

Der japanische Lackbaum,

Rhus vernicifera DC.

Eine morphologisch-anatomische Studie

von

M. Möbius.

Mit 1 Tafel und 29 Abbildungen im Text.

Die genauere anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung einer Pflanzenart scheint mir nicht ohne Wert zu sein und in mehrfacher Weise Nutzen zu bringen. Zunächst sehen wir, wie weit sich auch in diesem Falle die allgemeinen Regeln bestätigen, zu welchen die Organographie aus den früheren Beobachtungen gelangt ist, sodann wird durch eine solche monographische Bearbeitung fast immer der eine oder andere, wenn auch kleine Beitrag zur Erweiterung der allgemeinen Anatomie, Morphologie oder eines anderen Faches geliefert werden, und schliesslich dient eine solche Untersuchung auch systematischen Zwecken, indem sie zeigt, wie weit für die betreffende Art zutrifft, was man für die Gattung oder Familie für charakteristisch hält. Von diesem Gesichtspunkte aus würde es ohne Bedeutung sein, welche Pflanzenart man zur monographischen Bearbeitung auswählt, ebenso berechtigt würde es sein, eine sehr häufige Pflanzenart als eine sehr seltene genau zu untersuchen, besonders werden sich auch die Nutzpflanzen zu diesem Zwecke empfehlen, bei denen es doch schon in den meisten Fällen erforderlich ist, den Bau der besonders zur Verwendung kommenden Teile eingehend zu studieren, um sie möglichst zweckmässig auszunutzen; die Kenntnis der übrigen Teile bietet dann eine wünschenswerte Ergänzung und Vervollständigung.

So sind denn auch mehrere Nutzpflanzen, wie Hopfen, Gerste, Tabak, in allen Teilen gut untersucht und beschrieben worden. Äußere Gründe geben schliesslich den Ausschlag für die Wahl der Pflanzenart, nämlich die Beschäftigung mit den Produkten der Pflanze oder die Verfügung über reichliches Material oder, was die Regel sein wird, beides. Da mir nun in dem Frankfurter botanischen Garten, von dem in mehrfacher Hinsicht interessanten japanischen Lackbaum (*Rhus vernicifera* DC.) ein Material an fruchtbaren Bäumen zur Verfügung steht, wie es sich wohl nirgends sonst in Deutschland findet, so wurde ich hierdurch geradezu aufgefordert, diesen Baum genauer zu studieren und seinen Aufbau, die Struktur seiner einzelnen Teile und deren Entwicklung zu beschreiben, nachdem ich als vorläufige Mitteilung die Bildung des Wachses in dem Mesocarp der Früchte beschrieben habe (Lit. 55).¹ Auch dürfte es erwünscht sein, von dem Baum und seinen wesentlichen Teilen korrekte Abbildungen zu geben, denn mir wenigstens sind aufser der alten (1712) und ziemlich mangelhaften Abbildung von Kaempfer (Lit. 1) und einer neueren photographischen Darstellung des Habitus (Lit. 57) keine bekannt, abgesehen von den Abbildungen der Frucht und ihren Teilen in dem Werk Gaertners (Lit. 4) und der Abhandlung A. Meyers (Lit. 18).

Hinsichtlich dessen, was über den japanischen Lackbaum im allgemeinen und die im Frankfurter botanischen Garten kultivierten Exemplare bereits geschrieben worden ist, kann ich auf das am Schlufs gegebene Litteraturverzeichnis verweisen, für dessen Vollständigkeit ich allerdings nicht bürgen kann: ich habe zusammengestellt, was ich an Angaben gefunden habe und verweise auch auf die von Arthur Meyer (Lit. 18, p. 101) zusammengestellten 38 Zitate. Aufser der oben genannten Arbeit von Arthur Meyer und der Beschreibung von Rein (Lit. 36) kommen die Angaben von Engler (Lit. 33) für die Spezies im allgemeinen am meisten in Betracht.

