzweigungssystems und bei Benennung des Systemes nur die am stärksten geförderten Sprosse. Die neben den geförderten Sprossen vorhandenen kann man vielleicht am besten als „Zusprosse“ bezeichnen. Beispiele für botrytische Achsensysteme findet man äußerst zahlreiche. Sehr regelmäßig ist z. B. das botrytische Achsensystem der Edeltanne. Ein Dichasium höherer Ordnung mit vollkommen fehlenden Kopfstücken bildet das vegetative Achsensystem von *Valerianella dentata*. Ebenso entsteht, unter Absterben der Endknospe der Sprosse, bei *Syringa vulgaris* ein meist regelmäßiges Dichasium höherer Ordnung aus den verholzten Achsen. Ein unechtes Dichasium mit einigen Zusprossen ist das Rhizomsystem von *Iris germanica*. Ein Sichel mit zahlreichen kurzen Zusprossen ist das Rhizom von *Zingiber officinale*. Auch das unterirdische, vegetative Sprossschema von *Colchicum autumnale* besitzt Sichelform; doch läßt sich diese Thatsache an den Knollen der Pflanze nicht direkt erkennen, da stets nur zwei Jahrgänge des Systems der Achsen erhalten bleiben. Ein Fächer ist das Sprossschema von *Orchis fusca* und *maculata*, und das Rhizom der blühenden *Convallaria Polygonatum* L. ist ein Sympodium, dessen Glieder entweder einen Wickel oder einen Schraubel bilden oder auch beide Verzweigungsformen im Wechsel zeigen können.

Es mag auch noch auf die Veränderung der Form der Sprosssysteme hingewiesen werden, welche durch anormale Eingriffe hervorgerufen werden kann. Es ist z. B. eine häufig auftretende Erscheinung, daß bei Zerstörung der Endknospe eines Zweiges, ein Seitensproß sich genau in die Richtung seiner relativen Hauptachse stellt und so eine sympodiale Fortsetzung derselben bildet, während er unter normalen Verhältnissen einen größeren Achselwinkel mit der Hauptachse gebildet haben würde. Ferner kommen nach Verletzung der Terminalknospe eines Sprosses häufig Lateralknospen, auch Beiknospen zur Entwicklung, die sonst niemals ausgewachsen wären.

e) Die Adventivsprosse und ihre Beteiligung beim Aufbau des Sproßsystems.

Nicht selten entstehen Sprosse außerhalb der Blattachsen, an morphologisch nicht genau bestimmbareren Orten der Achse. So findet man Adventivsprosse häufig am hypokotylen Gliede von *Alliaria officinalis*. Reich verzweigte Exemplare dieser Pflanze kommen dadurch zu stande, daß die Adventivsprosse zu Sproßsystemen auswachsen, welche dem der Hauptachse fast völlig gleichen.

Die häufig an den Wurzeln auftretenden Adventivsprosse, welche schon S. 35, I. besprochen worden sind, gehören nicht hierher, da sie nicht Zweige des normalen Achsensystems sind, sondern isoliert stehende Achsensysteme bilden, deren Morphologie einer besonderen Besprechung bedürfte. So sterben bei *Linaria vulgaris* die Hauptachse und alle ihre Zweige im ersten Jahre ab, die Wurzeln allein überwintern und aus ihnen entstehen im nächsten Jahre dann Adventivsprosse, Achsensysteme, welche in keiner morphologischen Beziehung zum primären Hauptsprosse stehen.

Ebenso verhält es sich mit den aus den Blättern entstehenden Adventivsprossen, wie wir sie z. B. in sehr interessanter Form bei *Streptocarpus polyanthus*, einer Gesneracee finden, deren Hauptsproß und Hauptwurzel nicht zur Entwicklung kommt, deren zwei Jahre lebendes Keimblatt exogen entstehende adventive Blüten- und Laubsprosse erzeugt, die einzigen, welche die Pflanze entwickelt.

f) Die verschiedenen biologischen Arten des vegetativen Sprosses.

Die systematische Botanik hat schon lange eine Reihe von verschiedenen Formen der vegetativen Sprosse unterschieden und benannt, welche vom morphologischen Standpunkte aus kaum charakterisiert werden können, sich wesentlich nur durch ihre Anatomie und Physiologie unterscheiden, am leichtesten aber vom biologischen Standpunkte aus bestimmt werden können. Zu diesen Sproßformen gehören z. B. die Ausläufer und das Rhizom. Da diese Umgestaltungen und Formen des vegetativen Sprosses für das Verständnis des morphologischen Aufbaues des Sproßsystems von Wichtigkeit sind, so müssen sie hier kurz behandelt werden. Wir wählen also als Einteilungsprinzip biologische Gesichtspunkte und können danach folgende Klassen von vegetativen Sprossen unterscheiden.

1. Oberirdisch lebende Assimilationssprosse und Assimilationssproß-Regionen. Zu dieser Abteilung gehören zuerst die auffälligsten biologischen Sproßformen, die aufrechten oberirdischen Assimilationssprosse, deren eventuell auch an Sprosse auftretende Niederblätter nur zum Schutze der Laubblätter dienen, deren biologisch wichtigste Organe die Laubblätter sind. Diese Sprosse können selbständige Systeme bilden, sowohl monopodialer als sympodialer Natur. Ein

solches System von Assimilationssprossen, mit kurzen oder langen Internodien, bildet meist allein den oberirdischen vegetativen Teil bei einjährigen Pflanzen. Bei diesen Gewächsen sind die Achsen dieses Sproßsystems meist relativ weich, da nur wenige Sklerenchymelemente in ihr gebildet werden, und grün, da die Epidermis zeitlebens erhalten bleibt, und werden dann wohl krautige Achsen oder auch Stengel genannt (*Urtica urens*). Auch viele mehrjährige Gewächse besitzen oberirdische, krautige, vegetative Achsen und diese letzteren sterben dann sehr häufig im Winter völlig ab (Stauden), können aber auch während des Winters ganz erhalten bleiben, wie bei *Glechoma hederacea* und *Lysimachia Nummularia*, oder nur teilweise absterben, wie bei *Polygala amara* und *Thymus Serpyllum*. Ferner sind zu erwähnen die oberirdischen Systeme aufrechter Assimilationssprosse der Bäume und Sträucher. Die jüngsten Zustände der Sprosse sind auch hier krautig; die Achsen der Sprosse bilden aber bald reichlich Sklerenchymelemente, verholzen, indem zugleich bei den hierher gehörigen Dikotyledonen das Holz durch das sekundäre Dickenwachstum verstärkt wird, werfen die Epidermis unter Korkbildung ab und ebenso die Blätter, deren Narben schließlich ebenfalls durch die Korkbildung verwischt werden. Dann sind die Achsen der Sprosse also feste, blattlose, widerstandsfähige, holzige, oberirdische Achsen, Holzstämme oder Stämme geworden, welche in manchen Fällen viele hundert Jahre alt werden (für *Quercus robur* L. sind 2000 Jahre beobachtet), bis 20 m Durchmesser (*Castanea sativa* Mill.) und bis 150 m Höhe (*Eucalyptus amygdalina*) erreichen können. Die zweitens hierher zu stellenden krautigen oder holzigen windenden Assimilationssprosse unterscheiden sich von den aufrechten durch die Fähigkeit um Stützen zu winden. Dazu gehören z. B. die jährlich absterbenden Sprosse des Hopfens und die verholzenden Assimilationssprosse von *Lonicera caprifolium*, sowie die Sproßsysteme von *Solanum dulcamara*. Schließlich wollen wir noch die bodenlagernden und kriechenden Sprosse, wie sie *Aretostaphylos uva ursi* und *Veronica hederifolia* besitzen, sowie die mittels Kletterwurzeln oder anderer Hilfsmittel an anderen Gegenständen emporsteigenden, kletternden Sprosse, wie sie z. B. *Hedera Helix* besitzt, erwähnen und bemerken, daß auch die flutenden Assimilationssprosse wasserbewohnender Pflanzen sich durch Eigentümlichkeiten der äußeren und inneren Morphologie und der Biologie auszeichnen.

2. Assimilationssprosse und Assimilationssproßregionen mit unterirdisch wachsenden Achsen. Viele zwei- und mehrjährige Pflanzen bergen die Achsen ihrer Assimilationssprosse ganz oder teilweise in der Erde und senden nur die Blätter an das Licht. Die unterirdischen Achsen sind gewöhnlich reicher an Parenchymzellen als die oberirdischen, zeigen auch andere anatomische Unterschiede von den oberirdischen Achsen, die jedoch meist quantitativer Natur sind, und speichern meist auch reichlichere Reservestoffe als die oberirdischen Achsen. Im allgemeinen nennt man solche hauptsächlich Laubblätter tragende, meist

mit Internodien versehene unterirdische Achsen Rhizome. Laubblätter und Niederblätter werden von den längere Zeit, oft 30 Jahre lang erhalten bleibenden Rhizomteilen meist sehr bald abgestoßen und zeigen dann eine Zeitlang deutlich die Blattnarben, bis sie auch diese in ähnlicher Weise wie die oberirdischen Stämme verlieren. Ein Rhizom besitzen z. B. *Paris quadrifolius*, *Anemone nemorosa*, *Veratrum album*, *Acorus Calamus*. Das Rhizom von *Anemone nemorosa* und *Veratrum album* trägt fortwährend Laubblätter neben den hauptsächlich zum Schutze der jungen Laubblätter dienenden Niederblätter, und zur Blütezeit verlängert sich seine Endknospe zu einem oberirdischen Sprosssteile. Der aus dem Keim sproß bestehende Rhizomteil von *Paris quadrifolius* trägt, wie aus dem Sproßschema, Fig. 273, zu ersehen ist, nur anfangs Laubblätter; spätere Jahrgänge tragen nur Niederblätter, bilden eine Speichersproßs-Region. Bleiben Rhizome durch schnelles Absterben der basalen Teile stets sehr kurz, so hat man sie wohl anschaulich auch Knollen, Achsenknollen genannt, wie z. B. das liegende Rhizom von *Arum maculatum* und das aufrechte Rhizom von *Crocus vernus*, bei welchem stets nur eine aus einigen Internodien bestehende Jahresproduktion des Rhizomes erhalten bleibt.

3. Speichersprosse und Speichersproßsregionen. Wie schon angedeutet, dienen sowohl Rhizome als ausdauernde oberirdische Assimilationssprosse als Speicherorgane, und es ist deshalb keine scharfe Trennung zwischen Assimilationssprossen und Speichersprossen, Assimilationssproßsregionen und Speichersproßsregionen möglich. Dennoch ist es zweckmäßig, hervorzuheben, daß manche Sproßsregionen und ganze Sprosse sich in hervorragendem Maße zu Reservestoffbehältern umgestalten können, welche dann meist schon durch ihr Aussehen von den Assimilationssprossen derselben Pflanze abstechen. Man kann dabei dreierlei Arten von Speichersprossen unterscheiden: a) solche, deren Achsen, b) solche, deren Blätter zu Reservestoffbehältern umgestaltet sind und c) solche, wo Achsen und Blätter als Reservestoffbehälter dienen. Zu der Abteilung a) gehört z. B. die Speichersproßsregion von *Colchicum autumnale*. Bei dieser Pflanze verlängert und verdickt sich ein Internodium zwischen den beiden untersten Laubblättern jeder Jahresproduktion des vegetativen Sproßsystemes, während alle anderen Internodien sehr kurz bleiben, und bildet so die Hauptmasse der bekannten „Knolle“ der Herbstzeitlose. Es ist also hier ein Internodium eines laubblatttragenden Sprosses zu einer Speichersproßsregion geworden. Dagegen ist bei *Smilax China* (Fig. 2, I.) die Speichersproßsregion nur mit Niederblättern besetzt. Dort schwellen einige der untersten, im Boden befindlichen Internodien des im übrigen als oberirdischer, schlanker Assimilationssproß ausgebildeten Sprosses zu einer Knolle an. In ähnlicher Weise entsteht die Kartoffelknolle durch Anschwellung einer Reihe von Internodien der Spitze schlanker, und mit Niederblättern besetzter Seitensprosse. Die Fig. 274a läßt dieses Verhältnis leicht erkennen. Bei *Corydalis cava* entsteht die Knolle, welche

zur Speicherung der Reservestoffe dient, ursprünglich aus dem hypokotylen Gliede, bei *Tamus communis* aus dem ersten epikotylen Internodium. Zur Kategorie b) sind zuerst die Fälle zu zählen, in welchen Niederblätter allein zu Reservestoffbehältern werden, wie es z. B. bei *Dentaria digitata* Lmk. der Fall ist. Ferner gehören die Fälle hierher, wo Laubblattbasen als Reservestoffbehälter dienen, wie z. B. bei der noch nicht blühenden Zwiebel von *Urginea Scilla*, und solche, wo Laubblattbasen und Nieder-



Fig. 274 a.

Eine aus Samen erwachsene Kartoffelpflanze.

*r* Keimwurzel. *ct* Keimblätter. *c* hypokotylen Glied. *f* Laubblätter des Hauptstosses.  
*f* primärer Seitenspross, dessen Spitze zu einer Assimilationsproferegion geworden ist.  
*e'c* Niederblätter am schlanken Teile der Seitensprosse. *e'c'* Niederblätter am knollenförmigen  
 Teile des Seitensprosses. *br* Knospe in der Achsel des Niederblattes des verdickten Achsenteils,  
 Auge der Kartoffel. *r'* Nebenwurzeln der Seitensprosse.

(Nach Duchartre).

blätter zur Speicherung benutzt werden, wie bei *Allium cepa* zur Blütezeit. Zur Kategorie c) kann man die Rhizome von *Veratrum album* rechnen, wo die fleischigen Laubblattbasen als Reservestoffbehälter dienen.

4. Verbreitungssprosse. Nicht selten strecken oberirdische laubblatttragende Seitensprosse einer Pflanze ihre Internodien viel stärker als die übrigen Sprosse desselben Gewächses, bleiben relativ dünn, schieben sich weite Strecken auf der Erde hin, ihre kurzbleibenden Seitensprosse oder ihre Endknospe (*Saxifraga flagellaris*) bewurzeln sich und lösen

sich schließlicly von der Mutterpflanze los, deren Verbreitung bewirkend. Solche Sprosse nennt man oberirdische Ausläufer, wohl auch Schößlinge. Auch unterirdische Seitensprosse können unter relativ starker Streckung der häutige Niederblätter tragenden Internodien, ihre schlanke Spitze vor sich herschiebend, unter dem Boden hinkriechen, um schließlicly in größerer Entfernung von der Mutterpflanze ihre Spitze oder einen Seitensproß nach dem Lichte zu bringen und unter Loslösung von dem alten Stocke zu neuen Pflanzen zu werden: Solche Sprosse nennt man unterirdische Ausläufer. Als Beispiel können die Ausläufer der Kartoffelpflanze dienen, nur schwillt dort die Spitze der Ausläufer zu einer Speicherregion an. Zu den Verbreitungssprossen sind auch die sogenannten Brutknospen zu rechnen. Es sind dies kleine, meist Reservestoffe speichernde Sprößchen, welche sich bald von der lebenden Mutterpflanze freiwillig loslösen und zur Verbreitung derselben beitragen. Solche Brutknospen besitzen z. B. *Dentaria bulbifera*, *Lilium bulbiferum*, *Saxifraga bulbifera*, *Saxifraga granulata*, *Cicuta bulbifera*. Auch bei *Allium vineale* entstehen solche knollige Verbreitungssprößchen und zwar im Blütenstande.

5. Hülfs sprosse. Hierher sind die Achsenranken oder Zweigranken, wie sie z. B. bei den Cucurbitaceen und *Fumaria claviculata* vorkommen, zu rechnen.

6. Schutz sprosse. Zu den Schutzsprossen sind diejenigen Sprosse zu rechnen, welche als Schutzmittel der Pflanze gegen äußere Angriffe dienen, also vorzüglich die Achsendornen oder Zweigdornen. Solche kommen z. B. bei *Vella spinosa* vor und zwar in ausgeprägtester Form, da dort die Achsen der Seitensprosse vollständig zu Dornen werden, die keine Nebenleistung haben, ferner auch bei *Ononis spinosa*, bei *Genista anglica* und *germanica*, bei *Prunus spinosa* und bei *Strychnos spinosa*.

Sehr interessante Thatsachen würden sich bei Betrachtung der Beteiligung der verschiedenen biologischen Sproßformen am Aufbaue der verschiedenen Pflanzen ergeben, doch würde uns ein Eingehen auf diese Verhältnisse hier zu weit abführen.

## 2. Anatomie der vegetativen Achsen.

Wie das Kapitel über die Anatomie der Wurzel, teilen wir auch dieses Kapitel über den anatomischen Bau der Achsen in 4 Abschnitte und besprechen: 1. die anatomisch normalen Monokotyledonenachsen, 2. die anormalen Monokotyledonenachsen, 3. die normalen Dikotyledonenachsen, 4. die anormalen Dikotyledonenachsen. Die Monokotyledonen- und Dikotyledonenachsen unterscheiden sich, im Gegensatze zu den Wurzeln, schon in ihrem primären Baue voneinander. Die normalen Monokotyledonenachsen besitzen kein sekundäres Dickenwachstum, wohl aber die Dikotyledonenachsen. Da der sekundäre Bau der normalen Dikotyledonenachsen dem sekundären Baue der Wurzel sehr ähnlich ist, so können wir

uns über diesen Abschnitt der Anatomie, vorzüglich über den Bau des sekundären Holzes und der sekundären Rinde hier kurz fassen.

a) Die Monokotyledonenachsen von normalem anatomischen Baue.

Der Querschnitt durch ein älteres, ausgewachsenes Internodium einer normalen Monokotyledonenachse läßt uns zu äußerst die Epidermis (*Ep*, Fig. 275) erkennen. Unter der Epidermis liegt eine Geweberegion, welche innen die äußerste Grenze der zahlreichen, dort senkrecht im Rhizom absteigenden Leitbündel berührt, welche selbst wenig oder keine Leitbündelquerschnitte enthält und gewöhnlich durch die Beschaffenheit

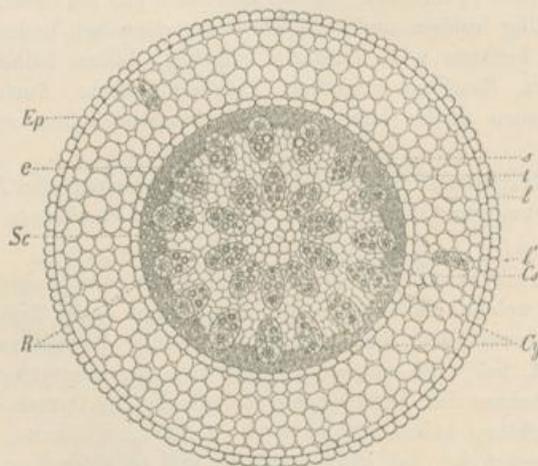


Fig. 275.

Schema des Querschnittes einer normalen Monokotyledonenachse.

*Ep* Epidermis. *R* Rinde. *Cs* Cylinderscheide. *Cy* Leitbündelcylinder. *l* Leitbündel. *s* Siebstrang. *t* Tracheenstrang des Leitbündels. *e* Erstling des Leitbündels. *Sc* Sklerenchymfasern, einen äußeren Ring bildend, als ein häufig vorkommender Fall dargestellt. *l'* durch die Rinde hindurchtretendes Gefäßbündel.

ihrer Gewebe auch sonst scharf abgegrenzt ist gegen den übrigen Teil des Achsenquerschnittes. Diese Geweberegion samt der Epidermis nennt man die Rinde der Monokotyledonenachse (*R*, Fig. 275). Das innerhalb dieser Rinde liegende Gewebe, in welchem man die Querschnitte zahlreicher Leitbündel wahrnimmt, die in konzentrische Ringe geordnet sind oder unregelmäßig zerstreut liegen und mehr oder weniger weit, oft völlig zur Mitte des Querschnittes vordringen, nennt man den Leitbündelcylinder (Gefäßbündelcylinder) der Monokotyledonenachse. Nicht selten sind Rinde und Cylinder durch eine einzellige Schicht differenter Zellform (*Cs*, Fig. 275) getrennt, welche man dann Leitbündelcylinderscheide (Cylinderscheide, Pleromscheide) nennt.

Die Epidermis ist bei oberirdischen Achsen mit Spaltöffnungen versehen und trägt hie und da Haare oder andere Nebenorgane, bei unterirdischen Achsen fehlen solche Gebilde meist völlig. Das übrige Rindengewebe besteht bei oberirdischen und unterirdischen Achsen häufig nur aus Parenchym verschiedener Art. Bei einer Reihe von Monokotyledonenachsen, welche mit wenig zahlreichen Blättern besetzt sind und welche sich an der Assimilationsarbeit lebhafter beteiligen müssen, herrscht das Chlorophyllparenchym vor und ist ähnlich wie in den Blättern angeordnet. Selten sind kollenchymatische Hypodermis-schichten bei oberirdischen, häufig bei unterirdischen Achsen; bei letzteren findet man auch nicht selten Hypodermis-schichten aus Sklerenchymzellen und Sklerenchymfasern, welche die Epidermis in ihrer Schutzwirkung unterstützen, vorzüglich bei solchen Pflanzen, welche in festem und feuchtem Boden wachsen. Bei oberirdischen, auf Biegungs-

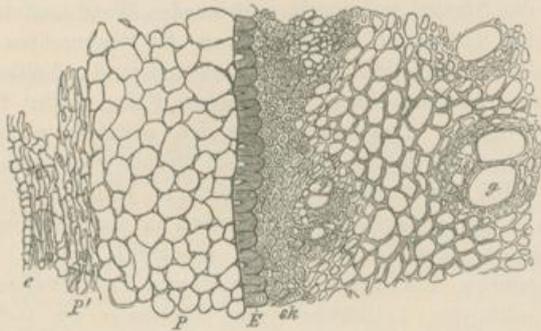


Fig. 276.

Querschnitt durch die Peripherie des verdickten Rhizomes von *Smilax China* (Droge).  
 e Epidermis. P und P Rindenparenchym. E Leitbündelcyinderscheide. sk Sklerenchymfasern.  
 g Gefäße. s Siebröhren eines Leitbündels.

festigkeit beanspruchten Achsen liegen in manchen Fällen in der Rinde radial gestellte schmale Platten oder auch im Querschnitte rundliche Stränge von Sklerenchymfasern, welche in mehr oder weniger großen Abständen voneinander stehen, oft direkt an die Epidermis grenzen und die ganze Rinde radial-quer durchziehen können. Im allgemeinen ist die Rinde der oberirdischen Achsen, da sich die festigenden Elemente dieser Achsen mehr nach der Peripherie drängen und die Leitbündel sich diesen anlegen, relativ dünn, die der Rhizome relativ dick. Die Cylinderscheide ist bei oberirdischen Achsen selten deutlich ausgebildet, bei unterirdischen dagegen häufig, dabei aber nicht stets ringsum vollständig, sondern bei dorsiventralen Rhizomen oft nur an der die Wurzel tragenden Bauchseite entwickelt, im übrigen meist mit großen Lücken da versehen, wo Gefäßbündel aus den Blättern durch sie hindurchtreten. Die Elemente der Rhizom-Cylinderscheide besitzen häufig die Eigenschaften der Endodermiszellen, so z. B. bei *Triticum repens*, *Veratrum album*, bei den officinellen Zingiberaceen, bei

*Acorus Calamus*. Bei *Iris germanica* fehlt dagegen eine deutliche Cylinder-scheide.

Das Gewebe des Leitbündelcylinders, welches die Leitbündel umgiebt, kann nur aus Parenchym bestehen, jedoch ist vorzüglich bei oberirdischen Achsen der Fall sehr häufig, daß in der Peripherie des Leitbündelcylinders ein mehr oder weniger breiter, geschlossener Ring von Sklerenchymelementen liegt. Diesem Ringe sind dann die Leitbündel teilweise oder alle ein- oder angelagert; so finden wir es z. B. bei *Triticum repens*. Nicht selten stirbt das centrale Parenchym des Cylinders, vorzüglich bei oberirdischen Achsen ab, so daß die Achse hohl wird, eine Erscheinung, die wir ebenfalls bei dem Queckenrhizome beobachten können.

Die Verteilung der Leitbündel auf dem Querschnitte der Achse erklärt sich aus dem Verlaufe derselben, welcher ja schon Seite 93, I. der Hauptsache nach besprochen worden ist. Diese Leitbündel treten also aus den den Stengel meist weit umfassenden Blattbasen in größerer Zahl aus, treten horizontal bis wenig von der Senkrechten abweichend schräg verlaufend durch die Rinde hindurch und in den Leitbündelcylinder ein, bis zu einer gewissen Tiefe, in manchen Fällen selbst bis zur Mitte desselben vordringend. Dann wenden sie sich plötzlich nach außen und steigen nun, indem sie sich häufig zugleich spiralig nach rechts oder links drehen und dabei der Peripherie des Cylinders nähern, weiter abwärts, um sich nach längerem Verlaufe an die schon in der Peripherie liegenden Bündel anzulegen oder, was seltener geschieht, schon ehe sie die Peripherie erreichen, mit einem anderen Bündel zu verschmelzen. Dabei dringen die mittelsten Leitbündel jeder Blattbasis am tiefsten in den Bündelcylinder ein, die seitlichen um so weniger tief, je weiter sie von der Mitte der Blattbasis entfernt sind. Der Ansatz der Bündel aneinander findet so statt, daß die Anzahl und die Verteilung der Bündelquerschnitte auf jedem Querschnitte einer Achse ungefähr die gleiche bleibt. Kompliziert wird das Gefäßbündelsystem in manchen Fällen durch das Auftreten horizontal verlaufender Verbindungsstränge zwischen den Gefäßbündeln oder auch durch das Hinzukommen von einem besonderen, die Rinde durchziehenden Systeme von Leitbündeln, welches übrigens stets mit den aus den Blättern in die Achse eintretenden Bündeln in ein oder der anderen Weise in Verbindung tritt. Ein derartiges selbständiges Rindenbündelsystem besitzt z. B. das Rhizom von *Curcuma longa*. In selteneren Fällen biegen die Leitbündel nach ihrem Vordringen in den Cylinder nicht wieder nach außen, sondern laufen senkrecht im Stamme abwärts und legen sich dann schließlich an seitlich von ihnen oder tiefer innen als sie im Cylinder stehende Leitbündel an. Aber auch in diesen Fällen findet der Ansatz so statt, daß der Querschnitt nicht nur einen Ring von Leitbündeln zeigt, sondern zwei oder mehrere konzentrische Ringe derselben.

Der Bau der Leitbündel ist meist ein kollateraler, bei Rhizomen teilweise ein konzentrischer, mit dem Siebstrange im Centrum (Rhizom

von *Iris germanica*). Häufig sind die Leitbündel auf der Innenseite oder Außenseite oder ringsum mit Sklerenchymfaser-Strängen oder Hüllen bekleidet, nicht selten auch von einer besonderen, dann meist aus Endodermiszellen bestehenden Leitbündelscheide umgeben (Rhizom von *Triticum repens*). Zu bemerken ist noch, daß das Leitbündelsystem hauptsächlich in den Knoten noch komplizierter wird, sobald Zweige der Achse dort auftreten oder Wurzeln. Beide senden dann noch mehr oder weniger zahlreiche Leitbündel nach dem Cylinder der Hauptachse, welche sich an deren Leitbündel ansetzen.

Tiefer greifende sekundäre Veränderungen treten in der Anatomie der normalen Monokotyledonenachsen nicht ein, nur hat die Bildung eines Periderms bei Rhizomen nicht selten bald statt. Das Korkmeristem entsteht dann gewöhnlich in der direkt unter der Epidermis liegenden Parenchymschicht. In manchen Fällen tritt niemals Peridermbildung, dafür aber Metadermbildung ein (*Veratrum album*).

b) Monokotyledonenachsen, welche einen anormalen Bau besitzen.

Abweichungen vom normalen Baue kommen bei den Monokotyledonenachsen dadurch zu stande, daß die Gefäßbündel einen von dem im vorigen Kapitel beschriebenen abweichenden Verlauf besitzen. In vielen Fällen hängt diese Abweichung mit einer weitgehenden Vereinfachung des Systems der Leitbündel zusammen und ist in dieser Form hauptsächlich bei Wasserpflanzen z. B. *Potamogeton crispus*, *Zostera*, *Potamogeton pectinatus*, *Zanichellia*, *Elodea* zu finden, welche in ihren Achsen eines ausgebreiteten Leitbündelsystems deshalb nicht bedürfen, weil das umgebende Medium die wasserleitenden Tracheen unnötig macht, und das meist reichlich überall in der Achse vorkommende Chlorophyllparenchym und die für das Tragen der Blätter genügende, relativ geringe Dicke der Achse ebenfalls eine Verminderung der leitenden Elemente gestatten. Bei *Potamogeton natans* findet man nur in den jungen Gefäßbündeln noch Tracheen, in älteren sind sie völlig zerstört. In einigen anderen Fällen liegt die Abweichung des Leitbündelverlaufes in einer Annäherung an das bei den Dikotyledonen vorkommende Verhalten, so z. B. bei einigen *Dioscoreaceen*, die auch sonst in anatomischer Beziehung den Dikotyledonen nahe stehen. Wie bei den Monokotyledonenwurzeln, so kommt auch bei den Monokotyledonenachsen in wenigen Fällen sekundäres Dickenwachstum vor, z. B. bei den Stämmen von manchen *Yucca*-Arten und *Dracäna*-Arten und mehreren *Dioscoreaceenknollen*. Wir können auf diese anormalen Verhältnisse nicht weiter eingehen, da sie für unseren speziellen Zweck keine Bedeutung besitzen.

## c) Die Dikotyledonenachsen von normalem anatomischen Baue.

## α) Der primäre Bau.

Wie die Dikotyledonenwurzeln, so besitzen auch die Dikotyledonenachsen sekundäres Dickenwachstum. Die Länge der Region unter dem Vegetationspunkt, in welcher die Gewebe die primäre Anordnung, wie sie aus dem Urmeristem des Vegetationspunktes hervorging, noch besitzen, ist je nach der Pflanzenspecies verschieden. Oft tritt schon sekundäres Dickenwachstum ein, ehe die primären Gewebemassen völlig ausgebildet sind, in anderen Fällen erst kürzere oder längere Zeit nach Ausbildung der primären Gewebemassen. Die Anzahl der Internodien, welche noch primären Bau besitzen, ist also danach für jede Species besonders festzustellen. Während die Monokotyledonen- und Dikotyledonenwurzeln in ihrem primären Bau übereinstimmen, weichen die Achsen der beiden

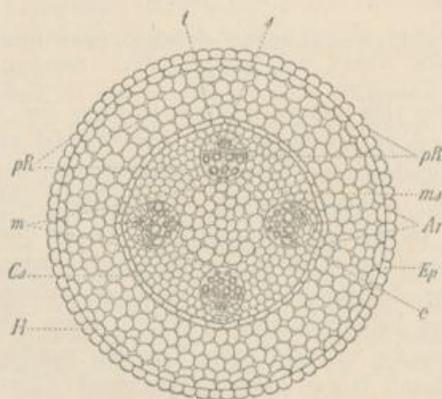


Fig. 277.

Schema des Querschnittes einer Dikotyledonenachse von primärem Baue.

Ep Epidermis. Ar Außenrinde. Ca Leitbündelcylinderscheide (Cylinderscheide). pR primäre Rinde. ms Markstrahl. m Mark. t Tracheenstrang. s Siebstrang eines Gefäßbündels. c Erstlingstrachee eines Gefäßbündels. H Einsichtige Hypodermis.

Pflanzengruppen in dieser Beziehung voneinander ab. Während uns ein Querschnitt durch eine normale Monokotyledonenachse eine relativ große Anzahl von Leitbündelquerschnitten zeigt, welche in mehrere konzentrische Kreise oder in ähnlicher, aber unregelmäßiger Weise angeordnet sind, sehen wir auf dem Querschnitte durch die Region einer Dikotyledonenachse, welche sich noch im Zustande des primären Baues befindet, relativ wenige größere Gefäßbündel in einer einfachen Ringzone, gleich weit voneinander entfernt liegen. Diese ringförmige Reihe von Leitbündeln nennt man den Gefäßbündelring oder Leitbündelring der Dikotyledonenachse. Hauptsächlich nach ihrer Lage und Beziehung zu diesem Leitbündelring und seinen Bestandteilen hat man die übrigen Gewebemassen abgegrenzt

und bezeichnet, zugleich mit Rücksicht auf ihre Bedeutung bei dem später eintretenden Dickenwachstum. Betrachtet man einen Querschnitt von außen nach innen zu, so findet man zu äußerst die Epidermis (*Ep*, Fig. 277). Diese selbst samt der auf sie folgenden, bis zur Außengrenze der Leitbündel oder bis zur Cylinderscheide reichenden Gewebeschicht wird als Außenrinde (*Ar*) bezeichnet. Die Außenrinde, zusammen mit der Ringzone von Gewebemassen, welche von der Innengrenze der Außenrinde bis zur inneren Grenze des Siebstranges der Leitbündel reicht (*pR*), nennt man „primäre Rinde“; was innerhalb der primären Rinde liegt, kann man als primäres Holz bezeichnen. Den Gewebecylinder von kreisförmigem Querschnitte, welcher innerhalb der Innengrenze des Leitbündelringes liegt, nennt man Mark (*m*, Fig. 277), die Gewebemassen, welche rechts und links von den Seiten der benachbarten Leitbündel begrenzt sind, also die Gewebepplatten, welche zwischen den Leitbündeln liegen und im Querschnitte als radial verlaufende Streifen erscheinen (*ms*, Fig. 277), nennt man primäre Markstrahlen. Nicht selten ist die Außenrinde von dem Leitbündelringe durch eine lückenlos schließende Zellschicht, die wir hier, wie bei den Monokotyledonen, Leitbündelcylinderscheide oder Cylinderscheide nennen wollen, getrennt (Fig. 277, *Cs*). Die innerhalb der Außenrinde liegenden Gewebemassen können auch als Leitbündelcylinder bezeichnet werden.

Die Epidermis besteht aus sehr verschiedenartig gestalteten Epidermiszellen, schließt bei oberirdischen Achsen Spaltöffnungsapparate, nicht selten auch Sekretzellen (Cystolithenzellen, Gerbstoffzellen etc.) ein und kann Haare einer oder mehrerer Art und andere Nebenorgane (Schuppen, Hautstacheln etc.) in verschiedenartigster Form und Zusammenstellung tragen. Das übrige Gewebe der Außenrinde besteht hauptsächlich aus Parenchym, welches bei oberirdischen Achsen meist reichlich Chloroplasten enthält und stets mit luftführenden Intercellularräumen, die meist kräftig, oft sehr stark entwickelt sind, versehen ist. In sehr häufigen Fällen ist eine oder sind mehrere Gewebeschichten, welche auf die Epidermis folgen, zu einer Hypodermis (*H*, Fig. 277) entwickelt. Häufig besteht diese Hypodermis aus einer Schicht lückenlos schließender, etwas dickwandiger, oft kollenchymartiger Zellen, die entweder nach innen zu scharf begrenzt ist oder allmählich in das gewöhnliche Parenchym übergeht. Bei oberirdischen Achsen ist in seltenen Fällen (z. B. Piperaceen) eine Hypodermis aus Wasserparenchym entwickelt, ferner findet man bei den oberirdischen Achsen, häufig dicht unter der Epidermis liegend, Stränge von Kollenchym, an deren Stelle nur sehr selten auch Sklerenchymstränge treten, z. B. in den oberirdischen Achsen von *Chaerophyllum bulbosum*. In wenig zahlreichen Fällen findet man einen geschlossenen Hohlzylinder von Sklerenchymfasern etwa in der Mitte der Außenrinde liegend, wie z. B. bei den oberirdischen Achsen mancher Caryophylleen. Die Cylinderscheide besteht entweder aus oft reichlich Stärke führenden Parenchymzellen (Stärkescheide von Sachs) oder aus Endodermiszellen verschiedener

Ausbildung. Das Mark ist aus meist in Längsreihen geordneten Parenchymzellen, die in der Peripherie häufig kleiner werden, aufgebaut; aus ähnlichen kleineren Elementen bestehen die primären Markstrahlen. Die Verteilung und Anzahl der auf dem Querschnitte sichtbaren Leitbündelquerschnitte hängt von dem Verlaufe der Leitbündel im Stamme ab, über welchen ich schon im § 2, 4 des Kapitels über die Allgemeine Anatomie das Wichtigste mitgeteilt habe. Der Bau der Leitbündel ist im normalen Falle kollateral. Eine parenchymatische oder aus Endodermzellen bestehende Scheide, Leitbündelscheide, kann die Bündel umgeben. In nicht seltenen Fällen ist die äußerste Zone des Leitbündelcylinders von Sklerenchymfasergewebe eingenommen, in welches die Leitbündel ganz oder teilweise eingebettet sein können (Podophyllum), oder es liegen die Siebstränge mit ihrem Außenrande einem noch zum Leitbündelcylinder gehörigen, geschlossenen oder lockeren Strange von Sklerenchymfasern an, welcher sie mehr oder weniger weit umscheidet. Über Sekretbehälter und Milchröhren ist das Nötige schon früher mitgeteilt.

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

Bei den Achsen der meisten Dikotyledonen, auch bei den ein- und zweijähriger Pflanzen, nicht nur bei den Achsen von Sträuchern und Bäumen, folgt also auf den primären Zustand ein sekundärer, welcher hauptsächlich durch die Entstehung des Kambiums und das durch dessen Thätigkeit hervorgerufene nachträgliche Dickenwachstum bedingt ist. Das Kambium entsteht wie bei den Wurzeln zwischen den Sieb- und Tracheensträngen als eine diese trennende Zone, nimmt aber dabei nicht wie bei den Wurzeln zuerst eine sternförmige Querschnittsform an, sondern erhält sofort eine kreisförmige. In den normalen Fällen verläuft die Entstehung der dem Kambium vorausgehenden sekundären Bildungen und des Kambiums folgenderweise. Zwischen den primären, in direkter Verbindung mit den Gefäßbündeln der Blätter stehenden Leitbündeln entstehen zuerst, unter vorhergehender Meristembildung aus dem jungen Markstrahlgewebe, neue, sekundäre Gefäßbündel („Zwischen-Leitbündel“, Zwischenbündel), welche mit den primären Gefäßbündeln in einer Querschnittsringzone stehen und wie diese gebaut und orientiert sind, in kleinerer oder größerer Anzahl. Sie setzen sich, vorzüglich wenn es wenige sind, entweder erst im Knoten an oder bilden, vorzüglich dann, wenn es zahlreiche kleine sind, ein Netzwerk, welches sich rechts und links an die primären Leitbündel ansetzt.

In seltenen Fällen unterbleibt die Entstehung dieser sekundären Zwischenbündel vor der Bildung des Kambiums. Die ersten Meristemzellen des nun entstehenden Kambiums finden sich schon in den für das nachträgliche Dickenwachstum vorbereiteten kollateralen Bündeln der Dikotyledonenachsen an der Grenze zwischen Tracheen- und Siebstrang, in Form einer tangential gestellten dünnen Schicht. Von den Kanten dieser Meristemstreifen setzt sich nun die Bildung weiterer Meristemzellen

nach rechts und links im Gewebe fort, so daß die weiteren Elemente des sich zuletzt ringförmig schließenden Kambiums also aus den Parenchymzellen der primären Markstrahlen hervorgehen. Wie die Weiterbildung des Kambiums aus der primären Kambiumschicht und dem angrenzenden Markstrahlenparenchym aussieht, ist in Fig. 278 für einen bestimmten Fall dargestellt. Das geschlossene Kambium der Achse gleicht

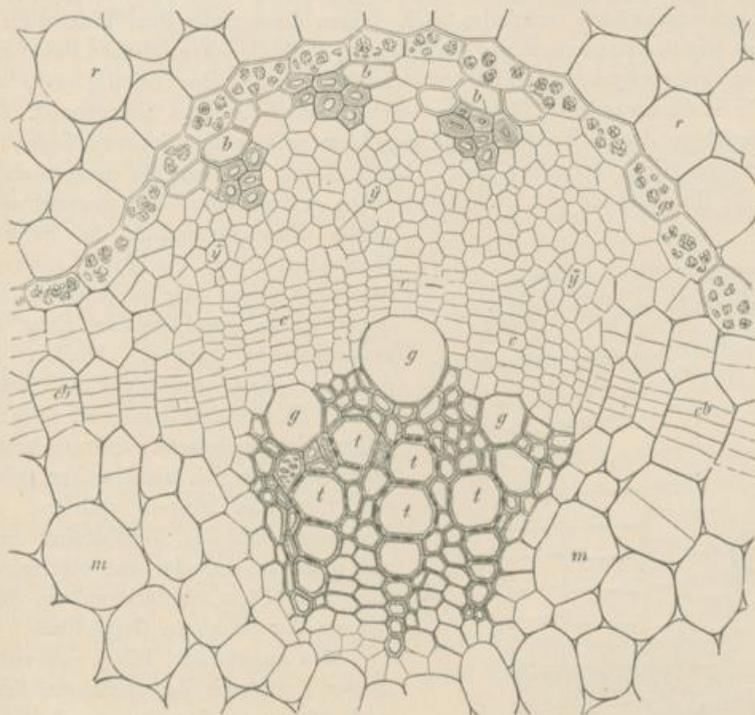


Fig. 278.

Querschnitt durch einen Teil der hypokotylen Achse von *Ricinus communis*. *ccc* zum Gefäßbündel gehörender Teil des Kambiums. *cb* aus dem Markstrahlenparenchym hervorgegangenes Kambium. *r* Teil der Außenrinde, auf welche die Stärke führende Cylinderscheide *ys* folgt. *y* Siebröhren des Siebstranges des primären Bündels. *b* Sklerenchymfaserstränge der Peripherie des primären Bündels. *t* und *g* Gefäße des Tracheenstranges. *m* Markstrahlenparenchym.

Nach Sachs.

dann dem vollendeten ringförmigen Kambium der Wurzel sowohl in der Form und Anordnung seiner Elemente als auch in seiner Wirkung vollkommen. Es scheidet wie jenes nach innen zu sekundäres Holz, nach außen zu sekundäre Rinde ab, von wesentlich dem gleichen Baue wie wir ihn bei der Wurzel finden. Durch diese Ausscheidung eines fortwährend an Dicke zunehmenden Hohlzylinders von sekundärem Gewebe zwischen das „primäre Holz“ und die „primäre Rinde“ wird die letztere fort-

während gedehnt, sie folgt aber, im Gegensatz zur primären Rinde der Wurzel, meist viele Jahre lang dem Dickenwachstum durch Teilung und Wachstum ihrer Elemente. Am frühesten wird von allen Elementen der sekundären Rinde meist die Epidermis zerstört und dann durch die später zu besprechende, erste Peridermbildung abgeworfen, nur in wenigen Fällen bleibt sie viele Jahre erhalten.

Wo zusammenhängende parenchymatische oder kollenchymatische Hypodermis-schichten vorhanden sind, folgen diese meist dem Wachstum so lange wie das Parenchym der Außenrinde, die kollenchymatischen dabei entweder kollenchymatisch bleibend oder bei fortgesetzter Teilung mehr und mehr in dünnwandiges, lückenlos verbundenes Parenchym übergehend. Das Parenchym der Außenrinde und des daran grenzenden inneren Teiles der primären Rinde vermehrt sich lebhaft durch Teilung, die hauptsächlich durch Radialwände erfolgt. Nicht selten gehen mehr oder weniger zahl-

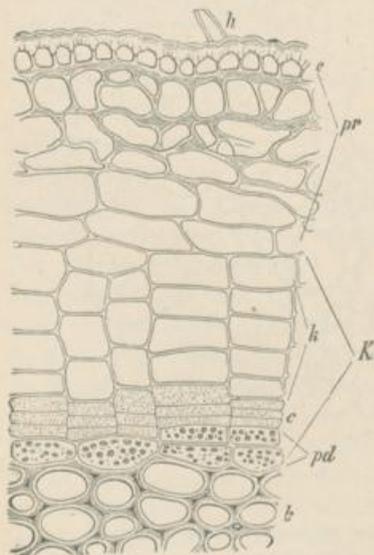


Fig. 279.

Peridermschicht, welche unterhalb der 5. Parenchym-schicht der Außenrinde von *Ribes nigrum* entstanden ist.

Nach Sachs.

reiche Parenchymzellen in Sklerenchymzellen über, die dann entweder einzeln liegen oder zu Gruppen oder sogar einem geschlossenen Ring zusammenzutreten können. Die in der primären Rinde ursprünglich vorhandenen Sklerenchymelemente, Sekretzellen, intercellularen Sekretbehälter, überhaupt alle sich nicht weiter teilenden Elemente rücken während der Dehnung und des Wachstums mehr und mehr auseinander und obliterieren teilweise. Stets obliterieren die Siebstränge der primären Gefäßbündel.

Wie angedeutet, bildet sich weiter in der Peripherie der primären Rinde nach kürzerer oder längerer Zeit eine Peridermschicht. Das Korkmeristem entsteht in den meisten Fällen in und aus einer direkt unter der Epidermis liegenden Zellschicht, die also nicht selten eine kollenchymatische Hypodermis-schicht ist. In selteneren Fällen entsteht sie aus der Epidermis selbst

oder in einer Parenchym-schicht, welche tiefer im Innern der primären Rinde (siehe Fig. 279) und dann überall ungefähr gleich weit von der Außengrenze der sekundären Rinde entfernt liegt. Im letzteren Falle kann sie in einer beliebig tief nach innen zu liegenden Zellschicht der Außenrinde, ja sogar in einer Zellschicht entstehen, welche dicht über den Siebsträngen der primären Gefäßbündel liegt.

Durch diese erste, die primäre Peridermbildung, wird also meist

nur die Epidermis abgestoßen, es kann aber selbst die ganze Außenrinde als Borke abgestoßen werden. Das Korkmeristem, das Phellogen, kann dann nach außen zu eine Korkschicht, nach innen zu Phelloderm entwickeln, welches sich der Hypodermis oder dem Parenchym der Außenrinde anschließt und ihm ähnlich ist, oder es kann bei der Entwicklung einer Korkschicht allein sein Bewenden haben. In sehr vielen Fällen hat es bei der Entstehung des primären Periderms sein Bewenden, bei den meisten Holzgewächsen findet aber durch fortgesetzte Entstehung neuer Rindengewebe abschneidenden Peridermschichten wiederholte Borkenbildung statt. Die Borkenmassen werden in manchen Fällen bald abgeworfen, meist bleiben sie in dünnerer oder dickerer Schicht auf den Achsen sitzen.

Durch die wiederholte Peridermbildung können immer tiefer liegende Partien der Außenrinde, der inneren primären Rinde, schließlich der sekundären Rinde abgestoßen werden, so daß in diesen letzten, äußersten Fällen die sekundäre Rinde schließlich nur von einem Periderm bedeckt wird, dessen Phelloderm dann meist mehr oder weniger kräftig entwickelt wird. Im Periderm treten meist Lenticellen auf, nur bei wenigen Holzgewächsen, welche Ringelborke erzeugen, z. B. *Vitis vinifera*, scheinen sie zu fehlen. Die Pflanzen, welche an den Wurzeln Lenticellen besitzen, führen sie auch an den Achsen und umgekehrt.

#### γ) Der normale sekundäre Bau der Achse.

Betrachten wir den Querschnitt einer Achse, in welcher die Bildung von sekundärem Holze und sekundärer Rinde schon längere Zeit gewährt hat und das erste Periderm angelegt worden ist, so finden wir im normalen Falle folgenden Bau. Im Centrum liegt, wesentlich unverändert, das „primäre Holz“, welches sich aus dem Marke (*m*, Fig. 280), aus den Tracheensträngen des primären Leitbündels (*l*) und aus den Stücken der primären Markstrahlen, die zwischen diesen Strängen liegen, zusammensetzt.

Diese centralen primären Teile sind an jüngeren Achsen meist leicht zu finden, in älteren fällt wenigstens das Mark stets auf. Auf das primäre Holz folgt das sekundäre Holz (*sH*), als dessen älteste Teile die Tracheenstränge der Zwischenbündel (*Zbl*) zu betrachten sind und dessen äußere Grenze das Kambium (*V*) ist. Wie bei der Wurzel nennt man auch hier das ganze bisher besprochene, bis zum Kambium reichende Gewebe das „Holz“ (*H*). Außerhalb des Kambiums folgt dann zuerst die sekundäre Rinde (*sR*). Für das sekundäre Holz und die sekundäre Rinde gilt bezüglich des anatomischen Baues alles das, was für die gleichbenannten Gewebemassen der Wurzel mitgeteilt wurde, im wesentlichen also auch das, was über Jahresringbildung und über die Veränderungen gesagt wurde, welche das äußere Gewebe der sekundären Rinde infolge der Dehnung erleiden. Für die Jahresringbildung ist nur als Unterschied zwischen Wurzel und Achse festzuhalten, daß der Zuwachs des Holzes im

Frühling bei der Entfaltung der Knospen beginnt, im Anfang des Winters zum Stillstand kommt und bis zum nächsten Frühjahr ruht, daß man also hier von Frühjahrs- und Herbstholz reden kann. Ferner ist zu bemerken, daß man als Hauptmarkstrahlen (*Hms*) (große Markstrahlen) des Holzes und der Rinde der Achse diejenigen bezeichnet, welche von der Innengrenze der primären Rinde bis zum Marke hindurchlaufen, sich dabei

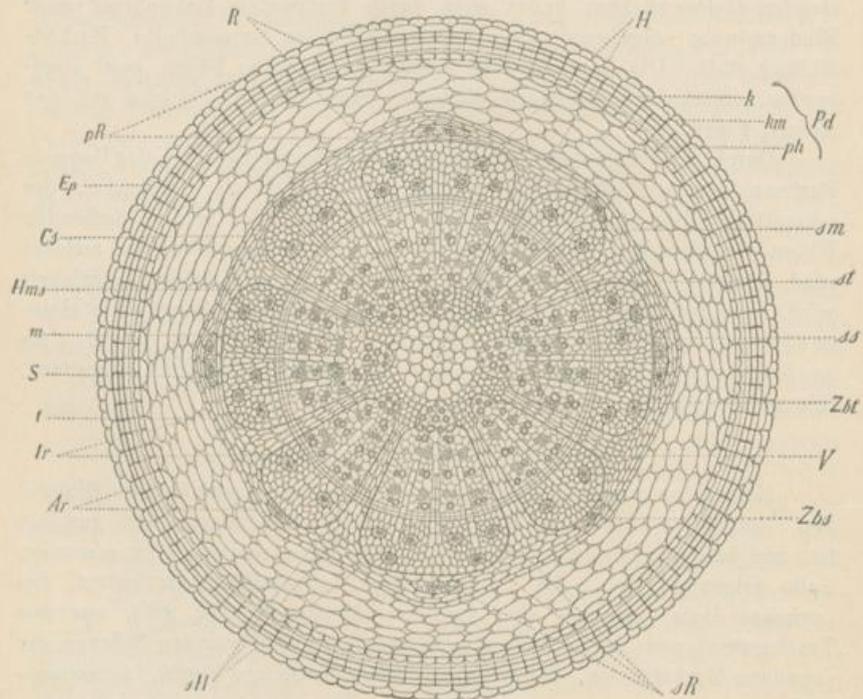


Fig. 280.

Schema des Querschnittes einer sekundär verdickten Achse.

*m* Mark. *t* Tracheenstrang eines primären Leitbündels. *sH* äußere und innere Grenze des sekundären Holzes. *Zbt* Tracheenstrang eines Zwischenleitbündels. *V* Kambium oder Verdickungsring. *H* Centrum und äußere Grenze des Holzes. *sR* äußere und innere Grenze der sekundären Rinde. *Hms* Hauptmarkstrahl. *S* primärer Siebstrang. *Cs* Cylinderscheide. *Ar* äußere und innere Grenze der Außenrinde. *Pd* Periderm. *ph* Phelloderm. *km* Korkmeristem. *k* Kork. *R* äußere und innere Grenze der Rinde. *sm* sekundärer Markstrahl. *ss* sekundärer Siebstrang. *st* sekundärer Tracheenstrang. Siebstrang eines Zwischenbündels. *Ir* Innenrinde.

also mit beiden Enden an primäre Gewebe ansetzen. Den Ausdruck „primäre Markstrahlen“, den man für manche Fälle der infolge des sekundären Dickenwachstums ausgebildeten Markstrahlen wohl gebraucht hat, wollen wir für keine Art von Hauptmarkstrahlen benutzen, sondern für die Markstrahlen der Achse reservieren, welche sich noch im primären Zustande befindet. Außerhalb der sekundären Rinde findet man die bald obliterierenden primären Siebstränge (*S*), rechts und links

von denselben noch Parenchym der primären Markstrahlen, meist nicht mehr unterscheidbar von dem übrigen Parenchym, und in manchen Fällen, bei jungen Achsen, ist auch noch die Cylinderscheide (*Cs*) erkennbar. Auf die letztere folgt die Aufsenrinde (*Ar*), in deren Parenchym die Meristem-schicht entstand, welche zur Bildung des Periderms (*Pd*) die Veranlassung gab. Als eine bequeme Bezeichnung für den ganzen innerhalb der Aufsenrinde liegenden Rindenteil wollen wir noch das Wort Innenrinde benutzen.

Wenn man das über Achse und Wurzel Gesagte vergleicht, so wird man erkennen, daß sich beide im Zustande des fortgeschrittenen sekundären Dickenwachstums nur durch wenige Momente unterscheiden. Wenn wiederholte Borkenbildung eintritt, schwinden alle Unterschiede, bis auf die, welche im verschiedenen Bau des primären centralen Gewebes begründet sind.

#### d) Anomalieen des primären und sekundären anatomischen Baues der Dikotyledonenachsen.

Anomalieen des anatomischen Baues kommen bei den Achsen sowohl im primären als im sekundären Zustande vor. Als primäre Anomalieen, von denen wir selbstverständlich nur die wichtigsten ins Auge fassen können, sind zuerst diejenigen Fälle zu erwähnen, in welchen das Leitbündelsystem eine größere Kompliziertheit erlangt, welche dadurch zum Ausdruck kommt, daß auf dem Querschnitte der Achse nicht nur ein einfacher Leitbündelring vorhanden ist, sondern aufer diesem noch an anderen Orten des Querschnittes Leitbündel oder Leitbündeltheile auftreten. So können 1. entweder in der Aufsenrinde oder im Marke oder in beiden Regionen isolierte Siebstränge verlaufen, wie wir z. B. in der Achse von *Solanum Dulcamara* im Marke Siebstränge finden, welche dem normalen Bündelring dicht anliegen, 2. können aufer dem normalen Bündelringe noch in der Aufsenrinde oder im Marke ganze kollaterale Leitbündel in verschiedener Anordnung auftreten. Die letztere Erscheinung, durch welche sich der primäre Bau der Dikotyledonenachse denen der Monokotyledonenachsen nähert, kann entweder in einem radialschrägen Verlauf der Leitbündel oder im Auftreten eines besonderen Systems von Leitbündeln seinen Grund haben.

Ferner sind diejenigen Anomalieen zu erwähnen, bei welchen eine Vereinfachung des Leitbündelsystems, meist im augenscheinlichen Zusammenhang mit der Biologie der betreffenden Pflanze, eintritt. Hierher gehören die Achsen einiger Sumpf- und Wasserpflanzen, bei denen das Leitbündelsystem aus einem einfachen axilen Strang besteht, an welchen sich die aus den Blättern eintretenden Leitbündel direkt ansetzen (*Hottonia*, *Hippuris*). Den letzteren Gewächsen fehlt dann auch ein sekundäres Dickenwachstum, welches sonst nur noch bei einigen wenigen Dikotyledonen, z. B. einigen *Ranunculus*arten, völlig unterbleibt.

Anormales sekundäres Dickenwachstum finden wir vorzüglich bei zahlreichen kletternden und windenden Gewächsen, wo es dazu führt, daß die Achsen aus mehreren isolierten oder gegeneinander leicht verschiebbaren Strängen bestehen, die den einzelnen dünnen Strängen eines gedrehten Seiles vergleichbar sind und mechanisch wie diese wirken. Häufig scheinen auch die anormalen Konstruktionen die Bedeutung zu haben, die Siebstränge vor Druck und Quetschung zu schützen. Ferner sind zu Reservestoffbehältern umgestaltete Achsen häufig anormal gebaut und für diese, sowie für diejenigen Fälle, bei welchen sich über die biologische Bedeutung keine irgend wahrscheinliche Ansicht aufstellen läßt, gilt dasselbe, was für die Wurzeln von anormalem Baue in gleicher Hinsicht mitgeteilt wurde. Ähnlich wie für die Wurzeln kann man auch hier eine Reihe von Kategorien der Anomalien unterscheiden und zwar hauptsächlich die folgenden. a) Es wird ein normales Kambium angelegt, doch erzeugt dasselbe die verschiedenen sekundären Gewebe nicht in normaler Form, Zusammenstellung und Anordnung. Hierher gehören z. B. die Achsen von *Gentiana lutea*, die sich wie die Wurzeln dieser Pflanze verhalten, und die schon erwähnten Achsen von *Strychnos*-Arten. Ferner sind die Achsen der rankenden *Bignoniaceen* und andere rankende Gewächse hierher zu stellen, deren sekundärer Holzkörper im Querschnitte dadurch sternförmig oder gelappt erscheint, daß das Kambium in bestimmten Abschnitten statt des sekundären Holzgewebes sekundäres Rindengewebe erzeugt, welches die Buchten des Holzkörpers ausfüllt. b) Es wird ursprünglich ein normales Kambium angelegt, es entstehen jedoch, während das normale Kambium weiter arbeitet oder erlischt, „sekundäre“ Kambien, welche ihrerseits Gewebe erzeugen. Hierher ist z. B. zu setzen die Achse von *Tecoma radicans*, bei welcher ähnlich wie in dem unteren Teile der Knolle von *Aconitum heterophyllum* innerhalb des sekundären Holzringes ein ringförmiges, dem äußeren Kambium parallel laufendes Kambium entsteht. Ferner gehören die zahlreichen Fälle hierher, bei welchen successive konzentrische Kambien außerhalb des primären Kambiums und zwar entweder zuerst in der Außenrinde (*Cocculus laurifolius*) oder zuerst in der sekundären Rinde (windende *Leguminosen*) entstehen. Auch unser Fall der Anomalie der Dikotyledonenachsen, welcher in der Monographie des Rhabarbers besprochen ist, die Anomalie der Achse der officinellen *Rheum*-Arten, bei welcher im Marke zahlreiche, kleine, zerstreut nebeneinander liegende, sekundäre, ringförmige Kambien auftreten, ist hier zu erwähnen. Bei den Achsen der *Calycantheen* finden sich ähnliche sekundäre Kambien in der Außenrinde. c) Es werden von vornherein mehrere ringförmige Kambien erzeugt. Als Beispiel für diesen Fall können die Achsen mancher rankenden *Sapindaceen* dienen. d) Es finden sich die Erscheinungen der Kategorie a) mit den Anomalien der Kategorie b) vereinigt (*Phytocere*-Arten).

## 3. Monographien wichtiger Achsendrogen.

## A) Monokotyledonenrhizome.

a) **Rhizoma Graminis.**

Queckenwurzel.

## Litteratur.

*Botanik:* W. Rothert, Vergleichend anatomische Untersuchungen über die Differenzen im primären Bau der Stengel u. Rhizome krautiger Phanerogamen u. s. w.; Preisschrift, 8°, 130 p., Dorpat 1885. — Holfert, Arch. der Pharm. 1889, 505.

*Chemie:* Pfaff, 1821; Stenhouse, Jahresb. 1844, S. 26; Völcker, Jahresb. 1846, S. 31 (Mannit). — Ludwig und Müller, Archiv d. Pharmac. 1872, S. 132. — Müller, Journ. f. prakt. Chemie 1873, S. 832 (Triticin). — Weyher und Reide-meister, Beitrag zur Kenntnis des Levulins, Triticins und Sinistrins, Dissertation, Dorpat 1880. — Arthur Meyer, Referat über Wallach „Zur Kenntnis der Kohlehydrate“, Naturforscher 1886. — Fick, Pharmaz. Ztg. für Rufsland, 1887, No. 6–11 (Inosit).

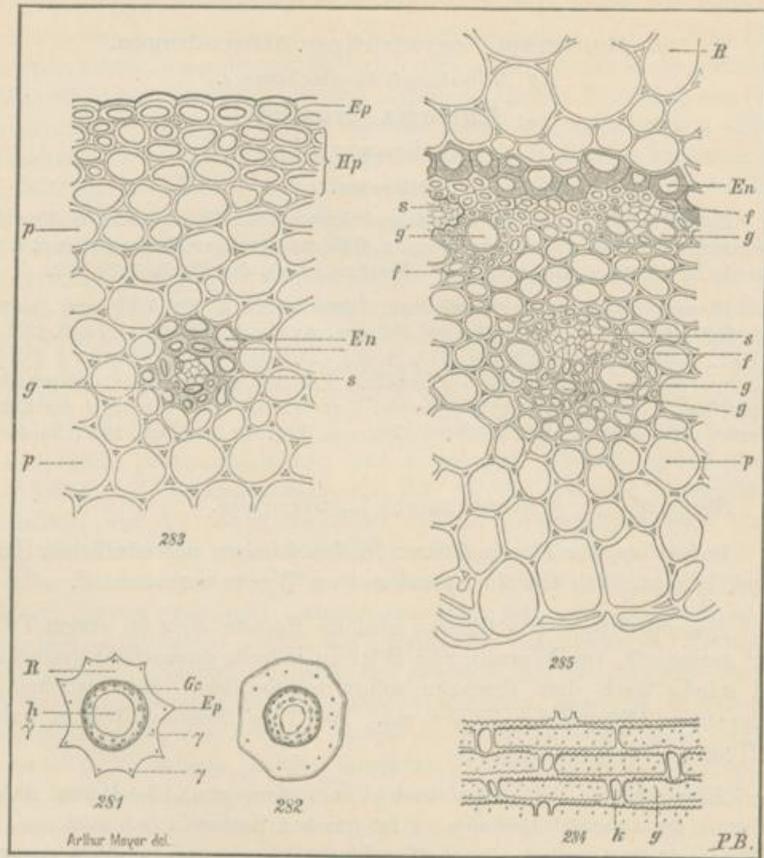
*Stammpflanze:* *Triticum repens* L., Gramineae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* In den Ländern der nördlichen Halbkugel, hauptsächlich auf Kulturland und an Wegen vorkommend.

*Einsammlung:* Das Rhizom wird im Herbst oder im ersten Frühjahr gesammelt, von Wurzeln und Blättern befreit, gewaschen, getrocknet und häufig nach dem Trocknen sofort zerschnitten. Man sammelt es meist beim Pflügen der Felder ein. 100 Teile frisches Rhizom geben 40 Teile lufttrockne Ware.

*Morphologie:* Die Droge besteht aus dem etwa 3–4 mm dicken Rhizome des Grases. Dasselbe ist im frischen Zustande fast stielrund, im trocknen dagegen mit 6–9 scharfen Längsrippen versehen oder unregelmäßig längsrunzelig. Die Internodien des Rhizomes sind etwa 5 cm lang und tragen 2zeilig alternierende häutige Niederblätter, in deren Achseln Knöspchen sitzen, welche teilweise zu Rhizomzweigen auswachsen. Unterhalb der Insertionsfläche der Niederblätter treten 4–8 mehr oder weniger verzweigte, sehr dünne Wurzeln hervor. Das Rhizom erreicht oft sehr erhebliche Länge und verzweigt sich wiederholt und reichlich.

Tritt das Ende eines Rhizomsweiges über die Erde, so wächst es zu einer an den Blattinsertionsflächen knotig verdickten, hohlen Achse, einem Halme, der charakteristischen oberirdischen Achsenform der Gräser, aus. Die dicht unter dem Boden befindlichen Internodien desselben bleiben kurz und erzeugen in den Achseln ihrer Blätter dünnere oberirdische Zweige von den Eigenschaften des oberen Teiles der relativen Hauptachse. Die geschnittene Ware besteht fast nur aus der unterirdischen Achse. Niederblätter und Wurzeln fallen beim Schneiden ab und werden abgeseiht. Nur einige Stückchen der Halme findet man hie und da beigemischt.



### Erklärung der Tafel.

Fig. 281. Querschnittsfläche von Rhizoma Graminis.

R Rinde. Gc Leitbündelcylinder. h Hohlraum. Ep Epidermis.  $\gamma$  und  $\gamma''$  Leitbündel.

Fig. 282. Querschnitt der in Wasser gequollenen Droge.

Fig. 283. Querschnitt durch die Rinde der Droge.

Ep Epidermis. Hp Hypodermis. p Parenchym. En Endodermis eines Leitbündels der Rinde. f Sklerenchymfasern. g Gefäß. s Siebröhrenstrang.  
330fach vergr.

Fig. 284. Epidermis des Rhizomes.

g lange, k kurze Epidermiszellen.  
330fach vergr.

Fig. 285. Querschnitt des Leitbündelcylinders der Droge.

R Rindenparenchym. En Cylinderscheide. f Sklerenchymfasern. s Siebröhrenstränge.  
g und g' Gefäße. p Parenchym.  
330fach vergr.

*Anatomie.*

*Lupe:* Das Rhizom besitzt eine gelbe glänzende Oberfläche. Durchschneidet man ein Internodium, so erkennt man, daß es hohl ist. Um die Höhlung sieht man auf der Querschnittfläche des trocknen Rhizomes (Fig. 281), einen helleren, dichteren Ring (*Gc*), den Leitbündelcylinder. Bei sehr genauem Hinsehen erkennt man in demselben feine, hellere Punkte, die Leitbündel. Die Rinde (*R*) erscheint ein wenig dunkler. In ihr liegen die nur bei sehr starker Lupenvergrößerung als äußerst feine Punkte erkennbaren kleinen Leitbündel (*γ*), von denen fast immer in jeder vortretenden Kante eins liegt, während nur wenige in dem übrigen Teile der Rinde zerstreut sind.

*Mikroskop:* Am Querschnitte des Rhizoms erkennt man bei durchfallendem Licht die eben besprochenen Verhältnisse ungemein leicht und bei relativ schwacher Vergrößerung. Das Rhizom ist bedeckt von einer Epidermis (*Ep*, Fig. 281 u. 283), welche aus zweierlei Zellen zusammengesetzt ist. Lange Zellen mit dicken gewellten Wandungen (*g*, Fig. 284) wechseln mit kleinen (*k*), welche dünne Wandungen besitzen, ab. Die kleinen wachsen nur höchst selten zu einem Haare aus. Unter der Epidermis liegt eine Schicht länger gestreckter, meist mit schiefen Querwänden aneinanderstossender Zellen (*Hp*, Fig. 283), deren Wände ähnliche Eigenschaften zu haben scheinen wie die Zellen der bald zu erwähnenden Cylinderscheide. Hierauf folgt das Parenchym der Rinde (*p*, Fig. 283 u. *R*, Fig. 285). Diese Parenchymzellen sind in der Richtung der Längsachse des Rhizoms stark gestreckt und durch gerade und horizontal stehende Querwände getrennt. Im Rindenparenchym verlaufen eine Reihe kleinerer und größerer Gefäßbündel (z. B. *γ*, Fig. 281), welche von einer Endodermis (En, Fig. 283) umgeben, von sehr langen Sklerenchymfasern begleitet sind und meist aus einem Siebröhrenstrange allein oder Siebröhren mit einigen sehr kleinen Tracheen (*g* und *s*, Fig. 283), selten aus größeren Tracheen und Siebröhrenbündeln bestehen. Der Leitbündelcylinder (*Gc*, Fig. 281) ist umschlossen von einer aus Endodermiszellen bestehenden Cylinderscheide, deren Elemente nach innen zu stark verdickte, feingepöfelte und geschichtete Wände besitzen (Fig. 285, *En*). Die Endodermiszellen scheinen in typischer Weise verkorkt zu sein, doch habe ich darüber keine genaue Untersuchung angestellt. Es bleibt bei Behandlung der Schmitte mit Schwefelsäure eine Lamelle von den Endodermiszellen zurück, welche sich etwas anders verhält als die Mittellamelle der sklerotischen Fasern, welche auf die Endodermis folgen; auch diese Mittellamelle bleibt übrigens in Schwefelsäure ungelöst.

An die Cylinderscheide schließt sich eine Lage von dicht aneinander stossenden, von einer Hülle von Sklerenchymfasern umgebenen und durch solche zu einem festen Ringe verbundenen Gefäßbündeln an, deren Gefäße in der Fig. 285 mit *g'* bezeichnet sind. In dem dem Rindenparenchym gleichenden Parenchym des Leitbündelcylinders (Fig. 285, *p*) liegen ferner

noch 10—14 isolierte Leitbündel ( $\gamma''$  Fig. 281), von denen eins in Fig. 285 abgebildet ist. Das eine Gefäß desselben ist mit  $g$  bezeichnet,  $s$  ist der Siebröhrenstrang. Das Bündel ist von einer Hülle langer Sklerenchymfasern ( $f$ ) umgeben. Die größeren Gefäße sind mit spaltenförmigen Tüpfeln versehen, die kleineren sind Ring- oder Spiralgefäße. Die Höhlung im Innern des Rhizomes ( $h$ , Fig. 281) ist durch Zerreißen des ursprünglich im jungen Rhizome vorhandenen Parenchyms der Mitte des Leitbündelcylinders entstanden. Reste der Parenchymmasse findet man meist noch im Innern der Röhre.

Das Parenchym der Droge führt weder Stärke noch Öl.

*Chemie:* Enthält als Reservestoff ein Kohlehydrat, das Triticin, welches die Polarisationssebene links dreht und durch Alkohol leicht aus wässriger Lösung fällbar ist. Vermutlich ist das Triticin identisch mit dem Sinistrin der Meerzwiebel. Aus lebenden, im Oktober gesammelten Rhizomen erhielt Herr Keller in meinem Laboratorium 5 % Triticin. Das Triticin schmeckt nicht süß, und rührt der süße Geschmack von kleineren oder größeren Mengen Zucker her, welche, vorzüglich im Frühjahr im lebenden Rhizome und bei längerem Liegen der Droge aus dem Triticin entstehen.

In der im Winter gesammelten Droge fand Herr Geissler in meinem Laboratorium etwa 0,6 % links drehenden Zucker, dessen spezifische Drehung ( $\alpha_D$ ) sich nach dem unreinen Material etwa auf  $-72$  berechnete, welcher also wahrscheinlich Lävulose ist. Das aus dem rohen Zuckersirup dargestellte Glukosazon hatte den Schmelzpunkt  $200^\circ$  bis  $201^\circ$  corr.

Mannit, welcher im Extrakte gefunden wurde, kommt wahrscheinlich im frischen und gut getrockneten Rhizom nicht vor. Inosit ist nachgewiesen im Rhizome.

*Geschichte:* Es ist wahrscheinlich, daß schon im Mittelalter die Queckenrhizome als Radix Graminis in den deutschen Apotheken geführt wurden.

#### b) **Rhizoma Veratri.**

Weifse Nieswurzel.

(Zu vermeiden ist die Bezeichnung Radix Hellebori albi.)

#### Litteratur.

*Botanik:* Arthur Meyer, Über Veratrum album L. und Veratrum nigrum L., Archiv der Pharmacie 220. Bd. 2. Heft 1882. — Arthur Meyer, Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1884, S. 375. — Schrenk, Americ. Druggist (New Remedies) 1887, p. 2.

*Chemie:* Pelletier et Caventon, Ann. Chim. Phys. (2) 14. 69 (1819). — Simon, Repert. Pharm. 65, 195; Archiv der Pharmac. (2) 29. 186. — Mitchell, Proceed. of the amer. pharm. assoc. 1874, p. 397. — Tobien, Dissertation, Dorpat 1877. — Will, Ann. Chem. Pharm. 35, 116. — Wright and Luff, Pharm. Journ. Transact. 8, 1012 (1879). — Weppen, Dissertation, Göttingen 1872. — E. Schmidt, Arch. der Pharm. 1886, 513. — Salzberger, Arch. der Pharm. 1890, S. 462.

*Stammpflanze:* Veratrum album L., Liliaceae-Melanthieae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Veratrum album kommt in den meisten Ländern Europas und Nordasiens vor. Sie bewohnt in den südlicheren Ländern die Gebirge (in den Alpen wächst sie etwa in einer



Fig. 286.

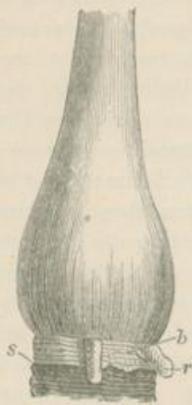


Fig. 287.

Fig. 286. Sympodiales Rhizomstück mit dem basalen Teile der oberirdischen Achsenregion *St*, deren Fortsetzung Laubblätter und einen Blütenstand trug und mit einer Seitenknospe des Achsenstückes *O—St*, der Knospe *K*. Die relative Hauptachse des ganzen Achsensystemstückes reicht von dem unteren Ende desselben bis *N*; *N* ist die Narbe der oberirdischen Region dieser relativen Hauptachse, *St* ist dann der obere Teil des Zweiges I. Ordnung; *K* die Anlage eines Zweiges 2. Ordnung.

Die Zeichnung ist nach frischem Materiale hergestellt; alle Blattbasen der ausgewachsenen Blätter sind entfernt; die kleinen Kreise sind die Narben der Wurzeln.

Fig. 287. Endstück eines im Herbst gesammelten, lebenden, blühreifen Rhizoms.

Die vorjährigen Blattbasen, sowie die Reste der diesjährigen Scheidenblätter sind abgerissen, die Basen der diesjährigen oben abgeschnittenen Blätter bilden die gezeichnete Zwiebel. *b* Narben der Basen der vorjährigen Blätter. *s* Stelle, an welcher die Scheidenblätter der vorjährigen Endknospe standen. *r* Wurzeln.

Höhe von 1000 m), in nördlicheren steigt sie auch in die Niederungen hinab.

*Einsammlung:* Die Droge wird im Herbst von wildwachsenden Pflanzen gesammelt. Von den ausgegrabenen Pflanzen schneiden die Sammler die mit langen, scheidenförmigen Basen versehenen Blätter und

die unter Umständen von letzteren umschlossenen oberirdischen Achsen bis auf einen größeren oder kleineren Rest, meist dicht oberhalb des oberen Endes des Rhizomes, weg und entfernen auch die Wurzeln des Rhizomes mehr oder weniger vollständig, so daß die Droge mit Wurzelresten (cum fibrillis) oder ohne solche (sine fibrillis) in den Handel gebracht wird. Die Pharmakopöe verlangt die Ware mit längeren Wurzelresten. Meist schneiden die Sammler auch die frischen Rhizome der Länge nach in zwei Hälften und trocknen dieselben erst dann.

*Morphologie:* Die Droge besteht aus der außen fast schwarzen unterirdischen Achse der Pflanze, auf deren Gipfel die Reste der scheidenförmigen, rings geschlossenen Blattbasen und der von letzteren dicht eingeschlossenen Endknospe oder eingeschlossenen Reste der oberirdischen Laubblätter und Blüten tragenden Achsenregion (*St*, Fig. 286) und der daneben sitzenden Seitenknospen (*k*, Fig. 286) stehen. Die unterirdische Achse trägt mehr oder weniger lange Reste von Nebenwurzeln. Zur leichteren Beobachtung der morphologischen Eigentümlichkeiten des Rhizoms ist es nötig, die Droge in Wasser einzuweichen und etwas abzubürsten. Betrachtet man so präparierte Rhizome genau, am besten nachdem man die Wurzeln entfernt hat, so findet man an ersteren vertiefte Ringzonen von etwa 2–3 mm Höhe (Fig. 286, *O*), von welchen jede eine Jahresproduktion des Rhizomes vorstellt. Die Ringzonen lassen bei Lupenbetrachtung je 10 feine, rings um die Achse laufende erhabene Linien erkennen und neben diesen feine, erhabene, punktförmige Nörbchen. Diese Linien (Fig. 287, *b*) sind die Narben der Blattbasen, die Pünktchen die Gefäßbündelreste der Blätter. Die Rhizomstücke, welche man in der Droge findet, sind gewöhnlich nicht länger als 5 cm, dennoch sind ihre ältesten Ringzonen meist im Alter von 12 bis 16 Jahren. Wenn das untere Ende der Rhizomstücke nicht abgeschnitten ist, also seine natürliche Beschaffenheit zeigt, so erscheint dasselbe etwas zugespitzt und oft außen mehr oder weniger verwittert, so daß die Gefäßbündel des Rhizominnern als Fasern zu Tage treten (Fig. 289). Die geringe und gleichmäßige Länge der unverletzten Rhizomstücke rührt davon her, daß in jedem Jahre am hinteren Ende des Rhizomes in regelmäßiger Weise ein Stück des Gewebes abstirbt.

Im einfachsten Falle findet man an der Spitze der in der angegebenen Weise gebauten Achsenstücke Reste der oben quer abgeschnittenen Blattbasen und der von letzteren eingeschlossenen Blätter. Die auf der Spitze des Rhizomes stehenden Gebilde würden dann (wie man sich allerdings nur gut an frischem oder relativ wenig abgeschnittenem und gut aufgeweichtem Materiale überzeugen kann, da gewöhnlich die Endknospen bis in die Höhe von *ds*, Fig. 288 abgeschnitten sind), die folgenden sein. Zu äußerst die schwarzen Reste (oft nur Gefäßbündel) der vorjährigen Blattbasen (*v*, Fig. 288), dann die helleren oben abgeschnittenen Basen von etwa 9 Laubblättern (Fig. 288, *d*), welche in dem Jahre entfaltet

waren, in welchem die Droge gesammelt wurde, ferner von den Blattbasen umschlossen die für das nächste Jahr bestimmte Knospe (*n*), welche gewöhnlich aus 3 Scheidenblättern und 9 Laubblattanlagen besteht. Drogenstücke, welche eine Endknospe besitzen, wie wir sie jetzt beschrieben haben, und dabei am Rhizome keine weitere auffallende Bestandteile erkennen lassen, stammen meist von Pflanzen, welche vom Samen an nicht älter als 30 Jahre sind. So lange (20 bis 30 Jahre) braucht nämlich die aus Samen entstehende Pflanze, bis sie es zum Blühen bringt, und erst dann ändert sich das Aussehen des Rhizomes, eventuell der Endknospe. Zum Verständnis der in der Droge anzutreffenden, komplizierter gebauten, Reste von oberirdischen Stengeln, Stengelnarben oder Seitenknospen tragenden Rhizomstücken, welche von solchen älteren Pflanzen stammen, sei noch folgendes angeführt.

Hat sich die Endknospe einer Pflanze, welche der Knospe *n* entspricht, zu einer Blütenstandknospe umgebildet, ihre Achse gestreckt und bis zum Herbste völlig entwickelt, so findet man an einer solchen abge-



Fig. 288.

Längsschnitt durch die Blattgebilde am Ende des Rhizoms.

Nach lebendem Materiale.

- e Reste der vorjährigen Blätter.
- ds Reste der diesjährigen Scheidenblätter. d Blattbasen der in diesem Jahre entfalteten Laubblätter.
- n Knospe für das nächste Jahr.
- k Knospchenanlage für das übernächste Jahr.

blühten lebenden Pflanze folgendes. Dicht an der Basis der oberirdischen Achse (Fig. 286, *St*), welche den Blütenstand trug, direkt umhüllt von der scheidenförmigen Basis des innersten grundständigen Laubblattes und umgeben von den Scheiden der übrigen Laubblätter, soweit sie im Herbste noch nicht verwittert sind, findet man eine (selten zwei) Knospe (*k*), welche im wesentlichen gebaut ist wie die Endknospe der noch nicht blühreifen Pflanze (Fig. 288, *n*). Diese Knospe giebt zuerst einem neuen Stücke Rhizom seine Entstehung. Gewöhnlich erzeugt sie 5, nicht selten 10 Jahre lang nur Laubblätter, dann wächst sie erst wiederum zu einem Blüten tragenden oberirdischen Stamme aus, und dann bildet sich auch wiederum eine Knospe in der Achsel eines ihrer grundständigen Laubblätter. In dem zuletzt erwähnten Zustande (im Herbst) würde dann das Rhizomstück genau der

Fig. 286 gleichen, in welcher *N* die Narbe der vor 6 Jahren abgestorbenen oberirdischen Achse, *St* die diesjährige oberirdische Achse und *k* die neue Seitenknospe bedeuten. In einem solchen Stücke liegt uns dann ein Monochasium 2. Ordnung vor, in dem der unter *N* liegende Teil das älteste Glied, der oberhalb *N* liegende Teil der Zweig relativ 1. Ordnung ist und die Achse der Knospe *k* den Zweig 2. Ordnung liefern würde. Die Zweige verbinden sich dann sympodial. Bilden sich, was, wie gesagt, seltener geschieht, 2 Seitenknospen neben der Basis des absterbenden ober-

irdischen Stammes aus, so giebt natürlich später jede einem Rhizomzweige die Entstehung, und man findet dann nach einigen Jahren einen sogen. zweiköpfigen Wurzelstock, welcher wissenschaftlich ein unechtes Rhizomdichasium zu nennen ist, da die Blätter nach  $\frac{1}{3}$  geordnet sind.

Rhizomstücke, welche von solchen älteren Pflanzen stammen, lassen sich nach dem Gesagten leicht in der Droge auffinden und ihrem morphologischen Werte nach erkennen.

#### Anatomie.

*Lupe:* Die im allgemeinen weißliche oder gelbliche Querschnittsfläche der Droge (Fig. 290) zeigt uns zu äußerst eine dünne, schwarze Schicht, die Metadermis, darunter die bis zur zarten, bräunlichen Cylinderseide reichende, etwa 2—3 mm dicke Rinde. Diese Rinde wird von mehr oder weniger in ihrer Längsrichtung (Fig. 290, *g*) oder auch quer getroffenen Leitbündeln durchzogen. Ferner findet man auch, wenn man gerade durch die Mitte einer vertieften Ringzone den Schnitt führte, bis zur Endodermis vordringende, breite Spuren der Wurzeln (*w*, Fig. 290). Der von der Endodermis umhüllte Gefäßcylinder zeigt uns an der Peripherie kleine, ziemlich dicht stehende, mehr oder weniger gelblich gefärbte Punkte, Leitbündelquerschnitte. In der Mitte des Leitbündelcylinders findet man dagegen nur einige längsdurchschnittene Leitbündel (*h*, Fig. 290).



Fig. 289. Fig. 290.

Fig. 289. Schnittfläche eines der Länge nach durchschnittenen (halbierten) Rhizomes.

r Wurzel. g Gefäßbündel. e Endodermis.

Fig. 290. Querschnitt durch ein der Länge nach halbiertes Rhizom.

w Wurzelspur. g Gefäßbündel.  
h längsdurchschnittenes Gefäßbündel.

Bündel in größerer Anzahl. Mehr nach der Mitte zu findet man gewöhnlich zwei Vertikalreihen punktförmiger Leitbündelquerschnitte, wie sie Fig. 289 zeigt.

Für das Verständnis des Baues der Rinde ist auch die Betrachtung eines Tangentialschnittes des Rhizoms sehr belehrend. Man findet auf demselben (Fig. 291), wenn er flach durch die Rinde geführt wurde, zahl-

reiche kleine Punkte, die Leitbündelquerschnitte (*g*), und einzelne größere Kreise, die Querschnitte der Wurzelbasen (*r*).

Die Erklärung für die beschriebenen Bilder ist die folgende. Die Weite der Blattspur eines jeden Laub- oder Scheidenblattes beträgt  $\frac{1}{4}$  des Stengelumfangs. Die Blattspur besteht aus



Fig. 291.

Tangentiale Schnittfläche eines Rhizomstückes.

*r* Wurzelspuren. *g* Leitbündel.

20—22 gleichmäßig über den Stengelumfang verteilten Bündeln, und diese sind es, welche die Rinde durchziehen und nachdem sie bis zu den innersten, stärksten Bündeln vorgedrungen sind, mit diesen vereintläufig werden. Die vereinten Stränge biegen dann wieder nach der Peripherie zu aus, werden aber durch eine so reichliche Anzahl von Anastomosen miteinander verbunden, daß man den weiteren Verlauf eines einzelnen Bündels nicht mehr mit Bestimmtheit nachweisen kann. Die 2 Vertikalreihen von Bündelquerschnitten in der Mitte der Längsschnittfläche rühren von starken Anastomosen her, welche horizontal durch das Rhizom verlaufen und die gegenüberliegenden innersten Partien des Bündelnetzes miteinander verbinden.

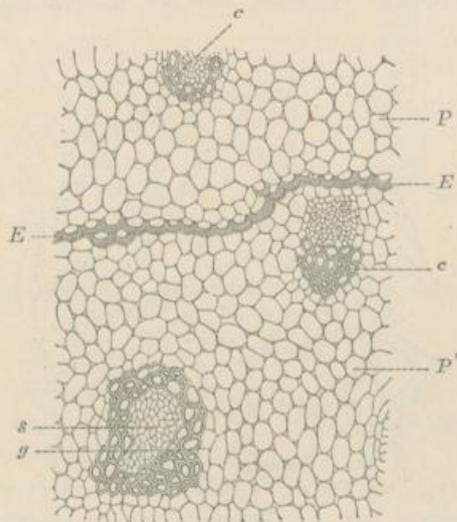


Fig. 292.

Ein Stückchen des Rhizomquerschnittes aus der Umgebung der Cylinderscheide.

*E* Cylinderscheide. *P* Rindenparenchym. *P'* Leitbündelcylinder-Parenchym. *c* kollaterale Leitbündel. *g* konzentrische Leitbündel. *s* Siebröhrenstrang des konzentrischen Leitbündels.

65fach vergr.

**Mikroskop:** Die schwarze Metadermis, welche das Rhizom umhüllt, ist aus den äußeren Lagen des Rindenparenchyms entstanden, indem die Wände der Parenchymzellen sich bräunten und so veränderten, daß sie

in Schwefelsäure unlöslich wurden. Verkorkt sind diese Zellen nicht. Ein eine normale Korkschicht erzeugendes Korkmeristem wird nicht gebildet. Das Rindenparenchym (*P*, Fig. 292) besteht aus grob getüpfelten

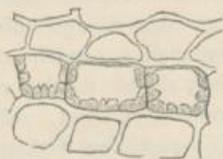


Fig. 293.

Querschnitt durch die  
Cylinderscheide des Rhizoms  
und zwei angrenzende Paren-  
chymzellschichten.  
280fach vergr.

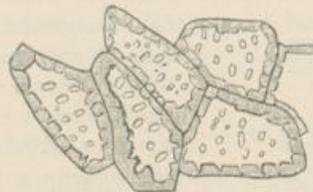


Fig. 294.

Die Cylinderscheide des Rhizoms von  
der Fläche gesehen.  
280fach vergr.

Zellen. Eingestreut finden sich in radialer Richtung gestreckte Oxalat-  
zellen, welche Bündel von nadelförmigen Oxalatkristallen führen. Die  
Zellen der Cylinderscheide sind Endodermzellen (Fig. 292 *E*) und besitzen,  
bei typischem Baue eine verholzte, auf der inneren Tangentialwand am

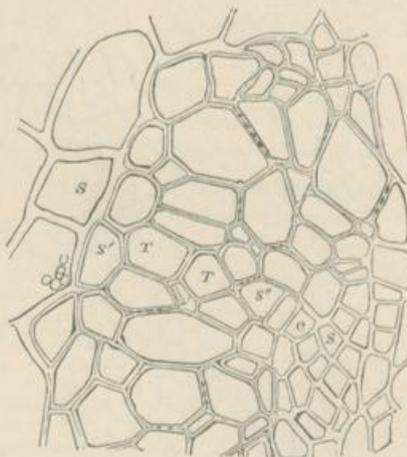


Fig. 295.

Teil des Querschnittes eines konzentrischen Bündels des Rhizoms.  
*S* Parenchymzellen des Leitbündelcylinders. *S''* und *S'''* gestreckte, schwach verholzte Zellen.  
*T* Gefäße. *c* Kambiformzellen. *S* Siebröhren.  
380fach vergr.

stärksten verdickte, grob getüpfelte Innenschicht. Ihre Form (Fig. 293 u.  
294) ist unregelmäßig. Das Parenchym des Gefäßcylinders gleicht dem  
der Rinde, doch finden sich in ihm viel weniger Oxalatzellen. Die Gefäß-  
bündel sind, soweit sie in der Rinde verlaufen und ehe sie sich im Gefäß-

cylinder an das Anastomosennetz des Gefäßeylinders ansetzen, kollateral (*c*). Die vereintläufigen Gefäßbündel des letzteren sind konzentrisch, (Fig. 292, *g*) mit dem Siebröhrenstrange (*s*) in der Mitte.

Die konzentrischen Bündel werden von keiner charakteristischen Scheide umschlossen. Die Glieder der ziemlich stark verholzten Tracheen (Fig. 295, *T*), welche auf dem Längsschnitte durch die Leitbündel den Eindruck machen, als seien sie sehr kurz, sind in der That meist 1 mm lang, und nur die Biegung und Drehung derselben bringt diese Täuschung hervor. Die Wände der Tracheen zeigen mehr oder weniger schräg gestellte, spaltenförmige, kaum behofte Tüpfeln; ihre Zwischenwände sind schräg gestellt, und leiterförmig durchbrochen. Die Tracheen sind auf

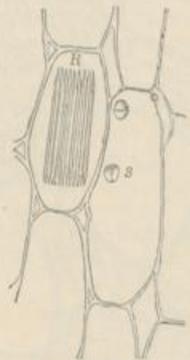


Fig. 296.

Fig. 296. Tangentialschnitt durch das Parenchym der Wurzelrinde.

*R* Bündel von Oxalatkristallen. *S* Stärkekörner.

200fach vergr.

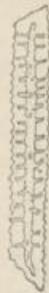


Fig. 297.

Fig. 297. Isolierte Zelle aus der Endodermis der Wurzeln, die Außenwand dem Beschauer zugehend.

700fach vergr.

der Außen- und Innenseite des Bündels von schwach verholzten, gestreckten Zellen begleitet (*S'* und *S''*). Die Kambiformzellen (*c*) und Siebröhren (*S*) zeigen nichts Besonderes.

Die Nebenwurzel des Rhizomes besitzt den typischen Bau der Wurzeln monokotyledoner Gewächse. Unter der Epidermis liegt eine dünnwandige Hypodermis aus Endodermzellen, dann folgt ein stärkehaltiges, ziemlich mächtiges Rindenparenchym, in welchem einzelne Oxalatzellen (*R*, Fig. 296) vorkommen, und welches meist in der Peripherie von Luftlücken durchsetzt wird. Auf das Rindenparenchym folgt die Endodermis (*E*, Fig. 298 und Fig. 297), welche das radiale Gefäßbündel umschließt, dessen Centrum von sklerotischen Faserzellen (*f*, Fig. 298) eingenommen wird.

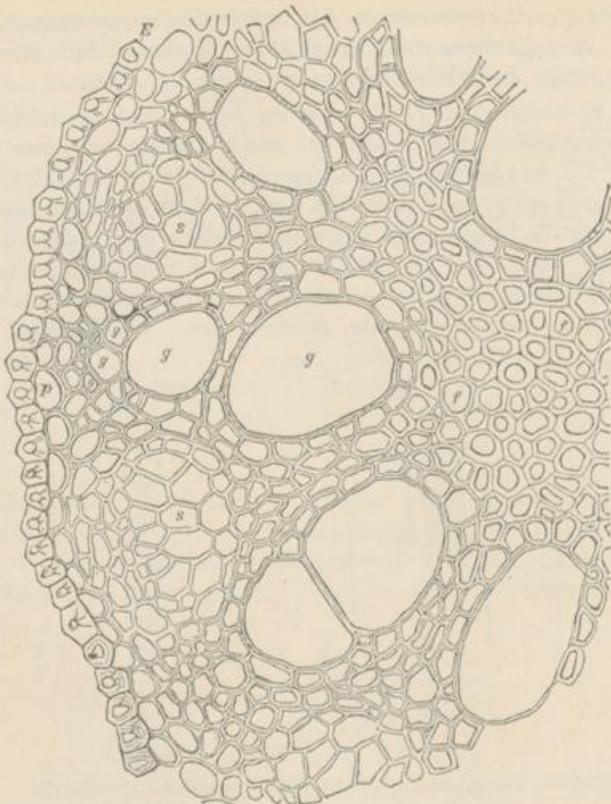


Fig. 298.  
Teil des Querschnitts durch das radiale Gefäßbündel und die Endodermis der Wurzel.  
180fach vergr.

*Chemie:* Aus dem Rhizom sind 5 Alkaloide dargestellt worden:

Jervin (0,1 %), relativ wenig giftig, krystallisierbar;

Salzbergers Protoveratrin (0,03 %), sehr giftig, krystallisierbar, niesenerregend (Tobiens Veratroidin, Wright und Luffs Veratralbin sind wahrscheinlich Zersetzungsprodukte des Protoveratrin);

Pseudojervin, krystallisierbar, ungiftig;

Rubijervin, krystallisierbar, ungiftig;

Salzbergers Protoveratridin, welches bitter schmeckt, scheint ein Zersetzungsprodukt des Protoveratrin zu sein.

Ferner wurden ein bitteres Glykosid, Veratramarin, und zwei Säuren, Jervasäure (0,05 %), identisch mit Chelidonsäure, und Veratrinsäure, daraus erhalten.

Die Nebenwurzeln scheinen, nach Salzberger, reicher an Protoveratrin zu sein als das Rhizom. Veratrin kommt nicht in der Droge vor.

*Geschichte:* Veratrum album wurde schon im Altertume gebraucht. Die Veratrum-Arten wurden mit den Helleborus-Arten zusammengeworfen und verwechselt; darauf ist der noch jetzt gebräuchliche Name Radix Hellebori albi für Rhizoma Veratri zurückzuführen.

### c) **Rhizoma Curcumae.**

Curcuma.

#### Litteratur.

*Botanik:* Arthur Meyer, Über die Rhizome der officinellen Zingiberaceen, Archiv der Pharmacie 218. Bd. 6. Heft, 1881.

*Kultur:* Buchanan, A journey from Madras through the countries of Mysore, Canara, Malabar etc., London 1807. II, 469. — Drury, The useful plants of India 1837, p. 168. — Roxburgh, Flora indica I. (1820) p. 32. — Rumpf, Herbarium Amboiniense, 1750, pars V.

*Chemie:* Suida und Daube, Journal f. prakt. Chemie 103, S. 474. — Daube, Journal f. prakt. Chemie N. F. II, S. 86 (1870). — Iwanof-Gajewsky, Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. III, 624. — Kachler, Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. III, 713. — C. L. Jackson, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 14, 485. — Jackson and Menke, Chem. News 46, p. 61. — Jackson and Menke, Amer. Chem. Journ. IV, 368 (1882). — Thompson, Pharm. Journ. and transact. 1886, 46, 3, Aug. — Schimmel & Co., Bericht, Leipzig 1887, Okt., p. 45.

*Stammpflanze:* Curcuma longa L., Zingiberaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Curcuma longa ist wahrscheinlich in Südasiën einheimisch, doch findet sie sich nirgends mehr in wildem Zustande.

*Kultur:* Die Droge wird vorzüglich in Vorderindien, Hinterindien und in China kultiviert. Ceylon und Java liefern relativ kleinere Mengen der Droge in den Handel. Auch in Afrika hat man mit der Kultur der Curcuma begonnen, und in Westindien baut man sie ebenfalls. Die Kultur der Droge ist eine sehr einfache. Man bewahrt einen Teil der geernteten Rhizome trocken auf, wie man ja bei uns auch die Saatkartoffeln während des Winters behandelt, und pflanzt wahrscheinlich einzelne fingerförmige Rhizomzweige (wie sie in der Droge als Curcuma longa vorliegen) oder auch runde Knollen, an denen man nur einzelne der schlanken Zweige gelassen hat, im April und Mai aus.

An der Malabarküste z. B. stellt man dann Beete von 3 m Länge, 1 m Breite und 1 m Höhe her, gräbt in dieselben in Entfernung von 2 dm Löcher und beschickt dieselben mit Dünger, den man selbstverständlich mit der Erde mischt. Man bringt die zur Aussaat bestimmten Rhizomstücke in diese gedüngten Stellen, bedeckt sie leicht mit der Erde und überschichtet sie mit einer Lage grüner Blätter, welche zur Düngung und zum Schutze gegen die übermäßige Feuchtigkeit dienen, welche die Regen der Monate Juni und Juli bringen. Wenn die Schöfs-

linge über die Erde treten, jätet man die Beete. Schon nach 2 Monaten sind die schönen, großen Blätter und Blüten entwickelt, aber erst im Dezember und Januar, wo die oberirdischen Teile abgestorben sind, erntet man die Droge. Die fingerförmigen Rhizomstücke werden dann von den knollenförmigen abgebrochen und beide entweder gesondert (die knollenförmigen als *Curcuma rotunda*, die schlanken Seitenzweige als *Curcuma longa*) oder auch miteinander vermengt in den Handel gebracht.

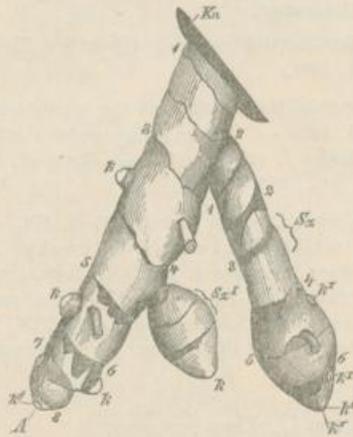


Fig. 299.

Fig. 299. Nach unten wachsender, fingerförmiger Zweig der runden Knollenachse (Fig. 301) mit Zweigen 2. Ordnung.

Nach der frischen Pflanze gezeichnet.

*Kn* Rest der runden Knollenachse. 1-8 Narben und Reste der 2zeilig alternierenden, in medianen Reihen stehenden Scheidenblätter. *S* und *S'* geförderte, in den Achseln der Scheidenblätter entstandene Zweige der Unterseite des fingerförmigen Zweiges der runden Knollenachse. † Geminderte Zweige 2. Ordnung. *KI* und *K'* Knöschen.



Fig. 300.

Fig. 300. Fingerförmiger Rhizomzweig, dessen Endknospe (*K*) sich streckt und aufwärts zu wachsen beginnt.

*r* Wurzeln.

Die Rhizome lassen sich im lebenden Zustande nur sehr schwierig trocknen und werden deshalb nach der Ernte erst längere Zeit (bis 1 Tag lang) in Wasser gekocht und dann erst auf Matten getrocknet.

Die beste und farbstoffreichste Droge liefert China (*Radix Curcumae Sinensis*), doch kommt diese Sorte selten in größeren Posten nach Europa. Häufig gelangt in den deutschen Handel die Droge aus Madras, welche recht gut ist, und bei welcher die Sortierung in runde und lange Sorte meist vorgenommen ist. Die bengalische Sorte steht der Madras-Curcuma nahe. Weniger geschätzt ist die javanische Curcuma. Die Ware kommt in Ballen, bisweilen auch in Binsenkörben in den Handel.

*Morphologie der Droge:* Legen wir unserer Betrachtung zuerst die fingerförmigen Zweige des Rhizomes, die *Curcuma longa*, zu Grunde, so

finden wir an der durch das Kochen etwas veränderten Droge die Narben der auch an frischen Rhizomen äußerst zarten, zweizeilig alternierenden Scheidenblätter (1 bis 8, Fig. 299) als etwas erhabene Ringzonen, welche das Rhizom umziehen.

Das eine Ende des Rhizomes (bei *Kn*, Fig. 299) zeigt eine breite, meist dunkelgraue Bruchnarbe. Dort saß das Rhizomstück der runden, knollenförmigen relativen Hauptachse an. Das entgegengesetzte spitze Ende des Stückes (*A*, Fig. 299) trägt das Endknöspchen (*kt*). Dasselbe ist kaum zu erkennen, da es auch an dem frischen Rhizome äußerst wenig auffallend ist und nur etwa 3 niedrige, zarte Scheidenblättchen aufweist. Nicht selten findet man kleine Seitenknöspchen (Fig. 299) an den Rhizomstücken und Narben von abgebrochenen größeren Seitenzweigen, selten Narben von Wurzeln. Meist tragen nämlich die schlanken Rhizomzweige, welche wir in der Droge vor uns haben, im lebenden Zustande auf ihrer morphologischen Unterseite stärkere Zweige (Fig. 299, *Sz*), die aus den in den Achseln der Scheidenblätter stehenden Knöspchen entstanden. Diese bricht man vor dem Brühen meist ab, während man die gleichwertigen, stets wenig entwickelten Knöspchen der Rhizomoberseite stehen läßt.

Die morphologische Bedeutung der runden Knollen verstehen wir nun ferner am besten, wenn wir die Entwicklungsgeschichte der letzteren betrachten. Würden wir einen solchen schlanken Rhizomzweig, wie er uns in der langen Droge vorliegt, im frischen Zustande mit der Endknospe (*k*, Fig. 299) nach unten in die Erde setzen, so würde die letztere bald austreiben und nach oben wachsen, indem sie ein schlankeres Rhizomstückchen bilden würde, welches sich nach oben biegen und so die Endknospe in senkrecht-aufrechte Stellung bringen würde.

Eine Anzahl der ersten Blattanlagen der Endknospe würde sich dann bald zu gut ausgebildeten Scheidenblättern (Fig. 300, *S*), höher stehende ferner zu Laubblättern entwickeln. Alle Internodien des Rhizoms, welche solche Laubblätter trügen und einige darunter stehende, welche stärkere Scheidenblätter entwickelt hätten, würden sich bald verdicken, so daß das Ende des schlanken, aufwärts gebogenen Rhizomstückes nun knollenförmig anschwellen würde. Zugleich würden sich in den Achseln der Laubblätter Knospen entwickeln, welche sich zu abwärts wachsenden Rhizomzweigen gestalten könnten. Im Herbste, wenn die Laubblätter abgestorben wären, also zur Erntezeit der Droge, würde dann ein solches knollig verdicktes Ende des fingerförmigen Rhizomzweiges wie Fig. 301 aussehen, wenn seine Zweige *k<sup>I</sup>* bis *k<sup>IV</sup>* nur ganz wenig entwickelt wären.

Meist sind aber diese Äste im Herbste stärker entwickelt und stellen dann die fingerförmigen Rhizomstücke dar, von denen wir ausgegangen sind. Die knollig verdickten Enden dieser schlanken Rhizomstücke sind also die runden Curcumaknollen, welche hie und da als *Curcuma rotunda* in den Handel kommen.

Die runde Droge ist fast kugelförmig oder kurz birnenförmig, besitzt einen Durchmesser von etwa 3 cm, trägt am Scheitel die Narbe der floralen Achsenregion und der Laubblätter oder nur die der Laubblätter (Fig. 301, *m*, *n*), weiter unten die Narben oder Reste der (wie die Laubblätter) zweizeilig alternierenden Scheidenblätter. Am unteren Ende findet sich die Narbe des abgebrochenen dünnen Rhizomstückes (Fig. 301, *A*), in den Achseln der Scheidenblätter stehen die zweizeilig angeordneten Narben der abgebrochenen Seitenzweige. Außerdem finden sich zahlreiche Narben der abgeschnittenen Wurzeln.

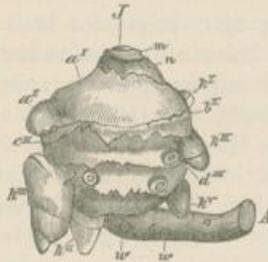


Fig. 301.

Knollig verdicktes Ende eines fingerförmigen Seitenzweiges, der Knolle *J* der Fig. 302 entsprechend. *k I* bis *k VI* Knospen in den Achseln der zweizeilig alternierenden Blätter. *m*, *n* Reste der abgestorbenen Laubblätter. *a I*, *b II*, *c III*, *d IIII*, *e V* Reste der Scheidenblätter.

Wir finden dann im Herbst, daß die Endknospe von einem (oder einigen) der ausgewachsenen schlanken Rhizomäste (*Z*, Fig. 302) der gepflanzten Knolle (*V*) sich aufwärts gekrümmt und knollig verdickt hat (*J*, Fig. 302). Die

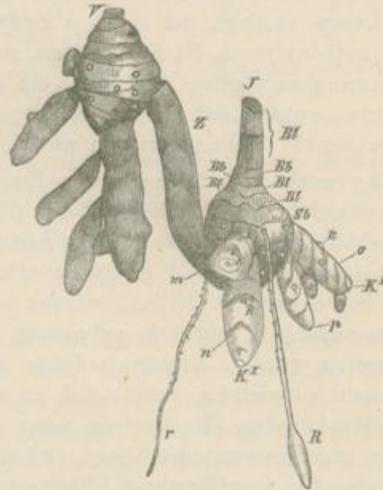


Fig. 302.

Im Dezember aus dem Boden genommene Pflanze der *Curcuma longa* L.

*V* absterbende, ausgesogene Knolle, welche im Frühjahr eingepflanzt worden war, deren Zweig 1. Ordnung *Z* allein seine Endknospe entwickelt hatte. Auch *Z*, also das untere Ende der Knolle *J*, ist im Absterben begriffen. *J* aus der Endknospe des Zweiges *Z* entstandene frische Knolle, welche in die Ruheperiode eintritt. *B I* Laubblattreste und Laubblattnarben. *S I* Scheidenblattnarbe. *m*, *n*, *o*, *p* sekundäre Seitenzweige der Knolle *V*, aus den Achseln der Scheidenblätter entspringend. *k I* Endknospen der Zweige, *k* Zweigknospen und Zweige 3. Ordnung. *r* unverdickte, *R* verdickte Wurzel der Knolle.  $\frac{1}{2}$  natürlicher Größe.

alte Knolle und ihre Äste (*V*) sind ausgesogen, dem Absterben nahe; die neue Knolle (*J*) ist frisch, trägt auf ihrem Gipfel die Laubblätter (*Bl*) (die hier teilweise abgeschnitten, teilweise entfernt sind) und zwei Reihen von frischen, schlankeren Seitenzweigen (*m*, *n*, *o*, *p*). Die frischen Seitenzweige liefern die Droge, von welcher wir ausgingen.

#### Anatomie.

*Lupe:* Mit bloßem Auge und der Lupe läßt sich an der Droge wenig Anatomisches erkennen. Bricht man ein schlankes Rhizomstück durch, so sieht man auf der Bruchfläche die graue Korkschiebt als zarte, das Rhizom umhüllende Schicht und als hellere, kreisförmige Linie, in der sonst gleichmäßig dunkelgelben Fläche, die Cylinderscheide. Das Gewebe erscheint deshalb so gleichmäßig gelb, weil durch das Kochen der gefärbte Inhalt der Sekretbehälter gelöst und die gequollenen Stärkemassen der Parenchymzellen von dem gelösten Farbstoffe (dem Curcumin) durchtränkt wurden.

*Mikroskop:* Die schlanken Rhizomzweige (*Curcuma longa*) besitzen eine dünne Korkschiebt (Fig. 303,  $\epsilon$ ), an welche sich die Rinde anschließt, in der eine größere Anzahl von Rindengefäßbündeln zerstreut

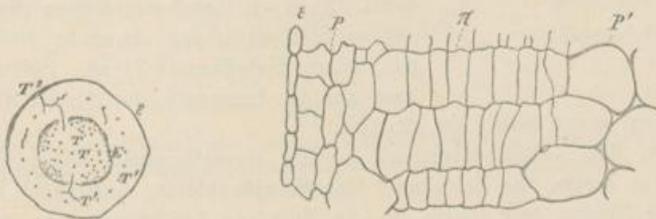


Fig. 303.

Fig. 303. Querscheibe des frischen Curcumarhizomes.  
Natürliche Größe.

Fig. 304.

Fig. 304. Querschnitt durch die Korkschiebt  $\pi$ , die durch dieselbe abgeschnürte Epidermis  $\epsilon$  und einige ebenfalls abgeschnürte Parenchymzellen *P*. *P'* Parenchym der Rinde.  
100fach vergr.

liegen (*T'*). Nach innen zu wird die Rinde begrenzt von der Cylinderscheide *E*, an welche sich eine größere Anzahl von Leitbündeln dicht anlegen. Zahlreiche Leitbündel (*T*) durchziehen den übrigen Teil des Leitbündelcylinders. Die Korkschiebt der Rhizomäste besteht aus etwa 5—10 Lagen typisch gebauter Korkzellen; Fig. 304,  $\pi$  stellt einen Querschnitt, Fig. 305 ein Stückchen Korkschiebt von außen gesehen dar. Das Parenchym der Rinde und des Leitbündelcylinders besteht aus dünnwandigen Zellen von isodiametrischer Gestalt, welche nur kleine Interzellularräume zwischen sich lassen. Die Zellen sind in der Droge mit Kleisterballen gefüllt, welche gelb gefärbt erscheinen. Zwischen den

Parenchymzellen eingestreut liegen Sekretbehälter (Fig. 306, *s*); sie unterscheiden sich in ihrer Form kaum von den Parenchymzellen, sind aber etwas größer, und ihre Membran ist verkorkt. Die Sekretbehälter ent-

halten in der Droge nur noch wenig Curcumin und ätherisches Öl, da das Sekret durch das Kochen teilweise herausgelöst wurde. Im frischen Rhizome sind die Sekretbehälter mit schön gelbem Sekrete erfüllt, die Parenchymzellen farblos und mit Stärkekörnern gefüllt, welche denen der Zitruswurzel etwa gleichen.

Die Cylinderscheide besteht aus dünnwandigen verkorkten Zellen, welche kleiner sind als die Parenchymzellen und in Fig. 307 mit *E* bezeichnet, in Fig. 308 von der Fläche gesehen dargestellt sind. Sie ist nicht ganz geschlossen, sondern zeigt vielmehr überall da, wo Leitbündel der Blätter in den Leitbündelcylinder eintreten, Lücken.

Die Leitbündel des Rhizoms sind kollateral. An 3–8 Netzfasertracheen (Fig. 307, *T*) schließt sich der schwache Siebstrang mit seinen Siebröhren (*S*) an. Selten trifft man auf der Innenseite der Bündel Sklerenchymfasern, meist fehlen sie gänzlich.

Was den Leitbündelverlauf in den fingerförmigen Rhizomstücken betrifft, so treten die Leitbündel der Scheidenblätter horizontal bis zur Mitte der Rinde; hier finden sie ein Netz von Leitbündeln vor, welches uns im Querschnitte als der Leitbündelring der Rinde entgegentrat (Fig. 303, *T'*) und folgenden Bau besitzt.

Ungefähr von der Zahl der durch die Leitbündel-Eintritte gebildeten senkrechten geraden Reihen laufen annähernd parallele Leitbündel die Rinde senkrecht hinab. Diese Bündel senden in der Nähe der Scheidenblattansatzstellen schräg verlaufende, die benachbarten Leitbündel verbindende Äste aus, so daß ein unregelmäßiges Netz mit schrägen Maschen entsteht. Fig. 309 stellt einen Teil eines solchen Leitbündelnetzes in natürlicher Größe dar. Diese Ansicht wurde in der Weise gewonnen, daß von einem Rhizomstücke von

der Länge *ac* (Fig. 309) und von einem der Fig. 310 gleichenden Querschnitte, die Rinde möglichst als zusammenhängender Hohlzylinder losgeschält, und dieser dann mit verdünnter Salzsäure digeriert wurde, bis er transparent erschien.

*B*

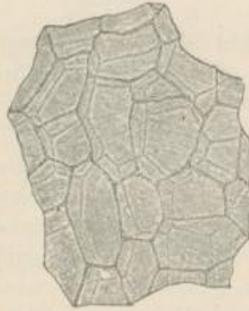


Fig. 305.

Flächenansicht eines Stückchens der Korkschicht.

100fach vergr.

(Nach Josef Möller.)



Fig. 306.

Stückchen des mit gelben Kleisterballen gefüllten Gewebes der Handelsware.  
*s* Sekretbehälter.

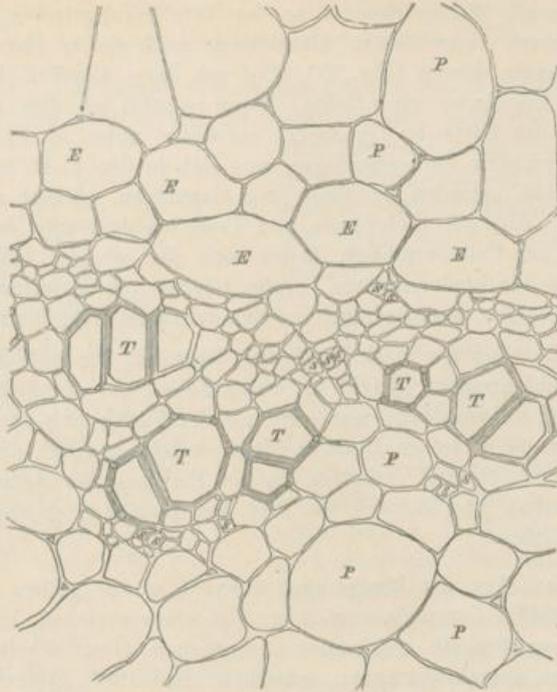


Fig. 307.

Querschnitt einer kleinen Partie des Rhizoms aus der Umgebung der Cylinderscheide.  
*E* Cylinderscheide. *P* Parenchym. *S* Siebröhren. *T* Gefäße der Leitbündel des Leitbündel-  
 cylinders.

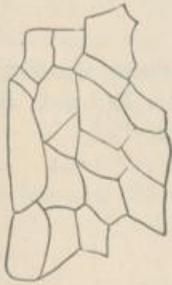


Fig. 308.

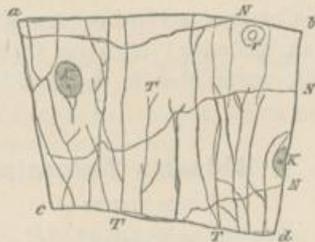


Fig. 309.

Fig. 308 Endodermzellen der Cylinderscheide von der Fläche gesehen.  
 100fach vergr.

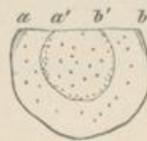


Fig. 310.

Fig. 309 und 310. Leitbündelnetz der Rinde aus der Rinde des in Fig. 310 im Querschnitte dar-  
 gestellten Rhizomstückchens erhalten (siehe Text).  
*N* Narben der Scheidenblätter. *K* Narben der Knospen. *r* Narben der Wurzeln. *T* Leitbündel

Ist nun ein Blattspurbündel an das Netz herangetreten, so verläßt es dasselbe nach einer kleinen Abweichung nach rechts oder links, nach oben oder unten wieder (Fig. 303, T<sup>2</sup>), um dann ziemlich horizontal in den Leitbündelcylinder einzutreten. Dann wendet es sich in typischer Weise nach der Mitte des Cylinders, um tiefer unten im Rhizom wieder nach der Peripherie hin auszubiegen und sich in den dicht innerhalb der Cylinderscheide liegenden Leitbündelring einzufügen. Dieser zeichnet sich dadurch aus, daß alle Siebröhren und Tracheen dort wirt durcheinander laufen. In der Cylinderscheide finden sich da, wo die Leitbündel der Blätter durch sie hindurchtreten, große Lücken; diese werden auch von den Elementen des peripherischen Leitbündelringes nicht überschritten.