Die folgende Darstellung bezieht sich also auf die im hiesigen Garten kultivierten Exemplare, die teils direkt aus Japan stammen, teils aus hier geernteten Früchten gezogen sind. Die ältesten Bäume sind jetzt, im Jahre 1899, bereits 22 Jahre alt. Über ihre Herkunft und ihre Entwicklung in der ersten Zeit hat 1881 Geyler berichtet (Lit. 27). Die Höhe von 14 in einer Reihe stehenden Bäumen beträgt nach meinen, im Frühjahr 1898 angestellten Messungen 8—11 m, der Stammumfang in Brusthöhe 41—66 cm. Den letzten kalten Winter 1894/95 haben die Pflanzen ebensogut wie die früheren überstanden. Von Beobachtungen, die sich auf die Kultur des Baumes beziehen, wäre hier vielleicht noch mit-

¹ Diese Angaben beziehen sich auf das am Schlufs der Arbeit zusammengestellte Litteraturverzeichnis.

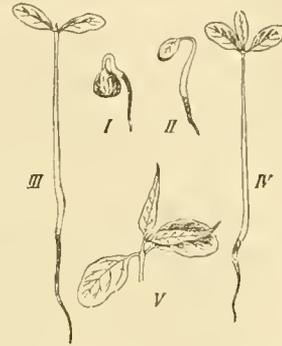
zuteilen, daß im Jahre 1890 mehrere der aus der ersten Saat stammenden Bäume versetzt wurden und diese Operation sehr gut vertragen haben, wonach wohl anzunehmen ist, daß überhaupt bei dieser Pflanze auch ältere Bäume ohne Schaden versetzt werden können.

Wir können uns also nun zur Darstellung der an den

Pflanzen des hiesigen Gartens gemachten Beobachtungen wenden und beginnen mit der Keimung und ersten Entwicklung der Keimlingspflanzen. Die Samen keimen im Frühjahr nach der Reifung ohne Schwierig-

keit und es entwickeln sich auch bisweilen Keimlinge im Garten aus den abgefallenen Früchten. Nach dem Heraustreten des

Würzelchens aus der Fruchtschale wächst es rasch in die Erde hinein, darauf beginnt sich auch das hypocotyle Glied zu strecken, es richtet sich auf und zieht dabei die flach aufeinander liegenden Keimblätter aus der Frucht- und Samenschale heraus (Fig. 1, I—III). Dieselben breiten sich aus und erreichen eine Länge von 2 cm, sie sind verkehrt eiförmig und ganzrandig. Nicht selten treten auch Keimlinge mit 3 Keimblättern auf, wenigstens beobachtete ich dies in einer 1897 gemachten Aussaat in Töpfen (Fig. 1. IV). Bald darauf schiebt sich auch die Knospe des Sprosses aus dem Winkel der Kotyledonen heraus und werden die ersten Laubblätter entfaltet; sie sind noch einfach, lanzettförmig, ganzrandig und kaum länger



1. Keimung. I, II. Beginn der Keimung. III. Normaler Keimling mit 2 Keimblättchen. IV. Keimling mit 3 Keimblättchen. V. Spitze eines älteren Keimlings mit 2 Keimblättchen und den 2 ersten Laubblättchen.

$\frac{1}{2}$ der natürl. Gröfse.



2. Einjährige Keimpflanze im Herbst; die Keimblätter und ersten Laubblätter sind abgefallen.

$\frac{2}{3}$ der natürl. Gröfse.

als die Keimblätter (Fig. 1, V). Erst das dritte oder vierte Laubblatt ist gefiedert und solcher Blätter bringt die Pflanze im ersten Jahre etwa 5 hervor, sie besitzen aber nur ein Paar von Fiederblättchen und ein Endblättchen (Fig. 2). Besonders auffallend ist, daß diese Fiederblättchen der Blätter des ersten Jahres einen gesägten Rand besitzen; manchmal tritt nur ein Sägezahn auf jeder Seite auf, an den größeren Blättchen finden sich gewöhnlich 2, 3 oder 4 Zähne; das Endblättchen, als das größte, ist stärker gesägt als die Seitenblättchen. Die Zähne sind scharf zugespitzt und der Einschnitt des Blattes vor den Zähnen bildet ebenfalls einen scharfen Winkel; das Ende eines jeden Blättchens ist wie bei den späteren Laubblättern in eine längere Spitze, die man jetzt als Träufelspitze zu bezeichnen pflegt, ausgezogen. Diese Form der ersten Blättchen mit gesägtem Rande ist vielleicht phylogenetisch zu deuten, durch die Annahme, daß *Rhus vernicifera* mit ganzrandigen Fiederblättern von einer Art mit gesägten Fiederblättern abstammt, geradeso wie die *Acacia*-Arten mit Phyllodien ihre Abstammung von Arten mit gefiederten Blättern durch das Auftreten gefiederter, nicht auf Phyllodien reduzierter Erstlingsblätter, anzeigen. Vom biologischen Standpunkte könnte man dagegen sagen, daß das Auftreten von Zähnen am Rande der jungen Fiederblätter gewissermaßen einen Ersatz für die geringe Anzahl der Fiederblättchen, in die das ganze Blatt geteilt ist, bietet.¹ Im zweiten Jahre tritt an den neuen Blättern Zahnbildung am Rande nicht mehr oder nur ganz vereinzelt auf.