Die Anatomie der stark verdickten Rhizome, der laubblatttragenden knolligen Achsenregion, gleicht im wesentlichen der Anatomie der eben beschriebenen Rhizomstücke, nur geht mit der Verdickung der Internodien eine Verkürzung derselben Hand in Hand, welche bewirkt, daß alle Leitbündel mehr horizontal verlaufen, in der Richtung der Achse dicht aufeinander rücken und dadurch das Bild des Querschnittes zu einem komplizierten machen.

*Chemie:* Aus der Droge sind etwa  $\frac{1}{3}$  % des gelben krystallisierbaren Farbstoffes Curcumin und 5 bis 8 % eines zwischen 130 und 250° siedenden, gewürzhaft riechenden ätherischen Öles erhalten worden, welches einen charakteristischen, zwischen 193—198° siedenden Bestandteil, das Turmerol (C<sup>19</sup>H<sup>28</sup>O) enthält.

Eine Lösung des Curcumins in Alkohol, also auch der weingeistige Auszug eines Curcuma enthaltenden Pulvers, färbt sich auf Zusatz von Alkalien rotbraun; ähnlich wirkt ein Zusatz von Borsäure. Fügt man zu einer mit Borsäure versetzten, in einem Schälchen ausgebreiteten kleinen Menge des alkoholischen Auszuges etwas Ammoniak, so färbt sich der Auszug vorübergehend blau.

*Geschichte:* Die Curcuma war schon den Alten bekannt. Im Mittelalter hat sie weder als Heilmittel noch als Gewürz oder Farbstoff eine wichtige Rolle gespielt, wurde aber in den Apotheken gehalten.

#### a) **Rhizoma Zedoariae.**

Zitwerwurzel.

##### Litteratur.

*Kultur:* Dymock, Pharm. Journ. X., 1880, 830. — Dymock, Materia medica, 1885, 772.

*Botanik:* Zacharias, Bot. Zeit. 1879, 180. — Arthur Meyer, Archiv der Pharmacie 1881, S. 419.

*Stammpflanze:* Curcuma Zedoaria Roscoe, Zingiberaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Die Heimat der Pflanze ist nicht bekannt. Man kennt nur in Vorderindien kultivierte Pflanzen.

*Kultur:* Die Droge wird in der Präsidentschaft Madras unter dem Namen Kachura gebaut, und die dicken Knollen, nicht die (der *Curcuma longa* entsprechenden) Zweige des Rhizoms werden halbiert, in Viertel gespalten oder in Scheiben geschnitten und ohne weitere Behandlung getrocknet.

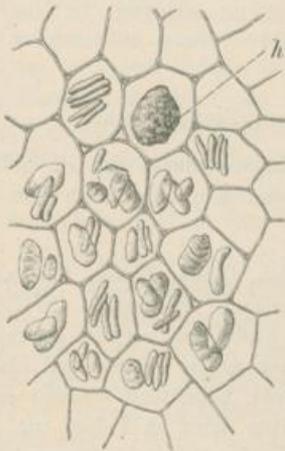


Fig. 311.

Parenchym der Zitwerwurzel mit Stärke-  
körnern.

h ein Sekretbehälter mit Inhaltsmasse.

110fach vergr.

*Morphologie:* Die Morphologie der Droge stimmt völlig mit der von *Curcuma* überein. Man hat dabei nur zu berücksichtigen, daß im Handel bei uns nur die runden Knollen vorkommen, welche also die entwickelten Laubblätter oder diese und den Blüten-schaft tragen. Die Knollen zeigen übrigens zahlreiche Wurzelnarben, welche von abgeschnittenen Nebenwurzeln her-rühren, die sich bei *Curcuma Zedoaria* an der Spitze meist knollenförmig ver-dicken (was bei *Curcuma longa* seltener zu geschehen scheint), aber nicht als Droge in den Handel kommen.

*Anatomie:* Die Anatomie der Droge gleicht völlig der des frischen *Curcumarhizoms*; ein Unterschied liegt nur in der chemischen Be-schaffenheit und dem Aussehen des Sekretes, welches fast farblos ist und kampherartig riecht. Ein Querschnitt durch das mit Stärke gefüllte Parenchym der Droge ist in Fig. 311 abgebildet. Manche Leitbündel führen Sklerenchymfasern, wie wir sie stets bei dem Ingwer finden.

*Chemie:* Wenig untersucht. Die Droge liefert 0,5 % ätherisches Öl.

*Geschichte:* Die Zitwerwurzel wurde schon im Mittelalter und zwar in höherem Maße als jetzt angewendet.

### e) *Rhizoma Zingiberis.*

Ingwer.

Litteratur.

*Kultur und Zubereitung:* Drury, The useful plants of India 1837, p. 168. — Buchanan, A journey from Madras etc. London 1807, II, p. 469. Americ. Druggist (New Remedies) 1884, Vol. 13, No. 2. — Morris, Pharmaz. Zeitung 1884, No. 53. — Watson, Pharmac. Journ. and Transact. 1886, p. 127. — Zeller, Subtropische

Nutzpflanz. im Sommer 1879 ins Freie gepflanzt im botan. Gart. zu Marburg, Regels Gartenflora 1881, S. 14. — Semler, Tropische Agrikultur, Wismar, 1887, II, 362.

*Botanik:* Arthur Meyer, Über die Rhiz. d. offic. Zingiberac., Arch. d. Pharm. 1881, 6. Heft. — Hanausek, Üb. eine neue Ingwersorte, Ztschr. d. österr. Apothekervereins 1883, 465.

*Chemie:* Thresh, Pharm. Journ. 1879 (X) 175, 191 und 1881 (XII) 198, 243, 721. — Jones, The Chemist and Druggist 1886, p. 413. — Ber. v. Schimmel & Co., Leipzig 1887, Okt., p. 45.

*Stammpflanze:* Zingiber officinale Roscoe, Zingiberaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Die Ingwerpflanze ist im wilden Zustande nicht bekannt; wahrscheinlich ist das tropische Asien ihre ursprüngliche Heimat.

*Kultur:* Man baut den Ingwer in Indien, China, Japan, Australien, Afrika, Westindien, Südamerika in verschiedenen Spielarten. In China scheint auch das Rhizom einer Alpiniaart an Stelle des Ingwers gebraucht zu werden (Watson). Nach einigen Beobachtungen scheint es, als ob die Kultursorten bezüglich des Geschmackes etc. bedeutend veredelt seien, gegenüber der wilden Stammform. Die Kultur wird in Indien zu derselben Zeit und ebenso ausgeführt, wie wir sie für das Curcumarhizom beschrieben haben. Als Saatgut verwendet man 3—5 cm lange, Knospen tragende Abschnitte des Rhizomes, die man während der Ruhezeit der Pflanzen an einem trockenen Orte, wie bei uns die Kartoffel aufbewahrt, und im April und Mai pflanzt. Man bearbeitet den Boden, als sollten Kartoffeln nach der Kammkulturmethode gepflanzt werden. Das Land wird mit dem Häufelpflug in Kämme von ungefähr 0,3 m Breite gelegt, also Kämme wie sie durch Häufelung eines Kartoffelfeldes entstehen. In diese Kämme werden dann Rhizomstückchen in Abständen von 10 bis 12 Zoll, 3 Zoll tief in die Kämme gesteckt. Wenn nicht andauernd feuchte Witterung zu erwarten ist, werden die Kämme mit Laub oder Stroh bedeckt, um den Boden feucht zu halten. Haben die Rhizome getrieben, so hält man den Boden dann nur vom Unkraut frei. Die Blütenachsen scheint man vor ihrer vollen Ausbildung hier und da zu entfernen, um die Rhizome zu kräftigen. Im Dezember und Januar, kurz nach dem Absterben und dem Abfallen der jüngsten oberirdischen Blätter oder Blätter und Blüten tragenden Achsen, wird das Rhizom geerntet. Die frischen, geernteten Rhizomstücke werden an den flachen Seiten durch Schaben mit einem Messer meist von der Korkschicht teilweise befreit, um das Trocknen zu erleichtern. Feine Sorten schabt man auch völlig, so daß alles Korkgewebe entfernt ist. Nach dem Schaben trocknet man die Rhizome an der Sonne. Die ganz geschabten trocknen Stücke taucht man dann später, hier und da auch in Chlorkalklösung, um sie zu bleichen und bestreut sie wohl auch mit Gips oder Kreide, um sie schön weiß zu machen. Die bedeckten Sorten scheinen mir nach dem Schaben absicht-

lich mit Erde oder Asche abgerieben zu sein, vielleicht, um das Faulen der Stücke zu verhüten. Die Erde kann man durch nasses Bürsten leicht entfernen, worauf die natürliche Farbe der Droge zum Vorschein kommt. Man unterscheidet danach im Handel bedeckten oder schwarzen (ganz ungeschabter Ingwer kommt im deutschen Handel nicht vor) und geschälten oder weißen Ingwer.

Geschälter Ingwer wird auf Jamaika und Bengalen, vorzüglich auch auf der Südspitze Indiens hergestellt und aus letzterer Gegend vorzüglich von Kotschin (Cochin) aus ausgeführt. Über die Schälung des Ingwers macht Semler noch folgende Angaben, welche sich auf die Erzeugung der völlig geschälten Ware bezieht, und bei welcher zu berücksichtigen ist, daß das Brühen des Ingwers nur ganz oberflächlich stattfinden kann, da die Stärke auch in den weißen Rhizomen nicht verquollen ist.

„In Westindien wird der Ingwer zunächst in lauwarmes Wasser gelegt, bis seine Schmutzkruste aufweicht; dann wird das Wasser abgelassen und wärmeres Wasser aufgegossen, in welchem der Ingwer rein gewaschen wird. Es folgt dann ein kurzes Bad in kochendem Wasser, nach welchem er in der Sonne zum Trocknen ausgebreitet wird. Den folgenden Tag wird er abermals in kochendem Wasser gebadet und wieder zum Trocknen ausgebreitet. Dieses Verfahren, welches noch ein- oder zweimal wiederholt wird, bezweckt die Lösung der Schale bis zu einem Grade, der ein leichtes Abnehmen derselben ermöglicht. Nach dem letzten Bade wird die Trockenzeit auf 3 Tage ausgedehnt. Es folgt dann das Schälen, welches auf größeren Pflanzungen gewöhnlich in einer Trommel vorgenommen wird, die mit ihrer Achse in zwei Lagern ruht und mittelst einer Triebkraft in rasche Bewegung gesetzt wird. Die Trommel darf nur zur Hälfte gefüllt werden; denn der Ingwer muß Spielraum haben, um sich gegenseitig reiben zu können, denn dadurch wird das Schälen bewirkt. Auf kleinen Pflanzungen hilft man sich häufig mit einem Korb, den man mit einem Seile an einem Zimmerbalken aufhängt. Halbgefüllt und verschlossen, wird er von 2 Männern in heftigen, schüttelnden Schwingungen erhalten. Kleinere Mengen werden in der Regel mit dem Messer geschabt, ein Instrument, das auch bei den anderen Methoden nicht ganz entbehrlich ist; denn mit demselben muß nachgearbeitet werden.

Nach dem Schälen wird der Ingwer 5—6 Tage an der Sonne getrocknet, bei ungünstiger Witterung noch länger.“

Wichtige Handelssorten des bedeckten Ingwers sind der Ingwer von Sierra Leone (Westküste von Afrika) und der bedeckte bengalische Ingwer.

*Morphologie:* Die Droge besteht aus dem seitlich zusammengedrückten Rhizome der Pflanze; und zwar sind es stets abgebrochene, mit kürzeren Seitenzweigen versehene Zweige des Rhizomes. Ein solcher Zweig zeigt

also an dem einen Ende, seinem ältesten Ende, der Basis, von welcher die Zweige gleichsam ausstrahlen, eine Bruchnarbe, mit welcher er dem übrigen Rhizome ansaß.

Außer dieser Bruchnarbe findet man häufig eine oder mehrere Narben abgeschnittener Stengel an den basalen Resten der Zweige, welche zu den in der Erntezeit des Rhizomes noch nicht ganz abgestorbenen oberirdischen, Blätter oder Blüten tragenden, massiven Achsen ausge-

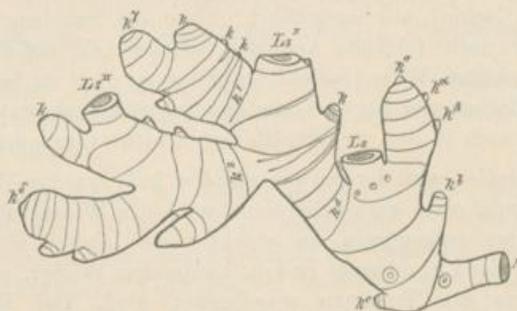


Fig. 312.

Wachstumsprodukt eines im Frühjahr gepflanzten, im Winter geernteten Stecklings des Ingwerrhizomes (Afrika).

*N* Bruchnarbe des Rhizomstecklings. *Ls*, *Ls I*, *Ls II* Narben oberirdischer Achsen. *k* Knospen. Weiteres im Texte.

wachsen waren. Diese Narben sind meist nicht flach, sondern vertieft und mit einem unregelmäßigen Walle des eingetrockneten Gewebes umgeben. Sie stehen also stets an der Spitze von kürzeren oder längeren Zweigstückchen des Rhizomes.

Ist das Rhizomstück nicht zu stark geschabt, so erkennt man als Leisten, welche das Rhizomstück rings umzogen, bei geschabten Stücken also stets auf den Kanten erhalten sind, die Narben der Scheidenblätter. Diese Scheidenblätter standen zweizeilig alternierend, und ihre Medianen fielen mit der Medianebene des ganzen Verzweigungssystemes zusammen. So finden wir deshalb die in den Achseln der Scheidenblätter entstandenen Zweige und Zweigknospen der Rhizomstückchen an den scharfen Kanten des letzteren angeordnet. Die Rhizomstückchen lagen in der Erde so, daß die scharfen Kanten nach oben und unten zeigten, nicht flach. Die konkave Seite der Rhizomstückchen war nach oben gerichtet. Jedes Ästchen des Rhizomstückchens, sobald es keine Stengelnarbe zeigt, trägt an der Spitze ein Knöspchen, welches auch hier, wie bei dem Curcumarhizome wenig entwickelt und deshalb nur bei genauem Nachsehen zu erkennen ist. In Fig. 312 ist der Längsschnitt durch ein solches Knöspchen vergrößert, nach lebendem Materiale dargestellt. Wurzeln oder Wurzelnarben findet man vereinzelt an der Basis der Rhizomstückchen.

Die Morphologie des kultivierten Ingwerrhizomes wird vielleicht noch klarer, wenn wir dieselbe an einem bestimmten, aus einem kleinen im Frühjahr ausgepflanzten Rhizomstückchen bis zum Herbst erwachsenen und dann geernteten Rhizome (beispielsweise) betrachten.

Im April war ein Rhizomstückchen gepflanzt, welches bei  $L_s$  ein Endknöspchen, an seiner scharfkantigen Ober- und Unterseite die Zweige oder Zweigknöspchen trug, die jetzt, nachdem sie sich weiter entwickelt haben, mit  $k^a$  bis  $k^d$  bezeichnet sind. Das Knöspchen, welches an Stelle von  $L_s$  stand, hat sich im Laufe der Monate zu einer schlanken, grünen, oberirdischen Achse entwickelt, welche Laubblätter trug. Diese ist im Dezember schon abgestoßen worden. Von den Zweigen oder Zweigknöspchen des Rhizomstückes hat sich, ähnlich wie bei Curcuma, nur eins ( $k^d$ ) der Rhizomunterseite kräftig entwickelt; die übrigen ( $k^a$ ,  $k^b$ ,  $k^c$ ) sind relativ klein geblieben.

Die Zweigknospe ( $k^d$ ) hat sich also gestreckt, und auch ihr Endknöspchen ist bald zu einem Laubstengel ausgewachsen, welcher im Dezember noch nicht völlig abgestorben war, und dessen Schnittnarbe wir in  $L_s^I$  vor uns haben. Der unterirdische Teil dieses Zweiges  $k^d$  entwickelte wiederum die Knospen der Oberseite ( $k$ ), welche also die der Mutterachse zugekehrte ist, wenig, wohl aber wiederum zwei seiner Zweigknospen der Unterseite kräftig, die mit  $k^1$  und  $k^2$  bezeichnet sind. Der unterste der aus diesen Knospen hervorgegangenen Zweige hat ebenfalls seine Endknospe zu einem Laubstengel umgewandelt, dessen Narbe mit  $L_s^{II}$  bezeichnet ist.

In der Abbildung sehen wir einige kreisförmige Wurzelnarben abgebildet, von abgesehenen Wurzeln herrührend. Dieselben finden sich nur an dem vorjährigen zur Aussaat benutzten Rhizomstückchen, nicht an den diesjährigen Trieben.

Die Striche, welche quer durch das Rhizom laufen, bezeichnen die Narben der zweizeilig alternierenden Scheidenblätter.

Nach diesem Beispiele zu schließen, ist also das Ingwerrhizom eine Achsensichel mit unvollkommen sympodialer Entwicklung und relativ kurz bleibenden Zusprossen. Die Mediane aller Blattorgane und daher auch Zweige fallen in eine Ebene. Die Zweige der Rhizomunterseite sind die vorzüglich geförderten. Das Sympodium baut sich aus Internodien der Zweige der Rhizomunterseite auf.

#### Anatomie.

*Lupe:* Der bedeckte Ingwer zeigt uns also außen größtenteils die gelblichgrüne Korksicht, nur an den geschabten Stellen fehlt dieselbe und noch ein Teil der Rinde, bis auf die gleich zu erwähnenden Gefäßbündel der Rinde hinab. Entfernt man die Erde (Asche ?), welche die geschabten Stellen bedeckt und dunkler erscheinen läßt, durch Abwaschen, so erscheinen dieselben meist streifig von den längslaufenden Gefäßbündeln,

die beim Schaben dem Messer, beim Eintrocknen dem Zusammenschrumpfen Widerstand leisteten. Bei der völlig geschälten, weissen Droge tritt diese Streifung an der flachen Seite meist scharf hervor. An der scharfen oberen und unteren Kante, an welcher man nicht durch Schaben die Korkschicht entfernen konnte, sondern schneiden mußte, fehlen die Streifen, und dort sind bei der ganz geschälten Ware tiefere Partien der Rinde, ja Teile des Leitbündelcyinders weggenommen.

Betrachten wir einen Querschnitt durch die bedeckte Droge, so finden wir denselben, bis auf seine ovale Gestalt und den geringeren Durchmesser der Rinde mit dem der schlanken Rhizomzweige der Curcuma übereinstimmend, doch treten hier die Gefäßbündel und die Sekretbehälter, weil das Rhizom nicht durchgekocht ist, deutlich schon für das bloße Auge hervor. Fig. 313 stellt eine solche Querschnittfläche dar. Am deutlichsten tritt alles hervor, wenn man die glatte Schnittfläche etwas befeuchtet. Man sieht dann zu äusserst die graubraune Korkschicht  $\epsilon$ , dann das Rindenparenchym mit einer einfachen Reihe von Gefäßbündelquerschnitten ( $T'$ ). Dann folgt die sehr zarte Cylinderscheide als etwas dunklere Linie, schliesslich von dieser umschlossen der Leitbündelcylinder. Das Parenchym des Rhizoms erscheint auf der Querschnittsfläche, bei guter Ware gelblich. Die Gefäßbündelquerschnitte treten meist als mehr oder weniger dunkelbraune Punkte hervor. Im Parenchym liegen zahlreiche, sehr feine, gelbe Pünktchen, die Sekretbehälter.

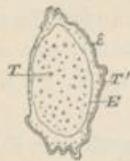


Fig. 313.  
Querschnittsfläche  
des bedeckten Ingwerrhizoms.  
 $\epsilon$  Korkschicht.  
E Cylinderscheide.  
T' Leitbündel der Rinde. T Leitbündel des Gefäßcylinders.

Die völlig geschälte Ware zeigt, wenn sie gut ist, stets ein fast weisses Parenchym, die Gefäßbündel als hellgraue grössere, die Sekretbehälter als schön hellgelbe zarte Punkte. Dazu mag aufer den Eigenschaften der Spielart, welche diese Droge liefert, das schnellere Trocknen des ganz von der Korkschicht befreiten frischen Rhizomes beitragen. Weil das Trocknen der geschälten Ware schneller erfolgt, sind die wirksamen Bestandteile des Rhizoms wahrscheinlich auch unverändert erhalten als in der langsam getrockneten, bedeckten Ware. Sehr charakteristisch ist meist der Bruch des Ingwers, vorzüglich des geschälten, da meist die Gefäßbündel als feste Fäden aus der Bruchfläche herausragen.

*Mikroskop:* Die Korkschicht des Rhizoms besteht aus 10—20 Lagen typisch gebauter Korkzellen; sie ist in  $Q$ , Fig. 314 im Querschnitte, in  $g$  im Tangentialschnitte dargestellt. Die Zelle, in welche  $g$  eingeschrieben ist, stellt eine undurchschnittene Korkzelle mit ihren kleinen Tüpfeln dar.

Der Korkschicht schliesst sich meist eine Lage stärkefreien, zusammengefallenen Parenchyms an (Fig. 314,  $Q$ ,  $a$ ), in welches Sekretbehälter ( $s$ ), die meist hier braun gefärbtes Sekret führen, eingestreut sind. Diese und alle anderen Sekretbehälter des Ingwerrhizomes besitzen ver-

korkte, in Schwefelsäure unlösliche Wände. Die Schicht zusammengefallenen Rindenparenchyms geht dann über in das gesunde, stärkehaltige Rindenparenchym, welches in Fig. 316 mit *Rp* bezeichnet ist. Fig. 316 stellt einen vergrößerten Querschnitt durch ein Stückchen des Rhizoms dar. Mit *Se* sind die mit einer mehr oder weniger festen, gelblichen (durch Spuren von Curcumin) oder farblosen Harzmasse oder mit flüssigem ätherischen Öle gefüllten Sekretbehälter bezeichnet. Das stärkehaltige Parenchym der Rinde ist, wie auch das stärkehaltige Parenchym des Gefäßcylinders, sehr dünnwandig (Fig. 314, *P*). Die Stärkekörner sind, wie die der meisten Zingiberaceen, flach scheibenförmig; von der Kante gesehen

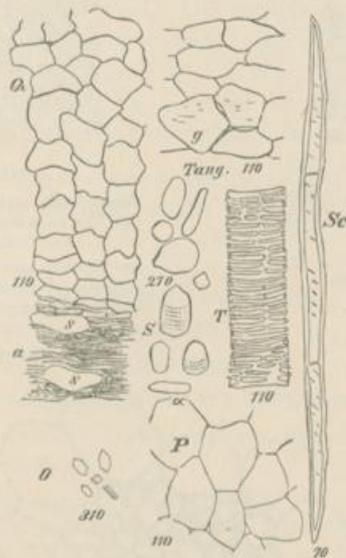


Fig. 314.

*Q* Querschnitt durch die Korkschicht, das zusammengefallene Parenchym (*a*), welches meist darunter liegt und ein paar Sekretbehälter (*S*). *g* Korkzellen von der Fläche gesehen. *S* Stärkekörner. *T* Wandstück eines Gefäßes. *O* Oxalatkryställchen aus dem Parenchym. *P* Querschnitt des Rindenparenchyms. *Se* isolierte Sklerenchymfaser aus dem Gefäßbündel.

Vergrößerungsziffer unter den Abbildungen stehend.

erscheinen sie deshalb wie  $\alpha S$ , Fig. 314, von der Fläche gesehen wie die dabei stehenden breiten Figuren. Die excentrische Schichtung der Körner ist meist sehr undeutlich. Außer Stärke führen die Parenchymzellen kleine Oxalatkrystalle (Fig. 314, *O*).

Die Zellen der Cylinderscheide sind Endodermzellen und etwas kleiner als die Parenchymzellen, denen des Curcumarhizoms ähnlich.

Die Gefäßbündel, welche Rinde und Leitbündelcylinder durchziehen, sind kollateral. Ein starker Strang Sklerenchymfasern (*Se*, Fig. 315) greift weit um das Bündel herum. Diese Fasern (welche von ähnlicher Form

bei *Cureuma* und *Zedoaria* nur ganz vereinzelt vorkommen) sind lang gestreckt, ziemlich dickwandig, schräg getüpfelt und meist durch zarte

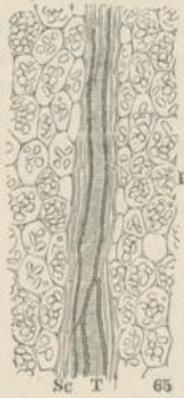


Fig. 315.

Längsschnitt durch ein Stück des Leitbündelcyllinders des Ingwerrhizoms.

Sc Sklerenchymfasern. P Parenchym. T Gefäße.  
65fach vergr.

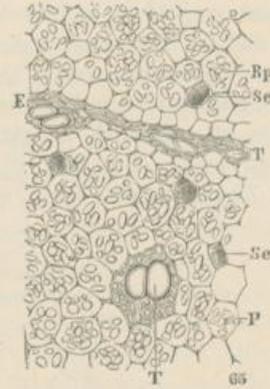


Fig. 316.

Querschnitt durch ein Stückchen des Rindenparenchyms, in der Nähe der Cylinderscheide.

Rp Rindenparenchym. Se Sekretbehälter. T Tracheen. P Parenchym des Leitbündelcyllinders. E Cylinderscheide.  
65fach vergr.

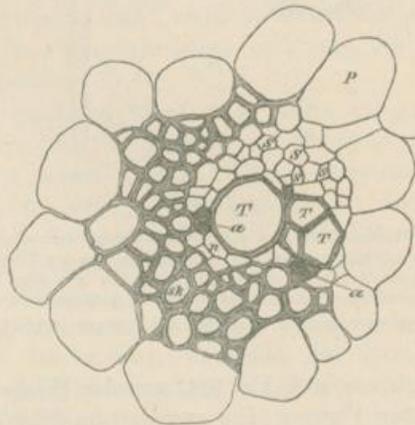


Fig. 317.

Querschnitt durch ein kollaterales Leitbündel des Ingwerrhizoms.

P Parenchym des Rhizoms. S Siebröhren. T Gefäß. sk Sklerenchymfaser. a Sekretzelle mit braunem Sekret, unverkorkt. a zarte, gestreckte Zellen.

Querwände in Kammern geteilt (Fig. 314, Sc). Ihre Wände sind nur wenig verholzt, sie färben sich deshalb mit Anilinlösung nur hellgelb und lösen sich fast vollständig in konzentrierter Schwefelsäure. In der

Nähe der Sklerenchymfasern liegen dann nicht selten besondere Sekretbehälter, welche ein mehr oder weniger dunkelbraunes Sekret führen, deren Wände aber nicht verholzt sind (a, Fig. 317). Die Gefäße sind meist Netztracheen (Fig. 317, T und 314, T) und sind stark verholzt.

Der Gefäßbündelverlauf verhält sich wie beim Curcumarhizom.

*Chemie:* Die Droge liefert 2,6 % ätherisches Öl, von dem Geruch, aber ohne den scharfen Geschmack des Ingwers. Es enthält Kohlenwasserstoffe der Formel  $C^{15}H^{24}$ , ferner ein bei  $160^{\circ}$  siedendes Terpen und einen sauerstoffhaltigen Anteil, welcher den spezifischen Geruch bedingt. Zur fabrikmäßigen Darstellung des ätherischen Öles verwendet man gewöhnlich afrikanische Ware. Der scharfe Geschmack kommt dem noch nicht genau untersuchten Gingerol, einer halbflüssigen, geruchlosen Masse, welche in Schwefelkohlenstoff, Alkohol, Alkalien, Eisessig löslich ist, zu. Sowohl das ätherische Öl als auch die scharfen Stoffe liegen in den Sekretzellen. Die bedeckte Droge liefert 3,5–4,8 % Asche.

*Geschichte:* Der Ingwer war schon den Alten bekannt. Im Mittelalter wurde der Ingwer als Gewürz und Arzneimittel verwendet.

### 1) **Rhizoma Galangae.**

Galgant.

Litteratur.

*Stammpflanze:* Hance, Linnean Society's Journ. Botany, vol. XIII, p. 6, 1871.

*Botanik:* Arthur Meyer, Archiv d. Pharm. 1881, 6. Heft. — Hanausek Pharmaz. Centralhalle 1885, No. 1, p. 2.

*Chemie:* Brandes, Archiv der Pharm. 69 (1839) 52. — Jahns, Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 1881, S. 2385 und 2807. — Jordan, Pharmaceut. journal and transact. 1883–1884, XIV, p. 8. — Schimmel & Co., Bericht, Leipzig 1887, Okt., S. 45. — Schimmel & Co., Bericht vom April 1890, S. 21.

*Stammpflanze:* *Alpinia officinarum* Hance, Zingiberaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Man kennt nur einen Platz, an welchem sich die Pflanze wild wachsend findet, die Südküste der Insel Hainan.

*Kultur:* Die Pflanze wird auf Heinan und der ihr gegenüberliegenden chinesischen Halbinsel Lei-chon kultiviert. Die Ware von Lei-chon soll die bessere sein. Man baut auf der Halbinsel die Pflanze an Hügelabhängen und sammelt gewöhnlich 4 oder 5jährige, besser erst 10jährige Rhizome. Die sauber gewaschenen, 3 bis 4 Fuß langen Rhizome werden im frischen Zustande zerschnitten, und an der Luft getrocknet. Die Droge wird hauptsächlich von Kiungtschéu auf Hainan, aber auch von Hankow und Shanghai aus verschifft.

*Morphologie:* Die Droge besteht aus 5—10 cm langen Stücken des Rhizoms, welches im unzerschnittenen Zustande oft mehr als einen Quadratfuß Bodenfläche einnimmt und 25 bis 40 massive, oberirdische Blätter und Blüten tragende Achsen treibt.

Die Rhizomstücke der Droge sind sehr ausgezeichnet durch die mattbraune Farbe der Internodien und die welligen Reste der Scheidenblätter (*b*, Fig. 318). Die kürzeren oder längeren Reste der helleren, glatteren, oberirdischen Achsen (*d* und *e*, Fig. 318), welche fast immer deutlich aus dem Winkel zwischen einem dickeren und einem dünneren Rhizomzweig ( $\alpha$  u.  $\beta$ , Fig. 318) zu entspringen scheinen, sind nicht selten mit hellbräunlichen, längeren Scheidenblattresten besetzt. Außerdem findet man Reste der mehr oder weniger vollständig entfernten Wurzeln (*r*, Fig. 318), welche sich durch ihre schwammige Rinde und ihr häufig allein erhaltenes zähes Gefäßbündel auszeichnen.

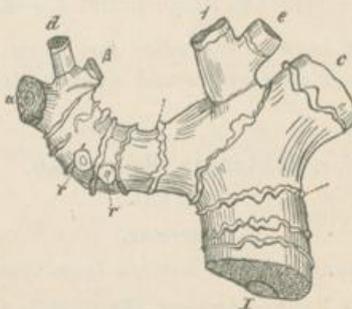


Fig. 318.

Ein Stück der Droge (Abschnitt des Rhizoms von *Alpinia officinarum*).

*I, c,  $\alpha$ ,  $\beta$ , e* Schnittflächen des Rhizoms. *d* und *I* Reste von oberirdischen Achsen. *b* Blattreste (keine Korkringe). *r* Wurzelnarben.  
Natürliche Größe.

Da die Droge durch Zerschneiden eines langen Rhizomes entstanden ist, findet man an jedem Stücke der Droge meist zwei breite Schnittnarben (z. B. *I* und *c*, Fig. 318) an dem Rhizomteile, neben mehreren kleinen, welche durch Entfernung der dünsten Rhizomzweige entstanden. Die breitere Narbe entspricht dabei der Basis des Rhizomstückes (*I*, Fig. 318). Das Rhizom kriecht wesentlich flach im Boden; die Oberseite der Stücke in der Droge ist an den aufwärts zeigenden Resten der oberirdischen Achsen, ihre Unterseite auch an den zahlreicheren Wurzelnarben zu erkennen.

Durch Förderung und besondere Verdickung bestimmter Äste wird das Rhizom zu einem Sympodium. Jedes Glied des Achsensystemes trägt an der Basis 6 bis 8 Scheidenblätter, deren Achseln keine Zweige erzeugen, dann folgen zwei Scheidenblätter, deren Achselknospen zu zwei starken, aber ungleich starken Zweigen auswachsen. Der untere Zweig

(z. B. *c*, Fig. 318) ist der stärkere und hilft das Sympodium aufbauen, indem er zu einem neuen Gliede desselben wird; der obere, schwächere Zweig (z. B. *d*, Fig. 318) kann sich in gleicher Weise verzweigen (z. B.  $\alpha$ ,  $\beta$ , Fig. 318), dann einen schwächeren sympodialen Zweig bildend, sein Wachstum und seine Verzweigung aber bald einstellend.

Das Ende eines jeden Gliedes des Sympodiums wächst zu einer oberirdischen Achse (z. B. *d* und *l*, Fig. 318) aus, welche an der Basis noch schwache Seitenzweige (z. B. *e*, Fig. 318) zu treiben vermag.

#### Anatomie.

*Lupe:* Bei Betrachtung der Querschnittfläche des Rhizoms (Fig. 319) erkennt man leicht, daß die braune, das Rhizom bekleidende Schicht ( $\epsilon$ )

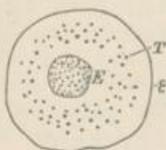


Fig. 319.  
Querschnittsfläche des  
Galgantrhizoms.  
 $\epsilon$  Epidermis. *E* Cylinder-  
scheide. *T* Leitbündel.

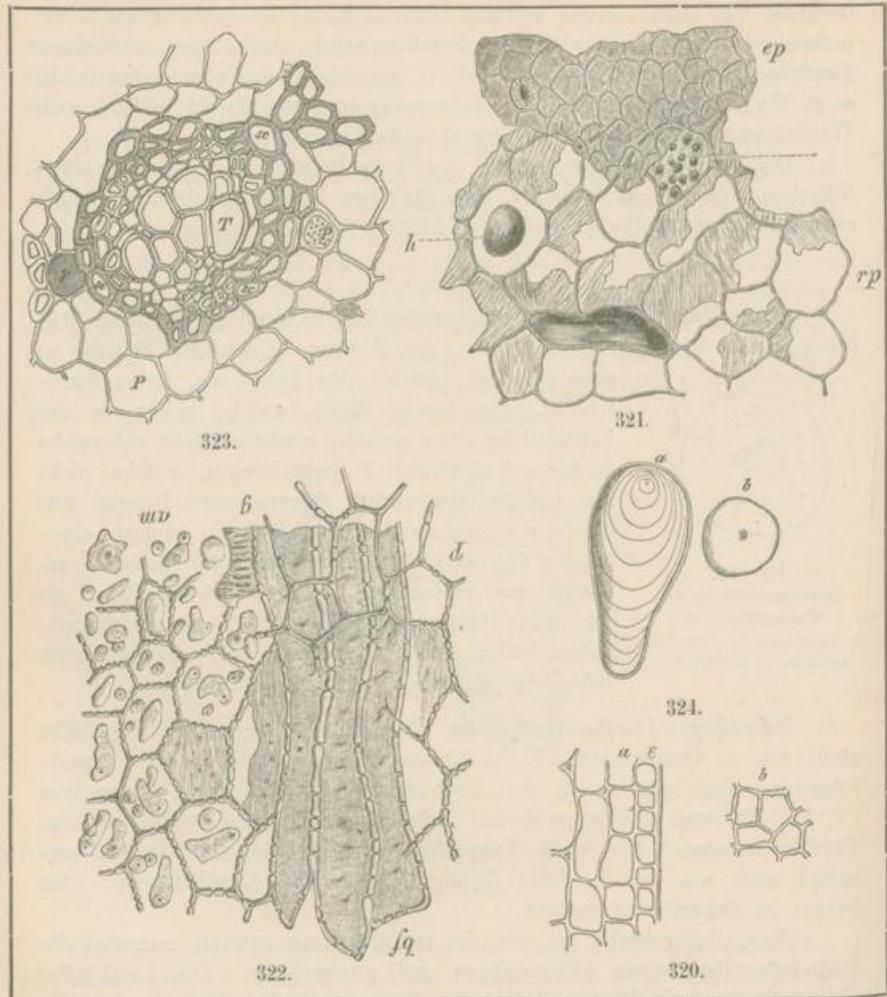
sehr dünn ist; sie ist eine Epidermis, keine Korkschicht. Die breite Rinde, welche heller als der Leitbündelcylinder gefärbt erscheint, läßt zahlreiche dunklere Leitbündel *T* hervortreten, welche nicht wie bei den drei vorher besprochenen Drogen nur in einer einfachen Ringzone stehen, sondern einen breiten Gürtel bilden. Bei genauem Hinsehen erkennt man neben den Leitbündelquerschnitten, als sehr zarte Pünktchen, die ebenfalls dunkleren Sekretzellen. Der Leitbündelcylinder (*E*) enthält sehr zahlreiche, gedrängt stehende Leitbündel.

*Mikroskop:* Die Epidermis des Rhizomes ist kleinzellig; Fig. 320a stellt sie im Querschnitte, Fig. 320b im Tangentialschnitte dar. Spaltöffnungen sind spärlich in der Epidermis vorhanden. Das Parenchym (*P*, Fig. 323 und *p*, Fig. 322) ist derbwandig und mit großen, runden Tüpfeln versehen. Die in das Parenchym eingestreuten Sekretzellen verhalten sich wie die der drei früher besprochenen Zingiberaceen. Das Sekret ist dunkelbraun gefärbt.

Die Cylinderscheide ist wie die von *Curcuma* gebaut, nur sind die Endodermiszellen etwas derbwandiger und großszelliger. Die Leitbündel (Fig. 323) sind wie die der übrigen Zingiberaceen kollateral und von einer Scheide von langen Sklerenchymfasern (*sc*) umgeben.

Die Parenchymzellen sind mit Stärkekörnern (Fig. 324 u. Fig. 322 *am*) gefüllt, welche von denen der drei anderen Zingiberaceenrhizome sehr verschieden sind; ihre Form ist meist langgestreckt rübenförmig oder keulenförmig, so daß der Querschnitt des Stärkekorntes kreisförmig erscheint. Der Kern des excentrisch geschichteten Stärkekorntes liegt am dickeren Ende.

*Chemie:* Die Droge liefert 0,75 % ätherisches Öl vom spezifischen Gewicht 0,921 bei 15° und vom Siedepunkte 170° bis 275°. Nach Schimmel enthält es viel Cineol, welches den kampherartigen Geruch des Öles bedingt. Jahns stellte drei gelbe, einander chemisch nahe



## Erklärung der Tafel.

## Anatomie des Galgantrhizomes.

Fig. 320. *a* Querschnitt durch die 3 äußersten Zellschichten des Rhizoms.  
*b* Epidermis von der Fläche.  
 220fach vergr.

Fig. 321. Rindengewebe des Rhizoms, von der Fläche gesehen.  
*ep* Epidermis mit einer Spaltöffnung. *rp* Rindenparenchym. *h* Sekretzelle.  
 Nach Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel.

Fig. 322. Längsschnitt durch eine Partie des Leitbündelcylinders.  
*p* Parenchym. *uv* Bruchstücke von Sklerenchymfasern. *g* Netzgefäß. *am* Stärke.  
 100fach vergr.  
 (Nach Möller.)

Fig. 323. Querschnitt durch ein kollaterales Leitbündel.  
*se* Sklerenchymfasern. *P* Parenchymzellen. *T* Gefäße. *γ* Sekretzellen. *s* Siebröhren.

Fig. 324. Stärkekorn *a* von der Seite, *b* von oben gesehen.

stehende, krystallisierbare Körper, das Kämpferid, das Galangin und das Alpinin, welche zusammen 0,33 % der Droge betragen, aus dem Rhizom dar. Die Stoffe erinnern in ihrem Verhalten an Quercetin und Rhamnetin und sind chemisch noch nicht genügend untersucht.

*Geschichte:* Die Droge wird schon seit dem frühesten Mittelalter in Europa angewandt.

### 8) **Rhizoma Calami.**

Kalmus.

#### Litteratur.

*Botanik:* Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreichs, II. Aufl., II. Lief., S. 321–323, giebt eine sorgfältige Zusammenstellung der Litteratur über die Verbreitung der Pflanze. — Engler, Zur Morphologie der Acaecen, Botan. Zeitung 1876, No. 6 (nur kurze Notiz über Acorus). — A. Weifs, Beiträge zur mechanischen Theorie der Blattstellungen an Axillarknospen, Flora 1889, S. 131 (über die Blattstellung an den Achselknospen). — P. Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monokotyledonen, Stuttgart 1876. — de Bary, Anatomie S. 127 und 323. — Guillaud, Annales de Sciences nat., Botanique V., 1878, 48 und Just. Jahresber. 1878, 37. — Zacharias, Über Sekretbehälter mit verkorkten Membranen, Botan. Zeit. 1879, No. 39. — Berthold, Studien über Protoplasmaechnik, Leipzig 1886, S. 26.

*Chemie:* Kurbatow, Berichte der Deutsch. Chem. Gesellsch. VI (1873), S. 1210. — Flückiger, Pharmakognosie, II. Aufl., S. 325. — Schimmel & Co., Leipzig, Bericht 1887, Oktober, S. 45. — Faust, Archiv der Pharmacie 132, S. 214 (1867). — Hermann Thoms, Archiv der Pharmacie, 24 (1886), 465. — Gutzeit, Pharmazent. Zeitung, Berlin 1887, No. 41, S. 289. — Genthner, Annalen der Chemie und Pharmacie 1887, Bd. 240, S. 92. — Thoms, Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 241, S. 257. — Kunz, Archiv der Pharmacie (1888) S. 529. — Thoms, Berichte der Deutsch. Bot. Ges. 1888, S. 1912.

*Stammpflanze:* Acorus Calamus L., Araceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Acorus Calamus ist auf der ganzen nördlichen Halbkugel verbreitet und meidet nur den höchsten Norden. Unzweifelhaft verdanken viele Standorte der Pflanze dem Einflusse des Menschen ihre Entstehung. Der Kalmus ist eine Sumpfpflanze.

*Einsammlung:* Man sammelt das Rhizom der Pflanze im Herbst, entfernt Wurzeln und Blätter, schneidet es dann gewöhnlich der Länge nach und zwar rechtwinklig zur Bauch- und Rückenseite durch, und trocknet es bei gelinder Wärme. Teilweise schält man die frischen Rhizome auch, indem man etwa die halbe Rinde ringsum mit einem scharfen Messer, der Länge nach wegnimmt, und schneidet sie dann der Länge nach durch. Erstere Ware kommt als Rhizoma oder Radix Calami cruda, letztere als Rhizoma Calami mundata in den Handel. Die Pharmakopöe versteht unter Rhizoma Calami das ungeschälte Rhizom.

*Morphologie:* Das Kalmusrhizom besitzt wie das Irisrhizom einen ausgeprägten dorsiventralen Bau und kriecht wie dieses flach im Boden. Es ist schwach von oben zusammengedrückt. Auf seinen Flanken sitzen die scheidigen, schwertförmigen und reitenden Laubblätter. Diese umfassen mit ihrer Basis das Rhizom so, daß der breitere Teil ihrer Insertionsfläche auf der Oberseite des Rhizoms zu liegen kommt, sind also gleichsam von den Flanken nach der Rückenseite zu verschoben; ihre Lage läßt sich am einfachsten aus dem Diagramme des Rhizoms (Fig. 325)

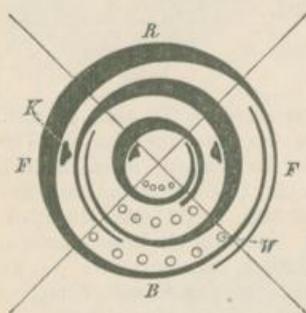


Fig. 325.

Diagramm des Kalmusrhizoms.  
*R* Rückenseite. *B* Bauchseite.  
*F* Flanken. *K* Knospen. *W* Wurzeln.

erkennen. Wie eine derartige Insertionsfläche des weiteren aussieht, ist aus unserer Abbildung (Fig. 326) zu ersehen. Vergleicht man den Teil der Blattnarbe *n*, welchen man in Fig. 326 *B*, also von oben, sieht, mit demjenigen derselben Blattnarbe *n*, in Fig. 326 *C*, welchen man von unten sieht, so erkennt man sofort, daß der obere Teil viel breiter ist, als der auf der Unterseite des Rhizoms liegende. Bei Betrachtung der Fig. 326 *A*, in welcher man in *n* dieselbe Blattnarbe von der Seite sieht, fällt es ebenfalls auf, daß sich die Blattnarbe nach oben zu bedeutend verbreitert. Die dünnen Enden der Blattnarben greifen dabei ein ganzes Stück über die Mittellinie der Flanken hinaus, wie man bei Vergleichung von *e* und *e'* der Fig. 326 *B* und *C* und bei Betrachtung von Fig. 326 *A* *e* und *e'* leicht sehen kann. Die Knospen oder Zweige (*k*, Fig. 326 *A*, *B*, *C*) des Rhizomes, welche in den Achseln der Blätter entspringen, sitzen dagegen fast genau in der Mittellinie der Flanken, wie es auch im Diagramme (Fig. 325, *K*) dargestellt ist. Die Internodien (*i*) sind kurz; im frischen Zustande sind die jüngeren Internodien grünlich, ältere weißlich oder bräunlich gefärbt. Die Rhizomunterseite allein trägt Wurzeln. Wie die Wurzelnarben *r* der Fig. 326 *C* andeuten, stehen die Wurzeln der Hauptsache nach in schrägen Zeilen, welche mit ihren Enden ungefähr nach den Insertionsflächen der beiden Knospen oder Zweige der Blattachseln hindeuten, die oberhalb und unterhalb eines jeden Internodiums stehen. Untersucht man das Ende eines Rhizomes im Herbst, so findet man an demselben keine ausgewachsenen Laubblätter; von diesen sind nur Reste vorhanden. Die größten Laubblätter der Endknospe des Rhizoms sind etwa 10 cm lang. Die Endknospe ist, wie bei Iris, schräg nach oben gerichtet. Außer der Endknospe trägt das Rhizomende (den 8 obersten Internodien entsprechend) etwa 8 Seitenknospen mit etwa 5 cm langen, schräg aufwärts gerichteten Laubblättern, teilweise bedeckt von den verwitterten Resten ihrer Deckblätter. Die Knospen von etwa 10 der weiter nach unten folgenden Internodien sind vorhanden, aber nicht ausgewachsen; von den Blättern dieser Internodien sind nur noch braune,

faserförmige Reste der Gefäßbündel vorhanden. Das Rhizomende ist oben am stärksten und verschmälert sich langsam nach unten zu bis etwa

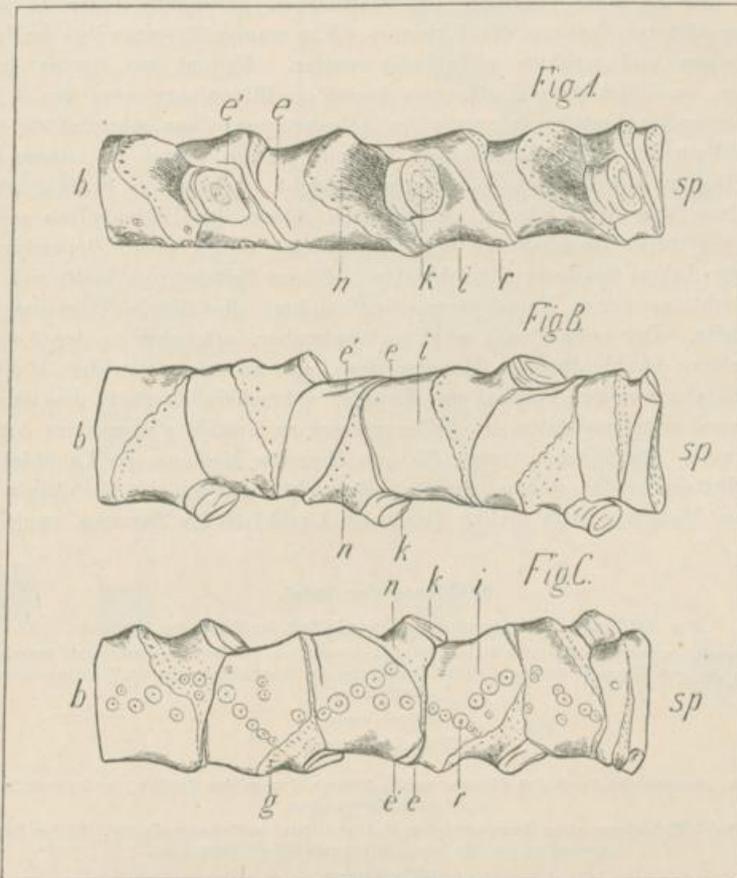


Fig. 526.

*A* Rhizom von *Acorus Calamus* (Endstück eines Sprosses nach Abschneiden der Endknospe von der Seite gesehen. Die Blätter sind abgefallen, ihre Reste entfernt.

*b* Basis. *sp* Spitze des Sprosses. *n* Blattnarbe. *k* Rest eines abgeschnittenen kurzen Zweiges. *i* Internodium. *r* Narbe der abgeschnittenen Wurzel.

*B* Dasselbe Rhizomstück von oben gesehen.

Buchstabenbedeutung wie bei *A*. *e* und *e'* dünne Enden der Blattnarbe.

*C* Dasselbe Rhizomstück von unten gesehen.

*g* Leitbündel des Blattes.

zum 18. Internodium; dort verdickt es sich wieder etwas. Das zum Höhepunkte seiner Entwicklung gelangte Rhizom erzeugt nämlich jedes Jahr ungefähr 18 Internodien. Die im Frühjahr entstehenden sind die

schwächsten, die späteren erstarken mehr und mehr, bis wieder im Spätherbste das Wachstum fast ganz still steht. Schon die Zweige der vorjährigen Rhizomregion werfen ihre Blätter ab, und man findet von ihnen meist nur die kurze, blattlose von Blattnarben geringelte Achse an den Flanken älterer Partien des Rhizomes. Nur wenige Seitenzweige bleiben am Leben und wachsen selbständig weiter. Kommt ein Sproß zum Blühen, so bildet seine Endknospe zuerst im Blütenjahre eine aus 8 bis 10 Internodien bestehende vegetative Achsenregion, dann schreitet sie zur Ausbildung der terminalen floralen Region, welche zuerst aus einem bis meterlangen, dreikantigen Internodium besteht, welches die Spatha trägt und dann über der letzteren, als Ende der Achse, den Blütenkolben zeigt. Das vegetative Sproßsystem wird fortgesetzt durch einen Seitensproß aus der Achsel des letzten Laubblattes. Dieser Seitensproß stellt sich in die Richtung seines Hauptsprosses und drängt die florale Achsenregion zur Seite. Der neue Sproß zeigt im September, scheinbar in der Achsel des letzten Laubblattes des Hauptsprosses, also an seiner von dem Hauptsprosse abgewandten Flanke, eine Knospe, wahrscheinlich rührt dies daher, daß zwei Scheidenblätter des Seitensprosses zu Grunde gingen, von denen das zweite eine Knospe trug, die nun über die Mediane des Laubblattes der Mutterachse zu stehen kommt; untersucht habe ich das Verhältnis an jungem Materiale noch nicht. Das erste Laubblatt des Sprosses, welches

#### Erklärung der Tafel.

Fig. 327. Querschnitt durch den äußersten Teil der Rinde des Rhizomes.

*e* Epidermis. *o* Sekretbehälter. *s* kleines Bündel, wesentlich aus Sklerenchymfasern bestehend (der im Centrum liegende schwache Siebröhrenstrang ist fälschlicherweise nicht mitgezeichnet).  
*l* Luftlücken.  
 130fach vergr.  
 (Nach Luerssen.)

Fig. 328. Querschnitt durch das Rhizom an der inneren Grenze der Rinde (*r*) und der äußeren des Leitbündelcylinders.

*g* Gefäße. *b* Siebröhren eines konzentrischen Gefäßbündels. *m* Cylinderscheide. Einige Parenchymzellen und Endodermzellen mit Inhalt gezeichnet.  
 130fach vergr.  
 (Nach Luerssen.)

Fig. 329. Querschnitt durch die äußerste Rindenpartie in der Gegend einer Blattnarbe.

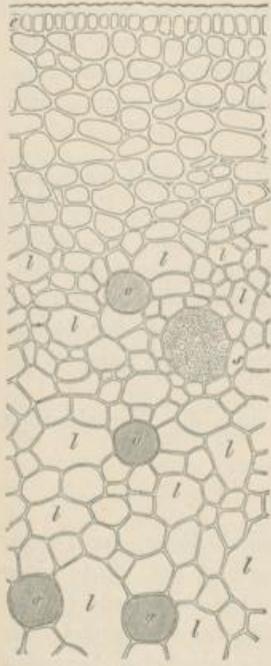
*pe* verwittertes Parenchym der Blattbasis. *K* Korkschicht. *p* Parenchym der Rhizomrinde.  
 80fach vergr.

Fig. 330. Schematisches Bild des Gefäßbündelverlaufes.

Das Rhizom ist der Länge nach durchschnitten dargestellt (der Schnitt trifft beide Flanken). Die Schnittfläche zeigt das durch die Rinde (*r*) in den Leitbündelcylinder eintretende Gefäßbündel (*g*). Die punktierten Linien (*n*) deuten die Lage der Blattnarben der oberen, entfernten Hälfte des Rhizomes an. *g'* ist ein schwächeres Gefäßbündel. Die Punkte *g''* deuten die Querschnitte der quer in dem Rhizom verlaufenden Leitbündel an. *E* bezeichnet die Lage der Cylinderscheide.

Fig. 331. Querschnittfläche der Droge.

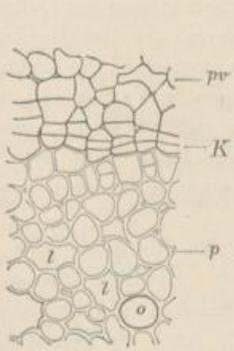
*E* Epidermis (respektive Korkschicht). *r* Rinde. *l* Lücke der Cylinderscheide. *c* Leitbündelcylinder. *w* Wurzel.



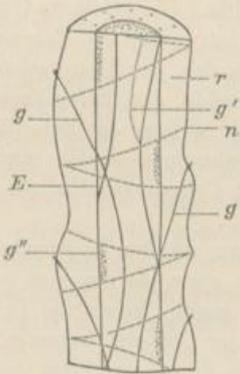
327.



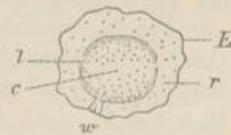
328.



329.



330.



331.

wie alle weiter entwickelten, eine schon kräftig ausgewachsene Knospe in der Achsel trägt, steht auf der der Hauptachse zugekehrten Flanke, die übrigen alternieren wie an der Hauptachse. So kommt es, daß scheinbar die Alternanz der Blätter nicht gestört wird, wenn man den Seitenspross als die Fortsetzung des Hauptsprosses betrachtet. Bis in den Herbst strecken sich noch 2 bis 6 Internodien, so daß die Gesamtproduktion der blühenden Pflanze an vegetativer Region der Achse fast so groß wird wie bei nicht blühenden.

Die ungeschälte Droge, in welcher also gewöhnlich halbierte, lange Stücke des Rhizomes vorliegen, läßt an der organischen Unterseite deutlich die Narben der Wurzeln (*r*, Fig. 326 A) erkennen. Als dunkle Flächen, welche meist mit faserigen Gefäßbündelresten bedeckt sind, treten die Blattnarben (*n*) hervor, oberhalb deren entweder Narben der abgerissenen, entwickelten Zweige (*k*) oder blattlose Stumpfe der Zweige älterer Rhizomregionen stehen. Die Schnittfläche ist bei guter Ware weißlich, bei schlechterer gelblich oder bräunlich.

An der geschälten Ware erkennt man nur noch die Wurzelnarben als deutlich hervortretende Punkte.

#### Anatomie.

*Lupe:* Die weißliche oder gelbliche Querschnittfläche der Droge, welche man nach dem Schneiden ein wenig befeuchtet hat, läßt unter der dünnen Epidermis oder Korkschicht (*E*, Fig. 331) eine Rinde (*r*) erkennen, in welcher zwei unregelmäßige Reihen stärkerer Gefäßbündel als etwas dunklere Punkte hervortreten, während man die dazwischen liegenden kleineren Bündel mit der Lupe nicht zu erkennen vermag. Der Leitbündelcylinder (*c*) ist durch eine häufig an den Seiten (bei *l*) deutlich unterbrochene Cylinderscheide von der Rinde getrennt und enthält zahlreiche Gefäßbündelquerschnitte. Die erwähnte Unterbrechung der Cylinderscheide rührt davon her, daß sich das Parenchym des Gefäßcylinders der Seitenknospen direkt in das der Hauptachse fortsetzt, die Cylinderscheide mit der Cylinderscheide der Seitenknospen in Verbindung tritt. Je nach der Region, durch welche der Schnitt geführt wurde, und je nach der Stärke der Seitenknospen findet man deshalb bald nur eine Seite, bald beide Seiten der Cylinderscheide mit einer mehr oder weniger deutlichen Lücke versehen.

Hier und da sieht man an der Unterseite des Rhizomes eine austretende Wurzel die Rinde quer durchziehen (*w*). Die Bruchfläche der Droge erscheint netzartig porös, indem die Luftlücken des Parenchyms als kleine Löcher deutlich zur Ansicht kommen. Auch die Schnittfläche der in der Mitte gespaltenen Droge erscheint deshalb porös.

*Mikroskop:* Die Rhizominternodien (*i*, Fig. 326) sind — wie der Querschnitt zeigt — von einer kleinzelligen, mit dünner Cuticula versehenen Epidermis bedeckt (*e*, Fig. 327). An die Epidermis schließt sich eine

Schicht von mit nur kleinen Interzellularräumen versehenem Parenchym an, welche successive in das mit großen intercellularen Luftlücken (*l*, Fig. 327) versehene innere Parenchym der Rinde übergeht. Die Luftlücken der inneren Rindenpartie (*l*, Fig. 328) sind rings von einschichtigen Parenchymplatten umgeben; im Querschnitte erscheinen sie mehr oder weniger kreisrund oder elliptisch, sind in der Längsrichtung des Rhizoms gestreckt, etwa 4 mal länger als breit und dabei etwa 8 bis 15 Zellen hoch. In das Rindenparenchym eingestreut finden sich kugelförmige Sekretzellen (*o*, Fig. 328). Sie liegen niemals in den freien Wänden der Lücken, sondern stets an den Stellen, wo die Platten zu 3 oder 4 zusammenstoßen, wo also mehrere Platten zugleich mit ihnen in Berührung treten.

Die Rinde wird von dem Leitbündelcylinder durch eine einschichtige Cylinderscheide (*m*, Fig. 328) getrennt. Dieselbe zeigt da etwas längsgestreckte Lücken, wo die Gefäßbündel der Rinde eintreten. Das lückige Parenchym des Gefäßcylinders besitzt denselben Bau wie das der inneren Rinde, enthält auch Sekretbehälter in gleicher Weise, doch ist die Zahl der letzteren geringer.

Die großen Blattnarben des Rhizomes sind von einer Korkschicht (*k*, Fig. 329) bedeckt, welcher außen noch die Reste (*pr*) der Blattbasen, in Form gebräunter Parenchymzellen aufsitzen. Die Rinde wird, wie wir sahen, ebenso wie der Leitbündelcylinder von Gefäßbündeln durchzogen. Die Anordnung derselben ergibt sich aus dem Folgenden. Aus der Blattbasis treten etwa 30 größere, kollaterale Leitbündel von elliptischem Querschnitte in die Rinde ein, neben zahlreichen im Querschnitte kreisförmigen, kleinen Bündelchen. Die Leitbündel steigen von den schräg in das Rhizom einspringenden Blattnarben (*n*, Fig. 326) fast senkrecht in dem Rhizome abwärts, bilden also mit der Achse des Rhizomes einen sehr spitzen Winkel. Daher kommt es, daß man auf dem Querschnitte nie ein Gefäßbündel genau der Länge nach trifft, sondern nur fast genaue Querschnitte der Bündel sieht, auf Tangentialschnitten niemals (wie z. B. bei *Veratrum*) wirkliche Querschnitte der Gefäßbündel findet.

Die Gefäßbündel (*g*, Fig. 330) steigen aber doch nur ein Internodium weit durch die Rinde hinab und treten dann durch die Cylinderscheide in den Gefäßcylinder des Rhizoms ein. (Ein der Rinde eigenes System von Gefäßbündeln fehlt also dem Kalmusrhizom.) Hier wenden sich die stärkeren Bündel, schräg nach rechts oder links abweichend, ebenfalls in ganz flachem Bogen nach innen, erreichen so ungefähr die Mitte des Rhizoms, nachdem sie ihren halben Weg im Gefäßcylinder zurückgelegt haben, um sich eben so allmählich wieder der Peripherie des Gefäßcylinders zu nähern und, nachdem sie nur 2 Internodien hinabgestiegen (siehe Fig. 330), an ein peripherisches Gefäßbündel anzulegen. Schwächere Bündel (*g'*) legen sich schon unterwegs an die stärkeren an, wobei die letzteren zu konzentrischen werden. Unterhalb jeder Blattinsertionsfläche des Rhizomes, in ihrer Ausbreitung dieser etwa ent-

sprechend, innerhalb und dicht unterhalb der Endodermis findet man ferner quer um das Rhizom herumlaufende Gefäßbündel (Fig. 330, *g''*), welche miteinander anastomosieren und auch mit den senkrecht in der Pheripherie hinabsteigenden Bündeln in Verbindung treten. Sie hängen, wie es scheint, auch direkt mit dem Gefäßbündelsystem der Zweige zusammen.

Solange also die Gefäßbündel in der Rinde verlaufen, sind sie kollateral. Sie sind dann von einer schwächeren oder stärkeren Sklerenchymfaserscheide umgeben. Diese verlieren sie beim Eintritt in den Gefäßcylinder mehr und mehr und werden, sobald sie sich mit einem anderen Gefäßbündel vereinigen, konzentrisch. Man findet deshalb auf dem Querschnitte des Gefäßcylinders immer einzelne, von einer mehr oder weniger starken Scheide von Sklerenchymfasern umgebene kollaterale Bündel neben vielen konzentrischen. Die Gefäße der Leitbündel sind meist Netzfasertracheen; die ältesten, welche Spiraltracheen sind, sind meist stark zerstört. Die Siebröhren zeigen im Herbste dicke Kallusplatten. Die Sklerenchymfasern sind nicht stark verdickt, im Rhizom nur schwach verholzt und mit schräg gestellten Tüpfeln versehen. Die Parenchymzellen des Rhizoms sind auf den Berührungswänden ziemlich grob und unregelmäßig getüpfelt. Die Sekretbehälter haben Zacharias und Berthold genau untersucht. Nach Zacharias besteht die Membran der Sekretbehälter aus zwei Schichten. Die äußere, an die Luftlücken grenzende Schicht ist verkorkt. Die innere färbt sich mit Chlorzinkjod braun, wie die verkorkte äußere Partie der Zellmembran, besteht also nicht aus ganz reiner Cellulose; sie färbt sich aber nach kurzer Behandlung mit kalter Kalilauge mit Chlorzinkjod blau, ist also nicht verkorkt. Verholzung konnte von Zacharias an keiner Stelle der Membran nachgewiesen werden. Nach Berthold liegt der Tropfen des ätherischen Öles, des Sekretes, wie in noch anderen Fällen, auch bei *Acorus Calamus* in einer beutelförmigen Aussackung der Zellmembran. Die Cellulosehülle ist sehr zart und nur das kutikularisierte Stielchen derselben, welches bei *Acorus* den nicht gegen die Luftkammern gerichteten Teilen der Zellmembran angeheftet ist, ist zu erkennen. Die Zellen der Cylinderscheide sind von der Fläche gesehen, unregelmäßig vieleckig, kaum in der Richtung der Achse des Rhizomes gestreckt; es sind zartwandige Endodermzellen, deren Radialwände am stärksten verkorkt sind.

*Chemie:* Die Droge enthält einen Bitterstoff und liefert 2,8 % eines nicht bitter schmeckenden ätherischen Öles, welches wohl größtenteils aus dem Inhalte der Sekretbehälter herrührt. Kubatow stellte 2 Terpene aus dem ätherischen Öle her, welche bei 158° und 250° siedeten. Der Bitterstoff wurde von Faust als stickstoffhaltige, weiche, harzartige Masse in unreinem Zustande erhalten und Acorin genannt. Thoms erhielt das Acorin zu etwa 0,2 % aus der Droge als stickstofffreie, neutrale, balsamartige Masse, welche sich durch verdünnte Säuren in ein saures

§ 3. Die Achsendrogen.

Harz, in ätherisches Öl und einen reduzierenden Körper, welcher kein Zucker ist, spalten läßt. Daß dieser Körper eine einheitliche Substanz ist, wurde nicht bewiesen. Kunz fand etwas Cholin in dem Kalmusrhizom.

*Geschichte:* Das Kalmusrhizom wurde schon im Altertume angewendet.

b) **Rhizoma Iridis.**

Veilchenwurzel.

**Litteratur.**

*Kultur und Handel:* Groves, *Pharmac. Journ.* III (1872) 229. — Leared, *Pharmac. Journ.* III (1873) 624. — Stefani, *Produzione e commercio della radice dell' Iride nella provincia di Verona*, 1873. — Flückiger, *Note sur la racine de Violette de Vérone*, *Journal de Pharmacie d'Alsace Lorraine*, No. de décembre 1877. — Schimmel & Co., *Bericht* 1889, S. 29.

*Botanik:* Hanbury *Pharmacographia*, London 1879, p. 661. — de Bary, *Anatomie*, S. 273 u. 352. — Guillaud, *Annales de sciences naturelles, Botanique*, VI Sér., T. V, p. 29.

*Chemie:* Flückiger, *Pharm. Journ.* VII (1876) 130; *Archiv der Pharmacie*, V. Bd., 6. Heft 1876.

*Stammpflanze:* *Iris germanica* L., *Iris pallida* Lamarek, *Iris florentina* L. *Iridaceae*.

*Verbreitung der Stammpflanze:* *Iris germanica* ist im Mittelmeergebiete und Nordindien einheimisch; *Iris pallida* und die ihr sehr nahe stehende *Iris florentina* gehören dem Ostgebiete des Mittelmeeres und dem Oriente an.

*Kultur:* Hauptsächlich *Iris germanica* und *pallida*, weniger *florentina* werden in Norditalien, vorzüglich in der Umgegend von Florenz (Pontasieve) und nordöstlich von Verona, zum Zwecke der Gewinnung der Droge kultiviert. Kurze, mit Knospen versehene Rhizomzweige werden in die Erde gebracht, und nach 2—4 Jahren, im August, werden die herangewachsenen Pflanzen geerntet. Stücke des Rhizomes werden dann wieder davon als Saatgut zurückgehalten, der andere Teil des Rhizomes meist im frischen Zustande geschält oder auch stärker mit dem Messer bearbeitet, selten nur von Blättern und Wurzeln befreit und dann an der Sonne getrocknet und zum Verkaufe gebracht. Das trockene Rhizom soll hier und da durch schweflige Säure gebleicht werden und wird nicht selten mit Kreide oder Bleiweiß „geschminkt“. Die Großhändler lassen die Droge häufig noch weiter durch Feilen und Drechseln zurechten, um schöne „*Rhizoma Iridis pro infantibus*“ zugleich mit Pulver und Species zu gewinnen.

Aus den nächsten Gebirgsgegenden nordöstlich von Verona gelangt die Ware meist nach den Märkten vor Tregnago und Illasi, von dort erst

nach Verona. Man unterscheidet auf den Märkten „radice dritta“, die beste geschälte Ware (pro infantibus); „groppo“, unregelmäßige, geschälte Stücke, und „scarto“, Abfälle. Die Stapelplätze der Veilchenwurzel sind Verona, Livorno und Triest. Aus Marokko kommt seit 1871 Veilchenwurzel in den Handel, die von Mogador aus verschifft wird. Die größte Ware liefert die Umgegend von Verona, doch steht diese Ware erheblich im Aroma gegenüber der Florentiner zurück. Die Ware aus Marokko soll nur äußerst schwach riechen.

*Morphologie:* Legen wir der Erklärung des morphologischen Baues der Droge ein Glied des lebenden Rhizomes, welches ja überall leicht erhältlich ist, zu Grunde, und gehen wir bei der Betrachtung des letzteren von einem blühreifen, mit einer Endknospe versehenen Rhizomgliede aus, welches einesteils durch die Blütenstandanlage (*B*), andernteils durch die tiefste Stelle der Einschnürung (*E*) begrenzt ist. Zur besseren Erläuterung mögen die drei Figuren dienen, von denen Fig. 333 ein Rhizomstück von vorn gesehen darstellt, an welchem noch die Blätter befindlich sind; nur von den größten *b*, *c*, *d* ist der obere Teil entfernt. Fig. 334 giebt ein Bild desselben Rhizomstückes, nachdem von demselben die Blätter entfernt und die Seitenknospen (*1*, *2*, *3* der Fig. 334) abgeschnitten worden sind. Fig. 332 zeigt dasselbe Stück des Rhizoms von der Seite; auch hier bezeichnet *2* die Schnittfläche der Zweigknospe *2* Fig. 334. Die Narben der abgerissenen Blätter Fig. 333 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* sind mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

Im ersten Frühjahre finden wir am unteren Teile eines solchen Rhizomstückes etwa 8—12 Blattnarben (*n*<sup>1</sup> bis *n*<sup>12</sup> Fig. 332), dann folgen die Blätter der Terminalknospe. Diese Knospe besteht aus etwa 10 zweizeilig alternierend angeordneten, mehr oder weniger entwickelten Blättern von dem bekannten charakteristischen Baue (Fig. 333, *a* bis *f*). Eigentliche Scheidenblätter werden an dieser einmal im Wachsen begriffenen Knospe im Herbst nicht entwickelt; die alten Blätter schützen die jungen mit der Blattscheide vor der Kälte. Das Ende der Achse nimmt der sehr kleine, aber schon in allen Teilen angelegte Blütenstand ein.

Auf den vorher erwähnten Narben der abgestorbenen Blätter sitzen auf der rechten und linken Flanke des Rhizomes je 3—4 Seitenknospen, welche also ursprünglich in den Achseln der Laubblätter standen. Von diesen Knospen sind die jüngsten, die nach der Spitze des Rhizomes stehenden, die in ihrer Entwicklung geförderten und haben oft schon einige Decimeter lange Laubblätter entwickelt, während die anderen noch in ihren Scheidenblättern stecken.

#### Erklärung der Tafel.

Fig. 332. Das in Fig. 333 mit Blättern dargestellte Rhizomstück von Blättern befreit, in natürlicher Größe, von der Seite gesehen.

W Wurzel. K Knospe. 2 Schnittnarbe des Zweiges 2 der Fig. 333. B Blütenstandknospe. a bis f Narben der abgerissenen Blätter a bis f der Fig. 333. n<sup>1</sup> bis n<sup>12</sup> Narben abgestorbener Blätter.

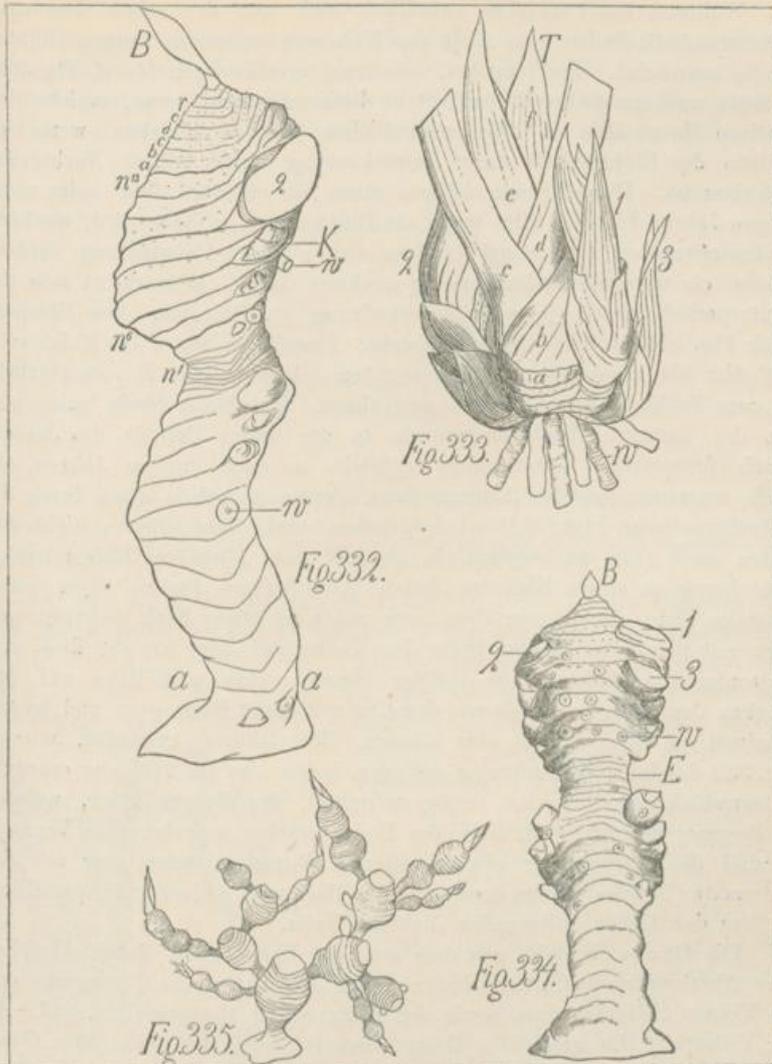


Fig. 333. Irisrhizom mit Blättern, von vorn gesehen.  
a bis f Blätter. T Endknospe. 1, 2, 3 Zweige. W Wurzeln.  
In halber GröÙe dargestellt.

Fig. 334. Dasselbe Rhizom von Blättern, Zweigen und Wurzeln befreit.  
1, 2, 3 Schnittflächen der Zweige 1, 2, 3 der Fig. 333. B Blütenstandknospe, die innerhalb der  
Blätter und Blattanlagen der Endknospe saÙs. W Wurzelnarbe. E Einschnürung, welche der  
Winterperiode des Wachstums entspricht.  
In  $\frac{2}{3}$  der natürl. GröÙe dargestellt.

Fig. 335. Halbschematische Darstellung eines reicher verzweigten Rhizomsystems von  
*Iris germanica*.

Während des Frühjahrs entwickelt sich nun der schon angelegte Blütenstand *B*, indem das Ende des Rhizomes zu einem langen Blütenschaft auswächst. Die jüngsten, obersten Seitenknospen (1—3, Fig. 332 bis 334) wachsen während der Zeit zu Rhizomzweigen heran, welche der relativen Hauptachse in allen wesentlichen Stücken gleichen, wenn im Herbst der Blütenschaft unter Zurücklassung einer breiten Narbe abgestorben ist. Diese Zweige können schon im nächsten Jahre oder nach einigen Jahren blühen. Erst wenn ein Blütenstand gebildet wird, wachsen die Seitenknospen aus, sonst bleiben sie in ihrer Entwicklung zurück. Wächst ein derartiger Rhizomzweig mehrere Jahre, so markiert sich die Winterperiode durch je eine Einschnürung im Rhizome. Das Rhizomstück Fig. 332 ist ein 2jähriger Zweig. Das Stück von *a* bis *n'* ist vom Frühjahr bis zum Spätherbste des ersten Jahres, *n'* bis *B* vom Herbst bis zum Frühjahr des 2. Jahres gewachsen. Die dünne Stelle entspricht also der geringen Wachstumsenergie in der kalten Periode des Jahres. Durch fortgesetzte Verzweigung entsteht so nach einigen Jahren ein reich zusammengesetztes Achsensystem, dessen Aussehen etwa durch die halbschematische Figur 335 wiedergegeben wird. Das Rhizom stirbt von hinten nach vorn zu langsam ab, so daß man höchstens Rhizomzweige 4. Ordnung an einem Rhizome findet. Das Rhizom besitzt einen dorsiventralen Bau. Es ist von oben nach unten zu etwas flach gedrückt und liegt mit der einen breiten Seite dem Boden auf oder kriecht flach und horizontal im Boden. Die Blätter sitzen rechts und links auf den Flanken des Rhizoms, umfassen dasselbe mit ihrer Basis ganz und tragen eventuell in ihrer Achsel eine Knospe. Das Rhizom erscheint, wie es Fig. 332 darstellt, wellenförmig gebogen, indem das im Frühjahr erzeugte Rhizomstück sich ein klein wenig aufrichtet, das dickere Stück, welches im Sommer erzeugt wird, sich dem Boden stärker anpreßt. Die Wurzeln (*w* sind die Narben der abgeschnittenen Wurzeln) stehen nur auf der Unterseite (Bauchseite) des dorsiventralen Rhizomes und zwar hauptsächlich an dem den Boden anliegenden dickeren Teile.

Die Droge besteht aus dem von der Korkschiebt durch Abziehen oder Abschneiden befreiten Rhizome, von dem ferner die Endknospe und die kleinen Seitenknospen, sowie der Blütenschaft abgeschnitten sind. An der Unterseite der geschälten Droge bemerkt man die Reste oder Querschnittflächen der Wurzeln, an welchen das stark verholzte radiale Gefäßbündel häufig als Zäpfchen zu erkennen ist. Die Oberseite des Rhizomes erscheint, wenn nicht zu viel davon abgeschnitten ist, in querer Richtung mehr oder weniger regelmäßig, den Blattinsertionen entsprechend, gefurcht, stets aber mit querlaufenden Punktreihen versehen, welche den abgerissenen zahlreichen Gefäßbündeln der Blätter entsprechen, die aus der Blattbasis in das Rhizom eintraten. Weniger deutlich sind diese Punktreihen meist auf der Unterseite der Droge.

## Anatomie.

*Lupe:* Auf dem Querschnitte (Fig. 336) erkennt man im Gefäßbündelcylinder die Gefäßbündel als dunklere Punkte; die Rinde erscheint frei von denselben. An der Grenze zwischen Rinde und Gefäßcylinder (*G*, Fig. 336) sind die Gefäße auf der Bauchseite des Rhizoms dicht angehäuft.

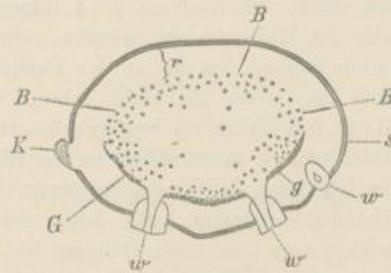


Fig. 336.

Querschnittsfläche des noch mit Korkschicht versehenen Rhizoms.

s Korkschicht. r Rinde. B Eintretende Blattleitbündel. w Wurzel. K Knospe. G Leitbündelnetz der Rhizombauchseite. Die Punkte deuten die Gefäßbündel des Leitbündelcylinders an.

Auf der Rinde der Bauchseite kann hier und da ein Längsschnitt durch die Wurzel (Fig. 336, *w*) zur Anschauung kommen. Im reflektierten Lichte erkennt man in dem fast weißen Gewebe die Kryställchen als äußerst zahlreiche, glänzende, kleine Punkte. Jodjodkalium färbt den Schnitt blau, Ätzkali gelb.

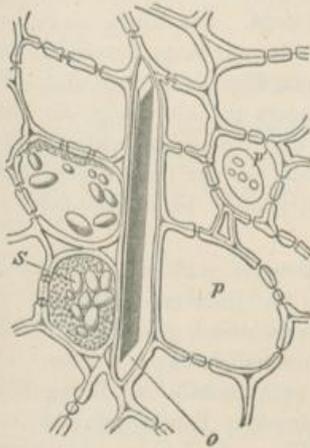


Fig. 337.

Längsschnitt durch das Parenchym des Rhizomes.

o Oxalatzelle. p Parenchymzelle.  
p' Parenchymzelle mit getüpfelter Rückwand. s Stärkekörner aus den Parenchymzellen.

Der Oxalatkristall ist in Schleim eingebettet. Die Rinde (*r*, Fig. 336) wird von dem Leitbündelcylinder nicht durch eine ausgeprägte Cylinderscheide

geschieden. Es ist keine Schicht verkorkter Zellen an dieser Stelle vorhanden, nur sind die Elemente einer Zellschicht, welche sich an die Gefäßbündel der in das Rhizom eintretenden Wurzeln anschließt, ein wenig kollenchymatisch.

Die aus den Blättern in das Rhizom eintretenden je etwa 40 Leitbündel treten mehr oder weniger schräg durch die Rinde des Rhizoms hindurch, biegen sich dann, während sie 2—4 Internodien lang hinabsteigen, nach der Mitte des Rhizomes zu, wenden sich zurück und legen sich, schräg nach außen laufend, an die in der Peripherie des Cylinders verlaufenden Leitbündel an, wenn sie nicht schon, wie es hier und da geschieht, auf dem Wege mit einem sie begegnenden Bündel verschmolzen sind. So einfach verhält es sich thatsächlich an der Rückenseite, während an der Bauchseite des Rhizomes das Verhältnis dadurch kompliziert wird, daß sich aus den Blattspurleitbündeln, von denen sich jedes in mehrere Äste teilt, und den Tracheen- und Siebsträngen der Wurzelgefäßbündel ein Netz bildet, durch dessen Maschen die Blattspurbündel eintreten.

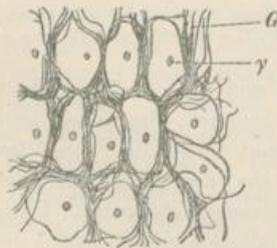


Fig. 338.

Tracheenstrangnetz der Bauchseite des Rhizomes.

Die Gefäße (G) sind als Linien gezeichnet.

γ Querschnitt durch ein Blattspurbündel, welches durch die Masche des Netzes hindurchtritt.

Fig. 338 stellt ein Stück dieses Netzes dar, von dem nur die Gefäße durch Linien wiedergegeben sind. Mit γ ist der Querschnitt durch ein Blattspurbündel bezeichnet.

Dieser Gefäßbündelverlauf erklärt die Verteilung der Gefäßbündel auf dem Querschnitte der Droge. Die Rinde zeigt, wie gesagt, keine oder nur längs durchschnitene Gefäßbündel (B, Fig. 336). Der obere Teil des Gefäßcylinders enthält wenig, die Mitte sehr wenig, die Unterseite viele Gefäßbündel, die sich an der Grenze von Rinde und Leitbündelcylinder besonders dicht anhäufen.

Die Leitbündel sind nur im Anfang ihres Verlaufs im Rhizome kollateral und werden dann konzentrisch gebaut, die Gefäße außen. Die Siebröhren der Bündel besitzen ziemlich kurze Glieder. Die Tracheen sind meist Treppengefäße, dann auch Spiral- und Ringgefäße. Die Bündel sind nur von einer Scheide gestreckter Parenchymzellen umgeben, welche Stärke führen; sklerotische Elemente fehlen. Die Parenchymzellen der Droge sind mit Stärke gefüllt. Die Stärkekörner sind zart excentrisch geschichtet, etwa länglich eiförmig.

*Chemie:* Das frische Rhizom ist geruchlos und bleibt es auch bei schnellem Trocknen. Bei langsamem Trocknen der geschälten Rhizome an der Sonne, entwickelt sich eine riechende Substanz in den Zellen, welche durch Destillation gewonnen werden kann. Man erhält so 0,1 % des sogenannten Veilchenwurzelkamphers, welcher wesentlich aus Myristin-

säure besteht, welche mit einer höchst geringen Menge der riechenden Substanz durchtränkt ist. Nach Untersuchung in meinem Laboratorium in Münster i. W. scheint *Iris germanica* neben der Stärke reichlich ein dem Sinistrin und Irisin nahe stehendes oder mit einem der beiden Körper identisches Kohlehydrat zu enthalten, dessen Prüfung im Gange ist.

*Geschichte:* Die Droge wurde schon im frühen Altertume ihres Wohlgeruches wegen benutzt.

### B) Dikotyledonenachsen.

#### I. Vollständige Achsen.

#### α) Oberirdische Achsen.

##### 1) *Stipites Dulcamarae.*

Bittersüßs.

#### Litteratur.

*Botanik:* Wydler, Mitteilungen der Naturf.-Ges. in Bern 1861. — de Bary, Anatomie, S. 563 u. 564 (Korbildung), S. 242, S. 150. — Kassner, Dissertation, Basel 1884.

*Chemie:* Desfosses, Journ. Pharm. 6, 374 u. 7, 414. — Winckler, Buchners Repert. 76, 109. — Moitessier, Compt. rend. 43, 978 (1856). — Zwenger und Kindt, Ann. Chem. Pharm., 109, 244; 118, 129; 133, 341. — O. Gmelin, Ann. Chem. Pharm. (1859) 110, 167. — Hilger und Martin, Ann. Chem. Pharm. (1879), 195, 317. — Wittstein, Viertelj. pr. Pharm. (1852) 1, 371. — Geifslor, Arch. Pharm. 1875, 289.

*Stammpflanze:* *Solanum Dulcamara* L., Solanaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Die Pflanze wächst an feuchten, schattigen Standorten durch ganz Europa, mit Ausschluss des äußersten Nordens, kommt in Kleinasien, in China vor und ist auch in Nordamerika eingewandert.

*Einsammlung:* Man sammelt die stärkeren oberirdischen, langen Achsen im Spätherbste oder Frühjahr, wenn die abwechselnd stehenden Blätter abgefallen sind, schneidet sie im frischen Zustande in etwa 1 cm lange Stückchen und trocknet sie dann erst. 10 Teile der frischen Achse geben 3,3 Teile Droge.

*Morphologie:* Da die Droge nur im geschnittenen Zustande im Handel vorkommt, außerdem ziemlich unwichtig ist, wollen wir auf die Morphologie derselben nicht eingehen. Es mag nur bemerkt werden, daß die ganze oberirdische Achse ein Sympodium ist.

#### Anatomie.

*Lupe:* Die etwa 8 mm dicken, kantigen Achsenstückchen, welche in der Droge vorliegen, sind von einer grauen, glänzenden Korkschiebt bedeckt (Fig. 340, K), an welcher man meist 1—2 matte Höcker (Lenti-

cellen) bemerkt. Direkt an die Korkschicht schließt sich die dünne, dunkle Rinde an (in Fig. 340 die helle Partie zwischen *K* und *H*; sie ist deshalb hier hell gezeichnet, weil das Bild einen transparenten Querschnitt darstellt, nicht die Schnittfläche). Das auf die Rinde nach innen zu folgende sekundäre Holz (*H*) ist heller und gelblich. Das Mark, welches den ganzen innerhalb des sekundären Holzringes liegenden Teil der Achse ausmacht, ist schon im frischen Stengel größtenteils innen zerstört (*m*), so daß der Stengel hohl erscheint. Bei genauem Nachsehen findet man jedoch stets eine dünne weißliche Schicht, die Reste des Markgewebes, dem sekundären Holze anliegend.

*Mikroskop:* Das Kambium der eigentümlich glänzenden Korkschicht ist aus der Epidermis selbst entstanden. Der Glanz der Korkschicht (*K*, Fig. 339a) rührt daher, daß die mit dicker Cuticula versehene Epidermishälfte (*Ep*, Fig. 339a) noch die Korkschicht bedeckt. Unter der Korkschicht liegt das Parenchym der Außenrinde (*A*), welches aus chlorophyllhaltigen Zellen besteht. An der inneren Grenze der Außenrinde finden sich Stränge von Sklerenchymfasern (*f*, Fig. 340 und 339a). Die Innenrinde wird von einreihigen Markstrahlen (*m* und *m'*) durchzogen, welche typisch gebaut und ausgezeichnet sind durch das Vorhandensein von mit Krystallsand angefüllten Oxalatzellen (Fig. 339a, *o*). Das von einreihigen Markstrahlen (*m*, *m'* Fig. 339b) durchzogene Holz enthält getüpfelte Gefäße (*g*), wenig Holzparenchym (*p*) und zahlreiche Sklerenchymfasern. Das aus großen Parenchymzellen (*p''*) bestehende Mark (*M*) ist ausgezeichnet durch die anormalerweise in seiner äußeren Region verlaufenden Siebröhrenstränge (*s*) und einzelne große Sklerenchymfasern (*f*).

*Chemie:* Aus der Droge ist ein giftiges Glycosid, das Solanin, ( $\frac{1}{3}$  pro mille) und ein Bitterstoff, das amorphe Dulcamarin ( $\frac{1}{3}$  %) erhalten worden.

*Geschichte:* Die Droge fand zuerst im Mittelalter arzneiliche Verwendung.

#### Erklärung der Tafel.

##### Stipites Dulcamarae.

Fig. 339a und 339b. Partie aus dem Querschnitte von Stipites Dulcamarae.

339a. Rinde und Anfang des Holzes. *K* Korkschicht, welche aus der Epidermis hervorgegangen. *A* Parenchym der Außenrinde. *o* Oxalatzellen. *m'* und *m* Markstrahlen. *g'* Gefäß. *f* Sklerenchymfasern der primären Rinde.

339b. Holz und äußere Partie des Markes. *m'* und *m* Markstrahlen. *g'* das Gefäß *g'* aus Fig. 339a. *g* Gefäße. *f* Sklerenchymfasern des Holzes. *p* Holzparenchym. *g''* Gefäße eines primären Leitbündels. *s* Siebröhrenbündel im Marke. *f* Sklerenchymfaser. *p''* Markparenchym.

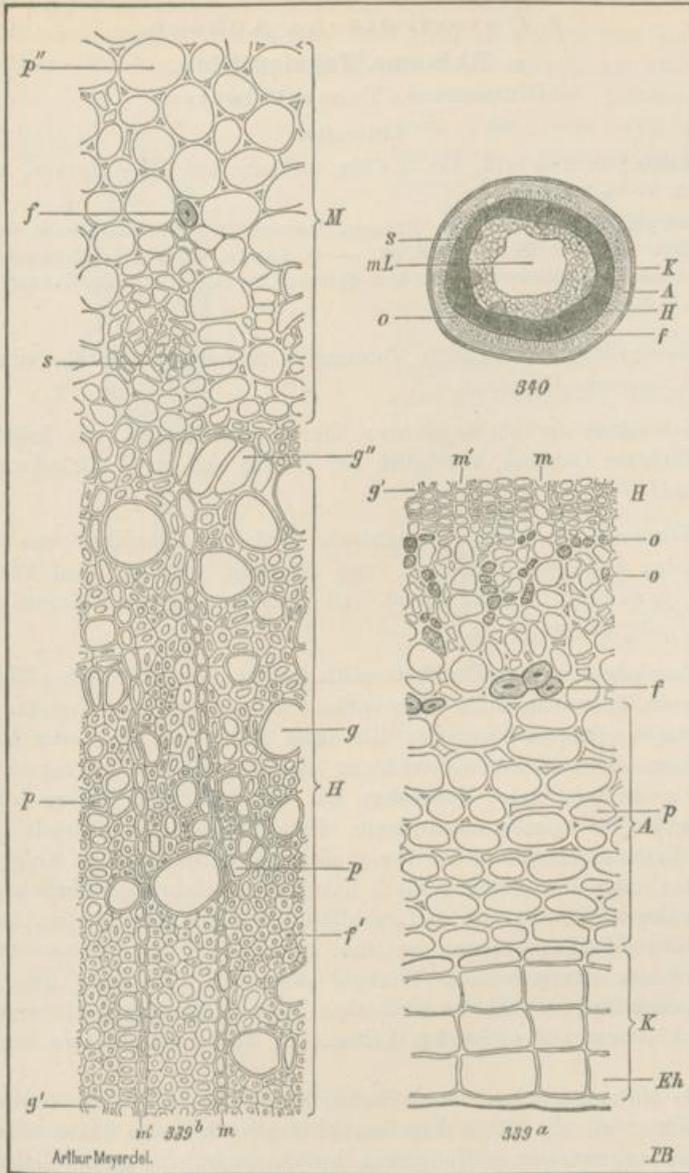


Fig. 340. Dünner, in Wasser aufgeweichter Querschnitt (nicht Schnittfläche) von *Stipites Dulcamarae*.

*K* Korkschicht. *A* Außenrinde. *f* sklerotische Fasern an der Grenze der Außenrinde. *o* Oxalatzellen in der sekundären Rinde. *H* sekundäres Holz. *s* Siebröhrenbündel im Marke. *mL* Lücke im Marke.

4fach vergr.

β) **Unterirdische Achsen.**

κ) **Rhizoma Tormentillae.**

Blutwurzel, Tormentillwurzel.

**Litteratur.**

*Chemie:* O. Rembold, Ann. d. Chem. u. Pharm. 145, 5. — Maisch, Americ. J. Pharm. V. 46, p. 109 (1875).

*Botanik:* O. Linde, Über Rhizoma Tormentillae, Pharmazentische Centralhalle, 1886, No. 4, S. 38; No. 5, S. 52. — O. Linde, Über eine Verunreinigung von Rhizoma Tormentillae (Rhizom von Spiraea Ulmaria), Pharmaz. Zeitung 1884, No. 101, S. 870.

*Stammpflanze:* Potentilla Tormentilla Schrank (Potentilla silvestris Necker) Rosaceae-Dryadeae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Durch ganz Europa, mit Ausschluss des südlichsten Gebietes, vorzüglich auf Wiesen und an Waldrändern vorkommend.

*Einsammlung:* Der Wurzelstock wird im Frühjahr von wildwachsenden Pflanzen gesammelt, von Stengeln, Blättern und Wurzeln befreit, gewaschen und getrocknet. 10 Teile des frischen Rhizoms geben 4 Teile lufttrockner Droge.

*Morphologie:* Potentilla Tormentilla besitzt ein unterirdisches Rhizom, welches im äußersten Falle eine Dicke von etwa 1,5 cm erreicht. Am allmählich verjüngten Ende des Rhizomes findet sich ein sehr kleines Knöspchen, durch dessen Entwicklung sich das Rhizom verlängert. Im Frühjahr erzeugt dieses Knöspchen bei der blühreifen Pflanze 5 bis 6 gestielte, kleine, spiralig angeordnete, dicht übereinander stehende Laubblätter, in deren Achseln kleine Zweigknöspchen entstehen. Das Knöspchen des ersten oder der ersten 2 bis 3 Laubblätter wächst gewöhnlich nicht aus, die der nächsten (1 bis 4) Laubblätter strecken sich zu etwa 1,5 mm dicken oberirdischen Achsen, welche Laubblätter und Blüten tragen. Während des Sommers und Winters steht die Vegetation des Endknöspchens still; im nächsten Frühjahr beginnt die gleiche Entwicklung von Laubblättern und blühenden Achsen. So wächst das Rhizom langsam heran.

Die blütentragenden, oberirdischen Zweige des Rhizomes sterben in jedem Winter ab; die Reste derselben bleiben noch einige Jahre erhalten. Die nicht ausgewachsenen Knöspchen bleiben meist eine ganze Reihe von Jahren erhalten, ohne auszuwachsen, so daß anfangs keine Verzweigung des Rhizomes durch Rhizomzweige eintritt. Später wächst eins oder das andere der Knöspchen zu einem anfangs dünnen, allmählich die gleiche Dicke wie die relative Hauptachse erreichenden Rhizomzweige aus; vorzüglich geschieht dies reichlich, wenn die Endknospe eines Rhizomstückes durch Zufall zu Grunde geht. Es entstehen so oft Rhizomsysteme, welche

15 und mehr Endknospen, also Rhizomzweige besitzen. Die Rhizomstücke sterben dabei langsam von hinten nach vorn zu ab, so daß sie meist nicht über 6 cm lang werden. Durch dieses Absterben werden selbst-

verständlich die Rhizomzweige nach einer Reihe von Jahren isoliert und wachsen als Einzelpflanze weiter.

In Fig. 341 ist ein einfaches Rhizom dargestellt, welches im Mai gesammelt wurde. Die wenigen Blattreste sind entfernt, die oberirdischen Achsen kurz abgeschnitten, nur ein grundständiges Blättchen, welches zufällig an dem einzigen unterirdischen Zweige des Rhizomes noch erhalten war, ist abgebildet. Siehe hierzu die Erklärung der Fig. 341.

Die Droge besteht hauptsächlich aus wenig verzweigten Rhizomen oder abgebrochenen Rhizomästen, seltener aus reich verzweigten Rhizomsystemen. Die Rhizomstücke sind durch das Trocknen meist längsrunzlig, doch erkennt man gewöhnlich leicht an ihnen die etwas quer gestreckten, vertieften Narben der oberirdischen Achsen (*v*). Nach der Spitze der Rhizomstücke zu findet man meist noch Reste der oberirdischen Achsen, nach der Basis zu Reste der zahlreichen Wurzeln.

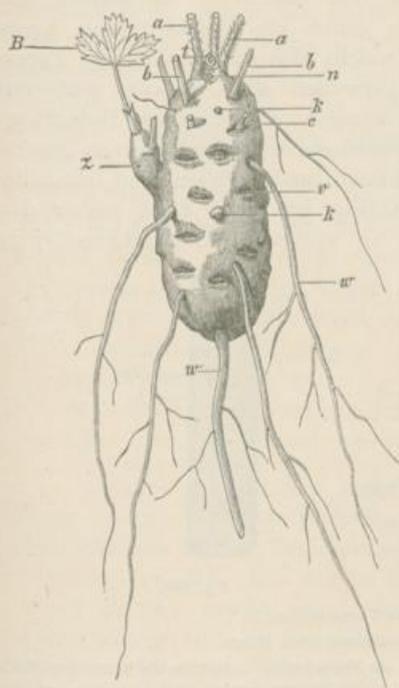


Fig. 341.

Rhizom von *Potentilla Tormentilla*.  
*w* Rhizomzweig des Rhizoms. *B* Laubblatt desselben. *a* diesjährige oberirdische Zweige des Rhizoms. *b* Reste der vorjährigen oberirdischen Zweige. *c* ältere Zweigreste. *v* vertiefte Narben der oberirdischen Zweige. *k* Knöschen, die aus dem Rhizomzweige entstehen können. *t* Endknospe des Rhizoms. *w* Wurzeln.  
 Natürliche Größe.

#### Anatomic.

*Lupe:* Die trocknen Rhizomstücke sind äußerst spröde und hart. Auf dem Querbruche erscheint das Rhizom mehr oder weniger dunkelrot oder rotbraun, mit einigen größeren, weissen Punkten oder auch aus der Bruchfläche hervorragenden, weissen Fasern. Schneidet man die quere Bruchfläche glatt, so sieht man, daß die festen, weissen Faserstränge mehr oder weniger in Radialreihen angeordnet sind. Will man sich über den Bau des Rhizomes weiter orientieren, so muß man dasselbe besser in Wasser einweichen, dann zuerst quer durchschneiden und die

glatte Schnittfläche etwas abtrocknen lassen. Letztere zeigt dann in der Mitte ein mehr oder weniger gefärbtes, oft sehr breites Mark (*m*), von dem aus wenige, sehr ungleiche, meist sehr breite Markstrahlen (*ms*) ausgehen, welche also sekundäres Holz und Innenrinde durchsetzen und häufig tangential gestreift erscheinen durch die konzentrischen Kreise hellerer oder dunklerer Färbung (*z*), welche sich dann im ganzen Parenchym des Rhizoms finden und von periodisch stärkerer oder geringerer Farbstoffeinlagerung herrühren. Die wenigen und schmalen Holzstränge erscheinen durch in Radialreihen (*h*) geordnete weiße oder graue Punkte (*h'*), welche Gruppen von Sklerenchymfasern und Gefäßen sind, charakterisiert. Die Rinde ist dünn; ihr Anfang ist meist dicht hinter dem äußersten Ringe der weißen Punkte zu suchen. Das Kambium (*c*) ist

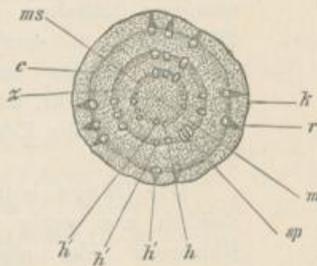


Fig. 342.

Fig. 342. Rhizoma Tormentillae.

Querschnittsfläche der aufgeweichten Droge.

*k* Korkschicht. *r* Rindenstrang. *c* Kambium. *ms* Markstrahl. *z* dunkle Zellzone des Markstrahles. *m* Mark. *h* Holzstrahl. *h'* Strang von sklerotischen Fasern und Gefäßen. *sp* Spur einer oberirdischen Achse.

2fach vergr.

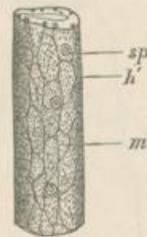


Fig. 343.

Fig. 343. Rhizoma Tormentillae.

Bis auf ein Holzstrangsystem hinab geschältes Rhizomstück (aufgeweichte Droge). *m* Markstrahlen. *h'* Holzstränge. *sp* Spuren der oberirdischen Achsen.

nur in wenigen Fällen an der aufgeweichten Droge scharf zu erkennen. Die Rindenstränge (*r*) sind meist etwas dunkler als das Parenchym der Rinde; an schlechter getrockneten Stücken sind sie nur schwer mit der Lupe zu sehen.

Charakteristisch für die Droge und wichtig für das Verständnis des Baues des Rhizomes ist das Bild, welches man nach dem gleichmäßig ringsum ausgeführten Schälen eines aufgeweichten Rhizomstückes, bis zur Tiefe des ersten oder zweiten Ringes der in den Holzsträngen liegenden weißen Stränge von Tracheen und Sklerenchymfasern, sieht. Die Oberfläche des so geschälten Rhizomes erscheint dann durch ein helles Netz gezeichnet, welches aus den unter den ursprünglichen Blattinsertionspunkten anastomosierenden Holzsträngen (*h'*) besteht. Die Maschen des Netzes sind durch die Markstrahlen eingenommen (*m*), in deren Mitte

man nicht selten den Querschnitt der Spur einer oberirdischen Achse als hellen Kreis (*sp*) liegen sieht.

*Mikroskop:* Das die ziemlich dicke, rotbraune Korkschicht bildende Korkkambium erzeugt kein Phelloderm. Direkt an das Phellogen schließt sich die Rinde an, welche in ihrem äußersten Teile wesentlich aus quer gestreckten Parenchymzellen besteht und dort einige obliterierte Siebstränge erkennen läßt. Die Rindenstränge des inneren Teiles der Rinde bestehen aus Siebsträngen, umgeben und vermischt mit kurzen, dünnwandigen Ersatzfasern. Die Holzstränge bestehen aus wenig längsgestrecktem Parenchym, in welches Gruppen von Gefäßen eingelagert sind, die teilweise von bindenförmig angeordneten Sklerenchymfasern begleitet werden. Die Gefäße sind mit mehr oder weniger langen, quer gestreckten, die mäfsig langen, dickwandigen, Sklerenchymfasern mit schräg gestellten Tüpfeln versehen. Rinden- und Holzstränge machen die oben beschriebenen Biegungen. Das Mark besteht aus stärkehaltigem isodiametrischen Parenchym und einzelnen, Oxalatdrusen führenden Zellen. Die Markstrahlen bestehen aus den gleichen Elementen, welche aber meist ein klein wenig radial gestreckt erscheinen.

*Chemie:* Das Rhizom enthält eine Leimlösung füllende, sich durch Eisen blaugrün färbende Gerbsäure, welche durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in das „Tormentillrot“ übergeht, welchem das Rhizom seine Färbung verdankt. Das frische Rhizom ist in seinen jungen Teilen oft wenig gefärbt, nimmt aber beim Trocknen an der Luft auch dort eine rote Färbung an. In den ältesten Teilen des frischen Rhizomes findet sich der schöne rote Farbstoff oft in großer Menge schon vor. Aus dem Rhizom ist auch Chinovasäure und Ellagsäure dargestellt worden.

### 1) **Rhizoma Imperatoriae.**

Meisterwurz.

#### Litteratur.

*Botanik:* Hoffmann, Über die Wurzeln der Doldengewächse, Flora 1851, S. 535. — O. Linde, Pharm. Centralhalle 1885, No. 16, p. 175.

*Chemie:* Buchners Repert. f. Pharm., Bd. 56, p. 318. — v. Gornap, Ann. Chem. Pharm. 183 (1876), S. 321; Berichte der Deutsch. Chem. Ges. 7, 564. — Wackenroder, Chem. Centralbl. 1831, 202; Arch. d. Pharm. 37, 341. — Wagner, Journal für prakt. Chem. 61, 503. — Dr. August Jassoy, Arch. der Pharm. 1890, S. 544. — Hlasiwitz und Weidel, Ann. Chem. Pharm. 174, 67. — Heut, Dissertation, Erlangen, 1874. — Hirzel, Journ. f. prakt. Chemie 46, 292. — Bericht von Schimmel & Co., Leipzig 1887, Okt., S. 34.

*Stammpflanze:* Imperatoria Ostruthium L., Umbelliferae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Die Pflanze findet sich in den Gebirgen des größten Teiles von Mitteleuropa. In Deutschland wächst sie

z. B. häufig im Thüringer Walde, im Harze, im Erzgebirge. Nicht selten findet man sie in den Gärten der Gebirgsdörfer angepflanzt.

*Einsammlung:* Die Droge wird von wildwachsenden oder in den Grasgärten der Dörfer gezogenen Pflanzen im Frühjahr oder Herbst gesammelt. 10 Teile des frischen Rhizoms geben etwa 2,2 Teile der Droge.

*Morphologie der lebenden Pflanze:* Untersucht man eine Pflanze im Mai, wo die ersten Laubblätter derselben schon völlig entwickelt sind, so findet man, daß die Endknospe einer noch nicht blühbaren dicken, das Ende eines Ausläufers bildenden Speicherregion (*d*, Fig. 344), von welcher wir ausgehen wollen, spiralig gestellte Blätter trägt, welche mit einer dicken Blattscheide die Internodien völlig umfassen und in ihren Achseln je ein kleines Knöspchen führen. Die laubblatttragenden Internodien der in Rede stehenden Rhizomstücke sind meist gar nicht entwickelt, in Aus-

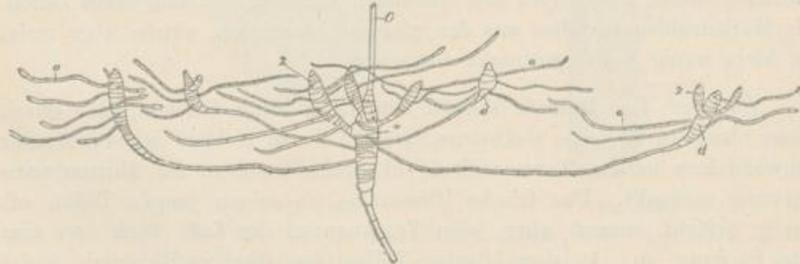


Fig. 344.

Halbschematische Darstellung eines unterirdischen Achsensystemes von *Imperatoria Ostruthium*, welches von Wurzeln und Blättern befreit ist.

nahmsfällen jedoch bis 1 cm lang. Im Laufe der Vegetationsperiode scheinen sich an solchen Rhizomstücken 10 bis 15 Blätter zu entwickeln, so daß dieselben also nur langsam in die Länge wachsen. Im Herbst sterben die Laubblätter ab; die Endknospe des Rhizoms überwintert. Einzelne, vorzüglich die oberen, in den Achseln der letzten Blätter stehenden Knöspchen wachsen im nächsten Frühjahr sogleich zu dicken, Laubblätter tragenden, sich sofort aufwärts richtenden Rhizomzweigen (*z*) aus, welche meist von oben nach unten etwas zusammengedrückt oder, was dasselbe sagt, seitlich verbreitert sind, und welche sehr kurze Internodien besitzen. Da, wo diese Rhizomzweige entspringen, verdickt sich das Internodium der Mutterachse meist besonders stark, so daß die Rhizomzweige dann auf einem von der Insertionsfläche aus allmählich dünner werdenden Wulste (*v*) aufsitzen, welcher die Mutterachse zu umfassen scheint. Sehr zahlreiche der übrigen Achselknöspchen wachsen zu dünnen, oft 40 cm langen, horizontal im Boden hin wachsenden Rhizomzweigen, Ausläufern (*a*), welche 2 bis 4 cm lange Internodien entwickeln und

mit Scheidenblättern besetzt sind, die gewöhnlich eine kleine Spreitenanlage an der Spitze tragen. Das Ende der Ausläufer wird anfangs von einer schlanken, zugespitzten Knospe eingenommen. Aus den Achselknospchen der Scheidenblätter können sich Zweige der Ausläufer entwickeln. Nach kürzerem oder längerem Wachstume wenden die Ausläufer im Laufe des Sommers ihre Spitze aufwärts und erzeugen an letzterer zuerst kleine, dann immer größere Laubblätter, während zugleich die laubblatttragenden Internodien sich stark verdicken, so daß die Spitze des Ausläufers nach und nach denselben Bau annimmt, den wir für seine relative Hauptachse kennen lernten.

Nach einigen Jahren wandelt sich der Vegetationspunkt einer solchen verdickten Ausläuferspitze in eine oberirdische, blühende Achse (o) um; 3 bis 4 Internodien strecken sich dabei je etwa zur Länge von 20 bis 40 cm und bilden eine Blätter und Blüten tragende oberirdische Achsenregion. Stirbt letztere nach der Fruchtreife ab, so bleibt eine breite Narbe an der Spitze des Sprosses zurück, dessen Speicherregion noch länger weiter vegetiert, indem sie von ihren Zweigen ernährt wird. Danach gelangen auch die kurzen Zweige und die an der Spitze verdickten Ausläufer zur Blüte. Oft werden die verdickten Stücke der Ausläufer 10 cm lang und hie und da 10 Jahre alt, ehe sie zum Blühen kommen, doch kann bei kräftigen Pflanzen ihre Blühreife auch viel früher eintreten.

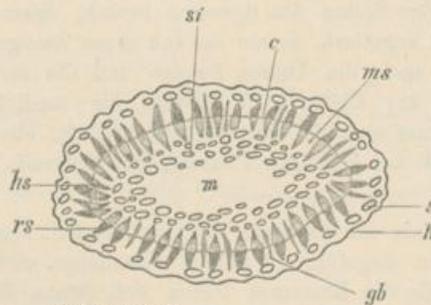
Die Bewurzelung der Ausläufer ist eine ziemlich regelmässige, indem unter jedem Knoten ungefähr 10 dünne Würzelchen auftreten. Auch an dem verdickten Teile des Rhizomes bilden sich dünne Wurzeln reichlich, meist jedoch nur einzelne dicke und zwar meist an der Basis der verdickten Ausläuferregion.

*Morphologie der Droge:* Nach dem Gesagten ist die Morphologie der Droge leicht zu verstehen. Die Hauptmasse der Droge besteht aus verdickten Enden der schlanken Wandersprosse, welche meist von den dicken Zweigen (z, Fig. 344) und den seitlichen Ausläufern durch Abschneiden befreit sind, selten noch einige dicke Seitenzweige tragen. Die Basis der einfachen Stücke zeigt meist noch einen kürzeren oder längeren Rest der im trockenen Zustande meist nur 3 mm dicken, schlanken Wanderregion, deren verhältnismässig lange Internodien man leicht erkennt, und ist meist durch das Trocknen bedeutend stärker zusammengedrückt als im aufgeweichten oder frischen Zustande. Die flachen Seiten entsprechen der organischen Ober- und Unterseite des Rhizomstückes. Die Spitze der Stücke zeigt meist eine breite, von der abgestorbenen Blütenachse herrührende Narbe oder trägt ein Stückchen der abgeschnittenen Blütenachse oder schliesslich eine kurze und breite Knospe. Die Internodien sind selten länger als 2 mm und erscheinen längsrunzelig, relativ dunkel. Die etwa 1 mm breiten Blattnarben sind an ihrer matten und meist ein wenig helleren Färbung zu erkennen. Rings um die Stücke

verteilt, spiralig angeordnet findet man die etwas quergestreckten, großen Schnittnarben oder kurzen Reste der abgerissenen Ausläufer, seltener auch dafür kleine, nicht entwickelte Knöspchen. Am oberen Teile der Stücke sieht man die Narben der dort sehr kleinen, aber zahlreichen Würzelchen an den Internodien nur schwierig, und gewöhnlich findet man dort, wo die dicken Endstücke sich plötzlich verdünnen, an der Basis, einige große Wurzelnarben.

#### Anatomie.

*Lupe:* Die mit dem Rasiermesser ganz fein geglättete Querschnittsfläche der in der Droge hauptsächlich vorkommenden, etwas flach zusammengedrückten Endstücke, der Speicherregionen der Ausläufer, zeigt uns außen die dunkle Korkschicht (*k*, Fig. 345), darunter die primäre Rinde mit einer Reihe sehr weiter Sekretbehälter (*s*), die mit gelbem



Arthur Meyer del.

Fig. 345.

Querschnittsfläche der Speicherregion der Ausläufer von *Imperatoria Ostruthium*.  
 k Periderm. s Sekretbehälter der Rinde. si Sekretbehälter des Markes. c Kambium. rs Rindenstränge. hs Holzstränge. ms Markstrahlen. m Mark. gb eintretende Leitbündel.

Sekrete gefüllt sind. Hinter dem primären Rindenteile, bis zu dem kaum erkennbaren Kambium (*c*) reichend, liegt der sekundäre Rindenteil. Er ist charakterisiert durch die von außen nach innen breiter werdenden dunklen Keile der Rindenstränge (*rs*), an welche sich die Holzstränge (*hs*) anschließen. Die letzteren bestehen aus einem breiten, durch die weiten Gefäße punktierten, hellgelben Teile und einem kürzeren oder längeren hinteren, meist etwas dunkleren älteren Teile. Zwischen den Holz- und Rindensträngen liegen die hellen Markstrahlen (*ms*), in denen man nicht selten dunklere Streifen, die eintretenden Gefäßbündel (*gb*), oder Wurzelspuren verlaufen sieht. Das Mark (*m*) nimmt einen großen Teil des Querschnittes ein und enthält in seiner Peripherie zahlreiche Sekretbehälter (*si*).

Schneidet man das Rhizomstück der Länge nach durch, so findet man die Sekretbehälter wieder, welche die Länge der einzelnen Inter-

nodien besitzen, und sieht ferner meist die Knoten durch dunklere Querstreifen markiert. Hier und da ist das Rhizom gekammert, d. h. die mittleren Parenchymmassen der Internodien sind zerstört, die Knotenpartien erhalten.

Charakteristisch ist auch die Ansicht der Fläche, welche ein flacher Tangentialschnitt durch die Rinde freilegt, da auf dieser die zahlreichen Sekretbehälter der Internodien in dichten Querreihen angeordnet erscheinen. Schneidet man in gleicher Weise tiefer, bis auf das Holz, so sieht man sehr schön den Verlauf der dunkleren Holzstränge und der weißen Markstrahlen.

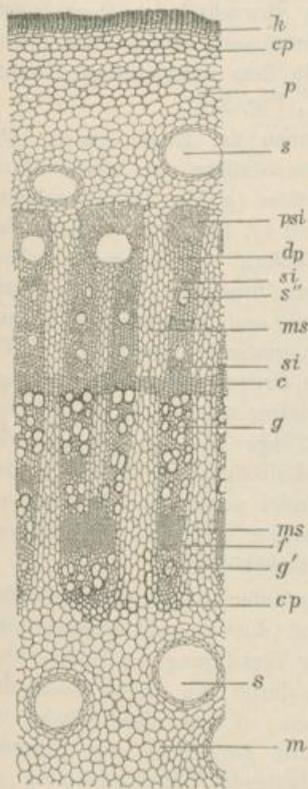


Fig. 346.