Die 1897 gezogenen und ins Land gesetzten Keimpflanzen bildeten bis zum Herbst desselben Jahres ca. 12 cm hohe, dünne, verholzte, natürlich noch unverzweigte Stämmchen, die ihre Blätter zu gleicher Zeit wie die großen Bäume verloren. Das Würzelchen des Keimlings ist zur Pfahlwurzel geworden, welche schwache Seitenwurzeln getrieben hat. Die Blätter des zweiten Jahres sind schon stärker gefiedert, es sind nämlich an den größeren Blättern 3 Paare von Fiederblättchen vorhanden, die, wie schon erwähnt, ganzrandig sind, und in ihrer Gestalt denen der Blätter an den Bäumen gleichen, aber be-

¹ Die Keimpflanzen von *Rhus succedanea*, welche Art ebenfalls ganzrandige Fiederblättchen besitzt, scheint auch gesägte Blätter zu bilden, wie A. Meyer (Lit. 18, p. 109) angiebt, indem er sagt: „Eigentümlicher Weise zeigt eines der Exemplare, welche in Frankfurt aus Samen gezogen sind, die Herr Professor Rein vom deutschen Consul in Nagasaki erhalten hat, völlig gesägte Blätter, während bei einem zweiten, dessen Aussehen ganz mit dem Herbariumsexemplare stimmt, nur an den Blättern eines kleinen Seitenzweiges einzelne deutliche Sägezähne auftreten. Vielleicht schwinden die Zähne in älteren Wachstumsstadien (?). Jedenfalls wäre es interessant, dieses Verhältnis einmal näher ins Auge zu fassen, da man schon 1859 aus Samen, die in einer Kiste mit Japantalg gefunden waren, eine Pflanze mit gesägt-gezähnten Blättern erhielt, als man sie im Regentpark in London ausgesät hatte.“

deutend kleiner sind. Eine kräftige, aber nicht besonders große, zweijährige Keimpflanze zeigte im Anfang Oktober folgende Verhältnisse: der Stamm war 33 cm hoch, wovon ca. 20 cm auf den diesjährigen Trieb kommen und trug 12 Blätter, von denen das siebente am größten, nämlich von dem Ansatz bis zur Spitze des Endblättchens 40 cm lang war, das sechste und achte fast ebenso groß waren. Die drei untersten Blätter hatten sich zu dieser Zeit schon gelb gefärbt. Der Zuwachs des Stammes wird also nach dem ersten Jahre beträchtlicher und vom dritten, seltener schon vom zweiten Jahre an beginnt auch Verzweigung einzutreten. Wir wollen aber die Entwicklung der jungen Pflanzen nicht ins Einzelne von Jahr zu Jahr verfolgen, was umsoweniger notwendig ist, als bereits Geyler (Lit. 27) über die Wachstumsverhältnisse des Lackbaums in den ersten Lebensjahren berichtet hat. Wir wenden uns den Verhältnissen der zum Baume erwachsenen Pflanze zu und untersuchen erst ihre vegetativen Teile und sodann ihre Blüten und Früchte.