Halbschematische Abbildung eines Querschnittes durch ein Internodium des Rhizoms von *Imperatoria Ostruthium*.

h Korkschicht. cp kollenchymatische Hypodermis. s, s'' Sekretgänge. psi primäre Siebstränge. ms Markstrahl. si Siebstrang. c Kambium. g, g' Gefäß. cp kollenchymatisches Parenchym. m Mark. f Sklerenchymfasern.

*Mikroskop:* Verwendet man zuerst zur genauen anatomischen Untersuchung der Droge eins der langen, dünnen Internodien von der Basis der Ansläufer, so erhält man am einfachsten Aufschluss über den Bau, da letzterer in diesen am übersichtlichsten ist. Ganz junge, im primären Zustande befindliche Ansläufer findet man in der Droge nicht, da sie zu zart sind und beim Einsammeln verworfen wurden. Auch die jüngsten der in der Droge vorkommenden Stücke sind schon mit einer dünnen Korkschicht versehen und haben ein geschlossenes Kambium. Die Korkschicht (k, Fig. 346), deren Kambium in der Epidermis selbst seinen Ursprung nimmt, bleibt immer ziemlich dünn. Unter der Korkschicht liegen einige Schichten kollenchymatischen Parenchyms (cp) (kein Phelloderm), dann lockeres großzelliges Parenchym (p) der Außenrinde, in dem bald große, unregelmäßige Interzellularlücken auftreten können. Auf dem Querschnitte des Rhizoms sieht man in diesem Parenchym, in einer Ringzone angeordnet etwa 40 schizogene Sekretgänge s liegen. Dieselben sind mit dünnwandigen, etwas quer gestreckten Epithelzellen versehen und

in der Droge mit einem gelblichen Balsame erfüllt. Verfolgt man sie in ihrer ganzen Länge im Internodium, so scheinen sie nur so lang zu sein

wie das Internodium und blind zu endigen, in der That aber laufen sie in einen äußerst feinen Kanal aus, mittelst dessen sie mit den in den Knoten verlaufenden Systemen sehr feiner Sekretgänge zusammenhängen. Den Abschluß des primären Rindenteiles bilden die zusammengefallenen primären Siebstränge (*psi*), welche von zahlreichen, stark kollenchymatischen Zellen begleitet sind. Darauf folgt der sekundäre Rindenteil. Derselbe wird durchzogen von Markstrahlen, welche die Höhe des ganzen Internodiums besitzen und durchschnittlich 10 Zellen breit sind. Die Markstrahlencellen sind fast isodiametrisch, hier und da sogar etwas längsgestreckt. Die Rindenstränge bestehen aus abwechselnden Querbändern von dünnwandigem Parenchym und von Siebsträngen, welche von kollenchymatischen Ersatzfasern begleitet sind. In dem dünnwandigen Parenchym liegen enge sekundäre Sekretgänge (*s''*, Fig. 346).

Die Markstrahlen des Holzes sind denen der Rinde gleich. Die Holzstränge bestehen aus abwechselnden Querbändern von relativ dünnwandigem Parenchym, in welches Netzfasergefäße (*g*, Fig. 347) eingelagert sind, und Querbändern von Sklerenchymfasern (*f*, Fig. 346). Hinter den Holzsträngen hin zieht sich bei dünnen Ausläufern eine Ringzone kollenchymatischer Zellen. Das innerhalb dieser Ringzone liegende Mark (*m*, Fig. 346) besteht aus lockerem Parenchym und führt bei den dünnen Ausläufern in der Peripherie einen Kreis von großen Sekretgängen. Wie die Markstrahlen, laufen auch alle anderen Organsysteme oder Stränge bis zu den Knoten direkt hinab, ohne zu anastomosieren. In den Knoten findet Anastomose der Gefäße, Siebstränge und der Stränge der Sklerenchymfasern statt. Zugleich treten die Leitbündel der Blätter in den Knoten ein, und die Elemente der Leitbündel zahlreicher Würzelchen setzen sich dort an die betreffenden Elemente der Achse an. Das Parenchym des ganzen Rhizoms führt rundliche Stärkekörnchen.

Ganz ähnlichen Bau wie die dünnen Ausläufer zeigen die verdickten Enden der letzteren. Selbstverständlich sind dort sowohl Markstrahlen als weite Sekretgänge kurz, entsprechend der Verkürzung der Internodien, und Wurzeln, und Leitbündelspuren müssen durch den engen Raum der Markstrahlen hindurch ihren Eintritt nehmen, so daß diese Bündel im Tangentialschnitt auffallend hervortreten. Mit der Dicke der Rhizomstücke nimmt die Zahl der im Marke verlaufenden Sekretgänge zu, so daß sie dort bis 3 Ringzonen bilden können. An der Innengrenze der Holzstrahlen werden die kollenchymatischen Zellen bei dickeren Rhizomstücken sehr spärlich und bilden keinen geschlossenen Ring mehr.

In Fig. 347 ist ein Querschnitt durch Rinde und äußere Partie des Holzes von einer noch relativ jungen, aber schon stark verdickten Rhizomregion abgebildet, in welcher noch keine Sklerenchymfaser vorkommt und erst ein sekundärer Sekretgang (*b*) ausgebildet ist.

*Chemie:* Das Rhizom liefert 0,2 bis 0,8 % eines ätherischen Öles. Es wurde aus dem Rhizom bis zu 0,6 % Ostruthin, ein krystallisierbarer,

bei 119° schmelzender, in Alkohol löslicher Körper, der sich in alkalischem Wasser mit gelber Farbe und blauer Fluorescenz löst, und

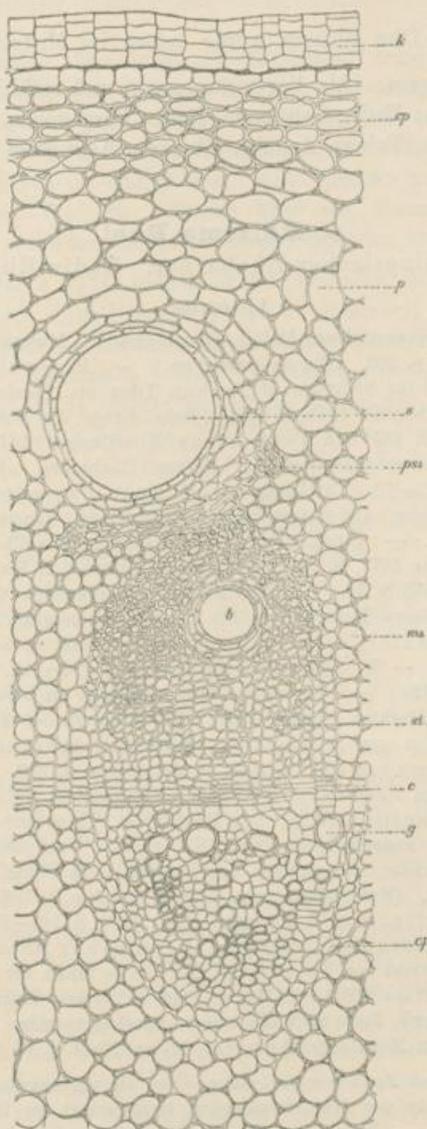


Fig. 347.

Querschnitt durch eine kleine Partie der Rinde und des äußeren Holzes einer Speicherregion von Rhizoma Imperatoriae.

k Korkschicht. cp Hypodermis. p Parenchym der Aussenrinde. ps primärer Siebstrang. ma Markstrahlenparenchym. c Kambium. g Gefäß. cp kollenchymatisches Parenchym der Peripherie des Holzstranges. b sekundärer Sekretbehälter im sekundären Teile des Rindenstranges.

Peucedanin, eine ebenfalls gut krystallisierende und geruchlose, aber brennend scharf schmeckende Substanz, gewonnen. Letztere konnte Jassoy nicht erhalten.

*Geschichte:* Dies Rhizom wurde schon im Mittelalter angewendet.

*Verwechslungen:* Als Verwechslungen und zufällige Beimengungen werden angegeben: Radix Gentianae, Radix Pimpinellae, Rhizoma Veratri, Rhizoma Bistortae, Tubera Aconiti, Rhizoma Astrantiae majoris.

### m) **Rhizoma Rhei.**

Chinesischer Rhabarber. Radix Rhei.

#### Litteratur.

*Verbreitung, Einsammlung, Kultur, Stammpflanze:* Murray, Apparatus medicaminum IV, 1787, p. 363. (Rheum palmatum.) — Przewalsky, Mongolia, the Tangut Country and the Solitudes of Northern Tibet etc. London 1876. Referat im Jahresberichte für Botanik 1878, S. 930. (Siehe ferner die Notiz in Petermanns Mitteilungen 1880, S. 437 und Petermanns Mitteilungen 1876, Tafel 1 etc.) — Maximovicz, Rheum palmatum L., Echter Rhabarber. Regels Gartenflora Bd. XXIV, 1875, S. 3—10. Tafel 819. — E. Regel, der echte Rhabarber (Rheum palmatum L. tanguticum) und dessen Kultur in Rußland. Regels Gartenflora 1882. Juniheft S. 166—173. — Dragendorff, Jahresbericht der Pharmakognosie, Pharmacie und Toxikologie 1877, S. 78 (aus Pharmaz. Zeitschr. f. Rußland, Jahrgang 17, No. 3 und 4) und 1878 S. 76. — Flückiger, Bemerkungen über Rhabarber und Rheum officinale. Neues Repertorium für Pharmacie, herausg. v. Buchner, 1876, 25. Bd., S. 1. — Münter, Actes du Congrès international de botanistes etc. tenu à Amsterdam, en 1877. — W. Sythoff, Leiden 1879, S. 176—215. (Referat im Botan. Jahresber. 1878, S. 1125.) — Thorel, Notes médicales du voyage d'exploration du Mékong et de la Cochinchine. Thèse, Paris 1870, 40, p. 31. — Baillon, Sur l'organisation du Rheum et sur la Rhubarbe officinale; Adansonia XI (1873—1876). Ferner die Beschreibung von Rh. officinale in Adansonia, S. 246. — Baillon, „über eine neue Sorte echten Rhabarbers“ Botanisches Centralblatt 1885, No. 6, S. 132 (Rh. Collinianum). — Eugène Collin, Des Rhubarbes. Thèse présentée et soutenue à l'École supérieure de Pharmacie de Paris 1871, p. 24. (Brief des Missionär Biet an Collin.) — Du Halde, Descriptions de l'Empire de la Chine I (Amsterdam 1735) p. 25 und III, p. 492. (Beschreibung des Chines. Reiches I, 1747, S. 31.) — Rehmann, Trommsdorffs Journ. d. Pharmacie XIV, 1806, S. 145—166. — F. v. Richtshofen, Reise von Peking nach Sztschwan. Petermanns Mitteilungen 1873 (VIII) S. 302. — Handelsbericht von Caesar und Loretz in Halle für 1888. — Elborne, Pharm. Journ. and Trans. 1883 (XIII), p. 1046. Pharmaz. Zeitung 1883, Handelsblatt No. 3. — Colcord, Zeitschrift des österr. Apothekervereins 1885, No. 14, 15, 16. — Kreitner, Österr. Monatschrift für den Orient, No. 4, p. 74 (1883).

*Morphologie und Anatomie:* Schmitz, Über die sogenannten Masern der Radix Rhei. Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle a. S., Sitzung vom 12. Dezbr. 1874. — Dutailly, Sur quelques phénomènes déterminés par l'apparition tardive d'éléments nouveaux dans les tiges et les racines des dicotyledones 1879. — Gautier, Nouvelle Etude sur la Rhubarbe du Thibet etc., La Rochelle, 1890 (enthält nichts Neues).

*Chemie:* W. Elborne, Analyses of Rhubarb. Pharm. Journ. Transact. III, 738, p. 137—138. — Schlofsberger und Döpping, Ann. der Pharmacie 50, 213

(1844). — Kubly, Pharmaz. Zeitschr. f. Rufsl. 6, S. 603 (Archiv der Pharmacie (2) 134, S. 7). — Warren de la Rue und H. Müller, Journ. f. prakt. Chemie 73, 433 (1857). — Dragendorff, Pharmazentische Zeitschr. f. Rufsl. 1878, No. 3 u. 4. — Kubly, Pharmaz. Zeitschr. f. Rufsl. 1885, No. 13, S. 193–200.

*Stammpflanzen:* Der officinelle Rhabarber wird sicher von einer oder einigen Species der Gattung Rheum gewonnen. Unter den als Stammpflanze angesprochenen Species sind es Rheum palmatum L. und Rheum officinale Baill., welche eine der officinellen Droge ähnliche Droge zu liefern im stande sind. Die Pflanzen gehören zur Familie der Polygonaceen. Was des näheren über die Stammpflanze des Rhabarbers bekannt geworden ist, sei in dem Folgenden kurz mitgeteilt.

Schon im Jahre 1758 gelang es den Beamten der Rhabarber-Brake in Kjachta Früchte einer Rheum-Species zu erwerben, welche nach Angabe des sie liefernden tartarischen Rhabarberhändlers von der echten Rhabarberpflanze abstammen sollten. Die daraus gezogenen Pflanzen beschrieb Linné 1762 als Rheum palmatum (Linn. Sp. pl. ed. II, p. 531), und wurde dieses lange Zeit als die Stammpflanze des chinesischen Rhabarbers betrachtet, sogar in Europa einige Zeit zur Rhabarbergewinnung kultiviert. Przewalski fand eine dieser Linnéschen Species zuzurechnende (eigentlich wohl gleichende) Pflanze in den Gebirgswäldern in der Umgebung des Kuku-nor und Maximowicz beschrieb sie als Rheum palmatum var. tanguticum. Aus Przewalskis Mitteilung ging wiederum mit Sicherheit hervor, daß diese Pflanze zur Rhabarbergewinnung dient.

Der französische Consul in Hankow Dr. Dabry de Thiersant erhielt 1867 eine Rheum-Art mit der Angabe, daß dieselbe die Stammpflanze des Rhabarbers sei, durch Vermittelung eines Missionars in Szitschwan, aus dem östlichen Teile Tibets. In Paris wurde diese Pflanze, aus einigen Knospen erzogen, kultiviert und von Baillon als Rheum officinale beschrieben. Sie steht in ihren Eigenschaften Rheum palmatum L. und Rheum hybridum Murr. nahe. Mir scheint es durchaus wahrscheinlich, daß die Pflanze eine Bastardform ist, welche den anatomischen Bau ihres Rhizoms ihrer Abstammung von Rheum palmatum verdankt. Ich habe z. B. in allen Fällen gesehen, daß die aus den Samen von Rheum officinale erwachsenen Pflänzchen ungemein verschieden voneinander waren, während die jungen Pflanzen von Rheum palmatum stets gleichartig ausfielen. Vielleicht hat man diese Bastardform zur Kultur gezüchtet und vorgezogen, weil sie kräftiger wächst und weniger leicht fault. Baillon erhielt von Apotheker Colin später eine Rhabarberpflanze, welche sich durch ziegelrote Blüten auszeichnete, nannte sie Rheum Colinianum und betrachtete sie als eine durch die Kultur in China entstandene Varietät von Rheum officinale. Ich kann dazu bemerken, daß ich eine Pflanze habe rot blühen sehen, welche aus in Straßburg gezogenen Samen von weiß blühendem Rheum officinale erwachsen

war; ob hier weitere Bastardierung eingetreten war, liefs sich nicht entscheiden.

Als dritte Rheum-Art, welche möglicherweise Rhabarber liefern könnte, ist Rheum Franzenbachii zu erwähnen. Diese Species (vielleicht dieselbe, welche Przewalski am Ala-schan-Gebirge traf und verschieden von Rheum palmatum und den beiden in Kansu beobachteten Arten erklärte) wächst nordwestlich von Shensi in der Mongolei und ist von Münter in Greifswald beschrieben.

Die Entscheidung darüber, welche dieser 3 Species den besten Rhabarber des Handels liefert und welche überhaupt Ware liefert, die in den europäischen Handel gelangt, läfst sich mit völliger Sicherheit nicht treffen. Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, dafs der beste zu uns gelangende „chinesische“ Rhabarber von Rheum palmatum abstammt, doch nicht unwahrscheinlich, dafs auch Rheum officinale Handelsware liefert.

Es spricht zuerst für Rheum palmatum, dafs die Pflanze in der Nähe von Sining-fu wächst und gesammelt wird, wo sicher die größte Menge des besten Rhabarbers zusammenfließt. Ferner fand Maximowicz, dafs die von Przewalski mitgebrachte, von Rheum palmatum stammende trockene Wurzel (Rhizom) in anatomischem Bau, Wirkung und Chemie dem Kjachta-Rhabarber gleich, und wenn auch Dragendorff behauptet, dieselben Stücke haben nur den schlechteren Rhabarbersorten geglichen, so sagt das doch nichts dagegen aus, dafs Rheum palmatum auch beste Ware zu liefern vermag; denn es hängt, wie wir sehen werden, die Qualität der Droge sehr davon ab, ob man kräftigere oder schwächere, ältere oder jüngere Rhizomstücke sammelt, und allem Anschein nach sind die durch den Handel nach Europa gelangenden Stücke ganz auserlesene Ware. Auch die Beobachtungen, welche Regel über die von ihm kultivierten 5—9jährigen Rhizome von Rheum palmatum und officinale mitteilt, kann ich der Hauptsache nach bestätigen. Die Rhizome von Rheum palmatum sind dunkler gefärbt und enthalten danach wohl auch mehr Chrysophansäure und Emodin als die von Rheum officinale, und die in richtiger Weise getrockneten Rhizomstücke (die Regelschen wurden nur im halbfleuchten Zustande untersucht) von Rheum palmatum gleichen dem chinesischen Rhabarber viel mehr als die von Rheum officinale.

Was Rheum Franzenbachii betrifft, so geht aus dem Berichte des Konsuls Lueder, dem wir die Nachrichten über die Pflanze verdanken, nur hervor, dafs die Rhizome der Pflanze von den Mongolen gesammelt, getrocknet und an Chinesen verkauft werden, und dafs die Mongolen die Pflanze bestimmt als eine solche bezeichnet haben, welche den in den Handel gebrachten Rhabarber liefert. Was Münter über die trockenen Rhizome sagt, ist zu dürftig, um ein Urteil selbst nur darüber zu gestatten, ob die Pflanze chinesischen Rhabarber zu liefern vermag oder nicht. Ich habe die Pflanze nicht gesehen.

*Verbreitung der Stammpflanzen des chinesischen Rhabarbers:* Rheum palmatum kommt nach Przewalski in der Waldzone der Gebirge von Kansu bis zu 10 000 Fuß Höhe vor und wächst mit Vorliebe in Schluchten von nördlicher Lage und mit reichem, lehmigem Boden, nur selten kommt es an südlichen Abhängen oder auf kahlen Bergen vor; im Quellgebiete des Tätung (Nebenfluß des Hoang-ho) und der Ätzinä soll es außerordentlich häufig sein, außerdem wächst es in den südlich vom Kuku-nor gelegenen Gebirgen, in der Kette südlich von Si-ning und im Jörgai-ula-Gebirge, im Quellgebiete des Hoang-ho. Aus Sztschwan ist es nicht bekannt, und in Nord-Tibet fehlt es.

Von Rheum officinale wissen wir nur, daß es wahrscheinlich aus dem nördlichen Tibet stammt (Baillon, Adansonia XI — 1873 bis 1876 — p. 225).

Rheum Franzenbachii ist nur für das nordwestlich von Shensi gelegene Gebiet der Mongolei bekannt.

*Kultur, Einsammlung und Zubereitung:* Als Mittellinie der Gegenden, in welchen Rhabarber gesammelt wird, ist nach v. Richthofen das Bajan-kharat-Gebirge, südwestlich vom Kuku-nor, zu betrachten. Die besseren Sorten werden nach diesem Autor 10 bis 12 Tagereisen nördlich von dieser Mittellinie gewonnen. Nach anderen Angaben (Thorel) kommt der Rhabarber hauptsächlich aus Tibet, doch auch aus den Gebirgen der Provinz Yun-nan und Sztschwan. Die Nachricht, welche Franzenbach giebt, macht es schließlichs wahrscheinlich, daß auch in der südlichen Mongolei, wohl in dem Inshan-Garjan-Gebirge, noch Rhabarber gesammelt wird.

Aus den Berichten der Reisenden und anderen Angaben geht unzweifelhaft hervor, daß der beste chinesische Rhabarber von wildwachsenden Pflanzen gesammelt wird, doch wird sicher auch Rhabarber kultiviert.

Richthofen fand Rhabarberfelder in der Nähe von Tshing-tu-fu, der Hauptstadt von Sztschwan und sagt, daß diese Kulturpflanze Wurzeln liefere, welche weit hinter denen der wildwachsenden, die nicht kultivierbar sei, zurückständen. Przewalski giebt an, daß die Tanguten Rhabarber in geringen Mengen in ihren Gärten ziehen und durch Samen und Stecklinge fortpflanzen; auch Kreitner sagt, daß die Bergbewohner in der Umgebung des Kuku-nor Rhabarber in der Nähe ihrer Zelte aussäen. Nach 3 Jahren ist dort das Rhizom faustgroß, nach 8—10 Jahren erreicht es seine volle Größe.

Über die Einsammlung der Droge sind wir hauptsächlich durch Przewalski unterrichtet. Nach ihm werden die bis fußlangen und bis fußdicken Rhizome, welche bis 21 Zoll lange Wurzeln besitzen, vor oder nach, nicht während der von Juni bis August währenden Blütezeit gesammelt, da sie während der Blütezeit porös werden sollen. Kreitner giebt an, daß das Einsammeln Ende Mai stattfindet. Tanguten, Mohamedaner und

Chinesen aus der Umgebung von Sining-fu und Tonkerr begeben sich auf die Berge und verwenden 3 Monate zum Einsammeln und Trocknen der Rhizome. Nach Przewalski sammeln die Tanguten und Chinesen die Rhizome im September und Oktober. Diese Angaben stimmen mit dem Stärkereichtum der Droge gut, und auch insofern ist die Angabe richtig, als nach meiner Erfahrung abgeblühte, stärkefreie Rhizomäste von *Rheum officinale* leicht und schwammig sind. Nach Przewalski werden die braune, rauhe Rinde und die Wurzeln bei der Zubereitung wegggeschnitten, also die Rhizome im frischen Zustande geschält. Wahrscheinlich schneidet man größere Rhizomstücke im frischen Zustande längs durch.

Zum Zwecke des Trocknens reiht man die Rhizome meist frisch auf Schnüre, von denen man nicht selten Reste, die beim Trocknen fest eingeklemmt wurden, in den Löchern der Droge findet. Eine solche Schnur, welche ich näher untersuchte, bestand aus Wollhaaren, welche wohl dem Jak zugehören könnten. Wie das Trocknen weiter ausgeführt wird, wissen wir leider nicht genau; nur eine Angabe, daß das Rhizom teils an der Luft, teils am Ofen getrocknet werde, liegt vor. Es wäre dies zu wissen nicht unwichtig; denn ich hege die Vermutung, daß der starke Geruch der besten chinesischen Droge davon herrührt, daß dieselbe entweder in den Ställen oder in den mit Jakmist geheizten Zelten getrocknet wurde. Rhizome von *Rheum palmatum* riechen im trocknen Zustande allerdings auch eigentümlich rhabarberartig, aber nicht ganz so urinartig oder mistähnlich wie die beste chinesische Droge. Daß die Droge wirklich nach „Stall“ riecht, wird man leicht erkennen, wenn man gute Drogen längere Zeit in größerer Menge in Glasgefäße einschließt, um den Geruch etwas zu konzentrieren, und dann in diese Gefäße hineinriecht.

Bemerkt muß schließlichs werden, daß alle gute Droge nach dem Trocknen nochmals glatt geschnitten, also trocken nachgeschält ist. Deshalb wird die Oberfläche der Stücke runzelig, wenn man die Droge in Wasser einweicht. Das Nachschälen und Nachtrocknen der in der Umgebung des Kuku-nor gesammelten Ware findet nach Kreitner vorzüglich in San-juen statt, welches unweit Singao-fu liegt.

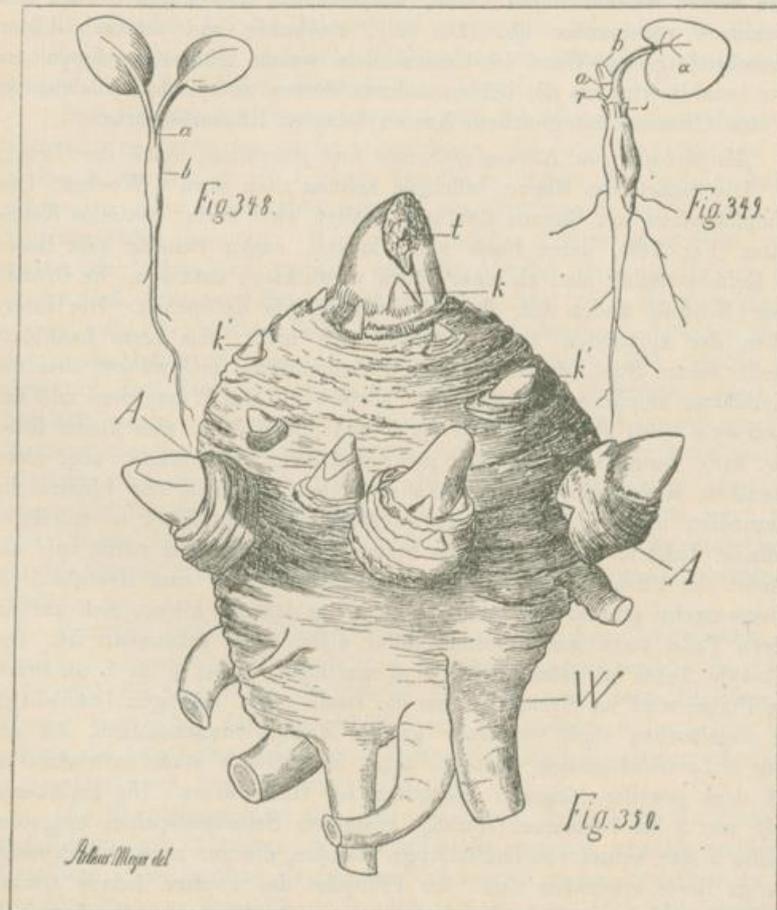
Die Hauptstapelplätze der Droge sind nach v. Richthofen Sining-fu und Kansu (was übrigens auch Przewalski angiebt) und Kwan-hien in Sztschwan. Die größte Menge des Rhabarbers scheint von Tientsin und von Shanghai aus verschifft zu werden, jedoch geht auch viel Rhabarber über Canton. Nach Tientsin kommt wohl hauptsächlich die in den Provinzen Shansi, Shensi und Kansu erzeugte, sowie überhaupt die in Sining-fu aufgesammelte Droge. Nach Shanghai wird hauptsächlich die in Sztschwan erzeugte und nach Canton aus Tibet und der Provinz Yun-nan stammende Ware gebracht; es wird dies wahrscheinlich, wenn man berücksichtigt, daß in China der Transport hauptsächlich auf den Wasserstraßen erfolgt. Der Rhabarber wird zur Verschiffung in mit Zink ausgeschlagene Holzkisten verpackt.

Von den Rhabarbersorten wird nach v. Richthofen der Rhabarber aus Sining-fu, der unter dem Namen Shensi-Rhabarber in China verkauft wird, am höchsten bezahlt. Wie Caesar und Loretz in Halle in ihrem Handelsberichte (1888) mitteilen, kommen im Großhandel 3 Rhabarbersorten vor, deren Londoner Bezeichnungen 1. Shensi- oder Shansee-Rhabarber, 2. Canton-Rhabarber, 3. Shanghai-Rhabarber sind. Diese Sorten weichen durch Farbe, hauptsächlich aber durch Geruch und Geschmack voneinander ab. Die mild riechende und schwach bitter schmeckende Shensi-Ware des Großhandels, welche mindestens doppelt so teuer bezahlt wird als die beiden anderen Sorten, entspricht vielleicht der von den Chinesen mit gleichem Namen belegten Rhabarbersorte.

*Morphologie von Rheum officinale und palmatum, sowie der Droge:*

Die Samen von Rheum officinale keimen nach etwa 4 Wochen. Das Keimpflänzchen von Rheum officinale besitzt zwei ovale, gestielte Keimblätter (Fig. 348), deren Basis einer langen, engen Scheide (die Basen der Keimblattstiele sind zu einer Röhre verwachsen) aufsitzen. Im Grunde dieser Scheide findet sich das kleine epikotyle Knöspchen. Die Internodien der epikotylen Achse strecken sich nicht; das erste Laubblatt streckt seinen Stiel, durchdringt die Scheidenröhre und wächst über die Keimblätter empor, welche nun bald absterben. Das Würzelchen und das hypokotyle Glied verdicken sich bald und bilden dann eine kleine Rübe (Fig. 349), deren Spitze die sich mehr und mehr verdickende, aber nicht wesentlich streckende epikotyle Achse bildet. Auch später bleiben die Internodien unentwickelt, und es entsteht Blatt auf Blatt in spiraliger Stellung, dicht übereinander. Die Spitze der Hauptwurzel stirbt bald ab. Wächst die Pflanze in gutem Boden, so werden bis zum Herbst 5—6 Seitenwurzeln sehr kräftig und fleischig, so daß die kleine, sich nur im oberen Teile stark verbreiternde Rübe nicht mehr erkennbar ist. Die epikotyle Achse ist jetzt höchstens 6 mm hoch, dabei 4 bis 5 cm breit; ihre Spitze wird im Herbst, wenn die schon recht kräftigen Laubblätter alle abgestorben sind, von einer großen Knospe eingenommen, die aus 5 bis 8 Laubblattanlagen besteht, deren Blattscheide stark entwickelt ist und dem jeweilig jüngeren Blättchen zur Hülle dient. Die Endknospe wird von 5 bis 7 kleinen, spiralig gestellten Seitenknöspchen umgeben, welche in der Achsel von Laubblättern standen, die nur noch als schwarze, häutige Reste erkennbar sind. Im Frühjahr des zweiten Jahres treiben die Endknospe und fast alle Seitenknospen kräftig aus; die Terminalknospe entwickelt zahlreiche große Blätter, die Seitenknospen kleinere. Die Seitenknospen bilden im Laufe des zweiten Jahres auch kurze, dicke Achsen, welche sich wie die Hauptachse verhalten. Die Hauptachse wächst nun verhältnismäßig schnell in die Dicke und langsam, entsprechend der Anzahl der erzeugten Blätter in die Länge. Am Ende des dritten Jahres hat das Rhizom, wenn ihm die schwarzen, häutigen Blattreste und die dünneren Wurzeln genommen sind, etwa das Ansehen der Fig. 350. Das Gewicht des gezeichneten Exemplars betrug 3500 g, der

Durchmesser desselben 12 cm. Die Endknospe der absoluten Hauptachse ist in der Figur mit *t* bezeichnet; man sieht an ihr die Anlage der Blattspreite des äußersten der noch vorhandenen Blätter und die zu demselben Blatte gehörende Blattscheide; *k* sind die in diesem Jahre angelegten Knospen, *k'* die vorjährigen, *A* die im ersten Jahre angelegten Knospen, respektive Zweige des Rhizomes, *W* die stärkeren Wurzeln.



#### Erklärung der Tafel.

Fig. 348. Keimpflanze von *Rheum officinale*.

Natürliche GröÙe.

Fig. 349. Junge Pflanze von *Rheum officinale* mit verdicktem hypokotylen Gliede, nach Abstosung der Keimblätter.

Natürliche GröÙe.

Fig. 350. Dreijähriges Rhizom von *Rheum officinale*, nach Entfernung der Blattreste und der kleinen Wurzeln.

Halbe natürliche GröÙe.

Nach 4 bis 7 Jahren blüht die Pflanze, dann bildet sich die Endknospe der Hauptachse zu einer kräftigen oberirdischen, Blüten und kleine Laubblätter tragenden Achsenregion aus. Nach dem Absterben dieser oberirdischen Achsenregion entwickeln sich einige Zweige des Rhizomes besonders kräftig und kommen nach 2 bis 4 Jahren zur Blüte. Dann haben diese Rhizomzweige ungefähr eine Länge von 20 cm und eine Dicke von 15 cm. Die abgeblühten Zweige verhalten sich wieder wie die abgeblühte Hauptachse. Wie lange die primäre Achse weiter wächst und erhalten bleibt, habe ich nicht verfolgen können, doch scheint es, als ob sie und die abgeblühten Zweige viele Jahre persistieren. Die Morphologie von *Rheum palmatum* weicht in keinem wesentlichen Punkte von der von *Rheum officinale* ab, nur ist die ganze Pflanze schwächer, und die abgeblühten Rhizome scheinen (wenigstens bei uns) schneller zu Grunde zu gehen als die von *Rheum officinale*.

Die beste Droge scheint (soweit es sich aus dem Baue derselben und den schon erwähnten Angaben der Reisenden entnehmen läßt) aus blühreifen Hauptrhizomen oder kräftigen, blühreifen Rhizomzweigen oder vielleicht auch aus jüngeren, wieder mit Stärke gefüllten abgeblühten Rhizomzweigen zu bestehen. Alte abgeblühte Rhizomstücke von *Rheum officinale* geben nach meinen Beobachtungen eine leichte, schwammige, dabei durch die vielen Gefätsstränge zähe Droge, welche nicht verkäuflich sein würde; junge, noch nicht blühreife Rhizomstücke sind zu farbstoff- und oxalatarm.

Die Morphologie der Droge wird weiter verständlich, wenn man berücksichtigt, daß derartige Rhizomstücke im frischen Zustande von dem ganzen jüngeren, obersten, hellfarbigen Teile, von den Blattresten, Knospen und Wurzeln befreit, und daß durch das Schälen die Korkschicht, oft auch die Rinde, ja sogar das sekundäre Holz entfernt ist. Nicht selten hat man auch, um schadhafte Stellen zu entfernen, ganze Partien des Rhizomes weggesehnt. Kleine gesunde Rhizomstücke liegen im übrigen ganz vor, größere sind der Länge nach durchgeschnitten. Die organische Basis der Stücke läßt sich am einfachsten daran erkennen, daß die Maserkreise an der Basis des Rhizomes im allgemeinen größer sind als an der Spitze. Meist findet sich das Loch, durch welches die Trockenschnur ging, an der Basis des Stückes.

*Anatomie des Rhizomes von Rheum officinale und palmatum, sowie der Droge:* Die anormale Anatomie des Rhizomes von *Rheum officinale* läßt sich leichter verstehen, wenn man von relativ jungen Rhizomstücken ausgeht, da die Verhältnisse an alten, dicken Stücken weniger übersichtlich werden.

Betrachten wir einen Querschnitt (Fig. 351) durch den unteren Teil eines zweijährigen Rhizomastes, so finden wir folgenden Bau desselben. Die äußerste Schicht bildet ein mätsig dickes Periderm (*pd*), bestehend aus einer rot gefärbten Korkschicht, dem Korkkambium und einem dünnen

Phelloderm. Hier und da finden sich warzenförmige Lenticellen. Das Periderm bedeckt eine dünne primäre Rinde (*pR*), welche hauptsächlich

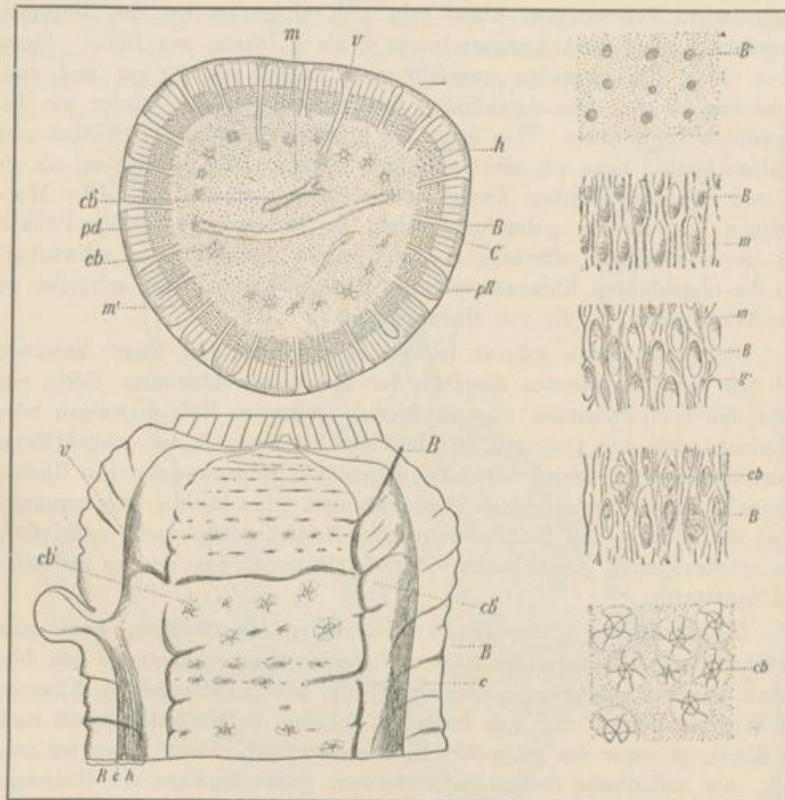


Fig. 351 bis 357.

Zweijähriges, frisches Rhizom von *Rheum officinale*.

Fig. 351. Skizze eines Querschnittes durch den unteren Teil des Rhizoms.

*pd* Periderm. *pR* primäre Rinde. *C* Kambium. *m* Mark. *m'* Markstrahl. *B* Blattspurbündel. *h* Holz. *cb* offenes Längsbündel. *cb'* inneres, offenes Querbündel. *e* Blattspurbündel und äußeres Querbündel.

Fig. 352. Längsschnitt durch dasselbe Rhizomstück.

*B* Rinde. *c* Kambium. *h* Holz. *B* Blattspurbündel. *cb'* inneres Querbündel. *e* äußeres Querbündel.

Fig. 353, 354, 355, 356, 357. Skizzen der successiven Tangentialschnitte durch die Rinde und das Holz des Rhizomes (siehe den Text des Buches).

Natürliche Größe.

aus einem lockeren Parenchym besteht, dessen Elemente quer gestreckt sind. Viele der Parenchymzellen sind farblos und führen Stärke oder Oxalatdrusen, andere in Nestern zusammenstehende einen gelben Inhalt.

Die weiter folgende sekundäre Rinde und das von dieser durch das Kambium (*C*) getrennte Holz (*h*) wird von zarten, 1 bis 4 Reihen breiten, 5 bis 15 Zellreihen hohen Markstrahlen (*m'*) durchzogen. Die Markstrahlzellen sind in der Richtung der Markstrahlen gestreckt und mit gelbem oder braunem Inhalte gefüllt. Die Rindenstränge bestehen aus Siebsträngen und prosenchymatischen, gestreckten Parenchymzellen; einzelne der Parenchymzellen, vorzüglich solche, welche in der Nähe der Markstrahlen liegen, führen Oxalatdrusen. In den Holzsträngen finden sich statt der Siebstränge Stränge von Netzfasertracheen. Das sehr dicke Mark (*m*) des Rhizoms ist der Hauptmasse nach aus isodiametrischen Parenchymzellen aufgebaut. Gruppen dieser Zellen sind mit gelbem Zellsafte gefüllt und führen kleine Stärkekörnchen oder sind stärkefrei, andere sind stärke reich und farblos; eine geringere Anzahl enthält Oxalatdrusen.

Die bisher beschriebenen Teile des Querschnittes sind normale anatomische Bestandteile desselben. Zu diesen gehören auch noch die in der Figur mit *B* bezeichneten hellen Strahlen. Ihre Bedeutung, sowie überhaupt das bisher Besprochene ist leicht zu verstehen, wenn wir folgendes berücksichtigen.

Die Internodien des Rhizoms sind, wie wir wissen, meist äußerst kurz, oft gar nicht entwickelt; Laubblatt sitzt über Laubblatt. Die Laubblätter umfassen mit der Basis ihrer Scheide die Achse völlig, ihre Insertionsfläche ist ein geschlossener Ring. Aus dem Blattstiele treten in die Scheide und von da aus in das Rhizom zahlreiche, etwa 30, gleichweit voneinander abstehende Gefäßbündel ein. Von diesen dringt der Gefäßstrang in flachem Bogen in das Innere des Rhizomes hinein, um sich sofort in den Holzcylinder einzufügen und dann senkrecht hinabzulaufen. Es sind also die mit *B* bezeichneten Strahlen die Gefäßstränge der Leitbündel, welche aus den Blättern eintreten. Die Siebstränge wenden sich außerhalb des Kambiums und steigen sogleich in der Rinde abwärts, so daß sie auf dem Querschnitte nicht weiter auffallen.

Außer diesen normalen anatomischen Bestandteilen des Querschnittes sehen wir ferner die mit *v*, *cb* und *cb'* bezeichneten, anormalen Gebilde, welche folgendermaßen zustande kommen.

Zugleich mit der Anlage der Blätter und Blattspurbündel wird in der Spitze des Rhizoms, dicht unter dem Vegetationspunkte ein System offener Leitbündel angelegt. Etwa 20 bis 40 dieser Leitbündelanlagen laufen in der Achse in gleichmäßiger Entfernung von der Rinde abwärts (wir wollen sie Längsbündel nennen), und etwas später auftretende Leitbündelanlagen, welche quer und nur in den Knotenpartien (nicht in den Internodialregionen der Achse) verlaufen („innere Querbündel“), verbinden diese Längsbündel bald miteinander. Später werden, von den Längsbündeln nach außen zu fortschreitend, wie es scheint aus dem Gewebe der Markstrahlen entstehend, weitere Bündeläste („äußere Querbündel“) gebildet, welche mit einzelnen Leitbündeln der Blätter in Verbindung

treten und dann also Holz und Rinde durchsetzen. In den jüngsten Anlagen dieser Leitbündel wird bald ein Siebstrang angelegt, und erst nachdem sich um diesen ein Kambium gebildet hat, was sehr bald und schon vor der Entwicklung der Blätter auf der zugehörigen Partie der Endknospe geschieht, bilden sich aus den Kambiumzellen, auferhalb des Kambiums auch die Gefäße des offenen Bündels.

Auf dem Querschnitte, welchen wir abbildeten, der aus dem unteren, weit entwickelten Teile des Rhizoms stammt, findet man dann also die Querschnitte zuerst der offenen Längsbündel (*cb*), deren Mitte meist einige obliterierte Siebröhren enthält, die umgeben sind von mit gelbem Zellsafte erfülltem Parenchym, von dem aus meist gebogene, gelbe Mark-

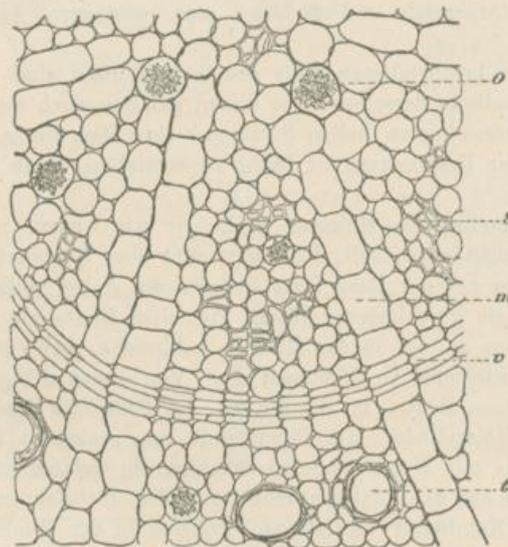


Fig. 358.

Teil des Querschnittes durch ein offenes Leitbündel (Maserkreis) der Rhabarberdroge.  
*r* Kambium. *m* Markstrahlen. *t* Gefäße des äußeren Holztheiles. *s* Siebstrang.

strahlen bis zu dem Parenchym des Rhizommarkes verlaufen. Diese Markstrahlen werden von dem ringförmigen Kambium quer durchschnitten. Innerhalb des Kambiums liegen zwischen den Markstrahlen Gewebmassen (siehe Fig. 358), welche völlig den Rindensträngen der normalen Rinde des Rhizomes gleichen, also Siebröhren, stärkehaltiges und oxalathaltiges Parenchym enthalten. Nach außen zu erzeugt das Kambium des offenen Bündels Holz, welches den Holzsträngen der Rinde des Rhizomes gleicht.

Damit haben wir den Bau des Rhizomstückes der Hauptsache nach geschildert; doch wird es zum Verständnis des Aussehens der Droge wesentlich beitragen, wenn wir noch die Bilder erklären, welche sich

zeigen, wenn wir das Rhizom successive schälen und die Tangentialschnittflächen der Außenseite des Rhizomes betrachten, welche sich ja in gleicher Weise auch an der geschälten Droge des Handels vorfinden.

Schneidet man zuerst von der primären Rinde der Droge eine Tangentialscheibe weg, so findet man die runden Querschnitte der Blattspurbündel (Fig. 353, *B*) in der durch die gelben Zellen punktierten Parenchymmasse liegend. Ein Tangentialschnitt durch die sekundäre Rinde zeigt die sich verbreiternden Blattspurbündel als fast rautenförmige, dunklere Flächen (Fig. 354, *B*), da die etwas schräg eintretenden Bündel jetzt schräg durchschnitten wurden. Schon mit der Lupe erkennt man ferner die Markstrahlen (*m*) als braune Striche. Der Tangentialschnitt durch den äußersten Teil des Holzes verhält sich ähnlich, doch sieht man dort außer Leitbündeln (*B*, Fig. 355) und Markstrahlen (*m*) mit der Lupe noch die Gefäße (*g*) als feine, hellere Linien. Der Tangentialschnitt des innersten Teiles des Holzes zeigt seitlich neben den Blattspuren, diesen anliegend, schon die Querschnitte der offenen Leitbündel (*cb*, Fig. 356), während der dicht hinter dem Holze geführte Schnitt nur noch offene Leitbündel (*cb*, Fig. 357), die „äußeren Querbündel“, allein trifft.

Werden die Rhizomäste älter, so nehmen Rinde und Holz, aber auch das Mark an Dicke zu, indem zugleich die in diesem liegenden offenen Leitbündel immer stärker werden. Außerdem werden die gelben Zellen immer farbstoffreicher, und der Oxalatgehalt des Rhizomes steigt.

Das primäre Rhizom weicht von seinen Zweigen im Baue nicht wesentlich ab, ebenso gleicht der anatomische Bau des Rhizomes von *Rheum palmatum* dem des beschriebenen Rhizomes völlig.

Nach dieser Auseinandersetzung wird man auch den anatomischen Bau der Droge leicht verstehen. Auch dort verhält sich alles wesentlich, wie es hier beschrieben wurde, nur hat man zu berücksichtigen, daß die Droge aus sehr kräftigen und relativ alten Rhizomen hergestellt wurde, und daß der braunrote Zellsaft eingetrocknet ist. Die Stärkekörner der Droge sind kugelig, häufig etwas kantig, wenn sie sich berühren. Bei genauer Betrachtung der Oberfläche der geschälten Droge findet man, je nach der Tiefe der Schälung, eine oder die andere der in Fig. 353 bis 357 abgebildeten Zeichnungen. Sehr schön lassen sich alle Struktur-Eigentümlichkeiten mit der Lupe untersuchen, wenn man die Droge mit Wasser abwäscht, schnell mit einem Tuche abtrocknet und dann die so erweichte Oberflächenschicht mit einem scharfen Rasiermesser flach abschneidet. Ebenso läßt sich leicht eine Querschnittsfläche und Längsschnittsfläche für die Lupenbetrachtung herrichten.

*Chemie:* Aus der Droge wurde Chrysophansäure (Dioxychinon des Methylantracens), etwa 5 %, und Emodin (Trioxychinon des Methylantracens), etwa 2 %, welches mit Frangulinsäure identisch ist, in reinem Zustande erhalten. Außerdem hat Kubly etwa 0,11 % eines Glycosids aus dem Rhabarber dargestellt, welches er Chrysophan nannte

und welches sich in Chrysophansäure und Zucker spalten liefs, und eine Eisenchloridlösung grün färbende Gerbsäure, die Rheumgerbsäure. Die harzartigen, amorphen Körper Phaeoretin, Aporetin, Erythroretin, Schlofsbergers und Döppings und die stickstoffhaltige Cathartinsäure Dragendorffs sind wohl unreine Produkte, unter denen sich aber wahrscheinlich noch der wirksamste Bestandteil der Droge verbirgt.

Die Aschenmenge, welche der Rhabarber liefert, ist sehr verschieden, sie schwankt zwischen 3 und 24 %; ebenso ist der Gehalt des Rhizoms an Calciumoxalat äufserst wechselnd.

*Geschichte:* Die Droge ist bei den Chinesen wenigstens schon einige tausend Jahre vor dem Beginne unserer Zeitrechnung bekannt gewesen. Auch die Alten kannten und benutzten wahrscheinlich den Rhabarber schon. Im VI. Jahrhundert n. Chr. verordnete Alexander Trallianus Rheum.

#### Die europäischen Rhabarbersorten.

##### Litteratur.

Flückiger and Hanbury, *Pharmacographia* 1879, p. 500. — Scaup, Wien. Akad. Anzeig. 1874, S. 118. — Boni, *Pharmaz. Zeitung* 1887, No. 24, p. 382. — F. A. Flückiger, *Lehrb. d. Pharmakognosie* 1867, Gärtner, Berlin, S. 22. — Elborne, *Pharmaz. Zeitung* 1884, No. 78, S. 674.

Im Großhandel kommen aufser dem officinellen, chinesischen Rhabarber noch drei andere Handelssorten vor, welche meist nur zur Herstellung von Rhabarberpulver Verwendung finden, 1. Radix Rhei Anglica, 2. Radix Rhei Austriaca, 3. Radix Rhei Gallica.

Die englische Droge wird hauptsächlich bei Bodicott, einem Dorfe in der Nähe von Banbury, von Herrn Usher gebaut. Was ich jetzt von der Droge im Handel gesehen habe, scheint mir weder von Rheum palmatum noch von Rheum officinale abzustammen, nähert sich mehr dem Rhizome von Rheum Rhaponticum und stammt vielleicht von einem Bastard zwischen den beiden zuletzt genannten Pflanzen. Usher hat seit 1873 Versuche mit Rheum officinale gemacht, und Elborne teilte 1883 mit, dafs Usher Versuche mache, die bisher in stark gedüngtem Boden versuchte Kultur von Rheum officinale nun in Boden durchzuführen, welcher 2 Jahre vor dem Pflanzen gedüngt worden war, da die starke Düngung nicht günstig auf die Eigenschaften der Droge einwirke. Letztere Angabe stimmt übrigens mit Erfahrungen, welche ich selbst machte, überein. Usher pflanze dann Zweige der Rhizome 4jähriger Pflanzen in Abständen von 6 bis 8 Fuß ein und ernte nach 5—7 Jahren, in trockner Zeit zwischen Juli und September. Nach Flückigers Angaben werden bei Usher die Rhizome von den Wurzeln befreit und geschält, die geschälten Stücke dann zerschnitten und in geheizten Räumen getrocknet. Nach dem Trocknen werden die Stücke nochmals nachgeschält.

Die beste englische Droge, welche ich sah, bestand aus ganz flach geschälten Rhizomstücken und zeigte nur eine geringe Zahl offener Bündel, besaß ferner ein äußerst lockeres Markparenchym, so daß sie noch sehr von der chinesischen Droge abwich. Übrigens schmeckte und roch sie mild.

*Radix Rhei Austriaca* stammt von *Rheum Rhaponticum* und *Rheum compactum* und wird bei Austerlitz und Auspitz in Mähren und bei Ilmitz, Kremnitz und Frauenkirchen in Ungarn gebaut.

Die Droge, welche mir als *Radix Rhei Austriaca* zu Gesicht kam, bestand stets größtenteils aus Wurzelzweigen. Den wenigen Rhizomstücken, welche sich darin fanden, fehlten die Maserkreise völlig. Die Stücke waren dicht und schwer. Der Geschmack war sehr bitter. Eine, nach Angabe von Caesar und Loretz in Halle a. S., sicher aus der Gegend von Brünn stammende Droge verhielt sich gleich.

*Radix Rhei Gallica* soll meist von *Rheum Rhaponticum*, vorzüglich in der Gegend von Paris, im Dép. du Morbihan und in der Provence gebaut werden. Ich sah Droge, welche nach den Angaben der Herren Caesar und Loretz in Halle aus den Alpes maritimes stammte. Dieselbe bestand aus längs runzeligen, relativ dünnen Wurzelstücken, welche stark zusammenziehend, aber nicht so bitter schmeckten als die österreichische Ware.

Schließlich möchte ich noch bemerken, daß die Kultur des Rhabarbers bei uns vielleicht doch mit *Rheum palmatum* durchzuführen wäre, welches allerdings sehr empfindlich ist, jedoch durch öftere Auslese unter den Samenpflanzen wohl sicher in einer etwas härteren Spielart zu erhalten ist. *Rheum officinale* ist härter, aber sein Rhizom besitzt als Droge keinen feinen Geruch und schmeckt etwas bitter. Vielleicht könnte man auch durch Bastardierung von *Rheum palmatum* und *Rheum Rhaponticum* eine gute Sorte Rhabarber erziehen.

## 2. Achsenteile.

### a) Rinden.

#### n) *Cortex Cascarillae*.

*Cortex Crotonis*, *Cortex Eluteriae*, *Cascarillrinde*.

#### Litteratur.

*Morphologie und Anatomie*: J. J. Bennett, Journal of Proceedings of Linn. Soc. IV, 1860. Bot., p. 29. — Bentley and Trimen, Medicinal Plants 1875, No. 238. — Friedrich Lichinger, Die officinellen Croton- u. Diosmeenrinden der Sammlung des Dorpater pharmazentischen Instituts. Dissertation, Dorpat, 1889. — Joseph Müller, Anatomie der Baumrinden, S. 300, Berlin 1882. — Zacharias, Über Sekretbehälter mit verkorkten Membranen, Botan. Zeit. 1879, S. 625.

*Chemie*: Völckel, Annalen der Chem. u. Pharmacie 35, S. 307. — Trommsdorff, N. Tr. 26, 2, 138. — Duval, Journ. Pharm. (3) 8, p. 95. — C. u. E. Mylius, Ber. d. Deutsch. chem. Gesellsch. 1873, S. 1052. — Brühl, ebenda, 1888, 149.

*Stammpflanze:* Croton Eluteria Bennett, Euphorbiaceae-Crotoneae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Der bis 6 m hohe Strauch ist nur auf den Bahamâ-Inseln und auf Kuba einheimisch.

*Einsammlung:* Die Droge scheint, nach dem Vorkommen von reifen Samen in derselben zu schließen, nach der Fruchtreife gesammelt zu werden. Weiteres ist über die Einsammlung nicht bekannt. Man verschifft die Droge von Nassau auf der Insel Providence aus. Gewöhnlich wird die Ware in Säcke verpackt.

*Morphologie:* Die Droge besteht aus der Rinde der oberirdischen Achse. Sie kommt meist in sehr unregelmäßigen, durchschnittlich 5 cm, höchstens 10 cm langen Stücken in den Großhandel, welche durchschnittlich 0,5 mm, höchstens aber 2 mm dick sind. Gewöhnlich sind die Stücke schmal; sind die Röhren vollkommen, so rollen sie sich unregelmäßig zusammen. Die Drogisten suchen aus der natürlichen Ware die großen Stücke aus und bringen dieselben als Cortex Cascarillae electus in den Handel.

Die Rindenstücke besitzen teils eine weiße, teils eine graubraune Außenfläche und sind auf der Innenseite graubraun gefärbt. Die außen weißen Rindenstücke sind mit einer Korkschicht bedeckt, von den anderen Stücken ist die Korkschicht abgefallen. Die Oberfläche der mit Kork bedeckten Rindenstücke ist mit quer gestreckten, schmalen Lenticellen versehen, deren Ränder etwas wulstig aufgeworfen sind. Schon bei dünnen Rinden sind die Lenticellen deutlich sichtbar. Vorzüglich an jüngeren Rinden etwas weniger auffallend, finden sich ferner in der Korkschicht zarte Längsrisse von verschiedener Länge. Sehr häufig ist die Korkschicht ferner mit schwarzen, punktförmigen oder strichförmigen Flechtenapothecien besetzt. Da, wo die Korkschicht abgesprungen ist, erscheint die graubraune Oberfläche ebenfalls gezeichnet durch die von den Lenticellen herrührenden, rinnenförmigen kräftigeren und die von den Rissen herrührenden feineren Vertiefungen.

#### *Anatomie.*

*Lupe:* Der Bruch der Rinde ist infolge des Fehlens größerer Mengen von Sklerenchymfasern fast ganz glatt. Stellt man mit scharfem Messer eine völlig glatte Querschnittfläche der trocknen Rinde her, so findet man, vorzüglich leicht, wenn man mittelstarke und wenn man noch mit der weißen Korkschicht versehene Rinde anwendet, zuerst, daß letztere als eine scharf begrenzte helle Linie, die häufig an den Stellen, wo die Längsrisse der Rinde liegen, etwas stumpf keilartig in die Rinde einspringt, erscheint. Die Phellodermis und Außenrinde, welche unter der Korkschicht liegen, sind gewöhnlich hellbraun, hier und da auch dunkelbraun gefärbt und gehen unmerklich in die oben stark verbreiterten, unten schnell spitz zulaufenden größeren Markstrahlen über, welche

dunklere, umgekehrt orientierte Keile umschließen. Diese bestehen aus den dunklen Rindensträngen, zwischen denen die äußerst zarten, durch die Oxalatkrystalle weiß erscheinenden Markstrahlen verlaufen. In manchen Fällen ist die Rinde fast gleichmäßig dunkel gefärbt, und dann lassen sich die erwähnten Verhältnisse nur schwierig mit der Lupe erkennen.