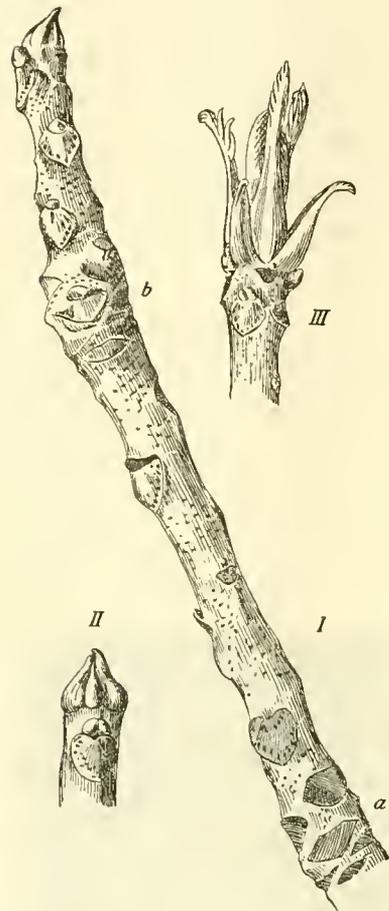
Morphologie von Stamm und Blatt. Durch seinen geraden Stamm, seine breite kuppelförmige Krone und seine reiche Belaubung bietet der Lackbaum einen erfreulichen Anblick und kann als ein schöner Baum und eine Zierde des Gartens bezeichnet werden: er erinnert an den Götterbaum, *Ailanthus glandulosa*. Die männlichen und weiblichen Exemplare sind in Höhe und Stärke nicht verschieden, allein sie sind im Habitus, besonders gut im entlaubten Zustande daran zu unterscheiden, daß die männlichen Bäume etwas sparriger verzweigt sind, indem die Hauptäste einen größeren Winkel mit dem durchgehenden Hauptstamm bilden, sich also etwas flacher ausbreiten. An unseren Exemplaren beginnt die Verzweigung der Krone 7 bis 12 Fuß über dem Erdboden, die Stämme haben, nach der oben erwähnten Messung in Brusthöhe einen Umfang von 41—66 cm, also einen Durchmesser von etwa 13—30 cm. Der Stamm ist ziemlich zylindrisch und durch die Borkenbildung wird die Oberfläche nicht sehr unregelmäßig, da die Borke der Länge des Stammes nach in kurzen dünnen Stücken abblättert. Die Rinde ist bräunlichgrau, von Längsfurchen durchzogen und mit Querreihen von warzenähnlichen Gebilden, den Lenticellen besetzt (Fig. 3). Die Krone zeigt einen etagenförmigen Aufbau und wie aus dem Bild des Baumes im winterlichen Zustand ersichtlich



3. Ein Stammstück, um die Borke zu zeigen
 $\frac{1}{2}$ d. nat. Größe.

ist (Taf. I, Fig. 1), eine grobe Verästelung ohne Auflösung in eine feine Verzweigung: eine derartige Erscheinung bieten die meisten Bäume mit großen geteilten Blättern, wie z. B. *Ailanthus glandulosa*, *Juglans*-Arten und *Aesculus hippocastanum*.

Die Bildung der Krone hängt natürlich von der Stärke des Zuwachses an den einzelnen Trieben, der Zahl und Stellung der Seitenäste an dem austreibenden Hauptast und



4. I. Spitze eines Zweiges aus der Krone im winterlichen Zustand. a—b: Trieb des Jahres 1895, b bis zur Spitze: Trieb des Jahres 1896. II. Die Endknospe desselben Zweiges von unten gesehen, III. Entfaltung der Endknospe (21. IV. 1897). $\frac{2}{3}$ d. nat. Gröfse.

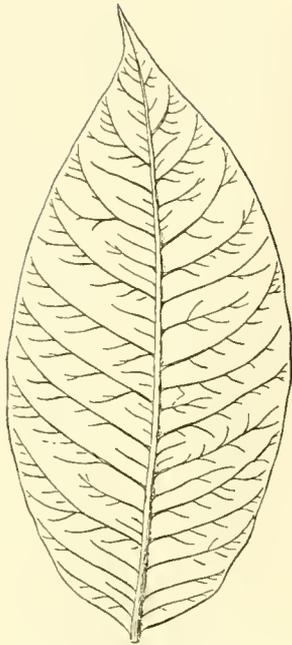
dem Verhältnis zwischen dem Wachstum von Haupt- und Nebenästen ab. Man kann dies an einem austreibenden stärkeren Aste des Lackbaumes sehr schön studieren (Fig. 4) und schon der winterliche Zustand zeigt deutlich die Wachstumsweise: Die starke Endknospe zeigt den monopodialen Aufbau an, während die Seitentriebe in den Achseln der obersten Blattnarben angelegt sind. Die Winterknospen unterhalb der Endknospe entwickeln einige wenige Seitenzweige, an denen in dem Jahre ihrer Entstehung noch keine Blüten gebildet werden. Durch das Austreiben der Endknospe dagegen verlängert sich der Haupttrieb und an diesem Zuwachsstück werden etwa ein Dutzend Blätter gebildet, von denen die meisten in ihren Achseln Blütenrispen entwickeln; hierbei verhalten sich die männlichen und weiblichen Exemplare etwas verschieden, wie weiter unten noch genauer beschrieben werden wird. Bei den Stockausschlägen und den von der Spitze der Hauptäste entfernter stehenden Zweigen bleiben auch die Zuwachstriebe aus den Endknospen blütenlos; ebenso natürlich an den jungen Pflanzen, bevor sie in das Alter der Blühbarkeit gelangt sind.¹ Dafür ist an den jungen Pflanzen und an den Stockausschlägen der Zuwachs aus der Endknospe auch im allgemeinen bedeutender, als an den Zweigen der Krone an größeren Bäumen: an den Stockausschlägen kann sich der Haupttrieb in einem Jahre z. B. um 54 cm verlängern (1897). An den Zweigen ist der Zuwachs manchmal nur gering und richtet sich

¹ Nach Rein (Lit. 36, p. 187) fruktifizieren die Bäume in Japan vom achten Jahre an. In Frankfurt trugen sie 1886 die ersten Früchte, also im neunten Jahre.

nach der Witterung des Sommers, in dem der Austrieb erfolgt; er beträgt in warmen und sonnigen Sommern mehr als das doppelte als wie in kühlen und feuchten, so z. B. an dem in Fig. 4, I. dargestellten Spross, ist das untere, 1895 gebildete, Zuwachsstück ca. 12 cm, das obere, 1896 gebildete, ca. 6 cm lang. Die Knospen brechen Ende April (1897) oder Anfang Mai (1898) auf; die äußersten Knospenschuppen werden bald abgeworfen und später auch die nächsten Blattgebilde, welche Übergänge zwischen Knospenschuppen und Laubblättern darstellen, indem auf einem verbreiterten Basalteile ein rudimentäres Fiederblatt sitzt (Fig. 4, III). Es ist dies dieselbe Erscheinung, wie man sie an anderen Bäumen mit großen gefiederten Blättern beobachten kann, z. B. an *Ailanthus glandulosa* und *Juglans*-Arten. Es bilden sich also an einem Triebe 10—12 normale Laubblätter aus, die in ca. sechs Wochen ihre volle Größe erreichen. Die Blätter stehen in spiraliger Stellung einer höheren Reihe, wahrscheinlich in $\frac{8}{21}$ -Stellung.

Die Blattspindel sitzt mit breiter Basis an, so daß sie beim Abfallen eine dreieckige oder schwach herzförmig gestaltete Narbe hinterläßt; über der Ansatzstelle zeigt die Blattspindel eine starke Anschwellung, ein Gelenkpolster, in welchem ein nachträgliches, ungleichseitiges Wachstum stattfinden kann, um die Blattflächen in eine günstige Lichtlage zu bringen, wie ich es an anderer Stelle (Lit. 59) ausführlicher beschrieben habe (Taf. I, Fig. 2). Diese Anschwellung, welche ca. 8 mm dick ist, erstreckt sich auf ca. 1 cm, von da an verjüngt sich die Spindel auf die Hälfte dieser Stärke.

Das ganze Blatt (Taf. I, Fig. 3) von der Ansatzstelle der Spindel bis zur Spitze des Endblattes gemessen, wird 50—60 cm lang. Die Spindel trägt 11 oder 13 Fiederblätter, die mit einem sehr kurzen, oft kaum erkennbaren Stiele ansitzen; die seitlichen Fiederblätter sind 15—20 cm lang, das Endblatt sonst von derselben Beschaffenheit wie jene, ist manchmal etwas kleiner, häufiger aber größer als dieselben und wird bis 27 cm lang. Der größte Breitendurchmesser beträgt etwa ein Drittel des Längendurchmessers, nur bei den Wasserreisern sind die Fiederblätter breiter, manchmal $\frac{2}{3}$ so breit wie lang, und überhaupt, was ja auch an anderen Bäumen eine gewöhnliche Erscheinung ist, etwas größer. Die Fiederblätter sind ganzrandig und ihre Gestalt ist eiförmig; am Grunde sind sie etwas verschmälert, am oberen Ende in eine deutliche Spitze (sogen. Träufelspitze) ausgezogen. Von dem Mittelnerven entspringen jederscits 10—12 Seitennerven in einem Winkel von ca. 60°, die im Bogen nach dem Rande verlaufen und sich hier in feinere Nerven auflösen, die Nerven dritter Ordnung gehen hauptsächlich von der äußeren Seite derer zweiter Ordnung aus.