*Mikroskop:* Ehe wir zur Beschreibung der Anatomie der Droge übergehen, seien ein paar Worte über die Entwicklung der Rinde gesagt, um das Verständnis der Struktur der Rinde zu erleichtern.

Auch den dünnsten Rindenstücken fehlt die Epidermis, da sich das Korkkambium schon an zweijährigen Achsen, in der äußersten Zelllage der primären Rinde bildet. Da, wie es scheint, nur an ganz alten Stammstücken und auch dort nur selten Borke gebildet wird (ich fand nur einmal an einem 2 mm dicken Stücke, welches übrigens von einem Pilze angegriffen war, Borkenbildung), so bleibt die primäre Rinde, in welcher ein geschlossener Ring von Sklerenchymfasern liegt, sehr lange erhalten. Der Ring bleibt jedoch nicht geschlossen, sondern wird in mehr und mehr, mit dem Alter der Rinde auseinander rückende Gruppen von Sklerenchymfasern aufgelöst, zwischen welche sich Parenchym einschiebt. In der Nähe der Sklerenchymbündel der primären Rinde verlaufen Milchröhren, die man noch in sehr alten Rinden auffinden kann, und welche nicht in der sekundären Rinde anzutreffen sind.

Die Droge wird am besten vor dem Schneiden in Wasser eingeweicht, und die Schnitte werden dann in Chloralhydrat aufgehellt. Setzt man etwas Anilinsulfat zu den Schnitten, so treten die Verdickungsschichten der Sekretdrüsen deutlicher hervor.

An der Droge finden wir nun, sobald sie noch die weiße Oberfläche zeigt, eine mit dem Alter der Rinde an Dicke zunehmende (etwa 5–20 Zelllagen dicke) Korkschicht. Letztere besteht aus in der Aufsicht fast regelmäßig fünfeckigen, dick tafelförmigen Zellen, deren Außenwände mit einer über die Hälfte der Zellhöhe dicken, fein geschichteten, verholzten Verdickungsschicht (v. Fig. 359) versehen sind, und in deren Höhlung sehr zahlreiche, gut ausgebildete Oxalatkryställchen (*ko*) enthalten sind, denen die Korkschicht ihre weiße Farbe verdankt. Eine abwechselnde Bildung von dünnwandigen und dickwandigen Korkzellen konnte ich nicht nachweisen; es scheint, als ob im allgemeinen nur dickwandiger Kork gebildet würde. Das die Korkschicht erzeugende Phellogen bildet nun ferner nach innen zu reichlich Phelloderm (*Pd*). Dieses besteht aus 3 verschiedenen, im allgemeinen fast isodiametrischen, oft ein wenig quer gestreckten Elementen, 1. aus dünnwandigem, stärkeführendem Parenchym, 2. aus mit farblosem ätherischen Öle gefüllten, mit einer starken verkorkten und verholzten Wand versehenen Sekretzellen (*Se*) und 3. aus Zellen, welche entweder Oxalatdrüsen (*o*) oder Einzelkrystalle von Kalkoxalat führen.

Das Periderm verhält sich nun an zwei verschiedenen Stellen der Rinde abweichend von dem bisher geschilderten Verhalten. Zuerst bleibt

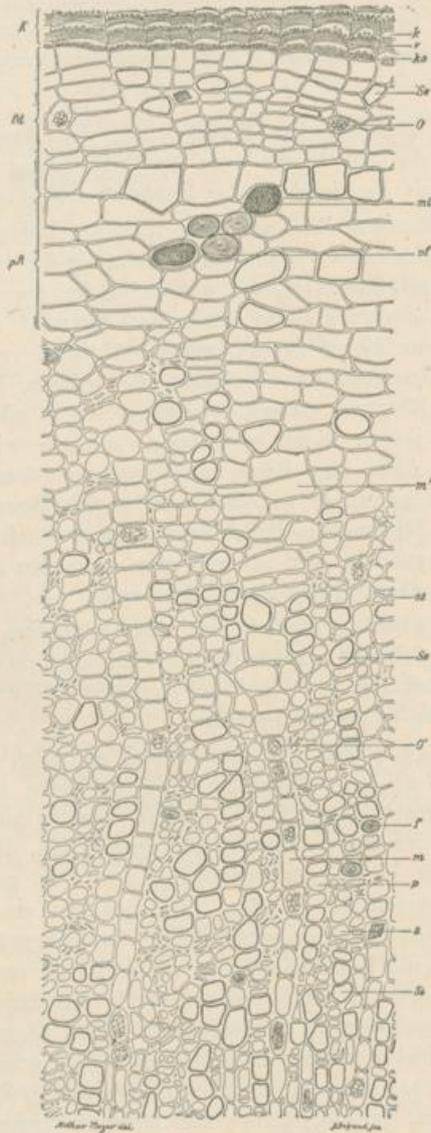


Fig. 359.

Querschnitt von Cortex Cascarillae.

*K* Korksicht. *P* Phelloderm. *pR* primäre Rinde. *Se* Sekretzelle. *O* und *O'* Oxalat. *mi* Milchsaftschlauch. *pf* Sklerenchymfaser der primären Rinde. *m* und *m'* Markstrahl. *s* Siebröhre. *os* obliterierter Siebstrang. *f* Sklerenchymfaser der sekundären Rinde. *h* Hohlung. *e* verdickte Außenwand, *ko* Oxalat der Korkzellen.

nämlich da, wo sich Längsrisse in der Korkschicht finden, die Phellodermbildung gegenüber derjenigen in den übrigen Partien des Periderms zurück, während die dort ebenso zahlreich gebildeten Meristemzellen alle statt in Phellodermzellen in Korkzellen übergehen. Die Folge davon ist, daß gerade unter den Längsrissen der Rinde die Korkschicht mächtiger entwickelt ist und etwas in die Rinde hinein vorspringt. Über den so gebauten Stellen also reißt die Korkschicht von oben nach unten zu

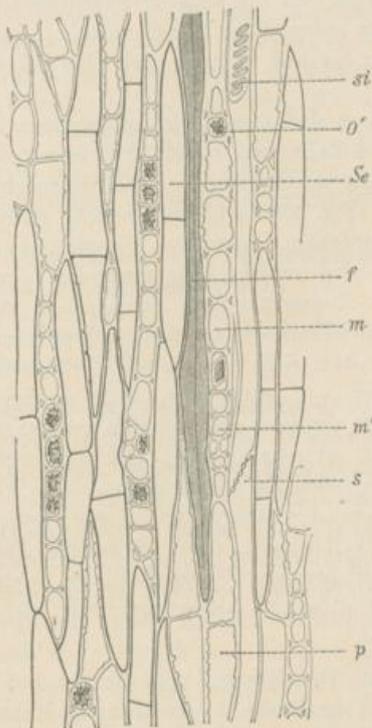


Fig. 360.

Tangentialschnitt der sekundären Rinde von Cortex Cascarillae.

si Siebröhre. s Siebplatten in der Zwischenwand der Siebröhre. o Oxalatdrüse. Se Sekretzelle.  
f Sklerenchymfaser. m Markstrahl. m' kleine Markstrahlzelle. p Parenchymzelle.

120fach vergr.

ziemlich scharf, fast bis zum Phelloderm durch. Ferner verhält sich das Periderm in der Region der stark quer gestreckten Lenticellen ebenso wie bei den Längsrissen, nur besteht die Korkschicht dort aus miteinander abwechselnden, dünnen Schichten von dickwandigen und dickeren Schichten von dünnwandigen Korkzellen, welche letztere sich jedoch nicht abrunden, also kein typisches Füllgewebe bilden.

An das Phelloderm schließt sich das äußere Parenchym der primären Rinde ohne sichtbare Grenze an, da letzteres Gewebe sich im wesentlichen

gleich verhält wie ersteres. Nur finden sich in der primären Rinde die schon erwähnten, vereinzelt stehenden Bündel sklerotischer Fasern (*pf*) und lange, von braunem, in siedendem Wasser, Natronlauge und Chloralhydrat unlöslichen Sekrete erfüllte Schläuche (*mi*), welche ungegliederte Milchröhren zu sein scheinen.

Die sekundäre Rinde wird von ein bis zwei Zellreihen breiten, etwa 2 bis 20 Zellen hohen Markstrahlen durchzogen. Die Markstrahlzellen sind etwas dünnwandiger als die anderen Parenchymzellen und enthalten einesteils Oxalatdrusen (oder selten Einzelkrystalle), andernteils Stärke, oft beides nebeneinander; hie und da liegt auch eine Sekretzelle in den Markstrahlen.

Die Rindenstränge sind vorzüglich im jüngeren Teile älterer Rinden schmal, meist 1 bis 4 Zellreihen breit. Sie bestehen aus Siebsträngen, stärkehaltigem Parenchym, Sekretzellen und Sklerenchymfasern.

Die Siebröhren (Fig. 360, *s*) besitzen schräg stehende Zwischenwände mit leiterförmig geordneten, schmalen Siebplatten (Fig. 360, *st*); die Parenchymzellen (*p*) sind mäfsig lang gestreckt, etwas abgerundet und grob getüpfelt. Die längsgestreckten Sekretzellen stehen zu 2 bis 4 in Längsreihen, bilden gleichsam gekammerte Sekretzellen (*So*). Die Wände der Sekretzellen verhalten sich wie die der Zellen der primären Rinde. Die Sklerenchymfasern (*f*) sind lang, spitz endigend, bis zum Verschwinden des Lumens verdickt, mit deutlich geschichteter Wand versehen und verholzt. Sie sind oft sehr ungleich dick und unregelmäfsig gestaltet, da sie sich den umliegenden Zellen anpassen.

Für das Aussehen der Droge ist es von grofser Bedeutung, dafs zahlreiche, teils stärkeführende, teils stärkefreie Parenchymzellen aller Teile der Rinde einen braunen Farbstoff führen, welcher in Wasser und siedender Chloralhydratlösung löslich ist und sich mit Eisenchlorid dunkler färbt.

*Verwechselungen:* Die Pharmakopöe macht auf die Verwechslung mit Cortex Copalehi (von Croton niveus Jacquin stammend) aufmerksam. Diese Rinde ist leicht an ihrem abweichenden anatomischen Baue zu erkennen. Ebenso ist die Rinde von Croton lucidus L. (Pharm. Journ. IV., 1874, 11. April, p. 810), die als Beimischung vorkommt, anatomisch verschieden.

*Chemie:* Aus der Rinde ist ein krystallisierbarer Bitterstoff, das Cascarillin, erhalten worden. Die Rinde liefert 1,75 % ätherisches Öl. Wahrscheinlich sind auch die 15 % Harz, welche aus der Rinde gewonnen wurden, in dem ätherischen Öle der Sekretschläuche gelöst.

*Geschichte:* Die Cascarillrinde wurde nachweislich Ende des 17. Jahrhunderts als Cortex China nova in den Apotheken geführt, aber bald durch Stisser als verschieden von den Chinarinden erkannt.

o) **Cortex Quercus.**

Eichenrinde.

## Litteratur.

*Kultur und Einsammlung:* Neubrand, Die Gerbrinde, Frankfurt a. M. 1869.

*Anatomie:* Fr. v. Höhnel, Die Gerbrinden, Berlin 1880, S. 59. — Joseph Müller, Anatomie der Baumrinden, Berlin 1882, S. 63. — Frank, Botan. Zeitung 1864, p. 387. — Sanio, Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wissensch. 1857, S. 252. — de Bary, Anatomie, Leipzig 1877, S. 140, 149, 494, 545, 556, 563, 565.

*Chemie:* Johansen, Archiv der Pharmacie [3], 9, S. 210. — Grabowsky, Annalen der Chemie u. Pharmac. 145, S. 1. — Oser, Wiener Akad. Berichte 72 (1876), S. 165. — F. Jean, Dragendorffs Jahresbericht d. Pharmac. 1876, S. 410. — Etti, Berichte der D. Chem. Gesellsch. 1881, S. 1826. — Böttinger, Berichte der D. Chem. Gesellsch. 1881, S. 1598 u. 2390. — Löwe, Zeitschr. f. analyt. Chemie 20, S. 208. — Müntz u. Schön, Journ. de Pharm. IV, 1881, S. 584.

*Stammpflanze:* Quercus Robur L. (Qu. pedunculata Ehrhart nebst Qu. sessiflora Smith und Qu. pubescens Willd.).

*Verbreitung der Stammpflanze:* Sie findet sich in fast ganz Europa, Kleinasien und den Kaukasusländern.

*Kultur und Einsammlung:* Die officinelle Droge ist die zu technischen Zwecken (Gerberei), in besonderen Waldkulturen (Eichenschälwäldungen) gezogene Eichen- „Spiegelrinde“ oder „Glanzrinde“. Sie wird von 12 bis 30 Jahre alten Bäumen oder Stockausschlägen, im Anfange des Frühjahrs, unmittelbar nach Öffnung der Blattknospen gesammelt. Die Rinden werden meist vom stehenden Stamme abgeschält. Man macht zu dem Zwecke am Grunde des Stammes einen Ringelschnitt durch die Rinde, dann von unten nach oben 3 Längsschnitte und löst die Rinde so in drei Streifen ab, daß sie noch mit ihrem oberen Teile am Baume befestigt bleibt. Wenn die Rinde am Baume lufttrocken geworden ist, schneidet man sie ganz los, schiebt sie auf und läßt sie völlig austrocknen. Selten fällt man die Bäume und schält sie dann. Eichenschälwäldungen werden in vielen Gebirgen, z. B. im Taunus, im Schwarzwalde, im Hunsrück angelegt.

Die auch als Gerbmaterial Verwendung findende, von der Borke befreite Rinde alter Stämme von Quercus Robur (die „Altholzrinde“) darf nicht in den Apotheken geführt werden, ebensowenig dürfen die auch im Großhandel vorkommenden Rinden von Quercus Cerris und Quercus rubra als Eichenrinden verkauft werden.

*Morphologie:* Die Droge besteht aus mehr oder weniger zusammengerollten, 1 bis 4 mm dicken Rindenstücken der oberirdischen Achse, welche aufsen, soweit sie nicht von Flechten bedeckt sind, glänzend grau oder bräunlich erscheinen und mit nicht sehr zahlreichen, ovalen, wenig quer gestreckten Lenticellen besetzt sind. Die Innenseite der Rinde ist

heller oder dunkler braun, matt und mit erhabenen, sehr verschieden langen (meist 0,5 bis 5 cm lang) Längsstreifen versehen, die man als Schutzleisten bezeichnen kann.

#### Anatomie.

*Lupe:* Auf der mit scharfem Messer hergestellten, glatten, trocknen Querschnittfläche der Droge erkennt man zu äüßerst eine bräunliche Korkschicht (*a*, Fig. 361), etwa 1 bis 2 mm von dieser entfernt eine zarte, scharfe Linie, den geschlossenen Sklerenchymring (*d*), als den innersten Teil der Außenrinde. Zwischen dem Sklerenchymring und der Korkschicht liegt, außen grünlich, innen hellbräunlich, mit einzelnen von Sklerenchymzellen herrührenden Punkten, das Parenchym der Außenrinde (*c*).

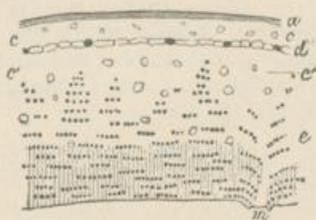


Fig. 361.

Lupebild der Querschnittfläche von Cortex Quercus.

*a* Korkschicht. *c* Parenchym der Außenrinde. *d* der zur Außenrinde gehörende Sklerenchymring. *e* eine Gruppe von Steinzellen. *m* Reihen von Querbinden aus Sklerenchymfasern. *m* Schutzleiste.

Nach Wiegand.

Was innerhalb des Sklerenchymringes liegt, ist wesentlich zur sekundären Rinde zu rechnen. In dem sekundären Rindenteile fallen zuerst meist relativ breite, radial verlaufende, von innen nach außen zu sich etwas verbreiternde Streifen (*m*) auf, die Querschnitte der Schutzleisten. Ferner erkennt man Tangentialreihen zarter, dunklerer Punkte, die aus Sklerenchymfasern bestehenden Querbinden der Rindenstrahlen, welche in der Fig. 361 durch die Reihen dunkler Punkte (z. B. in der Nähe von *e*) angedeutet sind, und dann viel stärkere, rundliche, hellere Punkte, welche unregelmäßig verteilt erscheinen, die Gruppen von Sklerenchymzellen (*c*). Der Querbruch der Droge ist langfaserig. Die aus dem Bruche hervortretenden Fasern werden von den Sklerenchymsträngen gebildet.

*Mikroskop:* Auch von den dünnsten Stücken, welche in der Droge vorkommen, ist die Epidermis durch die Korkschicht, welche ihren ersten Ursprung in der äußersten, direkt unter der Epidermis liegenden Parenchymschicht der primären Rinde nahm, abgestoßen. Das Korkkambium erzeugt hauptsächlich Korkzellen und nur wenige Korkhypodermiszellen. Die Korkschicht (*k*, Fig. 362 und 363) besteht aus gleichmäßigen, mächtig dickwandigen, mit braunem Inhalt erfüllten Korkzellen. In den Lenticellen wird sie aus dünnen Lagen relativ dichter, den gewöhnlichen Korkzellen ähnlicher, tafelförmiger Korkzellen und aus dickeren Lagen isodiametrischer, lückiger Korkzellen gebildet, welche mit ersteren abwechseln, im Frühjahr entstehen und die Erhebung der Lenticellen bedingen. Unter den Lenticellen fehlt die Phellodermis, überhaupt die Schicht der kollenchymatischen Zellen. Sonst folgt also auf die Korkschicht eine Lage von kollenchymatischen Phellodermzellen, welche zur Verstärkung

der kollenchymatischen Hypodermis dient, die schon im primären Zustande der Rinde vorhanden war, und mit dieser zusammen nun eine kräftige Korkhypodermis bildet. Die kollenchymatischen Zellschichten (c)

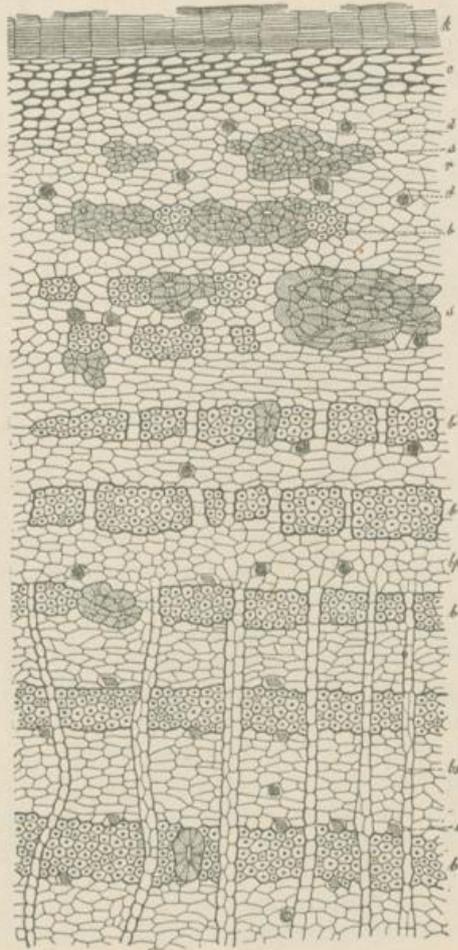


Fig. 362.

Halbschematische Darstellung eines Querschnittes von Cortex Quercus, in welcher die Siebstränge keine Berücksichtigung gefunden haben.

Erklärung der Buchstaben im Texte.

Etwa 80fach vergr.

Abbildung nach Luerssen.

führen Chlorophyll, ebenso auch die darangrenzenden Parenchymsschichten. Auf die Kollenchymzellenschicht folgt lockeres, aus fast isodiametrischen Zellen bestehendes, dünnwandiges Parenchym, in welches Oxalatzellen mit Drusen (d) und, in älteren Rinden, rundliche Gruppen oder Nester von

Steinzellen (*s*) eingelagert sind. Als ungefähr innerste Grenzschicht der primären Rinde folgt dann ein meist geschlossener (in unserer Figur offen gezeichneter, einem seltneren Vorkommen entsprechend) Sklerenchymring, die äußerste der mit *b* bezeichneten, aus Steinzellen und sklerotischen Fasern zusammengesetzten, längsgestreckten Gruppen in Fig. 362. Der letztere besteht in ganz jungen Rinden von primärem Baue, welche in der Droge nicht mehr vorkommen, nur aus sklerotischen Fasern; mit dem Älterwerden und der Dehnung der Rinde entstehen aber, aus Teilprodukten der zwischen den Bündeln der sklerotischen Fasern liegenden Parenchymzellen, flache und lange Platten von Steinzellen, welche sich zwischen die miteinander noch anastomosierenden Stränge der sklerotischen Fasern einschließen und mit ihnen zusammen einen nur an einzelnen Stellen von Parenchymzellen durchbrochenen festen Hohlzylinder herstellen, dessen Querschnitt eben im Querschnitte der Rinde als Sklerenchymring in Erscheinung tritt.

Außer den erwähnten Elementen nehmen noch gekammerte Krystallfaserzellen am Aufbaue des Ringes teil, welche Einzelkrystalle führen und sich auch sonst verhalten wie die analogen Elemente der sekundären Rinde.

Die innerhalb des Sklerenchymringes liegende sekundäre Rinde wird durchzogen von meist eine Zellreihe breiten, 4 bis 20 Zellreihen hohen Markstrahlen (*bs*), welche aus wenig radial gestreckten Zellen bestehen. In etwas älteren Rinden findet man aus Markstrahlen hervorgegangene, breite, radial verlaufende Zellstreifen, welche physiologisch als Schutzleisten aufzufassen sind und am Schluß besprochen werden sollen. Die Rindenstrahlen bestehen bei jüngeren Rinden und im jüngsten Teile älterer Rinden nur aus abwechselnden Querbändern von Sklerenchymfasern und Querbändern parenchymatischer Zellen, welche die Siebstränge einschließen. Die Querbänder der Sklerenchymfasern (*b*) sind zusammengesetzt aus Strängen nicht sehr langer (0,5 mm), mächtig spitz zulaufender, bis zum Schwinden des Lumens verdickter und verholzter Sklerenchymfasern (*b*, Fig. 363), welche umgeben sind von gekammerten Krystallfaserzellen oder Kammerfasern (*c*, Fig. 363) mit nur schwach verdickten und verholzten Wänden und klinorhombischen, von einer besonderen, verholzten Hülle umschlossenen Einzelkrystallen. Die die Siebstränge enthaltenden parenchymatischen Querbinden bestehen aus wenig längsgestreckten Parenchymzellen, Drusen führenden Kammerfaserzellen und Siebsträngen. In den Abbildungen Fig. 362 und 363 ist davon wenig zu sehen, nur einzelne Drusen von Oxalat sind in Fig. 362 zu erkennen. Die Siebröhren der Siebstränge sind ziemlich weit und besitzen schräg stehende Zwischenwände und grob gegitterte Siebplatten. Die ganze Längswand der Siebröhren ist mit auffallenden und dicht gedrängten Siebfeldern gezeichnet.

In den älteren Teilen der sekundären Rinde älterer Rindenstücke entstehen nun ferner aus Teilprodukten der den Strängen der sklero-

tischen Fasern anliegenden Parenchymzellen rundliche, oft sehr große werdende Nester großer Sklerenchymzellen, welche sich ähnlich, nur viel weniger zahlreich und regelmäßig zwischen die Stränge der sklerotischen

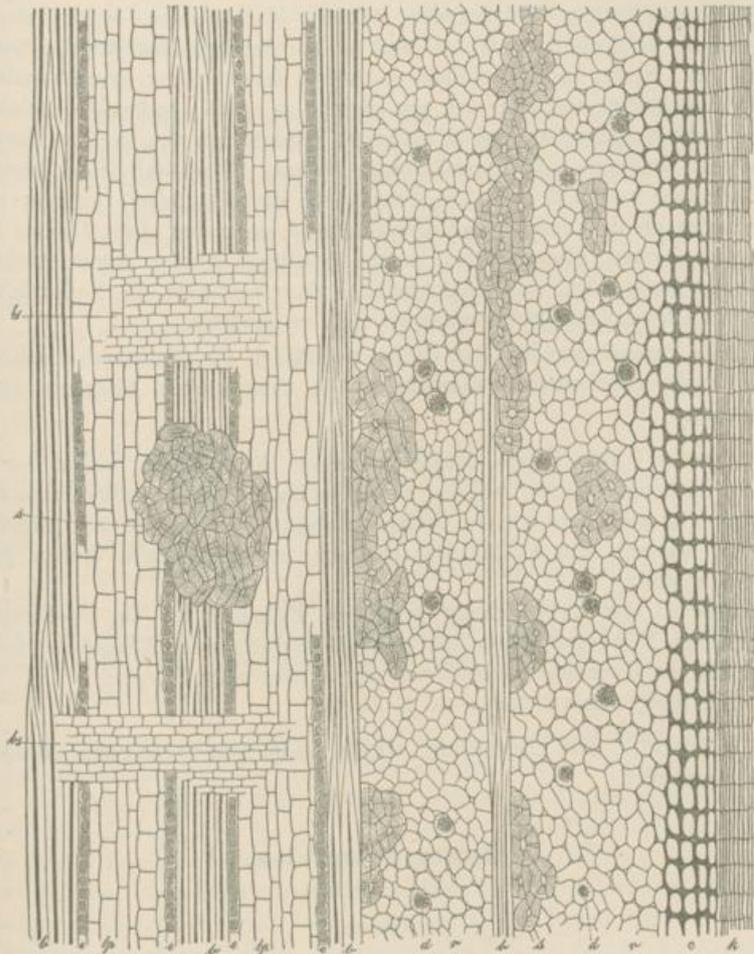


Fig. 363.

Cortex Quercus, Längsschnitt.

Erklärung der Buchstaben wie in Fig. 302.

Halbschematisch, vergr.

Abbildung aus Luerssen.

Fasern einschieben (s, in der inneren Partie der Rinde). Die Wände dieser Steinzellen sind, wie die der Steinzellen des primären Sklerenchymringes stark verdickt und verholzt und mit zahlreichen, zarten, verzweigten Tüpfelkanälen versehen.

Zuletzt sind die Schutzleisten zu besprechen. Sie entstehen dadurch, daß in älteren Markstrahlen, wahrscheinlich zuerst in den primären Markstrahlen, in älterer Rinde die Markstrahlzellen sich durch Teilung vermehren, so daß der Markstrahl sich verbreitert; zugleich trifft diese Verbreiterung häufig übereinander stehende Markstrahlen, welche dann miteinander in Berührung treten und so zu längeren Markstrahlen verschmelzen. Nester dieser sekundären, etwas dickwandiger erscheinenden Markstrahlzellen wandeln sich nun ferner in radial gestreckte, relativ kleine Sklerenchymzellen und in verholzte Oxalatzellen um, welche diesen Steinzellen anliegen und Einzelkrystalle führen. Den zahlreichen Steinzellengruppen verdankt dann die Schutzleiste die Eigenschaft weniger zu schrumpfen als die umgebenden Gewebe, und so treten diese Leisten in der Droge hervor. Diese Leisten, welche in älteren Rinden immer reicher an Steinzellen werden, sind wahrscheinlich dazu bestimmt, die Siebstränge und Parenchymzellen gegen radialen Druck zu schützen.

Alle Parenchymzellen der Rinde, vorzüglich die Markstrahlzellen, führen mehr oder weniger Gerbsäure; die sklerotischen Elemente sind frei davon.

*Chemie:* Die Droge enthält zwischen 10 bis 20 % einer Gerbsäure, Eichengerbsäure, welche mit Ferrisalzen einen schwarzblauen Niederschlag giebt und von der Galläpfelgerbsäure verschieden ist. Außerdem ist Quercit, das Kohlehydrat Laevulin und Gallussäure daraus gewonnen worden.

Das bei der Untersuchung gefundene Eichenrot ist ein Spaltungsprodukt der Eichengerbsäure, die ebenfalls aufgefundene Ellagsäure wohl ein durch die chemische Behandlung erst entstandener Körper.

Die Eichenrinde liefert 4—6 % Asche.

*Geschichte:* Die Eichenrinde wurde schon von Dioscorides medizinisch verwendet.

#### p) **Cortex Frangulae.**

Faulbaumrinde.

##### Litteratur.

*Anatomie:* de Bary, Anatomie, Leipzig 1877, S. 579, 563, 544. — v. Höhnel, Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 84, 1. Abt. (1881), S. 291. — Schrenk, American Druggist (New Remedies) 1887, p. 2 u. p. 61.

*Chemie:* Binswanger, Repert. d. Pharm. 104 (1849) S. 151. — Winkler, Repert. d. Pharm. 104 (1849) S. 151. — Buchner, Ann. d. Chem. u. Pharm. 87, S. 218. — Casselmann, Ann. d. Chem. Pharm. 104 (1857) S. 77. — Phipson, Compt. rend. 47 (1858) S. 153. — Faust, Archiv der Pharm. 187, S. 8; 165, S. 230. — Enz, Vierteljahrsber. für prakt. Pharm. 16, S. 106. — Liebermann und Giesel, Berichte d. D. Chem. Gesellsch. 8, S. 1647. — Liebermann und Waldstein, Berichte d. D. Chem. Gesellsch. 9, S. 1775. — Paul Schwabe, Über die chemischen Bestandteile von Cortex Frangulae und Cascara Sagrada; Archiv d. Pharm. 1888,

26. Bd., 13. Heft, S. 569. — Bäumker, Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der pharmakolog. Wirkung der Frangularinde, 1880, Dissertation, Göttingen.

*Stammpflanze:* Rhamnus Frangula L., Rhamnaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Der feuchte Standorte liebende Strauch ist durch ganz Europa, Mittelasien und teilweise auch Nordafrika verbreitet.

*Einsammlung:* Die Rinde wird von den Achsen in oft 3 dm langen Stücken abgeschält, indem man die Achsen oben und unten ringelt, das Rindenstück dann durch einen Längsschnitt aufschlitzt und danach abhebt. Die Rindenstücke werden an der Luft getrocknet.

Der Faulbaum wurde bisher in großer Ausdehnung gebaut, weil man sein Holz bei uns ausschließlich zur Pulverfabrikation verwendete. Durch Einführung des neuen, rauchlosen Schießpulvers wird diese Kultur eine Einschränkung erfahren. Man läßt die zur Verkohlung bestimmten Stämme nur etwa 5—9 cm dick werden, weshalb man im Handel auch keine breiteren Rinden findet als solche, welche diesem Verhältnisse entsprechen.

Es ist besonders hervorzuheben, daß die Rinde im frischen Zustande brechenenerregend wirkt, daß aber der brechenenerregende Körper nach etwa 2jährigem Lagern der Rinde zerstört ist. Es ist also nur abgelagerte Rinde zu verwenden.

Die Drogenhandlungen bringen nicht selten geschnittene Ware in den Handel, welche aus trocken, aber vor dem Schneiden befeuchteter Ware hergestellt ist. Die Innenfläche solcher durch das Einweichen verschlechterter Ware sieht dann braun aus, während gute Ware dort orangefarbig sein muß.

*Morphologie:* Die Droge besteht aus zusammengerollten, 1—1,5 mm dicken Rindenstücken, die hie und da an den Kanten runde Einschnitte und in ihren Flächen Löcher zeigen, welche den Durchtrittsstellen der spärlichen Zweige der Sprosse entsprechen. Die Rindenstücke, welche von jungen Zweigen stammen, sind außen glatt und rotbraun, ältere mehr grau und zart längsrissig oder längsrunzelig. Sie sind mit quer gestreckten, mehr oder weniger stark durch ihre weißliche Farbe hervortretenden Lenticellen versehen, welche bei Lupenbetrachtung, durch die successive abgehobenen Korkschichten, quer zu ihrer Längsachse mit Leistchen besetzt erscheinen. Die Innenseite der Rinde ist fast vollständig glatt oder sehr zart längsrunzelig, gelb oder gelbrot bis dunkelbraun, letzteres, wie gesagt, bei schlecht getrockneter oder nach dem Trocknen wieder feucht gewordener Ware.

#### *Anatomie.*

*Lupe:* Die Droge zeigt auf der mittels eines scharfen Rasiermessers hergestellten Querschnittsfläche eine dunkelrote, mehr oder weniger dicke

Korkschicht, darunter, vorzüglich bei jungen, dünnen Rindenstücken, eine grünliche oder weißliche Außenrinde, von welcher auch bei alten Rinden hie und da stumpfe Keile von weißlicher Farbe in die übrige, gelbrote oder bräunliche innere Partie der Rinde hineinragen. Die weißen Keile werden durch besonders massenhafte Anhäufung von Oxalatzellen an diesen

Stellen hervorgerufen. In alten Rinden erkennt man im Inneren, gelbroten Teile, mit der Lupe häufig kleine, dunkle Punkte, die Gruppen der Sklerenchymfasern.

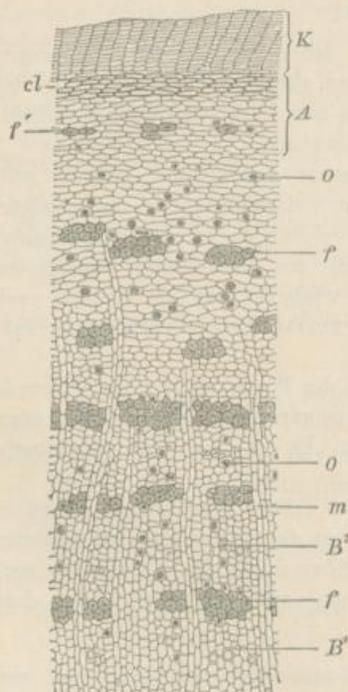


Fig. 364.

Halbschematisches Bild des Querschnittes der Faulbaumrinde.

*K* Korkschicht. *cl* hypodermatische Parenchymschicht der primären Rinde. *A* primäre Rinde. *f'* sehr schwach verholzte Sklerenchymfasern der primären Rinde. *f* Bündel von Sklerenchymfasern der sekundären Rinde. *o* Oxalatzellen. *m* Markstrahl. *B'* und *B''* Siebstränge.

115fach vergr.

der Rinde isodiametrisch erscheinender Zellen (*cl*, eine schwache Korkhypodermis), als äußerste Partie der primären Rinde (*A*), deren innerer Teil aus dünnwandigem Parenchym besteht, in welchem sich hie und da in nicht zu alten Rinden, noch leicht die stark quer gedehnten Reste von etwa 20 (auf dem Querschnitte der ganzen Rinde) Schleimzellen nachweisen lassen, und in welches einige Zellen mit Oxalatdrusen (*o*), sowie

*Mikroskop:* Die Schnitte werden am besten aus im Wasser aufgeweichtem Materiale hergestellt und in Chloralhydratlösung gelegt, welche sie entfärbt und klärt. Die Korkschicht, welche die Rinde nach außen abschließt, besteht aus zahlreichen Lagen kleiner, flacher, einen schön roten Inhalt führender Korkzellen (*K*, Fig. 364). Das Kambium der Korkschicht wurde ursprünglich in der ersten, direkt unter der Epidermis liegenden Parenchymschicht der primären Rinde angelegt. An den Stellen, wo sich die Lenticellen befinden, bildet das dort energischer arbeitende Korkkambium abwechselnd Schichten rot gefärbter, relativ dicht schließender Korkzellen (im Herbst) und Schichten von farblosen, meist dickwandigen, locker zusammenhängenden, nicht verholzten, mit Luft gefüllten, leuchtend weiß erscheinenden Korkzellen (Füllgewebe). Borkenbildung ist auch an den dicksten Rinden nicht aufzufinden. Auf die Korkschicht folgen einige Lagen tangential gedehnter, etwas kollenchymatischer, dickwandiger, im Radialschnitt

schwach verholzte Sklerenchymfasern (*f*) mit meist wellig gebogenen und stark geschichteten Wänden eingelagert sind.

Über die Schleimzellen oder Schleimschläuche ist zu bemerken, daß sich dieselben in der Rinde von etwa zweijährigen Zweigen noch gut erhalten finden, dann aber durch die Dehnung der Rinde zerstört werden. Sie stehen zu mehreren in Vertikalreihen zusammen, und ihr Schleim ist als Verdickungsschicht der Zellwand aufzufassen.

Der übrige, der sekundäre, Rindenteil wird von Markstrahlen (Fig. 364, *m*) durchzogen, die 1 bis 2 Zellen breit und 10 bis 25 Zellen hoch sind. Die Rindenstränge bestehen aus einem etwas in der Richtung der Längsachse der Rinde gestreckten Parenchym (*p*, Fig. 365), in welches

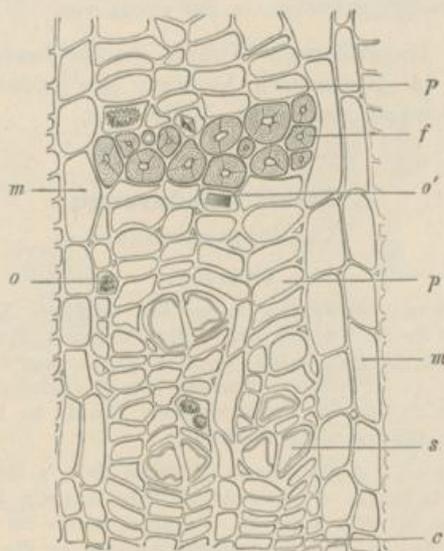


Fig. 365.

Querschnitt des jüngsten Teiles eines Rindenstrahles und der ihn begrenzenden Markstrahlen.  
*m* Markstrahlen. *s* Siebröhre. *c* Kambium. *p* Parenchym. *o* Oxalatdruse. *o'* Einzelkrystall von Oxalat. *f* Sklerenchymfasern.

die Siebröhrenstränge mit ihren weiten Siebröhren (*s*) eingebettet liegen, außerdem in Vertikalreihen (Krystallfaserzellen) angeordnete Oxalatdrusenzellen (*o*) eingestreut sind. In dem Parenchym des Rindenstranges, oft die ganze Breite des letzteren einnehmend, liegen Bündel langer Sklerenchymfasern (*f*), welche stark verdickt, gleichmäßig geschichtet, schwach verholzt und farblos sind und begleitet werden von langen Vertikalreihen kleiner würfelförmiger Oxalatzellen (gekammerte Fasern), von denen jede einen gut ausgebildeten Krystall einschließt. Die Bündel der Sklerenchymfasern liegen im inneren Rindenteile in tangentialen Reihen, im äußeren sind sie unregelmäßiger angeordnet. Die Siebröhren sind nur

in den ersten beiden Parenchymbinden ( $B'$  und  $B^2$ , Fig. 364) der Rindenstränge noch deutlich zu erkennen, in älteren sind sie zusammengefallen.

Alle Parenchymzellen der Rinde enthalten mehr oder weniger Stärke. Der gelbe Farbstoff ist im Parenchym der sekundären Rinde und der Markstrahlen enthalten; er löst sich in Kalilauge oder in Schwefelsäure mit roter Farbe (Emodin und Frangulin verhalten sich ebenso).

*Chemie:* Der der Rinde eigentümliche, gelbe Farbstoff krystallisiert, besitzt die Formel  $C^{21}H^{20}O^9$  und ist von Buchner Rhamnoxanthin, von Casselmann später Frangulin genannt worden. Er spaltet sich durch Säuren in Rhamnolulose und die dunkelrote Frangulinsäure. Aufser dem Frangulin kommt Frangulinsäure (bis 0,2 %) und ein abführend wirkender Stoff, die amorphe Frangulasäure, in der Droge vor.

*Geschichte:* Die abführende Wirkung der Faulbaumrinde war schon im Anfange des 14. Jahrhunderts bekannt; eine grössere Bedeutung erlangte die Droge jedoch erst im 18. Jahrhundert.

### o **Cortex Condurango.**

Condurangorinde.

#### Litteratur.

*Botanik:* Triana, Bulletin de la Soc. Bot. de France XX (1873) p. 34 und Journ. de Pharm. et de Ch. 4 Sér. V, 345. — Reichenbach, Bot. Zeit. 1872, S. 551. Keene, Pharm. Journ. II, 1871, p. 405. — A. Vogl, Zeitschr. d. österr. Apotheker-Vereins 1872, 109. — J. Möller, Anatomie der Baumrinden 1882, S. 173. — L. Bötticher, Zur Kenntnis der Condurangorinde, Archiv der Pharm. 1882, S. 643. Uloth, N. Jahrb. f. Pharm. 37, S. 65 (1872).

*Chemie:* Antisell, Americ. Journ. of Pharm. 1871, p. 289. — van Diest, Thèse présentée à la faculté de philosophie de Bern, Louvain, 1878. — Vulpinus, N. Jahrb. f. Pharm. 37, 1872, S. 65. — Vulpinus, Archiv der Pharm. 23 (1885) S. 299. — Georg Jukna, Über Condurangin, Arbeiten des Pharmakolog. Instit. zu Dorpat IV, 1890, S. 80. — Kobert, Petersburger mediz. Wochenschr. 1889, No. 1.

*Stammpflanze:* Gonolobus Condurango Triana, Asclepiaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Die Pflanze ist in Ecuador und Peru einheimisch.

#### Erklärung der Tafel.

Cortex Condurango.

Fig. 366. Skizze des vergrößerten Querschnittes einer 2 mm dicken Rinde.

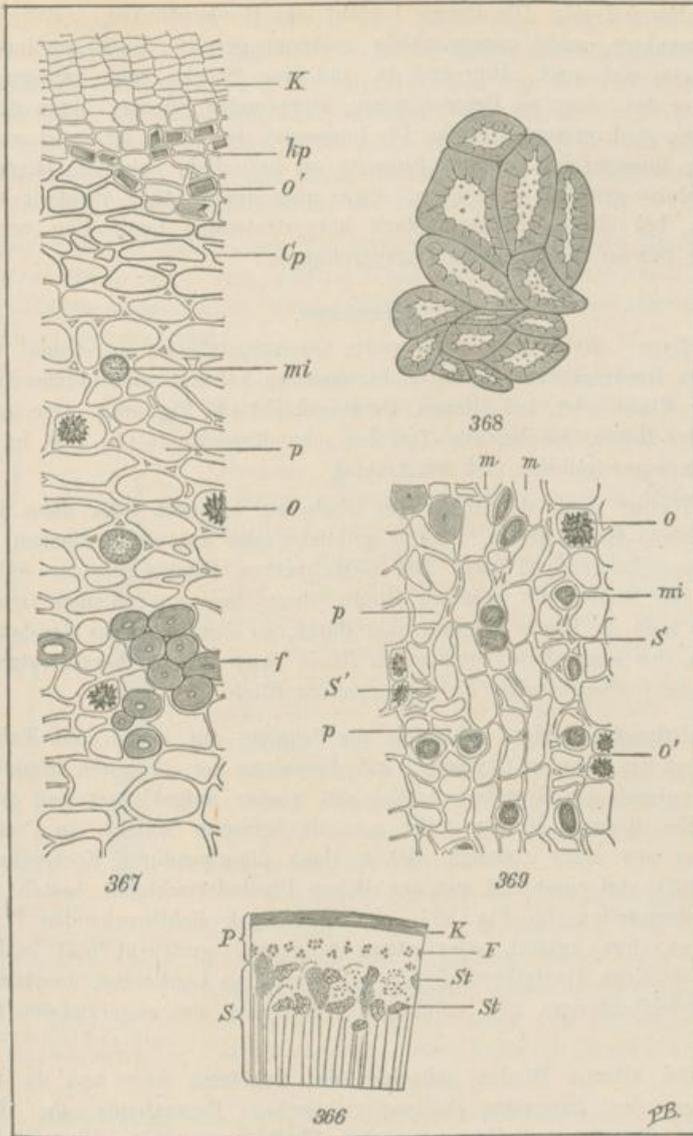
Der Schnitt ist mit Kalilauge aufgehellert und dann in Glycerin erwärmt worden.

K Korkschicht. F Bündel von Sklerenchymfasern. S Steinzellengruppen. P primäre Rinde. S sekundäre Rinde.

Die feinen Punkte deuten die Oxalatzellen an.

Fig. 367. Querschnitt der sekundären Rinde.

K Korkzellen. *lp* Phelloderm. *o'* Oxalatkrystall. *o* Oxalatdruse. *mf* ungliederte Milchröhre



*Cp* Kollenchym. *p* Parenchymzelle. *f* Sklerenchymfasern.  
220fach vergr.

Fig. 368. Steinzellengruppe.

Fig. 369. Querschnitt durch den mittleren Teil der sekundären Rinde.

*o* Oxalatzelle. *mi* Milchröhre. *S* Siebröhre. *S'* zusammengefallener Siebstrang. *p* Parenchym.  
*m* Markstrahl.  
220fach vergr.

*Morphologie:* Die Droge besteht aus Rindenstücken, welche mehr oder weniger, meist unregelmäßig zusammengerollt, 5—10 cm lang und 1—6 mm dick sind. Hier und da sind diese Stücke auch gebogen, wie man es bei einer an Baumstämmen klimmenden Pflanze, deren Stämme gebogen sind, erwarten muß. Die Innenseite der Rinde ist meist unregelmäßig längsfurchig. Die Außenseite ist bräunlich, schwach längsrissig, mit relativ großen, rundlichen, etwas quer gestreckten, ebenfalls bräunlichen, bei älteren Stücken stark hervortretenden Lenticellen versehen. Ältere Stücke tragen dünne Borkenschuppen.

#### *Anatomie.*

*Lupe:* Stellt man eine glatte Querschnittfläche an einem mittelstarken Rindenstücke her, so sieht man zu äußerst eine dünne dunkelbraune Kork- oder, bei älteren, Borkenschicht (*K*, Fig. 366). Der innerste Teil der Rinde, der innerste Teil der sekundären Rinde (*S*) also, ist mehr oder weniger gelblich und feinstrahlig.

Weiter nach der Mitte der Rinde zu bemerkt man dann in der sekundären Rinde große, dunkler gelbliche oder bräunliche Flecken, Sklerenchymzellengruppen (*St*). Bei mittelstarken Rinden ist der äußerste Teil der Rinde, die primäre Rinde, dann frei von solchen Gruppen. Bricht man die Rinde langsam quer durch, so sieht man aus der letzteren Region der sonst glatt brechenden Rinde lange Fasern hervortreten, die Sklerenchymfaserbündel (*F*) der primären Rinde.

*Mikroskop:* Man behandelt die Schnitte am besten mit Kalilauge und legt sie dann in Glycerin; mit Ausnahme der innersten Rindenteile, wird dadurch das Gewebe ziemlich gut wieder aufgelockert und geklärt.

Bei jüngeren Rinden trifft man als äußerste Schicht ein Periderm, welches aus einer ziemlich dicken Lage dünnwandiger Korkzellen (*K*, Fig. 367) und einer viel weniger dicken Phellodermis besteht. Die Phellodermzellen (*kp*, Fig. 367) sind mit stark lichtbrechenden Wänden versehen, fast kubisch oder etwas tangential gestreckt und enthalten meist je einen Oxalatkrystall (*o*). Die schönen Lenticellen besitzen ein ganz gleichmäßiges und mächtiges Füllgewebe aus abgerundeten Korkzellen.

Bei älteren Rinden schneidet das Periderm hier und da kleine Partien des äußersten kollenchymatischen Parenchyms ab. Dieses letztere (*Cp*) liegt direkt unter dem Phelloderm. Seine Elemente sind stark tangential gestreckt und erscheinen im Radialschnitt der Rinde isodiametrisch oder etwas längsgestreckt. Das übrige Parenchym (*p*) der primären Rinde ist dünnwandiger, und seine Elemente sind größer; es enthält in zahlreichen Zellen Oxalattrusen (*o*) und wird durchzogen von vereinzelt Milchröhren (*mi*). Fast an der Grenze der primären Rinde liegen, in einer oder zwei Tangentialreihen angeordnet, größere oder kleinere Bündel von Sklerenchymfasern (*f*).

Die sekundäre Rinde wird von einer Zelle, sehr selten zwei Zellen breiten und 10—40, meist aber etwa 15 Zellen hohen, sehr dicht stehenden Markstrahlen durchzogen. Die Markstrahlzellen sind fast isodiametrisch und enthalten teilweise ein oder mehrere Oxalatdrusen (*o*, Fig. 369). Liegen mehrere Drusen in einer Zelle, so ist diese durch Wände in mehrere Kammern geteilt (*o'*). Nur sehr selten liegen auch in anderen Parenchymzellen der sekundären Rinde Drusen von Oxalat.

Der von den zahlreichen Markstrahlen übrig gelassene Raum der sekundären Rinde wird zum größten Teile von Milchröhren und Siebröhrensträngen eingenommen, welche durch relativ wenige Parenchymzellen voneinander getrennt sind.

Die Milchröhren sind ungliedert, in jungen Rinden nicht gerade besonders dickwandig, in älteren Rindenteilen dagegen mit dicker, stark lichtbrechender Wand versehen. Ihr Inhalt löst sich nicht in kalter Kalilauge und erfüllt deshalb in unserem Präparate (*mi*) das Lumen des Schlauches. Die Siebröhren sind auf Tangentialschnitten sehr leicht aufzufinden. Fig. 370 stellt ein isoliertes Glied einer Siebröhre, daneben ein Stück einer Milchröhre dar. Die Siebröhren fallen bald zusammen, und sie (Fig. 369, *S*) sind in dem Querschnitte einer etwas älteren Partie der Rinde deshalb schwer erkennbar. Sie wechseln in den schmalen Baststrahlen ziemlich regelmäßig mit den Milchröhren ab. Das Parenchym der sekundären Rinde (*p*, Fig. 369) ist wenig in der Richtung der Längsachse der Rinde gestreckt.

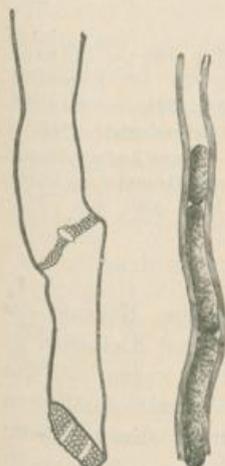


Fig. 370.  
Teil einer Milchröhre und  
einer Siebröhre, aus Cortex  
Condurango isoliert.  
300fach vergr.  
Aus Josef Möllers Ana-  
tomie der Baumrinden.

Vorzüglich im äußeren Teile der sekundären Rinde finden sich in der Richtung der Längsachse der Rinde gestreckte Nester oder kurze Stränge von Steinzellen. Diese Zellen (Fig. 368) sind verschieden groß, meist viel größer als die Parenchymzellen, verschieden stark verdickt und ziemlich grob getüpfelt.

Die Nester (Fig. 366, *St*) sind in lockere Tangentialreihen geordnet.

Die Parenchymzellen der Rinde enthalten meist alle Stärkemehl. Die Körner sind 8—13  $\mu$  groß, teils einfach kugelig, teils aus mehreren Körnchen zusammengesetzt.

*Chemie:* In der Condurangorinde sind mindestens 3 wirksame Bestandteile enthalten, nämlich 2 bis 3 Glykoside und ein Harz, alle qualitativ gleich wirkend. Vulpinus' Condurangin ist ein Gemisch zweier Glykoside. Das Condurangin gerinnt bei 40°, und kann daher in heiß

dargestellten und kolierten Dekokten so gut wie nichts davon enthalten sein.

*Geschichte:* Die Droge ist seit 1871 bei uns im Gebrauch.

### r) **Cortex Granati.**

Granatrinde.

#### Litteratur.

*Morphologie und Anatomie:* Dr. August Vogl, Pharmakognostische Studien über die Granatbaumrinde, Separat-Abdruck aus No. 41 etc. des Wochenbl. der Zeitschrift der k. k. Gesellsch. der Ärzte zu Wien 1866. — de Bary, Vergleichende Anatomie, p. 542, 546, 547, 552, 553. — J. Moeller, Anatomie der Baumrinden, Berlin 1882; S. 553. — Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches, II. Auflage, Berlin bei R. Gaertner, S. 479.

*Chemie:* Durand, Journ. de pharm. et de chim. (2) 28, p. 168. — Tanret, Compts. rend. 88, p. 716; 90, p. 695. Journ. Chem. Min. 1878, 898. — Rembold, Ann. Chem. Pharm. 143, p. 285. — Reeb, l'Union pharm. 18, p. 144. — Righin, Journ. Pharm. (3) 5, p. 298. — Ishikawa, Justs Botanischer Jahresbericht 1881. — Wackenroder, Archiv der Pharmacie XXII, S. 257 (1827). — Jungkunz, Americ. Journal of Pharmacy 55, p. 137. — E. Aweng, Über wirksame Granatwurzelrinde, Pharmaz. Ztg. 1890, No. 59, S. 447. — de Vrij, Repert. de Pharm. 1891, 108.

*Stammpflanze:* Punica Granatum L., Myrtaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Die ursprüngliche Heimat des Granatbaumes ist wahrscheinlich in Persien, Palästina und Kleinasien zu suchen. Da man ihn, seiner als Obst geschätzten Früchte wegen, seit den ältesten Zeiten kultiviert hat und der Baum durch Aussaat der Samen leicht verwildert, findet man ihn jetzt in Afrika, Südeuropa, den wärmeren Regionen Asiens und in Südamerika.

*Kultur und Einsammlung:* Der Granatbaum, von dem es verschiedene Kulturformen giebt, wird seiner Früchte und Blüten wegen in den ein subtropisches Klima besitzenden Regionen der eben genannten Länder gebaut, und die Rinde wohl nur von als Obstbaum nicht mehr verwendbaren, hauptsächlich aber von verwilderten Bäumen gewonnen. Vorzüglich in Algier und Südfrankreich wird die in unserem Handel vorkommende Rinde, die übrigens in den Mittelmeerländern auch noch als Gerbmateriale Verwendung findet, gesammelt. Die Wurzelrinde, welche höher bezahlt wird und für wirksamer gehalten wird, kommt gewöhnlich gesondert in den Handel; doch ist die als Cortex Granati radice verus von den Drogenhäusern verkaufte Ware sehr häufig mit Stammrinde vermischt. Das deutsche Arzneibuch (Ph. G. III) gestattet, Wurzel- und Stammrinde zu verwenden, da ein wissenschaftlicher Beweis für die größere Wirksamkeit der Wurzelrinde nicht vorliegt. Dagegen ist es sicher, daß frische Ware kräftiger wirkt als alte, abgelagerte. Bemerkt

mag noch werden, daß auch das Perikarp der Frucht als Bandwurm-  
mittel Verwendung findet und in den Handel kommt.

*Morphologie der Stammrinde:* Da der Baum sehr reich verzweigt ist, sind die Rindenstücke der Droge meist ziemlich kurz (höchstens 12 cm lang) und unregelmäßig. Das Alter und danach Dicke und Aussehen der Stücke ist sehr verschieden. Die jüngsten, etwa 0,5 mm dicken Stücke sind außen gelblichgrün, die von mittlerem Alter mehr dunkel graugrün, die ältesten, etwa 2,5 bis 3 mm dicken Stücke außen wieder mehr gelblich oder bräunlich gefärbt. Innen sind die jüngsten und ältesten Stücke gelblich oder, was schlechter durchgeführtes Trocknen anzeigt, auch bräunlich gefärbt. Die jüngsten Rindenstücke sind von einer glatten, meist zart längsrisigen, mit runden Lenticellen besetzten Korkschicht bedeckt. Bei älteren Rindenstücken ist die glatte Korkschicht von den jetzt stark hervortretenden, helleren, gelblichen, matten, erhabenen, längsgestreckten Lenticellen oft über die Hälfte verdrängt. Die ältesten Rindenstücke sind mit Borkenschuppen bedeckt, welche höchstens 1,5 cm breit und 2,5 cm lang sind und nach dem Abfallen hellbräunliche, ziemlich tiefe Narben zurücklassen. Die jüngeren Stücke zeigen, vorzüglich nach dem Einweichen und der Entfernung der Korkschicht durch kräftiges Abreiben mit einem Tuche, die von Chlorophyll herrührende, dunkelgrüne Färbung der äußersten Parenchymschichten deutlich.

Jüngere und ältere Stücke tragen meist kleine, schwarze Flechten. (Prof. Müller fand die Graphideen *Arthonia astroidea*, Var. *anastomosans* Hepp, *Arthonia punctiformis* Acharius und *Arthopyrenia atomaria* Müller Arg.)

*Morphologie der Wurzelrinde:* Die von den Wurzeln gewonnene Droge besteht meist aus älteren Stücken und besitzt auch dann, wenn jüngere Stücke vorhanden sind, insofern ein gleichmäßigeres Aussehen, als die Färbung der Außenseite der Stücke durchgehends eine gelbliche oder bräunliche ist, da chlorophyllhaltiges Phelloderm fehlt. Jüngere Rindenstücke sind von einer gelblich erscheinenden, glatten Korkschicht, ältere von gelblichen Borkenschuppen bedeckt. Lenticellen sind nur spärlich vorhanden. Flechten fehlen stets.

#### *Anatomie der Stammrinde.*

*Lupe:* Die mit scharfem Messer hergestellte, völlig glatte Querschnittsfläche der Rinde ist dadurch charakteristisch, daß sie fast ganz homogen erscheint. Die Farbe der Schnittfläche ist gelblich, außen gewöhnlich etwas dunkler als innen. Bei sehr genauem Zusehen erkennt man die Markstrahlen als sehr feine, dunklere, radial verlaufende Linien, die Tangentialreihen von Parenchymzellen in den Rindensträngen als äußerst feine Querlinien. Infolge des Fehlens längerer sklerotischer Elemente bricht die Rinde kurz.

*Mikroskop:* Selbst die allerdünnsten Stücke der Droge findet man, bei mikroskopischer Betrachtung, mit einer Korkschiebt bedeckt, da schon im ersten Jahre ein Korkkambium tief innerhalb der primären Rinde entsteht und so durch seine Korkproduktion den ganzen äußeren Teil der primären Rinde, selbst einen primären Ring sklerotischer Fasern von der Rinde abstößt. Von der primären Rinde bleiben also nach der ersten Peridermbildung nur noch die innerste Zelllage des dünnwandigen Rindenparenchyms und die primären Siebstränge erhalten. Dafür erzeugt das Korkkambium der Stammrinde ziemlich reichlich Periderm.

An jüngeren, dünneren Rindenstücken der Droge findet man zu äußerst also eine hier und da dickere Korkschiebt (*K*, Fig. 371), welche aus abwechselnden Lagen dünnwandiger und dickwandiger Korkzellen besteht, meist aber nur eine aus 2 bis 4 Lagen dickwandiger Zellen (*k*) bestehende Schicht, welcher eine Schicht dünnwandiger Zellen (*k'*) aufsitzt. Die Korkzellen sind von oben gesehen unregelmäßig vieleckig, im allgemeinen tafelförmig; bei den verdickten ist nur die Innenwand sehr stark verdickt, so daß sie etwa die halbe Höhe der Zelle einnimmt, die übrige Zellwand ist ziemlich dünn. Junge Rinden zeigen, wie wir sahen, deutliche und regelmäßige Lenticellen, ältere sehr lang gestreckte. In der Region der Lenticellen besteht nun die Korkschiebt aus abwechselnden Schichten von einmal dünnen, relativ dichten Korkhäuten aus regelmäßigen verdickten Korkzellen und ferner von lockeren, abgerundeten, auch auf den Seitenwänden etwas verdickten Korkzellen (Füllgewebe).

Nach der Korkschiebt folgt ein im Querschnitt ziemlich unregelmäßig aussehendes, aus quer gestreckten, mit Stärke und Chlorophyll erfüllten Zellen bestehendes Phelloderm (*Pd*). Im Radialschnitt der Rinde erscheinen die Zellen dieser Schicht sehr regelmäßig angeordnet und besitzen dort einen isodiametrischen Querschnitt.

An das Phelloderm, von diesem kaum zu unterscheiden, schliessen sich die wenigen Zellschichten an, welche noch von dem primären Rindengewebe abstammen (*pr*), dann folgt die unregelmäßig gebaute äußerste Partie der sekundären Rinde. Die sekundäre Rinde wird von Markstrahlen (*m*) durchzogen, welche meist eine Zelle, seltener 2 Zellen breit und etwa 1 bis 14 Zellen hoch sind.

In den Rindensträngen wechseln meist einfache Tangentialreihen von Oxalatzellen mit schmalen Tangentialbinden von siebstrangführendem Parenchym ab, wobei die gleichartigen Tangentialreihen in der ganzen Rinde konzentrische Zonen bilden. Im Tangentialschnitt oder Radialschnitt der Rinde erkennt man, daß die dünnwandigen, Drusen führenden Oxalatzellen (*o*) zu langen, beiderseitig spitz endigenden, längsgestreckten Zellzügen zusammengestellt sind, also, was dasselbe sagt, in gekammerten Krystallschläuchen liegen. Die siebstrangführenden Parenchymzonen bestehen aus zu etwa 2—12 Zellen langen, unten und oben zugespitzten Zellzügen zusammengestellten, etwas dickwandigen, grob getüpfelten, stärkeführenden Zellen und aus Siebsträngen mit ziemlich weiten, mit

wenig geneigten Zwischenwänden und einfacher Siebplatte versehenen Siebröhren (s).

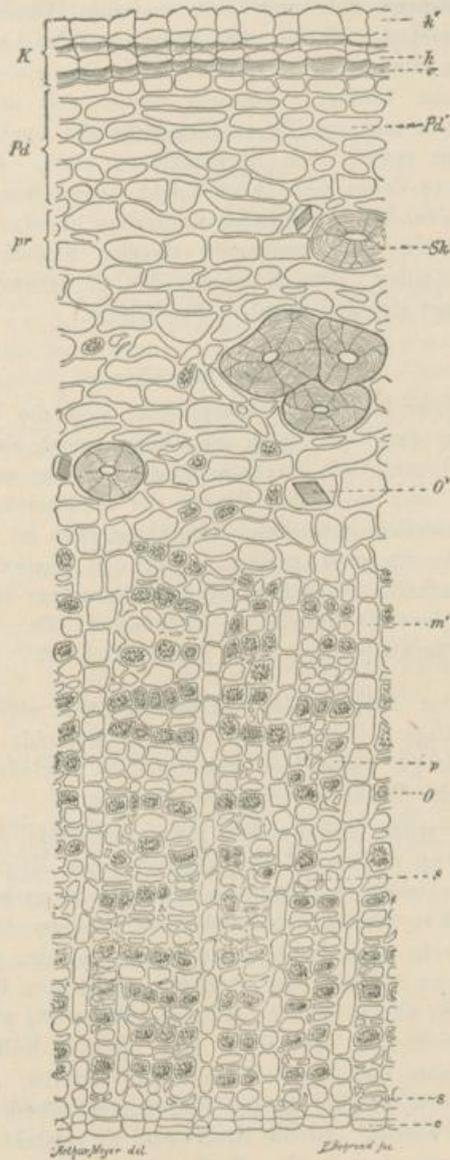


Fig. 371.

Cortex Granati, von mittlerem Alter; Querschnitt.

K Korkschicht. Pd Phelloderm. pr aus primärem Parenchym entstandenes Gewebe. K' dünnwandige Korkzelle. k dickwandige Korkzelle. Pd' Phellodermzelle. Sk Sklerenchymzelle. o' Oxalatkrystall. o Oxaladruse. m Markstrahl. s Siebröhre. p Parenchymzelle. c Kambium.

210 fach vergr.

In älteren Rinden findet nun eine Veränderung zuerst in der Richtung statt, daß einzelne Parenchymzellen des Phelloderms, schließlic auch der Rindenstränge sich vergrößern und ihre Wände verdicken und so zu wenig gestreckten, oft bis zum Schwinden des Lumens verdickten Sklerenchymzellen, Steinzellen, werden, welche eine fein geschichtete und getüpfelte Membran besitzen. Zugleich bilden sich in der Nähe der Sklerenchymzellen in einzelnen Zellen Einzelkrystalle von Oxalat aus. Wie wir wissen, findet später auch Borkenbildung statt. Die Borke wird durch eine etwa 10 Zellen dicke Korkschicht abgestoßen, deren innerste Zelllagen aus dickwandigen, normalen Korkzellen bestehen, deren äußere Zellen sich abrunden und voneinander trennen, ähnlich wie das Füllgewebe der Lenticellen. Das Kambium der die Borke abschnürenden Korkschicht erzeugt ziemlich reichlich Phelloderm.

#### *Anatomie der Wurzelrinde.*

In anatomischer Beziehung unterscheidet sich die Wurzelrinde nur äußerst wenig von der Stammrinde. Es scheint zuerst, als ob die Rindenstränge bei der Wurzelrinde durchschnittlich schmaler wären als bei der Stammrinde, und daß in älteren Rinden die Rindenstränge zahlreichere und kleinere Steinzellen enthielten. Charakteristisch ist für jüngere und ältere Wurzelrinde die ganz geringe Breite der Phellodermsschicht, das Fehlen der außerhalb der Rindenstränge liegenden Sklerenchymzellen und das Fehlen des Chlorophylls im Phelloderm. Bei der Wurzelrinde reichen also die Markstrahlen fast bis zur Korkschicht.

*Chemie:* Der hauptsächlich wurmabtreibend wirkende Stoff der Droge ist das giftige Pelletierin, ein flüssiges Alkaloid; jedoch ist auch die in großer Menge vorhandene eigentümliche Gerbsäure (etwa 20 %) für die medizinische Wirkung nicht ohne Bedeutung.

Außerdem wurden noch 3 andere giftige Alkaloide, das Isopelletierin, das Pseudopelletierin und das Methylpelletierin, und Mannit in der Rinde aufgefunden. Der Gehalt an Alkaloiden scheint sehr zu wechseln, von 0,1 bis 1 % betragen zu können, und außerdem scheinen die verschiedenen Rinden die Alkaloide beim Kochen mit Wasser leichter oder schwieriger abzugeben. Aweng schlägt vor, 10 g der gepulverten Rinde mit 190 g Wasser 24 Stunden zu macerieren, dann die Masse bis auf 29 g Kolatur einzukochen, zu filtrieren, das Filtrat kalt mit 5 g Kalkhydrat zu versetzen und abermals nach einer Stunde zu filtrieren. Das mit etwas Salzsäure angesäuerte Filtrat soll mit Kaliumquecksilberjodid-Reagens auf Alkaloide geprüft werden. Ist die Rinde gut, so entsteht in der schwach sauren Lösung ein starker, weißer Niederschlag.

Infolge des großen Oxalalgehaltes liefert die Rinde 15—20 % Asche.

*Verwechslungen:* Als Verwechslung werden die Rinden von *Buxus sempervirens* und *Berberis vulgaris* und *Cortex Strychni* angegeben.

*Geschichte:* Die Granatrinde ist erst seit Anfang dieses Jahrhunderts bei uns in Anwendung gekommen, während man das Perikarp der Granatfrüchte schon im Mittelalter in Deutschland medizinisch benutzte. Von den Alten wurde die Wurzel gegen den Bandwurm gebraucht.

### b) **Cortex Cinnamomi.**

#### Litteratur.

#### 1. Cortex Cinnamomi chinensis.

*Botanik und Kultur:* Preussisches Handelsarchiv 1873, S. 672. — Bretschneider, Early European researches into the flora of China. Shanghai 1881, 13. — Mors, Narrative of an exploration of the West River 1870 (erwähnt bei Bretschneider). — Thorel, Notes médicales du Voyage d'Exploration du Mékong et de Cochinchine, Thèse, Paris, 1870. — Pharm. Journ. and Transact. (3) 1883, p. 583. — Bericht des Kaiserl. General-Konsulates in Shanghai, Pharmazeutische Zeitung, Handelsblatt 1883, No. 5, S. 9. — Ford in Hongkong, Gard. Chron. 1883, XX, p. 21–22 (Just. Jahrb. 1883, II, S. 142). — Flückiger, Über den chinesischen Zimt, Archiv der Pharmacie, Bd. 17, 1882, S. 835. — Josef Müller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1886.

#### 2. Cortex Cinnamomi zeylanicus.

Thwaites, Enumeratio Plantarum Zeylanicae, 1864, 252. — Meisner, De Caudelle Prodromus XV., sect. I., 10. — Beddome, Flora Sylvatica for Southern India, 1872, 262. — Tennent, Ceylon, an account of the island, physical, historical and topographical, 5. edit., London 1860. — Ritter, Erdkunde von Asien IV. (2. Abt. 1836) p. 123–142. — Semler, Die tropische Agrikultur, 1887, Wismar, II, S. 309. — Brady, Pharm. Journ. and Transact. 1880, 261.

#### 3. Cortex Cinnamomi aus anderen Ländern und anderer Abkunft.

Semper, Die Philippinen, Würzburg, 1869, S. 131. — Flückiger and Hooker, Himalayan Journals ed. 2. II., 1855, 303. — Haubury, Pharmacographia, London 1879, p. 528. Catalogus Plantarum quae in Horto Botanico Boyoriensi coluntur, Batavia 1866, 92. — Flückiger, Pharmakognosie, II. Auflage, S. 562. — Schumann, Ergänzungsheft 73 zu Petermanns Mitteilungen, 1883.

*Chemie:* Bericht von Schimmel & Co., Leipzig, 1887, Okt. S. 45 und Okt. 1889, S. 14, 18, 19. — Dumas et Péligot, Ann. Chem. Phys. (2), 57, 305 (1834). — Bartagnini, Ann. Chem. Pharm. 85, 271. — Trojanowsky, Pharmaz. Zeitschr. für Rußland 1874, S. 418.

1. Cortex Cinnamomi chinensis (Cortex Cinnamomi des Arzneibuches), Geschälter chinesischer Zimt, chinesischer Kaneel, chinesische Zimtcassia, *Cassia cinnamomea*, *Cassia*.

*Stammpflanze:* *Cinnamomum Cassia* Blume, Lauraceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Wahrscheinlich kommt die Pflanze nur kultiviert oder verwildert vor.

*Kultur und Einsammlung:* In China wird der Baum hauptsächlich zwischen dem 22. und 23. Breitengrade, in den südlichen Provinzen Kwangsi und Kwangtung angebaut. Man zieht die Bäume aus den im Januar reifenden, nur kurze Zeit keimfähig bleibenden Samen, die man im Februar oder Anfangs April säet. Die Pflänzchen werden nach einem Jahre auf 1 m tiefe Terrassen gepflanzt, welche man an Bergabhängen von 30° bis 50° Neigung anlegt. Zur Ernte der Rinde benutzt man meist 6 Jahre, höchstens 10 Jahre alte Bäume. Die Stämme werden dann im März bis Mai fast bis zum Boden hinab abgeschnitten und zur Gewinnung der Rinde benutzt. Wahrscheinlich läßt man dann Stockausschläge nochmals heranwachsen, um so eine zweite Ernte zu erzielen. Die Achsen werden mit einem krummen Hornmesser geschält, nachdem man vorher Ringelschnitte in Entfernung von 4 cm und zwei sich gegenüberliegende Längsschnitte, welche die Ringelschnitte rechtwinklig treffen, angebracht hat. Mit Hilfe eines kleinen, hobelartigen Instruments entfernt man die äußerste Rindenschicht und trocknet die geschälten Rindenstücke. Schließlich bindet man die Rinde in Bündel von etwa 0,5 kg Gewicht, von denen man gewöhnlich 56 in eine Kiste packt, welche mit Matten überzogen werden.

Die dünnen Zweige werden meist ungeschält in China verwendet; man trocknet sie, schneidet sie zu Stücken von 60 cm Länge und bindet sie in Bündel. Alte Bäume, von denen man immer einige zur Gewinnung des Samens in den Plantagen zieht, liefern die Flores Cassiae in ihren jungen Früchten. Die nicht sorgfältig behandelte dicke Rinde alter Bäume wird auch gesammelt, geht als *Cassia lignea* oder *Cassia vera* im Handel und ist für den medizinischen Gebrauch nicht zu verwenden.

Die drei hauptsächlichsten Stapelplätze und Centren der Kultur sind für den chinesischen Zimt Taiwu in der Provinz Kwangsi und Lukpo und Loting in der Provinz Kwangtung. Die Hauptmenge des ins Ausland gehenden Zimtes wurde bisher auf dem Westflusse (Si-kiang) aus den Produktionsländern nach Canton gebracht und von dort aus verschifft, vielleicht macht der dem Zimtdistrikte näher liegende Hafen Pakhoi, der 1876 eröffnet wurde, Canton nach und nach Konkurrenz. Die hauptsächlichsten Zimtmärkte in Europa sind London und Hamburg.

Es kommt übrigens auch ein ungeschälter Zimt in den Handel, der in England allein als „China Cinnamomi“ bezeichnet wird und sehr fein ist (Flückiger, Schweiz. Wochenschrift für Pharmac. 1872, No. 40). Vielleicht ist diese Rinde nur eine von älteren Stämmen von *Cinnamomum zeylanicum* herrührende Ware.

*Morphologie:* Der chinesische Zimt besteht aus 1–2 mm dicken, meist 2–5 cm breiten Rindenstücken des Hauptstammes und der Zweige. Diese Stücke sind meist zu einfachen Röhren zusammengerollt, deren Außenseite überall da, wo die Korkschicht und mit ihr die Außenrinde mehr oder weniger weit entfernt ist, rötlich- oder gelblichbraun und

glatt, da wo, die Korkschicht noch vorhanden, grau und etwas rauh erscheint. Die Innenseite der Rindenstücke ist fast glatt und meist etwas dunkler und mehr rotbraun gefärbt als die Außenseite. Auf letzterer erkennt man, auch an geschälten Stellen, noch deutlich die etwa in 6 bis 10 cm Entfernung stehenden Blattnarben als schwach gebogene, quer stehende, etwas vertiefte Stellen, über deren konkaver Seite meist auch deutlich der Ort zu erkennen ist, wo die Achselknospe safs. Ausserdem finden sich hier und da große Löcher in den Rindenstücken an denjenigen Stellen, wo Seitenzweige entspringen.

#### Anatomie.

*Lupe:* Schon mit bloßem Auge, besser mit der Lupe sieht man auf der Außenseite der Rinde, da wo sie gar nicht oder flach geschält

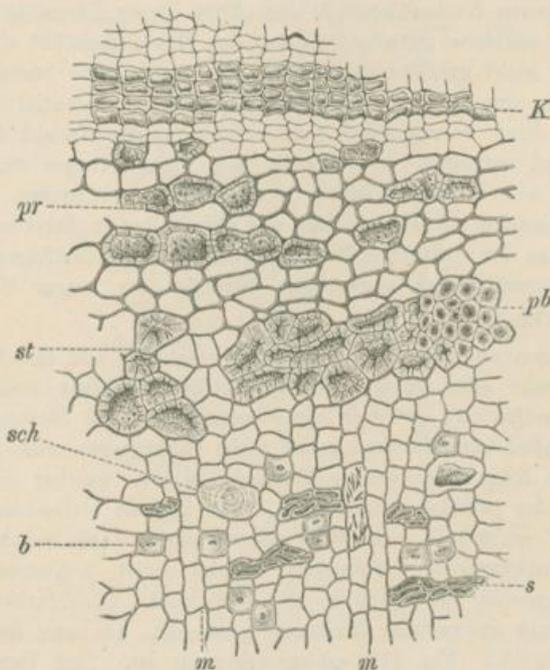


Fig. 372.

Querschnitt durch den chinesischen Zimt.

*K* Korkschicht. *st* Steinzellen. *pb* Sklerenchymfasern der primären Rinde. *b* sklerotische Fasern der sekundären Rinde. *sch* Schleimzellen. *s* Siebröhrenstränge. *m* Markstrahlen.

100fach vergr.

Nach Josef Möller.

ist, die kleinen rundlichen oder wenig quer gestreckten Lenticellen. Die Querschnittfläche der trocknen Rinde erscheint fast homogen, und zieht sich durch die braune Fläche derselben ein hellerer Streifen, der

etwa die Mitte der Rinde einnimmt, meist der Außenseite etwas näher liegt und durch den Steinzellenring veranlaßt wird. Die quere Bruchfläche der leicht brechenden Rinde zeigt meist auf der Innenseite nur wenige kurze, hervorstehende Fasern und ist sonst fast glatt.

*Mikroskop:* Die Droge läßt sich sehr leicht schneiden, wenn man sie etwas in Wasser aufweicht. Der Querschnitt durch die Droge hat selbstverständlich bezüglich der äußersten Schicht ein etwas anderes Ansehen, je nachdem wir eine geschälte Stelle der Droge oder ein Stück zur Untersuchung wählen, welches unverletzt ist. Stücke letzterer Art zeigen uns, wenn sie recht dünnen Rinden angehören, oft noch als äußerste Schicht die von der Korkschicht gesprengte Epidermis, welche sich durch ihre sehr dicke, stark lichtbrechende Außenwand auszeichnet. Das anscheinend dicht unter der Epidermis entstehende Periderm besteht aus einer dünnen Korkschicht (*K*, Fig. 372), deren Elemente meist stark verdickt und teilweise mit einer dunkelroten Masse angefüllt sind. Phellogen scheint nicht gebildet zu werden. Die Außenrinde besteht in ihrem äußeren Teile aus fast isodiametrischem, wenig tangential gestrecktem Parenchym. Eine verschieden, meist mächtig große Anzahl dieser Zellen verdicken und verholzen ihre Wände mehr oder weniger stark und unregelmäßig, wobei grobe Tüpfeln in den Wänden auftreten. Außerdem finden sich einzelne Schleimbehälter und Ölbehälter in derselben. An der inneren Grenze der primären Rinde liegen, in unregelmäßigen Abständen zu einer Tangentialreihe angeordnet, Stränge sehr langer Sklerenchymfasern (*pb*, Fig. 372).

Der Raum zwischen diesen Bündeln erscheint auf dem Querschnitte der Droge mehr oder weniger dicht angefüllt von fast isodiametrischen Sklerenchymzellen (*st*), so daß die Faserstränge und Steinzellengruppen einen tangential verlaufenden, meist nicht vollkommen und gleichmäßig geschlossenen Ring sklerotischer Elemente bilden, welcher dicht an der Innengrenze der primären Rinde liegt. Hier und da bleiben auch einzelne Faserstränge außerhalb des Sklerenchymringes. Die sekundäre Rinde wird von Markstrahlen durchzogen, welche meist 2 Elemente, seltener 1 oder 3 Elemente breit und 2–25 hoch sind. Die Markstrahlzellen sind nur wenig in radialer Richtung gestreckt, wie aus der Abbildung des Radialschnittes (Fig. 373, *m*) zu erkennen ist. Das Parenchym der sekundären Rinde (*bp*) ist kleinzelliger als das der primären Rinde und in der Längsrichtung der Rinde gestreckt. In dem Parenchym verlaufen Stränge von Siebröhren, welche in Fig. 372, *s* etwas zu stark hervorgehoben, von denen eine in Fig. 373, *s* im Längsschnitte dargestellt ist. Meist einzeln, oder zu zweien aneinanderliegend, finden sich zerstreut in der sekundären Rinde ferner sklerotische Fasern (*b*), welche etwa 0,6 mm lang und an ihrer dicksten Stelle 0,036 mm breit, stets viel kürzer als die Fasern in der primären Rinde sind. Wie in der primären Rinde finden sich auch in der sekundären Rinde Schleimzellen und Ölzellen. Beide

sind nicht gerade zahlreich in das Parenchym eingelagert und scheinen sich stets in direkter Berührung mit Markstrahlzellen zu befinden. Beide Arten von Zellen sind ungefähr gleich groß, bedeutend größer als die Parenchymzellen und besitzen, was sich an den trocknen Rinden nicht sicher nachweisen läßt, wahrscheinlich verkorkte Membranen.

Die Schleimzellen (*sch*) enthalten eine zart geschichtete, die Zellen völlig ausfüllende Schleimmasse, die Ölzellen einen glänzenden Tropfen

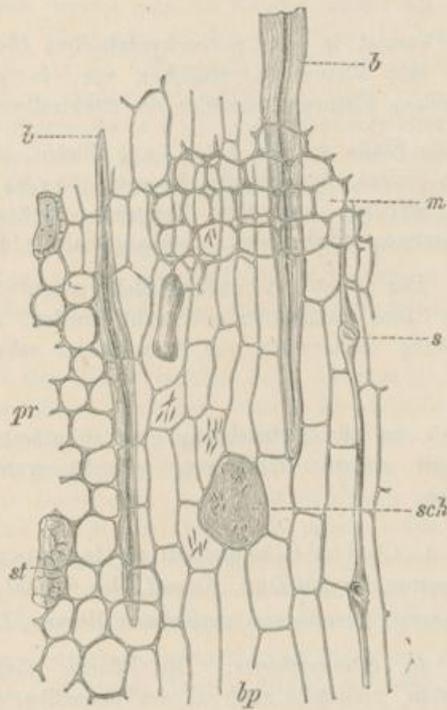


Fig. 373.

Radialer Längsschnitt durch den chinesischen Zimmt.

*pr* Parenchym der Außenrinde. *bp* Parenchym der sekundären Rinde. *b* Sklerenchymfasern. *st* Steinzellen. *sch* Schleimzellen. *s* Siebröhren. *m* Markstrahlparenchym.

100fach vergr.

Nach Josef Möller.

von ätherischem Öl oder auch eine Harzmasse, welche wohl aus dem Öle entstanden ist, niemals Schleim. In Fig. 372 ist unten rechts, in Fig. 373 oben links eine Ölzelle mit einem Harzklumpen abgebildet. Der Unterschied zwischen den beiden Sekretbehältern tritt scharf hervor, wenn man dicke Querschnitte der Rinde zuerst 5 Minuten in eine Lösung von Kupfersulfat legt, dann direkt in einen Tropfen Ätzkalilösung bringt und sie in dieser liegen läßt. Nach einer Viertelstunde haben sich die

Schleimzellen blau gefärbt und unterscheiden sich jetzt deutlich von den mit gelbem Inhalte versehenen Ölzellen. Der Inhalt der Ölzellen löst sich dann ferner bei Behandlung mit absolutem Alkohol langsam auf, während die gefärbten Schleimmassen unverändert bleiben.

Alle Parenchymelemente besitzen in der Droge braun gefärbte Wände, während die der frischen Rinde farblos sind. Parenchym und Steinzellen führen meist reichlich Stärkekörner, welche aus 2—4 Teilkörnchen zusammengesetzt sind. Letztere besitzen einen Durchmesser von 0,01—0,02 mm.

Das Oxalat kommt in den parenchymatischen Elementen und den Schleimzellen in sehr kleinen Kryställchen vor, in größeren Einzelkrystallen in einzelnen kleinen Steinzellen des Steinzellenringes.

*Chemie:* Die Rinde enthält 1 bis 1,5 % Zimtöl, welches ein spec. Gewicht von 1,035 besitzt, der Hauptsache nach (88,9 %) aus Zimtaldehyd besteht, und in welchem außerdem Essigsäure-Zimtesther und etwas Zimtsäure nachgewiesen worden sind. Aschengehalt 1 bis 5 %.

*Geschichte:* Der Zimt ist nachweislich schon 2700 Jahre vor Christi Geburt in China als Gewürz gebraucht worden. Auch für Europa ist seine Verwendung als Gewürz und Arzneimittel sehr weit zurück zu verfolgen.

Im Anschluß an die Betrachtung des chinesischen Zimtes mag noch kurz einiger anderer Zimtsorten gedacht werden, welche im Handel vorkommen.

## 2. Cortex Cinnamomi zeylanicus.

*Cinnamomum acutum*, Ceylon-Zimt, Kaneel oder Canehl, Ceylon-Canehl.

*Stammpflanze:* *Cinnamomum zeylanicum* Breyne, Lauraceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Die Pflanze wächst wild in den Wäldern von Ceylon, vielleicht auch an der benachbarten Küste Indiens.

*Kultur:* Die beste Handelsware wird durch Kultur auf Ceylon gewonnen. Die Anpflanzungen von *Cinnamomum zeylanicum* (Zimtärten) liegen in dem südwestlichen, höchstens 50 km breiten, etwa 160 km langen Küstenstriche zwischen Negumbo und Mathura auf sandigem Boden.

Der Zimtbaum wird selten durch Samen, gewöhnlich durch Absenker fortgepflanzt, da sich hierdurch die durch Kultur und Auslese gezüchteten günstigen Eigenschaften der Kulturpflanze am besten erhalten lassen. Es wird kurz vor der Regenzeit ein tief stehender Sproß auf die Erde gedrückt, an einer Stelle mit Erde bedeckt und mit einem Haken festgehalten. Nach 4 bis 5 Monaten hat sich der Zweig bewurzelt, wird losgetrennt und mit sorgfältiger Schonung der Wurzeln verpflanzt. Im 4. Jahre ist das Bäumchen schon ertragsfähig; der Ertrag wird jedoch

erst im 8. bis 10. Jahre rentabel. Wenn ein Stämmchen einen Durchmesser von 4 cm erreicht hat, schneidet man es dicht über dem Boden ab. Es treten dann bald an dem Stammstücke schlanke Zweige auf, von denen man nur 4 bis 6 sich entwickeln läßt, welche nach anderthalb bis zwei Jahren 2 bis 3 m lang und ungefähr 1,5 cm dick und dann erntereif sind. Dickere Zweige liefern eine schlechtere Ware. Die Pflanzen können sehr lange Zeit als Erzeuger der Zimtzwige dienen. Hauptsächlich im Mai und Juni und dann nochmals etwa im Oktober, jedesmal nach der Regenzeit, erntet man die Zweige, schält sie, legt die Rindenstücke zu mehreren zusammen, bindet die Röhren in Bündel und läßt sie 24 Stunden liegen, um die Aufsenrinde zu lockern und ein leichteres Abschaben derselben zu ermöglichen. Man legt dann jedes einzelne Rindenstück mit seiner Innenseite auf ein etwas konvexes Brett und schabt die Aufsenrinde bis auf den Sklerenchymring hinab, mit einem lang gestielten, in der Schneide etwas sichelförmig gebogenen Schabeisen ab. Die langen, geschabten Rindenstücke werden zu ungefähr 10 aufeinandergelegt und die entstehenden Röhren zuerst im Schatten, dann in der Sonne getrocknet. Man bindet dann die Rindenrollen in Bündel von etwa 15 kg, sogenannte Fardelen, zusammen und verpackt diese mit Sacktuch in Ballen zu etwa 100 kg.

Die Abfälle der Rinde, welche beim Zuschneiden der Zweige und beim Ablösen der Rinde entstehen, werden als „Cinnamon chips“ in den Handel gebracht, die dicken Rinden der Stämme als „Cinnamon Bark“. Die Chips werden jetzt teilweise auf Ceylon selbst, teilweise in Europa, hauptsächlich zur Destillation des Ceylon-Zimtöls benutzt, die dicke, wenig feine Rinde findet wohl als *Cassia lignea* ihren Weg im Handel. Die Blätter werden häufig zur Darstellung des in seiner Chemie von dem der Achsenrinde sehr abweichenden Zimtblätteröles verwendet, ebenso wird die Wurzelrinde zur Herstellung des Zimtwurzelöles benutzt.

Die zeitweise stark ausgebreitete Kultur des Zimtes wird auf Ceylon in letzter Zeit wieder beschränkt, da dieselbe durch die Überproduktion unrentabel wurde. *Cinnamomum Ceylanicum* ist auch auf Java in Kultur genommen worden, doch hat diese Kultur keinen besonderen Erfolg gehabt, da die Ware hinter der Ceylonware zurückstand.

*Morphologie und Anatomie der Droge:* Die einzelnen Stücke der Rinde sind etwa 0,3 mm dick, hellbraun, auf der Außenseite durch die Sklerenchymfaserbündel sehr fein weißlich längsstreifig. In anatomischer Beziehung unterscheidet sich der Ceylonzimt von dem chinesischen Zimt dadurch, daß der peripherische Sklerenchymring aus größeren, etwas stärker verdickten, meist überall dicht aneinanderschließenden Sklerenchymzellen besteht, also dicht geschlossen ist. Die relativ dünnen Stränge von Sklerenchymfasern liegen meist teilweise oder ganz an der Außenseite des Ringes. Die Stärkekörner sind meist kleiner als die des chinesischen Zimtes.

*Chemie:* Der Ceylonzimt liefert 0,5 bis 1 % ätherisches Öl. Es besteht wie das chinesische Zimtöl hauptsächlich aus Zimtaldehyd und enthält, im Gegensatz zu dem letzteren Öle, wahrscheinlich eine geringe Menge eines Terpenes (?). Der Ceylonzimt liefert etwa 5 % Asche.

### 3. Cortex Cinnamomi anderer Abkunft.

Unter der Bezeichnung *Cassia lignea* oder *Cassia vera* gehen im europäischen Handel neben den schlechteren, dickeren Sorten des chinesischen Zimtes und vielleicht auch den dickeren Stücken der Rinde von *Cinnamomum zeylanicum* noch eine ganze Reihe anderer Zimtrinden, welche aus den südlichen Regionen Asiens, von den Philippinen und Sundainseln stammen, und sich in anatomischer Beziehung nicht wesentlich, wohl aber durch schwächeres und weniger feines Aroma sowie größeren Schleim- oder Gerbsäuregehalt von den besprochenen Zimtsorten unterscheiden. Java und Sumatra z. B. versenden von Batavia und Padang aus solche dicke Rinden, welche vielleicht von *Cinnamomum Cassia* abstammen, die von China aus nach der Insel verpflanzt wurde, ebenso wie die aus Manila verschifften, von den Philippinen stammende Zimtrinde. Von Kalkutta aus werden Zimtrinden versendet, welche von *Cinnamomum obtusifolium* Nees, *C. Tamala* Fr. Nees et Eberm., *C. pauciflora* Nees abgeleitet werden und im Khai-Gebirge gesammelt sind.

### e) Cortices chinae.

#### Chinarinden.

##### Litteratur.

*Stammpflanzen:* H. v. Bergen, Monographie der China, Hamburg 1826. — Ruiz, *Quinologia*, Madrid 1794. — Weddell, *Histoire naturelle des Quinquas*, Paris 1849. — Karsten, *Die medizinischen Chinarinden Neu Granadas*, Berlin 1858. — Karsten, *Florae Columbiae terrarumque adjac. specim. select.*, Berlin 1858. — Klotzsch, *Die Abstammung der im Handel vorkommenden roten Chinarinden*. *Abh. d. Berliner Akad.* 1857. — Howard, *Illustrations of the Nueva Quinologia of Pavon*, London 1862. — Howard, *Quinology of the East Indian Plantations*, London 1868 und 1876. — Triana, *Nouvelles Études sur les Quinquas*, Paris 1870, Savy. — Weddell, *Notes sur les Quinquas*, *Extrait des Annales des Sciences naturelles*, 5me série, tome 11 u. 12, Paris, Masson et fils 1870 (deutsch: Weddell, *Übersicht der Cinchonon*, Schaffhausen und Berlin 1871). — Kuntze, *Cinchona*, Leipzig 1878. — Baillon, *Histoire des Plantes VII* (1879) p. 342. — Trimen, *Pharm. Journ.* 1882, 352, 801, 1018. — Howard, *Brief-Note on Calisaya Ledgeriana*, *Pharm. Journ. and Transact.* 1883–84, p. 178. — Trimen, *The Botany of Cinch. Ledgeriana*, *Pharm. Journ. and Transact.* 1883–84, p. 577. — Kuntze, *Journal of Botany* 1883, p. 5. — Schumann in „*Atlas der officinellen Pflanzen*“, Leipzig, 1891.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Die obigen Werke. Scherzer, *Reise d. österr. Fregatte Novara III*, 1859. 366. — Siehe auch: Flückiger, *Chinarinden*, Berlin, 1883.

*Einsammlung und Ausfuhr der von wild wachsenden Bäumen stammenden Rinden:* Weddell, *Hist. nat. d. Quinqu.*, p. 9 u. 10. — Karstens Werke. — Howard *Seemann's Journ. of Botany* 6 (1868) p. 323. — Flückiger, *Vorwerks*

Neues Jahrb. f. Pharmacie 31 (1869) 15. — Ernst, La Exposition nationale de Venezuela en 1883, Caracas 1886. — Wellcome, A visit to the native Cinchona forests of South America; Proc. of Americ. Assoc. 1879, p. 814 (Ph. Journ. and Transact. X. (1879) 989. — Briefe aus England VIII, Pharmaz. Zeitung 33. Jahrg. (1888) No. 66, S. 490.

*Kultur der Cinchona-Arten:* Zwei Reisen in Peru, Leipzig 1865. — Soubeiran et Delondre, De l'introduction et de l'acclimatation des Cinchonas dans les Indes néerlandaises et anglaises, Paris 1868. — Gorkom, Die Chinakultur auf Java, Leipzig 1869. Blue books: (zu beziehen von No. 13, Great Queen Street, Lincoln's-Inn-Fields, London), a) Copy of Correspond. relating to the introduction of the Cinchona Plant in to India etc. from March (March 1852 to M. 1863. b) Copy of all Corresp. etc. April 1866—A. 1870. d) Copy of the Cinchona Corresp. Aug. 1870—July 1875. — King, Manual of Cinchona cultivation in India, Calcutta 1876. — Kuntze, Cinchona, Leipzig 1878. — Bidie, Cinchona cultures in British India, etc., Madras 1879. — Mac Ivor, Notes on the propagation and cultivation of the medicinal Cinchonas or Peruvian bark trees, Madras 1880, 2. Aufl. — Markham, Peruvian Bark, London 1880, Murray. — Owen, Cinchona Planters Manual, Ceylon 1881. — Moens, De Kinacultur in Azië 1854 t/m 1852, 1883. — Sacc, Compt. rend. 97, d. 206. — Gibbs, Pharm. Zeit. 1884, No. 105, p. 809. — Bolivian Cinchona forest, Pharm. Journ. and Transact. 1883—84, p. 1054. — Cinchona Cultivation in Columbia, ebenda, 1888—89, p. 574. — King, Report upon the Government Cinchona Plantations in Bengal 1882—83; Auszug: The Govern. b. Plant. at Darzeeling, Ph. Journ. and Trans. 1883—84, p. 245. Auszug aus dem Berichte über die Regierungs-China-Unternehmungen auf Java ps. III. Quart. 1882, Bekurts Jahresb. f. Pharm. 1883—84, Göttingen 1886, S. 210. — Brady, Notes of a visit to the Dutch Governem. Cinchona Plantations in Java, Ph. Journ. and Trans. 1885 bis 1886, p. 485. — Ronundé's report on the Dutch offic. Cinchona cultivation 1885 (Indische Mercur, Febr. 12, p. 88) Ph. Journ. and Trans. 1886—87, p. 687; Bek. Jahresb. f. Pharm. 1888, S. 114. Cinchona cultivation in Ceylon (Trimen) Pharm. Journ. and Trans. 1883—84, p. 10 und p. 1014. — Schäfer, Die Chinarinden aus den Plantagen im Gebiete des Malpiriflusses in Bolivien, Arch. d. Ph. 1888, S. 303.

*Botanik:* A. Vogl, Die Chinarinden des Wiener Großhandels, 1867, Wien. — A. Vogl, Beiträge z. Pflanzenanatomie, Verh. d. zool.-bot. Ges. in Wien, 1869, p. 455. — H. Koch, Beiträge zur Anat. der Gattung d. Cinchona, Dissert. Freiburg 1884. — J. Müller, Anat. d. Baumrinden, Berlin 1882, S. 138. — Phoebus, Die Delondre-Buchardatschen Chinarinden, Gießen 1864. — Siehe auch: Flückiger, Chinarinden, Berlin 1883.

*Sitz der Alkaloide in den Rinden:* Flückiger, Wiggers-Husemannscher Jahresb. d. Pharm. etc. 1866, S. 82. — Carles, Journ. de Pharm. 16 (1873) 22. — Müller, Unters. über den Sitz der Alkaloide der Cinchonarinde, Jena 1866. — Tschirch, Tageblatt der 60. Versamml. Deutscher Naturforscher und Ärzte, Wiesbaden 1887.

*Chemie:* Alkaloidgehalt. de Vrij, Ph. Journ. 6 (1864) 16. — Hodgkin, Analysis of some samples of natural and renewed Succirubra Bark from the same Quills, Ph. Journ. and Trans. 1883—84, p. 481. — Shimoyama, Archiv der Pharm. 1884, S. 695; 2885, S. 18. — Hooper, Pharm. Journ. and Trans. 1885—86, p. 509; Madras Cinchona Plantations 1886—87, p. 313; Carthagens Bark, Hybridisation of Cinchonas 1888—89, p. 296. — Schäfer, Archiv der Pharm. 1886, S. 844.

*Chinovin.* Winkler, Repert. Pharm. (3) 4, 206. — Rochleder, Journ. pr. Chem. 102, 10. — Hlasiwetz, Ann. Chem. Pharm. 101, 182. — de Vrij, Journ. Pharm. (3) 37, 255. — Liebermann und Giesel, Berl. Ber. 1883, 906.

*Chinasäure.* Hofmann, Crells Ann. 2, 314 (1790). — Vauquelin, Ann.

Chim. 59, 162. — Hlasiwetz, Ann. Chem. Ph. 79, 144. — Henry und Plisson Ann. chim. Phys. (2) 51, 57.

Chinagerbsäure. B. Schwarz, Journ. pr. Ch. 56, 76. — Rembold, Ann. Chem. Pharm. 143, 270.

Cinchocerotin und Cholesterin. Helms, Arch. d. Ph. 1883, S. 279. — Hesse, Liebigs Ann. d. Chem. 1885, 228 u. 288. — Liebermann, Berichte 1884, 872; 1885, 1804.

Asche. Reichardt, Chemische Bestandteile d. Chinarinde, Braunschweig 1855. — de Vrij, Nieuw Tijdschr. voor Pharm. 1885, p. 305. — Hooper, Ash of Cinchona Bark, Ph. Journ. and Tr. 1886—87, p. 545.

Alkaloide. Bezüglich der Alkaloidlitteratur mufs ich auf die Handbücher der org. Chemie verweisen, da die wichtige Litteratur eine zu ausgedehnte ist.

*Stammpflanzen:* Eine Reihe von Species der sehr gut charakterisierten Gattung Cinchona (Rubiaceae-Cinchoneae). Die systematische Abgrenzung der Species der Gattung Cinchona wird durch das Vorkommen zahlreicher Übergangsformen, welche wahrscheinlich meist Bastarde sind, erschwert. In den Kulturplätzen der Chinabäume sind Hybriden absichtlich erzeugt worden, wohl auch häufig spontan entstanden. Als Stammpflanzen der verschiedenen Handelssorten der Droge sind hauptsächlich zu nennen: Cinchona succirubra Pavon, Cinchona Calisaya Weddell und die der C. micrantha R. et Pav. nahe stehende Cinchona Ledgeriana Moens und Cinchona officinalis Hooker. Andere weniger wichtige Species finden später Erwähnung.

*Verbreitung der Stammpflanzen:* Species der Gattung Cinchona bewohnen die Ostseite der ganzen nördlichen Hälfte (etwa 500 geographische Meilen) der südamerikanischen Cordilleren (etwa von Valencia in Venezuela bis Tarija an der Nordgrenze von Bolivia). Am weitesten nördlich dringt C. cordifolia vor, am weitesten nach Süden eine von Weddell als C. australis bezeichnete Form. Sie steigen bis zu 3500 m hoch und finden sich gewöhnlich nicht unterhalb 1000 m. In Columbia ist Cinchona lancifolia einheimisch; in Ecuador und Peru Cinchona succirubra und officinalis und im Grenzgebiet zwischen Peru und Bolivia Cinchona Calisaya. Cinchona Ledgeriana stammt aus Bolivia.

*Einsammlung der Chinarinden von wildwachsenden Pflanzen:* Früher wurden alle Chinarinden von wildwachsenden Cinchona-Pflanzen gesammelt, und auch jetzt stammt ein Teil der in den Handel kommenden Chinarinden noch aus derselben Quelle. Die Cinchona-Arten wachsen einzeln oder in kleinen Beständen in den schwer zugänglichen Wäldern der Cordilleren und werden dort von den Rindensammlern aufgesucht. Die Rindensammler, die Cascarilleros praticos, stehen im Solde von in den Städten wohnenden Unternehmern und rekrutieren sich meist aus Mischlingen und Indianern. Nachdem von dem Unternehmer eine zur Ausbeutung geeignete Waldstrecke aufgefunden ist, wird von ihm die Erlaubnis zur Ausnutzung derselben, gegen einen kleinen Betrag, von der Verwaltung erwirkt und

dann im Oktober oder November zur Einsammlung der Chinarinden geschritten. Die Arbeiter stellen zuerst am Lagerplatze Bambushütten her und werden dann in verschiedene Trupps geteilt, die besonderen Führern unterstellt, und in sich so organisiert sind, daß verschiedenen Mitgliedern derselben verschiedene Aufgaben, wie das Suchen, das Fällen der Bäume, das Schälen des Stammes, das Trocknen der Rinde u. s. w. zugeteilt wurden. Sind Bäume aufgefunden, so säubert man sie von den Epiphyten und schabt, bei alten Bäumen, in den Fällen, wo sich, infolge der Eigentümlichkeit der *Cinchona*species, diese Operation leicht ausführen läßt, wie z. B. bei *Cinchona Calisaya*, meist sogleich die keine Alkaloide enthaltenden, wertlosen Borkenmassen des Stammes ab.

Hierauf schält man den noch stehenden Baum so weit wie möglich und fällt ihn dann, um auch die Rinde der oberen Teile gewinnen zu können. Bei der Schälung klopft man die Rinde, wenn nötig, mit einem Schlägel locker, reißt dann mit einem Meißel Längs- und Querrisse in die Rinde und zieht letztere hierauf ab. In Südperu und Bolivia trocknet man die gewonnenen Rindenstücke an der Sonne. Dicke Rindenstücke schichtet man nicht selten auf und belastet die Haufen einige Zeit, um die Rinden flach zu pressen. In anderen Gegenden, z. B. Columbia, trocknet man die Rinden auf Hürden, unter denen ein Feuer angezündet wird, vorsichtig; in 3 bis 4 Wochen werden auf diese Weise die Rinden versandfähig. Man packt die Rinden, welche mehr oder weniger sorgfältig nach ihrer Größe, wohl auch Dicke sortiert werden, in Ballen von 12,5 bis 15 kg und befördert sie in verschiedener Weise, oft auf sehr beschwerlichen Wegen, nicht immer nach den nächsten, wohl aber nach den am leichtesten zu erreichenden größeren Städten oder Hafenplätzen. Dort werden sie von den Händlern nochmals sortiert und zum Versand meist zu sechs in Packleinwand, Ochsenhäute (Seronen-Packung) oder Kisten fest verpackt. Die Rinden von Ecuador werden meist von Guajaquil und Esmeraldas, die aus Columbia, welches jetzt noch die größten Rindemengen liefert, von Buenaventura, Sabanilla und Cartagena aus verschifft. Aus Bolivia schafft man die Rinden (auch die der dort schon weit entwickelten Kulturen) hauptsächlich nach Arica und Iquique. Peru führt seine Rinden hauptsächlich aus Trujillo, Callao und Arequipa aus. Der Hauptstapelplatz für die Chinarinden Südamerikas ist für Europa London.

*Die Kultur der Chinarinden:* Die Kultur der Chinabäume wird hauptsächlich betrieben 1. in den Kolonien der Engländer, 2. in den Kolonien der Holländer, 3. in der Heimat der *Cinchona*arten.

Die holländischen Kulturen. Seit 1851 datieren die zuerst von Pahud in die Hand genommenen Versuche, die Chinabäume in den holländischen Kolonien zu bauen. Aus von Weddell an einen Pariser Handelsgärtner gegebenem Samen erzogene Pflänzchen von *Cinchona Calisaya* wurden schon 1852 nach Java gesandt, und direkt von Bolivia brachte der deutsche Botaniker Hasskarl 1854 *Cinchona*pflänzchen.

Anfangs hatten die Kulturen zuerst deshalb wenig Erfolg, weil sehr viele Bäume von Species mit alkaloidarmer Rinde gepflanzt worden waren. Um diesem Fehler gründlich abzuweichen, wurde schon 1857 ein Chemiker (zuerst de Vrij) nach Java gesandt, welcher die Rinden zu analysieren hatte, und von da an wurde eine sorgfältige Auswahl der zu kultivierenden Species getroffen. Zweitens machte die Auffindung, richtiger Kulturplätze und Kulturmethoden anfangs viel Arbeit und viele Kosten. So versuchte man z. B. zuerst, die Pflanzen in Gängen zu ziehen, die man durch Ausschlagen in den Urwäldern hergestellt hatte, später legte man mit ebensowenig Erfolg Pflanzungen im Tieflande an. Jetzt stellt man Baumpflanzungen in 1500—1700 m Höhe über dem Meeresspiegel, am südlichen Abhange der Gebirge, in gutem Boden her. Man benutzt zum Pflanzen Sämlinge oder Stecklinge, die man je nach der Species mehr oder weniger weit, z. B. für *C. Calisaya* 6 Fuß, für *C. succirubra* 7 Fuß, für *C. officinalis* 4 Fuß weit, nach allen Richtungen hin voneinander entfernt, pflanzt. In Java, wie in allen übrigen Kulturstätten der Chinarinden, wendet man nebeneinander 3 verschiedene Arten der Ernte der Rinden an: 1. Die Schlagwaldmethode (coppicing der Engländer), 2. die Moosbehandlung (mossing-process), 3. die Schrapmethode (shaving-process). Von diesen Methoden wird wohl die Schlagwaldmethode, die älteste, vielleicht mit einer oder der anderen Abänderung, die schließlich siegende werden; denn es ist vom botanischen Standpunkte leicht voranzusehen, daß die Schädigung der Bäume, die Gefahr der Schwächung derselben und der Steigerung der Infektionsfähigkeit durch Pilze durch die beiden anderen Methoden eine zu große werden muß. Die Schlagwaldmethode besteht darin, daß man die Bäume im Alter von 6 bis 8 Jahren, 15 cm über den Boden abschlägt und von dem oberen, abgeschlagenen Teile die Rinde erntet. Am Stammstrunke entstehen dann zahlreiche Zweige, welche man nach 8 Jahren wiederum abschneiden und schälen kann. Die von Moens vorgeschlagene Schrapmethode wird meist so gehandhabt, daß man schon an sechsjährigen Bäumen zuerst die Rinde der einen Längshälfte des Stammes mit einem langen, flachen Messer bis auf eine dünne, das Kambium schützende Schicht abschabt, und die Wundfläche dann mit Gras unwickelt oder unbedeckt läßt. Nach 6 Monaten erntet man die äußere Rinde der anderen Hälfte in ähnlicher Weise und fährt auch später (zweckmäßig nur 6 Jahre lang, da ältere Rinden alkaloidarm werden) abwechselnd so fort, indem man auch die neu entstehende Rinde (erneuerte Rinde — renewed bark) in gleicher Weise erntet, welche in den ersten Jahren alkaloidreicher ist als die Naturrinde, später wieder im Alkaloidgehalte zurückgeht.

Ganz ähnlich der Schrapmethode ist die Moosbehandlung, die von Mac Ivor erfunden wurde. Sie besteht darin, daß man durch intakt bleibende Rindenstreifen voneinander getrennte, etwa 4 cm breite Rindenlängsstreifen abschält, ohne das Kambium zu verletzen, dabei zwischen den Schälregionen hie und da Rindenringe völlig unverletzt läßt. Die so

behandelten Stämme werden dann mit Moos oder Gras und Lehm umwickelt, unter welchem sich dann, auf den Wundflächen, eine neue sekundäre Rindenschicht ausbildet. Die auf der Wunde entstehende Rinde nennt man auch hier erneuerte Rinde, die Rinde der intakten Stellen, welche längere Zeit unter der Moosbedeckung gelegen hat, nennen die Engländer „the mossed bark“. Auch die bei diesem Prozesse gewonnene erneuerte Rinde eines Baumes ist alkaloidreicher als die Naturrinde desselben Baumes. Während z. B. ein naturelles Rindenstück einer in Ceylon kultivierten *succirubra* 2,9 % Alkaloide enthielt, enthielt ein erneuertes desselben Baumes 4,2 %. Ob diese Thatsache darauf beruht, daß, wie bekannt, die erneuerte Rinde relativ viel Parenchymgewebe enthält oder auch darauf, daß das letztere alkaloidreicher ist als bei der naturellen Rinde, ist zu untersuchen.

Auf Java hat man die Schrapmethode, die man anfangs als sehr vorteilhaft betrachtete, mehr und mehr wieder aufgegeben, da die Bäume zu sehr darunter leiden. Der Moosprozess und die Schrapmethode liefern übrigens selbstverständlich nur Fabrikrinde; die in den Apotheken gebrauchten Rinden sind durch vollkommenes Schälen der Stämme und Zweige gewonnen.

Die geernteten Rinden werden, so weit als möglich, ohne Anwendung von künstlicher Wärme getrocknet. Man legt sie auf Java in 4—5 Fuß lange, 3 Fuß breite Hürden, welche aus Bambusrohrstreifen geflochten sind, dicht nebeneinander und stellt die Hürden auf 3—4 Fuß hohe Gestelle. Die mit Rinden beschickten Hürden werden morgens herausgebracht, abends in Schuppen übereinander gestellt, um sie vor Nässe zu schützen. Wenn es not thut, trocknet man die Rinden in Häusern, in denen man Öfen mit langen Röhren aufgestellt hat. Die trockenen Drogistenrinden von *C. succirubra* und *Cinchona Ledgeriana* werden auf Java horizontal in Kisten gestellt und so versandt.

Augenblicklich kultiviert man auf Java vorzüglich *Cinchona Ledgeriana* Moens und *C. succirubra*; in etwas größerer Menge finden sich in den Kulturen noch Bäume von *C. officinalis* und *C. Calisaya-Hasskarliana*. *C. Calisaya-Josephiana*, *C. lancifolia*, *C. micrantha*, *C. cordifolia* läßt man eingehen. Hybriden von *C. Calisaya* und *C. succirubra* finden sich in Kultur, und mit verschiedenen Spielarten von *Calisaya* (*C. Calisaya-Schuhkraftiana*, *C. verde* oder *C. Calisaya oblongifolia*) hat man neuerdings Versuche angestellt. Eine Zukunft scheint auch die Pfropfung von Reiseren chininreicher *Cinchona Ledgeriana* Individuen auf Stämme der minderwertigen, aber widerstandsfähigeren *C. succirubra* zu haben, die in den letzten Jahren in größerer Ausdehnung in den Plantagen in Java durchgeführt worden ist. Von Bäumen, welche man ausrodern muß, wird auch die Wurzel geschält, da die Wurzelrinde ein für die Chininfabriken sehr brauchbares Material ist.

Die Chinakulturen der Engländer. In England befürwortete zuerst Royle 1852 die Kultur der Chinabäume und empfahl als Kultur-

stätten die Nilagiri-Gebirge und die südlichen Vorberge des Himalaya. Die Samen und Pflanzen der *Cinchona succirubra* und anderer *Cinchona*-Arten wurden vorzüglich 1859 durch Markhams Bemühungen aus Südamerika nach Indien gebracht. Außer den Anpflanzungen in dem Nilagiri-Gebirge (vorzüglich bei Utacamand), die zuerst besonders bevorzugt wurden, legte die Regierung 1862 in Darjeeling in Sikkim und 1861 auf Ceylon (Plantagen in dem Gebirgslande Hakgalla) Pflanzungen an. Schließlich sind bei Madras Pflanzungen ins Leben gerufen worden. Wie auf Java so sind auch in Ostindien und auf Ceylon außer den Regierungsplantagen zahlreiche Privatunternehmungen entstanden, welche von der Regierung so viel wie möglich unterstützt werden. Von englischen Besitzungen hat zuletzt Jamaica neuerdings mehr und mehr für die Chinakultur Bedeutung erlangt. Bezüglich der Kultur der Bäume und der Gewinnung der Rinden gilt im wesentlichen das für Java Mitgeteilte. Man baut auf Ceylon vorzüglich *C. succirubra* und *officinalis*, dann, in zweiter Linie, *C. Calisaya* und *Cinchona Ledgeriana*, ferner Hybriden von *C. officinalis* und *C. succirubra* (*C. robnsta*); andere Formen haben kaum Bedeutung. In den ostindischen Kulturen herrscht *C. succirubra* und *C. Calisaya Ledgeriana* vor, dann folgt *C. officinalis*. Von Hybriden kultiviert man wohl auch solche zwischen *C. officinalis* und *C. succirubra* (z. B. *C. pubescens* und *magnifolia*). Die Rinden werden in Ballen von 125 kg gepackt, die mit Sackleinen überzogen und mit Leisten aus gespaltenem Bambusrohre umgeben werden, welche durch eiserne Reifen festgehalten werden.

Die südamerikanischen Kulturen. In Bolivia kultivieren seit 1877 Privatunternehmer, darunter viele Deutsche, *Cinchona*-Arten zur Rindengewinnung, in ziemlich ausgedehnter Weise im Departement La Paz, in den Cordilleren in einer Höhe von 1000 m, an den Abhängen der tiefen Thäler. Vorzüglich sind am Mapiri (ungefähr 0,5° nördlich von der Stadt La Paz; der Mapiri-Fluß vereinigt sich mit dem Cosoico-Flusse zu dem Caca-Flusse) größere Pflanzungen angelegt worden, in denen man meist das Schlagwaldsystem befolgt, als Schattenpflanzen der jungen Bäumchen Bananen benutzt und die Rinden von 6jährigen Bäumen und dann von 5jährigen Schößlingen, von Oktober bis Januar, sammelt. Die Kulturrinden werden meist von Arica und Islay aus verschifft. Hauptsächlich kultiviert man die dort einheimische *Cinchona Calisaya* in verschiedenen Varietäten und verschiedene Hybriden derselben Pflanzen. Auch in Columbia hat man Pflanzungen angelegt, in welchen *C. lancifolia*, *Ledgeriana*, *succirubra*, *officinalis* und andere vertreten sind.

*Die Handelssorten der Chinarinden:* Man versteht unter Chinarinde im allgemeinen, jede chininhaltige Rinde, rechnet deshalb z. B. auch die Rinde von *Remijia* (*Cortex Chinae cuprea*) mit zu den Chinarinden; als echte Chinarinden werden aber zweckmäßigerweise nur die chininhaltigen Rinden der *Cinchona*-Arten bezeichnet. Rinden, welche keine echten Chinarinden sind, und welche doch im Handel als China-

rinden angeboten wurden, hat man sich gewöhnt als falsche Chinarinden zu bezeichnen. Nur über die echten Chinarinden wollen wir einiges in diesem Kapitel mitteilen, da die falschen Chinarinden, die jetzt leicht durch chemische und mikroskopische Prüfung von den echten zu unterscheiden sind und heute kaum mehr in die Hände eines Apothekers gelangen können, für uns kein Interesse besitzen.

Im Großhandel unterscheidet man jetzt die Chinarinden zuerst in Drogistenrinden und Fabrikrinden. Da es bei den für die Chininfabrikation bestimmten Rinden vorteilhaft ist, wenn die Rinden schon in etwas zerkleinertem Zustande geliefert werden, und da es bei ihnen wesentlich auf den Chinin Gehalt ankommt, so kann man den Fabriken alle unansehnlichen chininhaltigen Rinden, sowohl Schabsel als Rindenbruchstücke, anbieten und bezeichnet eben alle solche Rinden, für welche die Chininfabriken Nehmer sind, welche dagegen nicht von den Apothekern gekauft werden können, als Fabrikrinden, dagegen ausgesuchte, schön aussehende Rindenstücke als Drogisten- oder Apothekerrinde. Ferner unterscheidet man die Chinarinden nach ihrer Provenienz in südamerikanische, ostindische, Ceylon-, Java-, westafrikanische Rinden u. s. w. Die Kultur rinde Indiens und Javas benennt man meist, in zweckmäßiger und einzig wissenschaftlicher Weise, nach den Stammpflanzen und unterscheidet so z. B. *Suceirubra*-Rinde, *Ledgeriana*-Rinde etc. Nach der Methode der Ernte und der Abstammung von den verschiedenen Pflanzenteilen unterscheidet man Wurzelrinde, Zweigrinde, Stammrinde, Schabsel (*shavings*), Späne (*chips*), erneuerte Späne (*chips renewed*) u. s. w. Die Bezeichnung der Rinden nach den Stammpflanzen ist schon deshalb zweckmäßig, weil zwischen den Rinden verschiedener Species konstante Unterschiede in chemischer Beziehung vorhanden sind, die sich aber für junge Rinden, so wenig wie deren anatomische Unterschiede, noch nicht genau charakterisieren lassen und auch für ältere Rinden noch nicht kritisch festgestellt sind. Das Feststellen der Species, von welcher eine Rinde abstammt, ist deshalb auch bis jetzt noch nicht mit Sicherheit möglich und wird um so schwieriger, je mehr Zwischenformen zwischen den extremsten Species durch die Bastardierung in den Kulturen entstehen und zu den schon vorhandenen hinzukommen. Schlüssel zum Bestimmen der Stammpflanze einer Chinarinde nach deren anatomischen Merkmalen, wie man sie bisher in manchen Pharmakognosieen aufgestellt findet, sind ebenso unrichtig und wertlos wie ähnliche Bestimmungstabellen, welche nur äußere morphologische Merkmale enthalten, und fanden deshalb hier keine Aufnahme.

Die südamerikanischen Rinden werden jetzt hauptsächlich nach ihrem Alkaloidgehalt gekauft, wohl auch noch im Handel als gelbe, braune und rote Rinden, nach der Farbe ihrer Bruchfläche unterschieden und nach dem Stammlande oder Ausfuhrhafen benannt. Die Preislisten der deutschen Drogisten führen gewöhnlich, entsprechend der alten Gewohnheit der Apotheker und Ärzte, *Cortex Chinae fuscus Loxa*, -Guajaquil

und -Huanoco. Die gelblichen Rinden gehen unter der Bezeichnung *Cortex Chinae flavus* Maracaibo und Puerto Cabello, und *Cortex Chinae regius*. Da, wo sie verlangt wird, liefern die Drogisten auch eine *Cortex Chinae ruber ver.* Die Loxa-China hat ihren Namen von der Stadt Loxa oder Loja in Ecuador, deren Chinahandel schon im 18. Jahrhundert eine größere Ausdehnung hatte und eines besonderen Vertrauens gewürdigt wurde und in deren Umgebung man schon 1650 Rinden sammelte. Loja-China soll also eine Rinde sein, welche in der Umgebung von Loja gesammelt wurde. Guajaquil-China ist nach dem Ausfuhrhafen, Huanoco-China dagegen nach der gleichnamigen Binnenstadt Perus benannt. Die 3 Sorten bestehen dem Handelsgebrauche nach aus jüngeren Rinden, wie sie früher von diesen Orten deshalb als beste Ware ausgeführt wurden, weil man vor der Entdeckung der Chinaalkaloide alle jüngeren Rinden für wirksamer hielt als die Stammrinden. Die 3 Sorten sind meist Gemische von braun aussehenden Rinden verschiedener Species, unter denen meist *Cinchona officinalis* L. und *Cinchona micrantha* Rz. et Pav. vorkommen; eine nähere Charakteristik von irgend welcher Bedeutung läßt sich deshalb von der Handelssorte nicht geben. Die Händler in Südamerika, London, Hamburg und schließlich Deutschland suchen eben die Rinden unter ihrem Warenvorrat aus, welcher unter dem Namen Loja-Rinde etc. Käufer finden und bieten sie unter diesem Namen an, unbekümmert darum, woher und von welcher Species sie stammen. Ganz ähnlich verhält es sich mit den gelben Rindensorten des Handels, von denen die *China regia* noch später besprochen werden soll, während von den anderen nur zu erwähnen ist, daß sie gelbe, dickere, ältere Rinden sind, welche teilweise von *Cinchona lancifolia* Mutis abstammen. *Cortex Chinae ruber* stammt wohl meist von wild erwachsener oder kultivierter *C. succirubra*.

Ein weiteres Eingehen auf diese und andere Sorten, welche die Drogisten oder gar die älteren Pharmakognosieen, letztere oft nach vereinzelt alten Sammlungsobjekten, nennen, hat keine praktische und keine wissenschaftliche Bedeutung.

Da es weder möglich ist, die Stammpflanze der eine ihrer Abstammung nach unbekannte Handelssorte zusammensetzenden Rinden sicher anzugeben, noch möglich aus dem Aussehen der Sorte den Chinin- resp. Alkaloidgehalt zu schätzen, welcher doch hauptsächlich für den Wert der Rinde maßgebend ist, so würde es für den Apotheker das Zweckmäßigste sein, wenn derselbe nur Rinden einer bestimmten kultivierten Species, z. B. Rinde von kultivierter *Cinchona succirubra* oder von *Cinchona Ledgeriana* Moens von bestimmtem Alkaloidgehalt führte und wenn die Ärzte nur solche verschrieben, da sich nur so annähernde Einheitlichkeit in der Beschaffenheit der dispensierten Arzneien erreichen ließe. Die deutsche Pharmakopöe hat zu diesem Ziele erst einen Schritt gemacht und müßte in ihren Forderungen noch schärfer sein.

*Morphologie:* Wir gehen bei den ferneren Betrachtungen von *Cinchona succirubra* aus, werden aber noch die dicken Stammrinden von *Cinchona Calisaya* in Betracht ziehen.

*Cortex Cinchonae succirubrae.* Die von kultivierter *Cinchona succirubra* abstammende Droge zeigt je nach ihrem Alter ein etwas verschiedenes Aussehen. Selbstverständlich sind jüngere Rinden relativ dünn. Die Außenfläche 0,5 mm dicker Rinde ist sehr dunkel braunrot, etwas glänzend, wenig längsrunzelig. Die Innenseite der Rinde ist glatt und rotbraun. Ähnlich verhalten sich die Rinden, bis sie etwa 2 mm dick sind, nur wird die Farbe der Innen- und Außenseite etwas heller, die Außenseite durch das Eintrocknen stärker längsrunzelig, die Innenseite etwas rauher und längsrunzelig. Noch ältere Rinden, etwa 3—4 mm dicke, sind gewöhnlich mit Flechten bedeckt, im allgemeinen glatt, aber mit größeren Unebenheiten versehen und durch einzelne kräftige Querrisse gezeichnet.

#### *Anatomie.*

*Lupe:* Der Querschnitt der Droge läßt wenig Charakteristisches, bei Lupenbetrachtung, erkennen; bei mittelstarken Rinden erscheint er rotbraun und meist fein dunkler punktiert. Charakteristischer ist die Bruchfläche; dieselbe zeigt einen äußeren glattbrechenden Teil und einen inneren, faserig brechenden Teil. In dem äußeren, glattbrechenden Teile sieht man mehr oder weniger zahlreiche, unregelmäßig verlaufende, konzentrische Linien, wenigstens eine dunkle Linie in der Peripherie der Rinde. Der innere (durch die Sklerenchymfasern), faserige Teil der Rinde läßt in der braunen Grundmasse zahlreiche weiße Punkte erkennen (besser noch auf dem Längsbruche), die Oxalatzellen. Diese letzteren erkennt man meist auch auf der Innenseite als helle Pünktchen. Die Außenseite jüngerer Rinden zeigt kleine, mattbraune, in der Längsrichtung der Rinde wenig gestreckte Lenticellen.

*Mikroskop:* Man weicht die Rinden vor dem Schneiden am besten etwas in Wasser ein und kann zum Entfärben und Durchsichtigmachen dünne Kalilauge nehmen, die man vor dem Einlegen der Schnitte in Glycerin, mit etwas verdünnter Essigsäure auswäscht. Die von kultivierter *Cinchona succirubra* abstammende Droge, die also aus höchstens 10 Jahre alter Rinde besteht, ist stets von einer Korkschiebt bedeckt, welche dem ursprünglich in der ersten Parenchymlage unter der Epidermis entstandenen Korkmeristem sein Dasein verdankt, während sich Borkenbildung auch an selbst 10 mm dicken Rindenstücken nicht findet. Die Korkschiebt wird langsam abgestoßen und besitzt deshalb je nach der Dicke der Rinde auch eine verschiedene Mächtigkeit. Diese Korkschiebt, welche in Fig. 374 mit *K* bezeichnet ist, besteht aus typischen, dünnwandigen Korkzellen, welche mit einer rotbraunen Masse mehr oder weniger völlig angefüllt sind. Phelloderm wird nicht gebildet. In der

Korkschicht liegen die Lenticellen, welche aus gleichförmigen Füllzellen gebildet werden, die sich von den Korkzellen nur durch ihre runde Gestalt, wie es scheint, auch durch geringere Menge des Inhaltes unterscheiden. Unter der von Lenticellen durchsetzten Korkschicht liegt die

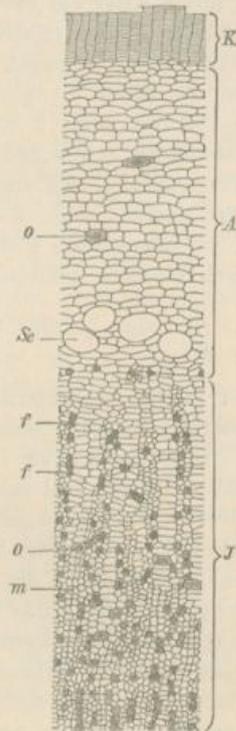


Fig. 374.

Fig. 374. Querschnitt der jungen Rinde von *Cinchona Calisaya*.

K Korkschicht. A Außenrinde. o Oxalatzelle. Se Sekretschläuche. f Sklerenchymfasern.  
m Markstrahlen. J sekundäre Rinde.

Die Rinde von *Cinchona succirubra* gleicht der von *Calisaya* in der Form und Anordnung der Elemente so weit, daß diese Abbildung sehr gut zur Orientierung über die Anatomie der ersteren dienen kann.

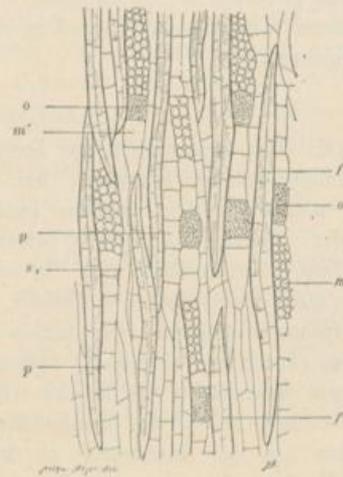


Fig. 375.

Fig. 375. Tangentialschnitt durch eine 2,5 mm dicke Rinde von *Cinchona succirubra*.  
o Oxalatzelle. f Sklerenchymfaser. m kleine Markstrahlzellen. s Siebröhre. m' große Markstrahlzellen. p Parenchym des Rindenstranges.  
67fach vergr.

Außenrinde (A), welche auch an ganz dicken Rinden erhalten ist und bis dicht über die Sekretschläuche reicht, die ersten Sklerenchymfasern noch mit umfassend.

Diese Außenrinde besteht der Hauptsache nach aus einem Parenchym, dessen Elemente in tangentialer Richtung gestreckt sind, auf dem

Längsschnitt der Rinde jedoch isodiametrisch erscheinen und sehr deutliche Intercellularräume erkennen lassen. Die Wände dieser Parenchymzellen sind in der Droge rotbraun gefärbt wie die aller übrigen Parenchymzellen der Rinde; man sieht in ihnen meist die gut konservierten Reste von Chlorophyllkörnern, wohl auch einzelne Stärkekörner liegen. Die Zellen sind unregelmäßig und ziemlich grob getüpfelt.

An der inneren Grenze der Außenrinde liegen einzelne Sekretzellen (Sekretschläuche) *Se*. Dieselben sind sehr weit, oft den Raum von 6 bis 10 Parenchymzellen im Querschnitte einnehmend, und mehrere Centimeter lang, nach Koch von der Länge der Internodien des Stammes. Nach Kochs, auf frisches Material bezügliche Angabe, ist die Wand dieser

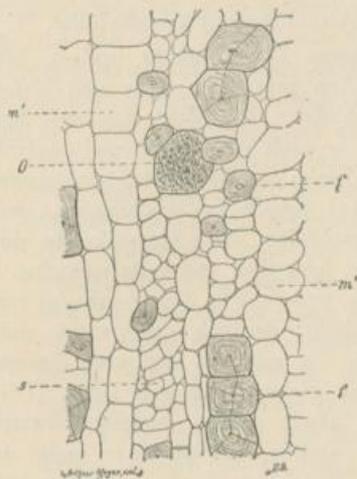


Fig. 376.

Querschnitt durch den mittleren Teil der sekundären Rinde von *Cinchona succirubra*.

o Oxalatzellen. m' große Markstrahlzellen. f Sklerenchymfasern. s Siebröhren.

140fach vergr.

Zellen verkorkt, was sich an der mit braunem Farbstoff imprägnierten Wand der in trockenen Rinden vorkommenden Sekretzellen schlecht erkennen läßt. Eingestreut in der Rinde liegen Zellen, welche mit feinkörnigem Oxalat vollgestopft sind. Dicht hinter den Sekretschläuchen folgt gewöhnlich ein lockerer Kreis kleiner Sklerenchymfasern; an einzelne Fasern oder Fasergruppen dieses Kreises schlossen sich kleine Siebröhrenstränge (die primären) an.

Die sekundäre Rinde (*J*) wird von Markstrahlen durchzogen, welche 1—3 Zellen breit und 9—18 hoch sind, wie man auf dem Bilde des Tangentialschnittes der *Cinchona succirubra*-Droge (Fig. 375 bei *m*) erkennen kann. Zu bemerken ist aber, daß als Verlängerung der Höhe der Markstrahlen große Parenchymzellen (*m'*) auftreten, wie im Tangential-

schnitt leicht zu erkennen ist. Die kleineren Markstrahlzellen sind relativ stark radial gestreckt, die großen relativ wenig in Richtung des Rindenradius verlängert.

In dem grobzelligen Markstrahlenparenchym liegen zahlreiche und große Oxalatzellen. Dieselben sind im dünnen Querschnitte der Rinde nicht gut zu sehen, da das Oxalat, welches in sehr zahlreichen, sehr kleinen Drusen in den Zellen liegt, leicht herausfällt. Besser sieht man diese auch in Fig. 374 u. 376 mit *O* bezeichneten Zellen im Tangentialschnitt (*O*, Fig. 375).

Zwischen den Markstrahlen sieht man im Querschnitte die radialen Streifen der Rindenstränge liegen, hauptsächlich charakterisiert durch die Querschnitte der Sklerenchymfasern (*f*), außerdem Siebröhrenstränge (*s*) und etwas langgestrecktes Parenchym enthaltend.

Die Sklerenchymfasern liegen häufig isoliert, hier und da in kürzere oder längere Radialreihen geordnet; selten sind kleine rundliche Gruppen aus 3—5 Fasern gebildet. Die Zahl der auf dem Querschnitte auftretenden Fasern ist je nach dem Alter und Individuum der Rinde verschieden, ebenso die Dicke der Fasern ein und derselben Rinde von verschiedener Dicke, wobei jedoch zu beachten ist, daß auch dadurch auf dem Querschnitte verschieden dicke Querschnitte der Fasern erscheinen, daß die Fasern relativ lang sind und spitz zulaufen. Ihre Gestalt ist aus Fig. 375, *f* zu ersehen, und in Fig. 376, *f* erkennt man noch besser, daß die Fasern stark verdickt, deutlich geschichtet und mit zarten Tüpfelkanälen versehen sind. Sie zeichnen sich auch dadurch aus, daß sich ihre Wand mit Anilinsulfat gleichmäßig gelb färbt. Die Siebröhren (*s*) sind mit sehr feinporigen, etwas schräg gestellten Zwischenwänden versehen. Im Tangentialschnitte werden die Siebröhren meist durch die Fasern verdeckt. Die Zellwände des ganzen Rindenparenchyms der Droge erscheinen braunrot gefärbt, die der Siebröhren sind meist völlig farblos, auch die Sklerenchymfasern meistens. Es hängt diese Färbung offenbar mit der Verteilung der Chinagerbsäure in der frischen Rinde zusammen. Diese ist nach Koch fast in allen Parenchymzellen und in den Sekretnschläuchen, nicht in den Siebröhren und Sklerenchymfasern vorhanden. Die frische Rinde ist wie der Inhalt der Sekretnschläuche farblos, färbt sich aber an der Luft rot.

Bringt man die Schnitte in ein Gemisch von Glycerin und Kalilauge unter ein Deckglas, so krystallisieren die Chinaalkaloide meist in Sphärökrystallen, im Schnitte.

#### Rinden anderer Species der Gattung Cinchona.

Außer der Rinde von *C. succirubra* hat die Rinde von *C. Calisaya* noch besonderes Interesse für den Pharmazeuten, vorzüglich die als *Cortex Chinae regius sine epidermide* (*China regia plana*) in den Handel gelangende Rinde alter Stämme, welche, wie wir sahen, schon beim

Sammeln von der Borke möglichst befreit wird. Diese Rinde kommt in meist 2 dm breiten, durch Flachpressen und Trocknen flach ausgebreiteten Stücken, die nicht selten 1 cm dick sind, in den Handel. Ihre Oberfläche ist selten noch mit einigen Borkenschuppen bedeckt, meist ist die Borke so weit abgelöst, daß man nur die muschelförmigen Vertiefungen sieht, aus welchen die Borkenschuppen herausgelöst sind. Die Innenfläche der Rinde ist gelbrot.

Diese Rinde, welche aus Südamerika zu uns gelangt, ist in letzterer Zeit oft alkaloidarm gewesen, und da für sie außerdem auch die minderwertige Rinde von *C. serobiculata* von den Drogisten verkauft wird, welche sich nur durch die mehr rote Färbung und die zahlreichen Steinzellen der Außenrinde von der Calisaya-Rinde unterscheidet, so ist es zweckmäßig, diese Droge nicht anzukaufen, sondern dafür jetzt lieber die Rinde der in Indien und auf Java kultivierten *Cinchona Ledgeriana* Moens zu führen. Diese Rinde weicht von der Rinde der *C. succirubra* durch die gelbrötliche Färbung der Innenfläche und die mürbe Beschaffenheit der inneren Rinde ab. Die Außenfläche ist mit einer Korkschicht



Fig. 377.  
Außenrinde von *Cinchona lancifolia*.  
f Sklerenchymfasern.  
St Sklerenchymzellen.  
K Korkschicht.

bedeckt, welche meist mit grauen Flechten besetzt ist, sich aber bei den dickeren (4 mm) Stücken der Rinde oft ablöst, wobei dann die rein rotbraune Farbe der fast glatten Korkschicht zum Vorschein kommt. In anatomischer Beziehung gleicht die Rinde sehr der von *C. succirubra*, auffallende Unterschiede sind nicht anzugeben, keine qualitativen, nur quantitative, z. B. daß die Sekretschläuche enger sind etc.

Überhaupt sind die Rinden aller *Cinchona*-Arten, soweit sie bis jetzt bekannt geworden sind, in anatomischer Beziehung auffallend übereinstimmend gebaut. Von dem für *Cinchona succirubra* geschilderten Baue weichen einige dadurch ab, daß mehr oder weniger zahlreiche Zellen der Außenrinde, hier und da auch einzelne und dann meist längsgestreckte, aber stumpf

endigende Zellen der Innenrinde ihre Wände verdicken und verholzen, zu Steinzellen werden. Der Querschnitt der Rinde bietet dann das Aussehen der Fig. 377 dar, in welcher mit *St* eine der Steinzellen bezeichnet ist. Solche Steinzellen kommen, wie gesagt, in den Rinden, welche man von *C. serobiculata* und auch in solchen, welche man von *C. lancifolia* ableitet, übrigens sicher auch noch in Rinden anderer Species vor. Ferner bilden in manchen Rinden die Bastfasern größere, geschlossene Gruppen und sind etwas kürzer, wohl auch etwas dicker, als die von *C. succirubra*. Wie weit diese Verschiedenheiten für die verschiedenen, selbst wenig sicher gestellten Species der Gattung *Cinchona* charakteristisch sind, ist nicht untersucht, auch nicht, wie weit individuelle Eigenschaften in dieser Be-

ziehung Differenzen bedingen. Es mag noch hervorgehoben werden, daß keine Rinde bekannt ist, welche den Bau der Cinchona-Rinden hat und nicht zu dieser Gattung gehört. Ferner ist noch zu erwähnen, daß die Rinden der Species der Gattung Remijia, welche der Gattung Cinchona äußerst nahe steht, die einzigen Rinden sind, welche sich in chemischer Beziehung den Rinden der Cinchona-Arten sehr ähnlich verhalten, indem sie auch Chinin etc. enthalten. In anatomischer Beziehung unterscheiden sich die Remijia-Rinden (*China cuprea*) vorzüglich durch die abweichende Gestalt der sklerotischen Elemente von den Cinchona-Rinden.

Die anatomische Charakteristik in Verbindung mit der nachher zu besprechenden Graheschen Reaktion genügen vollständig, um die „echten Chinarinden“, d. h. Rinden der Species der Gattung Cinchona, welche die wichtigsten Chinabasen enthalten, von „unechten Chinarinden“, d. h. solchen Rinden, welche den echten Chinarinden äußerlich ähnlich sehen, zu unterscheiden, und wir gehen auf die vorgekommenen Verwechslungen, unserem Prinzip nach, deshalb auch hier nicht weiter ein.

*Chemie:* Aus den verschiedenen echten Chinarinden ist eine Reihe von Alkaloiden dargestellt worden, von welchen die 4 folgenden gewöhnlich in größter Menge in den Rinden vorkommen.

1. Chinin bis 13 %.
2. Chinidin bis 4 %. (Conchinin Hesses.)
3. Cinchonin etwa bis 8 %.
4. Cinchonidin etwa bis 8 %.

Ferner sind noch 4 den obigen nahestehende Alkaloide (Homocinchonidin, Chinamin, Conchinamin, Cinchamidin) bekannt geworden, und etwa 5 Alkaloide, welche sich chemisch und physiologisch sehr abweichend von den übrigen Alkaloiden verhalten (Cusconin, Cusconidin, Cuscamin, Cuscamidin, Paricin), in reinerem Zustande dargestellt worden, teilweise aber noch ungenügend untersucht.

Ferner erhielt man aus den Chinarinden:

- Chinasäure ( $C^6H^7(OH)^1COOH$ ) bis 9 %;
- Chinagerbsäure, eine mit Eisenoxdsalzen einen hellgrünen Niederschlag gebende, Leimlösung fällende Gerbsäure bis 4 %;
- Chinovin, ein bitteres Glykosid bis 2 %;
- Cinchocerotin (Cinchol), ein indifferenten Körper.

Die bei 100° getrockneten Rinden liefern höchstens 4 % Asche, wovon ungefähr 33 % Kalk.

Die Alkaloidmenge und das Verhältnis, in welchem die verschiedenen Alkaloide zu einander stehen, schwankt je nach der Species, welcher die Rinde entstammt, ist nach Individuum derselben Species oft sehr verschieden, variiert mit dem morphologischen Werte der Rinde (am reichsten meist Wurzelrinde und Stammrinde, weniger Zweigrinde) und ändert sich

mit dem Alter dieser Pflanzenteile. Es ist deshalb die einzige sichere Methode der Wertbestimmung einer Chinarinde die quantitative Bestimmung der Chinaalkaloide. Um zu erkennen, ob eine Rinde überhaupt Chinin oder Cinchonin enthält, erhitzt man ein kleines Stückchen Rinde in einem engen Glasrohre. Sind diese Alkaloide in der Rinde vorhanden, so destilliert ein schön roter Teer (Grahesche Reaktion).

Die Alkaloide sind in der lebenden Rinde wahrscheinlich nur in dem Rindenparenchym, im Parenchym der Markstrahlen und dem Strangparenchym enthalten.

*Bestimmung der Menge von Alkaloiden, welche eine Chinarinde enthält:* 10 g Stammrinde von *Cinchona succirubra* und 10 g Kalkhydrat werden mit 180 g Weingeist von 90 Vol.-Proz. eine Stunde lang am Rückflusskühler, auf dem Dampfbade zum kräftigen Kochen erhitzt. Nach dem Kochen und Erkalten wird das Gewicht des Kolbeninhaltes auf 200 g ergänzt und eine 5 g der Rinde entsprechende Menge, 90,8 g des Auszuges, aus dem Kolben genommen.

Diese 90,8 g des Auszuges werden in einer Schale mit 20 ccm 2 % tiger Schwefelsäure versetzt, unter fortwährendem Umrühren auf dem Wasserbade vom Alkohol befreit und bis auf etwa 20 ccm eingedampft. Die Flüssigkeit wird filtriert, das Filter und die Schale werden sorgfältig nachgewaschen, das Filtrat in einem Schälchen mit 1 g Magnesia usta versetzt und unter fortwährendem Umrühren auf dem Wasserbade eingetrocknet. Das zurückgebliebene, trockene Pulver wird 1,5 Stunden in einem Extraktionsapparate oder auf einem Filter mit heißem Chloroform vollständig ausgezogen, das Chloroformextrakt in ein Schälchen filtriert und durch freiwillige Verdampfung oder in gelinder Wärme, zuletzt bei 100° eingetrocknet. Der Rückstand wird als Alkaloid gewogen.

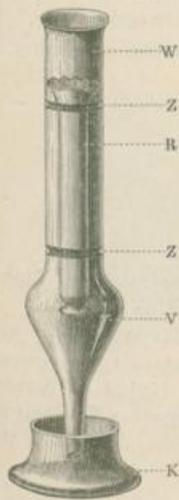


Fig. 377 a.

Wo es sich um Ausführung mehrerer Analysen handelt, ist die Handhabung und Form des Extraktionsapparates zum Ausziehen des alkaloidhaltigen Magnesiapulvers, von wesentlicher Bedeutung. Ein zweckmäßiger Apparat, zu beziehen von Greiner und Friedrichs, Stützerbach in Thüringen, besteht aus einer unten eingeschnürten und mit einem Leinwandläppchen zugebundenen Röhre *R*, welche eine innere Weite von 13 mm, eine Länge von 15 cm besitzt und am oberen Ende trichterförmig erweitert ist. Mit dem oberen Rande liegt sie auf 3 Zapfen der weiteren Röhre *W* auf, welche leicht dadurch hergestellt werden können, daß das Glas an der Stelle *Z* etwas erweicht und dann mit einem Holzstäbchen nach innen gedrückt wird. Auch unten befinden

sich 3 solche Zapfen, welche die Röhre *R* im gleichmäßigen Abstand von *W* halten. Diese Röhre ist unten gegen *V* trichterförmig aufgeblasen, so daß man ein Faltenfilter hineinbringen kann. Unten steckt das verjüngte Ende der Röhre *W* in dem Korke (der vorher mit Chloroform völlig ausgekocht ist) des Kochkölbehens *K*, welches eine plattgedrückte Form besitzt und dessen Mündung einen Durchmesser von 4,5 cm, dessen Bodendurchmesser 8 cm und dessen Höhe 3,3 cm beträgt. Oben ist die Röhre *W* durch einen Kork geschlossen, in welchen ein aufrecht stehender Kühler eingefügt ist.

Die getrocknete, gepulverte Magnesiamischung wird in die Röhre *R* möglichst lose eingebracht, dann wird die Schale gut mit einem feuchten Baumwollenbausch ausgerieben, welcher dem Pulver schließlic aufgesetzt wird. Um zu verhindern, daß das Pulver herausgetrieben wird, schiebt man noch über die Baumwolle eine kreuzförmig ausgeschnittene Korkscheibe. Man giebt nun in das vorher gewogene Kölbchen 40—50 cem Chloroform, setzt den Extraktionsapparat auf und stellt das Kölbchen in ein konstantes Wasserbad. Eine anderthalbstündige Extraktion ist in der Regel genügend. Hat die vollkommene Extraktion stattgefunden, so entfernt man den Extraktionsapparat und wischt das Kölbchen mit einem reinen Tuche ab. Man bringt nun das Kölbchen in einen Trockenschrank, läßt bei gelinder Wärme das Chloroform abdampfen, trocknet schließlich bei 110° eine Stunde lang und wägt.

*Geschichte:* Auf die Wirkung der Chinarinde wurde man zuerst 1638 aufmerksam, als die Gräfin Chinchon (Tschintschon), die Gemahlin des Vicekönigs von Peru, durch sie vom Fieber geheilt worden war. In Deutschland ist sie schon 30 Jahre später in den Apotheken zu finden.

### β) Hölzer.

#### α) *Lignum Quassiae.*

Quassiaholz, Quassia, Fliegenholz.

#### Litteratur.

*Botanik:* August Vogl, Zur näheren vergleichenden histologischen Kenntnis des Bitterholzes. Verh. d. k. k. zool.-bot. Ges. in Wien, 1864, mit T. 6.

*Chemie:* Winkler, Repert. Pharm. 54, 85 und 65, 74. — Wiggers, Ann. Chem. Pharm. 21, 43. — Enders, Archiv der Pharm. 1868, S. 214. — Christensen, Archiv der Pharm. 1882, 481. — Oliveri e Denaro, Gaz. chim. 14, p. 1. — Adrian et Moreaux, Rép. de Pharm. 11, p. 246. — Massute, Beiträge zur Kenntnis der chem. Bestandteile von Quassia amara L. u. Picraena excelsa Linds. Arch. d. Pharm. 1890, S. 147. — Flückiger, Pharmakognosie, II. Aufl., S. 464.

Es kommen im Handel zwei verschiedene Sorten des Quassiaholzes vor, das *Lignum Quassiae jamaicense* und *surinamense*. Wir wollen die beiden, von 2 verschiedenen Simarubaceen abstammenden Sorten gesondert besprechen.

## 1. Lignum Quassiae jamaicensis.

*Stammpflanze:* Picraena excelsa Lindley, Simarubaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Der bis 20 m hohe Baum ist auf Jamaica und den kleinen Antillen einheimisch. Die Droge wird vorzüglich von Jamaica aus versandt und kommt jetzt von den beiden Sorten in größerer Menge in den Handel.

*Morphologie:* Die in den Handel kommenden Stücke der oberirdischen Achse sind bis 40 cm dick, häufig noch von der Rinde bedeckt. In die Officinen gelangt nur das geschnittene oder geraspelte Holz.

*Anatomie.*

*Lupe:* Die ganzen Achsenstücke. Die Rinde der Achsenstücke ist bis 1 cm dick, zähe, schwärzlich braun. Sie ist bei den im Handel vorkommenden stärkeren Stücken mit längsrissiger Borke bedeckt. Die Querschnittfläche der Rinde läßt außen also die dunklen Borkenschuppen, darunter eine hellere, ziemlich starke Korkschicht und dann die sekundäre Rinde erkennen. Letztere wird von dünnen, hellen, gebogenen Markstrahlen durchzogen. Unregelmäßige, helle, breite Keile, von Zellmassen herrührend, welche viel, meist rhombische Kalkiumoxalatkrystalle enthalten, springen hier und da in die Rinde vor, ihre Spitze also nach innen richtend. Die Rindenstränge erscheinen dunkler als die Markstrahlen.

Das leichte, gelblich weiße Holz erscheint auf der Querschnittfläche von fast geraden, helleren, sehr zarten Markstrahlen (*m*, Fig. 378) durchzogen. Konzentrische, hellere, zarte Linien (*hp*) rühren von der regelmäßigen Anordnung der Tracheen und des sie berührenden Holzparenchyms her. Zwischen den konzentrischen, hellen Linien finden sich noch kürzere oder längere, an beiden Seiten blind endigende, ebenfalls tangential verlaufende Streifen von Holzparenchym, welche ebenfalls Gruppen von Gefäßen verbinden (*hp'*, Fig. 378). Das Centrum der Achsenstücke wird von einem kleinen, scharf umschriebenen parenchymatischen Marke eingenommen.



Fig. 378.

Schema des Querschnittes  
des Holzes von Picraena  
excelsa.

*m* Markstrahlen. *g* Gefäße.  
*hp* Holzparenchym. *hp'* kür-  
zere Streifen von Holz-  
parenchym.  
3 fäch vergr.

*Mikroskop:* Das Holz. Die Markstrahlen (*m*, Fig. 379), welche das Holz durchziehen, sind 2 bis 5 Zellen breit und meist 10 bis 25 Zellen hoch.

Brücken von etwa 2 bis 5 Tangentialreihen von Holzparenchymzellen (*hp*) verbinden die benachbarten Markstrahlen, im Querschnitte des Holzes. In dem Holzparen-

chym finden sich einzelne Oxalatzellen mit großen, einzelnen Oxalatkristallen (*o*) oder Krystallsand.

Diesen Holzparenchymbündeln ein- oder angelagert findet man auf dem Querschnitte des Holzes die einzeln oder bis zu 5 zusammenstehenden Gefäße *g*, die meist so weit sind, daß ein einzelnes den Raum zwischen 2 Markstrahlen fast ganz ausfüllt.

Der übrige Raum des Querschnittes wird von den Querschnitten langer sklerotischer Fasern (*f*) eingenommen.

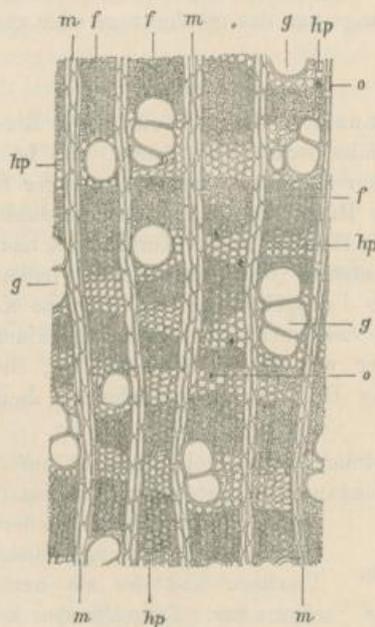


Fig. 379.

Querschnitt durch das Holz von *Picraena excelsa*.

*m* Markstrahlen. *hp* Holzparenchym. *o* Oxalatzelle. *g* Gefäße. *f* Sklerenchymfasern.  
65fach vergr.

Die Markstrahlen sind grob getüpfelt, radial gestreckt (Fig. 380, *m'*). Die Holzparenchymzellen zeigen mannigfaltige Form; im allgemeinen sind sie parallelepipedisch, dabei in der Richtung der Achse des Stammes gestreckt, dünnwandig, einfach getüpfelt, zu 8 bis 15 aus einer faserförmigen, beiderseitig zugespitzten Zelle durch Querteilung entstanden. Oft sind alle Zellen einer Faser mit Oxalatkristallen gefüllt (Krystallfaserzellen). Die Oxalatkristalle werden von einer verholzten Hüllhaut (*h*, Fig. 380) umschlossen. Die Gefäße sind mit kleinen, vieleckigen, sehr dicht stehenden Hoftüpfeln versehen, ihre Zwischenwände kreisförmig durchbrochen. Im älteren Holze

erscheinen die Gefäße häufig mit gelben, transparenten Massen angefüllt. Die Sklerenchymfasern sind prismatisch, vierkantig, fast gleichmäßig weit auf einem großen Teile ihrer Länge, beiderseitig ziemlich plötzlich scharf zugespitzt, mit wenig verdickten, mit spaltenförmigen, schräg gestellten Tüpfeln versehenen Wänden. Auf dem Querschnitte findet man stets enge

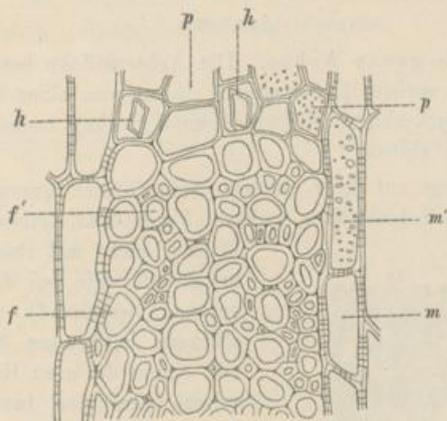


Fig. 380.

Querschnitt des Holzes von *Picraena excelsa*.

und *f'* Sklerenchymfasern. *p* Holzparenchymzellen. *m* und *m'* Markstrahlen. *h* Hülle eines Oxalatkristalles.

300fach vergr.

und weite Lumina *f'* und *f*, was dadurch zu stande kommt, daß die Sklerenchymfasern mit ihren Enden zwischeneinander fassen. Die engen Lumina gehören den sich schnell verjüngenden Faserenden an, die weiten der Mitte der Fasern. Anilinsulfat färbt alle Elemente des Holzes höchst intensiv gelb.

*Chemie:* Das bei 100° getrocknete Holz liefert 7,8 % Asche. Es sind etwa 0,07 % des bitteren Quassiins daraus erhalten worden.

*Geschichte:* Das Holz von *Picraena excelsa* wurde 1809, statt desjenigen von *Quassia amara*, in die Londoner Pharmakopöe aufgenommen.

## 2. Lignum Quassiae surinamense.

*Stammpflanze:* *Quassia amara* L., Simarubaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* Der kleine Baum oder Strauch ist im nördlichen Teile von Südamerika, ungefähr bis zum Äquator, auch auf den Antillen einheimisch, doch in Brasilien noch weiter südlich, ungefähr bis in die Provinz Maranhao hinab, angepflanzt. Das Surinamholz kommt aus holländisch Guayana (Surinam) in den Handel. Seine Ausfuhr ist gering.

*Morphologie:* Die Droge, wie sie in den Großhandel kommt, besteht aus der bis 10 cm dicken oberirdischen Achse der Pflanze und deren Zweigen. Gewöhnlich sind die etwa meterlangen Stücke nur 2—5 cm dick. In die Apotheken gelangt auch diese Ware nur im geschnittenen Zustande.

#### Anatomie.

*Lupe:* Die ganze Achse. Die Achsenstücke besitzen eine dünne, 1—2 mm dicke, spröde Rinde, welche außen von einer hellen (gelblichen oder grauen) Korkschicht (teilweise auch Borke) bedeckt ist und sich leicht vom Holze ablöst.

Dieselbe zeigt auf ihrer glatten, befeuchteten Querschnittfläche eine äußere weißliche Schicht (aus weißem Parenchym, teilweise mit Krystall-

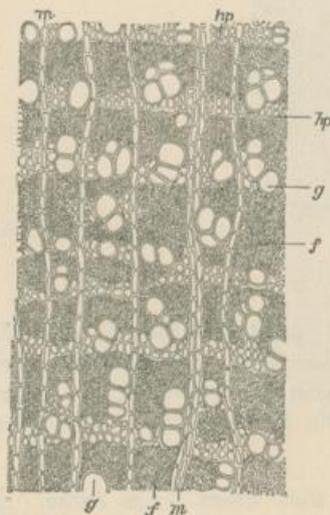


Fig. 381.

Querschnitt durch das Holz von *Quassia amara*.

Bezeichnungen wie bei Fig. 380.

65fach vergr.

drusen, nicht mit rhombischen Einzelkrystallen, wie bei dem Holz von *Picraena*, bestehend) und eine etwas stärkere hellbraune Schicht (gebildet von einem äußeren Ring gelber Steinzellen) und den innerhalb derselben liegenden, breiten, braunen Baststrahlen, die durch einreihige, helle Markstrahlen von einander getrennt sind. Das Holz erscheint bei Lupenbetrachtung ganz ähnlich wie das von *Picraena*, nur sind die Markstrahlen viel zarter, oft etwas geschlängelt, und die Gefäße enger. Das Holzparenchym tritt etwas sparsamer auf als bei der *Picraenarinde*.

*Mikroskop:* Das Holz. Das Holz besitzt im großen und ganzen denselben Bau wie dasjenige von *Picraena excelsa*; doch finden sich folgende Unterschiede. Alle Elemente sind enger, so daß das Holz dichter erscheint. Die Markstrahlen sind meist nur eine Zelle, selten zwei Zellen breit

und 5 bis 20 Zellen hoch. Die blind endigenden Streifen des Holzparenchyms treten im Querschnitte etwas seltener auf. Das Holzparenchym ist etwas spärlicher vorhanden. Die Holzfasern sind etwas (relativ) dickwandiger. Die Gefäße stehen einzeln oder zu 2 bis 5 in Gruppen zusammen; sie sind meist nur halb so weit als der Raum zwischen je zwei Markstrahlen, und ihre Tüpfeln sind meist etwas mehr in die Quere gestreckt, kurz spaltenförmig, kaum behoft. Oxalatkristalle kommen nicht im Holze vor (nur ganz vereinzelt im Marke). Blauschwarze Flecke, die

nicht selten im Holze von *Picraena* und *Quassia* vorkommen, rühren von einem Pilzmycel her.

*Chemie:* Das von der Rinde befreite Holz liefert 3,6 % Asche. Es läßt sich etwa 0,15 % Quassin daraus darstellen.

*Geschichte:* Holz, Rinde und Wurzel von *Quassia amara* wurden 1788 zuerst in die Londoner Pharmakopöe aufgenommen.

### v) **Lignum Guajaci.**

Guajakholz, Pockholz, Franzosenholz.

#### Litteratur.

*Chemie:* Flückiger, Pharmakognosie, II. Auflage, S. 454. — Hadelich, Journ. f. prakt. Chemie 1862, 87, S. 321. — Thierry, Journ. Pharm. (2), 27, S. 381. — Landerer, Repert. Pharm. 52, S. 94; 56, S. 83. — Hlasiwetz, Ann. Chem. Pharm. 112, S. 182; 119, S. 266. — Hlasiwetz und Barth, Ann. Chem. Pharm. 130, S. 346. — Righini, Journ. Chim. méd. 12, 355. — Deville, Compt. rend. 19, S. 137. — Ward, Rundschau f. d. Interessen d. Pharm. Chem. etc. 1885, S. 537.

*Stammpflanze:* *Guajacum officinale* L. (in seltenen Fällen auch *Guajacum sanctum* L.), Zygophyllaceae.

*Verbreitung der Stammpflanze:* *Guajacum officinale*, ein bis 10 m hoher Baum, wächst an der Nordküste Amerikas und auf den kleinen und großen Antillen. *Guajacum sanctum*, eine der vorigen sehr nahe stehende Species, kommt ebenfalls auf den großen Antillen, doch auch auf den Bahama-Inseln und in Florida vor.

*Ausfuhr:* Man verschifft das Holz von *Guajacum officinale* hauptsächlich von Port au Princes, Puerto Plata und St. Domingo auf St. Domingo, ferner von Rio Hacha, St. Marta, Sabanilla (Columbia) und von Puerto Cabello (Venezuela) aus. Für Europa sind London, Havre und Hamburg die hauptsächlichsten Stapelplätze der Ware. Die größte Menge der Ware findet Verwendung in der Technik.

*Morphologie:* Die Droge, wie sie der Großhandel liefert, besteht aus 10 bis 30 cm dicken Stücken der oberirdischen Achse, des Stammes und seiner Zweige. Die außen braune, 0,3–1 cm dicke Rinde ist meist von Borkenschuppen bedeckt, welche beim Ablösen unregelmäßig muschelförmige Vertiefungen hinterlassen. Die Rinde ist häufig entfernt. Die Schnittflächen sind gewöhnlich dunkel grünlichbraun gefärbt. Im Kleinhandel kommt das von der Rinde befreite Holz nur gerspelt oder geschnitten vor.

#### Anatomie.

*Lupe:* Die frische Querschnittfläche des Holzes ist nicht gleichmäßig gefärbt, sondern eine äußere, etwa 2 mm bis 2 cm dicke, jüngere

Partie (der Splint) ist hellgelb, das ältere, innere Holz (Kernholz) dunkelgelb bis hellbraun gefärbt. Vorzüglich das Kernholz nimmt an der Luft und am Lichte, infolge der Oxydation des Harzes, welches dasselbe durchtränkt, eine dunklere, gräugrüne bis braune Farbe an. Der ganze Querschnitt ist dabei sehr ungleichmäßig gefärbt, indem sich einmal unregelmäßige konzentrische Streifen von dunklerer und hellerer Farbe, dann auch schmale, das Holz in radialer Richtung durchsetzende, dunklere Streifen erkennen lassen. Diese Zeichnung rührt nur von ungleichmäßiger Einlagerung des das Holz färbenden Harzes her. Auf der glatten Querschnittfläche des Holzes erkennt man mit einer guten Lupe die Markstrahlen als sehr feine, hellere, dichtstehende, gerade Linien, die Gefäße als dunkle, relativ deutliche Punkte. Gruppen von Gefäßen sind teilweise in konzentrische Kreise geordnet, zwischen denen andere Gefäße locker zerstreut im Holze liegen. Das Holzparenchym ist nur bei sehr genauem Nachsehen an seiner helleren Farbe, in der Umgebung der Gefäße und in Form sehr zarter, kurzer Querstriche zu erkennen. Jahresringe lassen sich nicht mit Sicherheit nachweisen.

Das Holz ist äußerst fest, hart und schwer (spezifisches Gewicht 1,3). Dies rührt von der starken Verdickung der Sklerenchymfasern, von der Einlagerung des Harzes und von dem Verlauf der Sklerenchymfasern und der Gefäße her.

Sowohl die Sklerenchymfasern als die Gefäße laufen nämlich nicht parallel mit der Wachstumsachse, also senkrecht im Stamme abwärts, sondern (wie das auch bei anderen Hölzern, aber selten so ausgeprägt vorkommt) in tangentialer Richtung schräg. Das Holz besteht aus 1 bis 4 mm dicken, konzentrischen Lagen, in welcher jeder die Elemente eine besondere und gleichartige Richtung besitzen. Sie laufen in Wellenlinien, deren Hauptrichtung die der Achse ist, in den Zonen aufwärts. Die Länge der einzelnen Welle beträgt etwa 4 cm. Die Lagen bilden in der Peripherie der Stämme etwa einen Winkel von  $20^{\circ}$  mit dem Lothe oder vielmehr der Wachstumslinie des Stammes; in der Mitte der Stämme ist die Steigung geringer. Dazu kommt, daß die Elemente der aufeinander folgenden konzentrischen Lagen stets abwechselnd in entgegengesetztem Sinne geneigt sind. Neigen sich die Elemente der einen Zone nach rechts, so sind die darunter oder darüber liegenden Elemente der nächsten nach links geneigt etc.

Man trifft deshalb auch auf dem Querschnitte des Holzes selten eine Trachee oder eine Sklerenchymfaser genau quer. Will man einen Querschnitt durch die Elemente herstellen, so muß man eine Querscheibe des Holzes durchbrechen, sich an den Zacken des Bruches über die Richtung der Fasern orientieren und quer zu dieser, also quer zur Richtung eines Zahnes der Bruchfläche, schneiden.

*Mikroskop:* Die Markstrahlen des Holzes sind eine Zelle breit (Fig. 382, m) und 3 bis 6, meist 4 Zellen hoch (Fig. 384 und 383, m).

Die dazwischen liegenden Holzstränge zeigen die Breite von 3 bis 15, selten mehr, Sklerenchymfaserquerschnitten. Die in den Holzsträngen liegenden Gefäße (*g*) füllen meist den Raum zwischen je 2 Markstrahlen aus und stehen fast immer einzeln. Häufig sind die Gefäße sogar größer als der Raum zwischen zwei Markstrahlen, so daß die Markstrahlen von

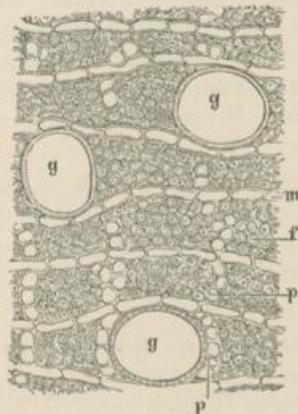


Fig. 382.

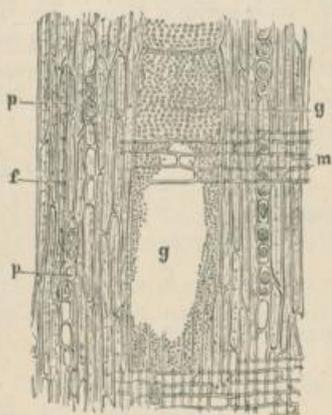


Fig. 383.

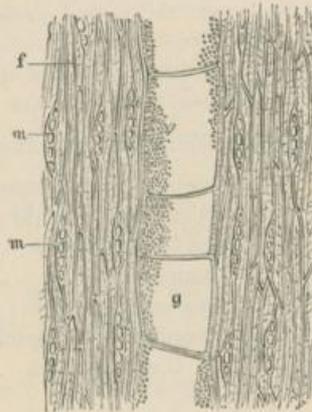


Fig. 384.

Fig. 382 Querschnitt, Fig. 383 radialer Längsschnitt, Fig. 384 Tangentialschnitt durch das Guajakholz.

*g* Gefäße. *m* Markstrahlen. *f* Sklerenchymfasern. *p* Parenchym.

190fach vergr.

(Nach Berg.)

denselben zur Seite gedrängt worden sind. Die Hauptmasse der Holzstränge wird von dickwandigen Sklerenchymfasern gebildet (*f* der Figuren). Auf dem Querschnitte erscheinen die Holzstränge durchbrochen von meist nur eine oder 2 Zellreihen dicken Bändern von Holzparenchym (*p*, Fig. 382), welche sich teilweise den Gefäßen dicht anlegen. Die Holzparenchym-

zellen führen teilweise unvollkommen ausgebildete Oxalatkristalle (*p*, Fig. 383).

Die Markstrahlzellen sind radial gestreckt, auf den Tangentialwänden grob rundlich getüpfelt, dünnwandig. Die Sklerenchymfasern sind sehr dickwandig, mit sehr engem Lumen und mächtig zahlreichen, schräg stehenden, spaltenförmigen Tüpfeln versehen. Die Gefäße sind kurzgliedrig, mit ringförmig durchbrochenen Zwischenwänden und mit sehr feinen, rundlich schwach behöft getüpfelten Seitenwänden versehen.

Außer ihnen kommen etwas weitlumigere, mit zahlreichen, spaltenförmigen Tüpfeln versehene Sklerenchymfasern vor, welche vielleicht als Tracheiden funktionieren.

Die Holzparenchymzellen sind dünnwandig, fast kubisch oder längsgestreckt, grob rundlich getüpfelt. Die Gefäße des Kernholzes und des älteren Splintes sind mit hellbrüunlichem Harze gefüllt. In dem Kernholze erfüllt das Harz auch teilweise die Höhlen und durchtränkt auch die Wände der Sklerenchymfasern.

*Chemie:* Aus dem trocknen Kernholze lassen sich durch Äther etwa 25 % Harz ausziehen. Das Kernholz liefert nur 0,6 % Asche. Das Harz des Kernholzes (Resina Guajaci) wird in der Heimat des Baumes, hauptsächlich durch Erhitzen der Stammstücke über freiem Feuer, aus dem Holze ausgetrieben und gesammelt; eine geringe Menge des Harzes (in Körnern) wird auch direkt vom Baume gesammelt, an dem es aus inneren oder äußeren Wunden austritt. Im Splinte findet man in den parenchymatischen Elementen des Holzes häufig Stärkekörner.

Aus dem Harze wurden erhalten:

Guajakonsäure (amorph) . . . . .	70,3
Guajakharzsäure (krystallisierbar) . . . . .	10,5
Guajak-Beta-Harz . . . . .	9,8
Gummi . . . . .	3,7
Aschenbestandteile . . . . .	0,8
Guajaksäure (krystallisierbar), Farbstoff, Unreinigkeiten . . . . .	4,9
	100,0

Die Guajakonsäure färbt sich durch Oxydationsmittel schön blau (nicht die Guajakharzsäure). Zieht man etwas Guajakholz mit Weingeist aus, giebt den Auszug auf einen flachen Teller und fügt einen kleinen Tropfen Eisenchloridlösung hinzu, so färbt sich der Auszug vorübergehend intensiv blau.

*Geschichte:* Die Spanier wurden zuerst mit dem Guajakholz bekannt, zu Ende des XV. Jahrhunderts, kurz nach der Entdeckung von St. Domingo. In Deutschland gebrauchte der kaiserliche Leibarzt Poll schon 1517 das Holz.

#### 4. Andere medizinisch verwendete Achsen und Achsenteile.

Rhizoma Caricis: *Carex arenaria* L., Cyperaceae. Norddeutschland.

Rhizoma Hellebori viridis, Nieswurz: *Helleborus viridis* L., Ranunculaceae. Südliches und mittleres Deutschland und Schweiz. Helleborein und Helleborin.

Rhizoma Hydrastis, Hydrastiswurzel: *Hydrastis canadensis* L., Ranunculaceae Helleboreae. Nordamerika. 1½ % Hydrastin, neben Berberin und Canadin.

Rhizoma Podophylli: *Podophyllum peltatum* Willdenow, Berberidaceae. Östlicher Teil Nordamerikas. Liefert bis 4 % Podophyllin. Podophyllin ist ein Gemenge, welches hauptsächlich aus Pikropodophyllin, Podophylloxidin, Podophylloquercetin und Podophyllinsäure besteht.

Rhizoma Serpentariae: *Aristolochia Serpentaria* L., Aristolochiaceae. Vereinigte Staaten.

Lignum campechianum, Blauholz: *Haematoxylon campechianum* L., Leguminosae-Caesalpiniaceae. Westindien, Centralamerika. Liefert Blauholzextrakt. Hämatoxylin.

Lignum Fernambuci, Rotholz, Brasilienholz: *Caesalpinia echinata* Lamark, Leguminosae-Caesalpiniaceae. Nördliches und mittleres Brasilien. Brasilin.

Lignum Juniperi, Wachholderholz: *Juniperus communis* L., Coniferae.

Lignum Sandali, Lignum Santalinum rubrum, rotes Sandelholz: *Pterocarpus santalinus* L. f., Südindien. Roter Farbstoff.

Lignum Sandali, weißes oder gelbes Sandelholz: *Santalum album* L., Santalaceae. Sundainseln und Vorderindien. Ätherisches Öl.

Cortex Copalchi: *Croton niveus* Jacquin, Euphorbiaceae. Von Mexiko bis Südamerika.

Cortex Evonymi atropurpurei, Wahoo: *Evonymus atropurpureus* Jacquin, Celastrineae. Mittlerer und nördlicher Teil der Vereinigten Staaten. Evonymin, Atropurpurin, 14–15 % Asche.

Cortex Quebracho: *Aspidosperma Quebracho* Schlechtendal, Apocynaceae. Westprovinzen von Argentinien. 0,2 % Aspidospermin, 0,3 % Quebrachin, 3,5 % Gerbstoff.

Cortex Quillajae, Panamaholz, Seifenrinde: *Quillaja Saponaria* Molina, Rosaceae. Chile und Peru. Saponin, Quillajasäure und Sapotoxin.

Cortex Rhamni Purshiana, Cascara sagrada: Rhamnus Purshiana O. C. Rhamnaceae. Vereinigte Staaten. Emodin, Frangulin (?).

#### § 4. Die Laubblätter.

##### 1. Spezielle Morphologie der Laubblätter.

Die Laubblätter, deren allgemeinste Merkmale wir schon auf S. 13 angegeben haben, sind von so großer biologischer Bedeutung für die Pflanze, daß ihr fast allgemeines Vorkommen und die große Mannigfaltigkeit ihrer Form, welche mit der sorgfältigen Anpassung der wichtigen Organe an die Verhältnisse der Standorte in Beziehung steht, nicht auffällig erscheinen kann.

Die große Mannigfaltigkeit der Form der Blätter bei verschiedenen Pflanzenspecies und die verhältnismäßig große Konstanz derselben, vorzüglich auch der Nervatur, für jede Species, macht es auch dem Pharmakognosten leicht, die officinellen Blätter im ganzen Zustande oder in größeren Bruchstücken zu charakterisieren und zu erkennen. Wir wollen auf die Morphologie der ausgewachsenen Blätter hier etwas näher eingehen, uns dagegen nicht mit ihrer Entwicklungsgeschichte beschäftigen. Obgleich letztere für das Verständnis des fertigen Blattes nicht ohne Bedeutung ist, würde uns deren Betrachtung, für unsere Zwecke, doch unnötig weit führen.

Wir teilen die Laubblätter in 3 Gruppen ein und unterscheiden 1. vollkommen einfache Laubblätter, solche deren Spreite gänzlich unverzweigt erscheint, an deren Spreitenrand sich höchstens ganz kleine, flache Einschnitte befinden, 2. verzweigte Blätter, bei denen die Zweige nicht als gesonderte Blättchen auftreten, 3. verzweigte Blätter, bei denen die Blattzweige in Form gesonderter Blättchen entwickelt sind, sogenannte „zusammengesetzte“ Blätter, und betrachten zuerst die Eigenschaften der Blätter der ersten Gruppe genauer.

##### a) Die einfachen Laubblätter.

Bei sehr vielen einfachen Laubblättern lassen sich 3 Regionen deutlich unterscheiden: der Blattgrund, der Stiel, die Blattspreite; bei anderen, weniger vollkommen gegliederten Blättern ist der Blattstiel nicht entwickelt oder auch der Blattgrund nicht besonders auffällig ausgebildet.

##### a) Der Blattgrund

ist in vielen Fällen nur als schwächere oder stärkere Anschwellung der Basis des Blattes ausgebildet, in anderen Fällen scheidenförmig verbreitert, wie z. B. bei *Ranunculus Ficaria* (Fig. 385) und *Menyanthes trifoliata* oder bei den Blättern von *Urginea Scilla* und *Veratrum album*, in noch anderen Fällen noch reicher differenziert, indem Nebenblätter auftreten.