5. Eine Blattfieder mit Angabe der Nervatur.
 $\frac{2}{3}$ der natürl. Größe.

Fig. 5 zeigt besser als die Beschreibung die Gestalt und Nervatur eines Fiederblattes. Einen Unterschied von Sonnen- und Schattenblättern konnte ich äußerlich so wenig wie anatomisch bemerken. Das ganze Blatt ist in der Jugend mit feinen weichen Haaren besetzt, die aber am ausgebildeten Blatte mehr oder weniger vertrocknet, zum Teil auch abgefallen sind. Die Unterseite ist etwas matter gefärbt als die tiefgrüne Oberseite.

Gegen Ende September beginnt die herbstliche Verfärbung der Blätter; die meisten nehmen dabei eine strohgelbe Farbe an, nur einzelne und zwar besonders solche an den Stockausschlägen zeigen eine schöne Rötung, indem burgunderrote Streifen zwischen den Seitennerven auftreten, während der übrige anfangs noch grüne Teil später braungelb wird.¹ Ungefähr einen Monat nach Eintritt der Verfärbung, also gegen Ende Oktober, in einzelnen Jahren auch später, haben die Bäume ihr Laub größtenteils abgeworfen. Die Blätter fallen entweder gleich vollständig ab oder es lösen sich zuerst die Fiederblätter durch eine an ihrer Basis auftretende Trennungszone von der Blattspindel, die dann noch kurze Zeit am Baume verbleibt und sich dann am Grunde des Blattpolsters sehr glatt und sauber vom Zweige trennt. Ein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Bäumen ist in Hinsicht auf die Belaubung und den Blattfall nicht zu bemerken.

In der Anatomie von Stamm und Blatt beginnen wir zweckmäßiger Weise mit dem letzteren, weil dieses, als ein sein Wachstum bald abschließendes Organ, die einfacheren Verhältnisse zeigt. Dabei müssen wir aber die verschiedenen Teile des Blattes gesondert betrachten, nämlich die Blattspindel, deren polsterförmig verdickten unteren Teil, den Stiel und die Spreite der einzelnen Fiederblätter. Die anatomischen Verhältnisse des Gelenkpolsters und der Blattspindel habe ich an anderer, oben schon zitierter Stelle (Lit. 59) beschrieben, wobei es darauf ankam, zu zeigen, wie der ungleiche anatomische Bau beider Teile ihren verschiedenartigen Funktionen, nämlich das im allgemeinen dünnwandige, von

¹ Wie ich hier gleich bemerken will, beruht die Rotfärbung solcher Blätter auf dem Auftreten eines roten Zellsaftes in den Pallisadenzellen und in vereinzelt Zellen des übrigen Mesophylls, während die Oberhautzellen farblos bleiben.

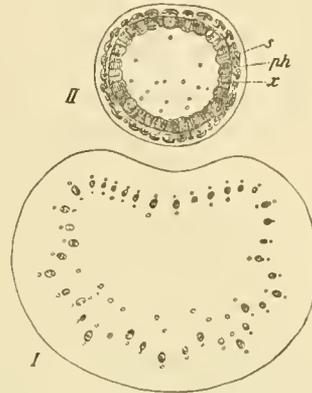
vielen dünnen Gefäßbündeln durchzogene Gewebe des Gelenkpolsters seiner Biegungsfähigkeit, das teilweise sclerenchymatische Gewebe mit seinen weniger zahlreichen, aber in einen festen Ring geordneten Gefäßbündeln in der Blattspindel deren Biegungsfestigkeit entspricht. Der Vollständigkeit wegen wiederhole ich hier die dort gegebene Beschreibung:

Der Querschnitt durch das Gelenkpolster, Fig. 6 I, ist nach unten etwa halbkreisförmig begrenzt, die obere Begrenzungslinie zeigt in der Mitte eine schwache Einbuchtung nach unten. Unter der kleinzelligen Epidermis finden wir 2—3 Lagen quergestreckter, schwach collenchymatisch verdickter Zellen und dann eine breite Collenchymzone, die allmählich in das dünnwandige Grundgewebe übergeht, in dem die zahlreichen einzelnen Gefäßbündel in einer ungefähr der äußeren Umgrenzung parallel verlaufenden Linie angeordnet sind. Es sind über 40 Gefäßbündel, abwechselnd kleinere und gröfsere, letztere etwas weiter nach aufsen geschoben, bis fast an das Collenchym. Das innere Grundgewebe oder Mark wird von einem grofszelligen, dünnwandigen Parenchym gebildet, zwischen dessen Zellen nur sehr kleine, dreieckige Intercellularräume auftreten.

Die Gefäßbündel sind durch breite Markstrahlen voneinander getrennt. Nur die Holzgefäße haben verdickte Wände, sonst besteht alles Gewebe, abgesehen von dem äußeren Collenchym, aus dünnwandigen Zellen. Jedes Gefäßbündel führt im Phloem einen Harzgang, die gröfseren Bündel werden auch auf der inneren Seite von je einem Harzgang begleitet und auf der unteren Hälfte des Polsterquerschnittes finden sich auch einzelne Harzgänge frei im Mark. Das ganze Grundgewebe ist sehr reich an grofsen Drusen, neben denen auch grofse Einzelkrystalle auftreten.

Der Querschnitt der Blattspindel (Fig. 6 II) zeigt in seinem Umrifs nicht die Einbuchtung auf der oberen Seite, ist aber nach unten gleichfalls stark gewölbt, sein Durchmesser ist nur etwa halb so grofs, wie der des Gelenkpolsters (vor dem ersten Fiederpaare 3—4 mm, während der Querdurchmesser des Polsters über 8 mm beträgt).

Die Epidermis besitzt hier Spaltöffnungen, während solche am Gelenkpolster fehlen. Unter der Epidermis liegt zunächst eine Collenchymschicht von 3—4 Lagen, sie wird aber stellenweise durch das darunter liegende, aus dünnwandigen Zellen bestehende Assimilations-



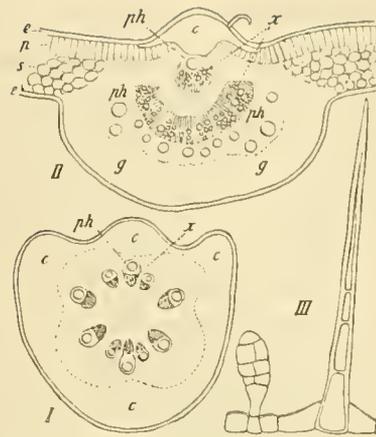
6. I. Querschnitt durch das Gelenkpolster der Blattspindel mit Angabe der Gefäßbündel und Harzgänge. II. Querschnitt durch die Blattspindel selbst:
 x Xylem, ph Phloem,
 s Sclerenchymbelege, die kleinen Kreise sind die Harzgänge.

gewebe unterbrochen. Auf letzteres folgt nach innen eine mehrschichtige Lage quer-gestreckter, radial zusammengedrückter, stark collenchymatisch verdickter Zellen und nach innen wird die Rinde durch eine ringsum geschlossene Stärkescheide be-grenzt. Die Gefäßbündel bilden ebenfalls einen geschlossenen Ring, die Xylemzellen mit Einschluss derer der schmalen Markstrahlen haben dicke und verholzte Wände. Das Phloem bildet einen schmalen Ring, den primären Phloemteilen entspricht ein gröfserer Harzgang und um jeden derselben herum liegt nach aufsen eine breite sichel-förmige Gruppe von Bastfasern.

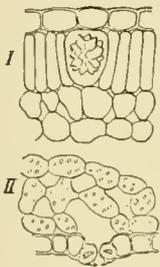
Diese Sclerenchymbelege reichen bis an die erwähnte Stärkescheide und stofsen seit-lich aneinander oder sind höchstens durch einige wenige, dünnwandige Zellen getrennt. Das von dem, aus Bastfaserbelegen und Xylem bestehenden Festigungsring umschlossene Mark nimmt den bei weitem gröfsten Teil des Querschnittes ein und besteht aus dünnwandigen Zellen, die wenige Interzellularen zwischen sich lassen; in diesem Gewebe finden sich auch einzelne Harzgänge. Krystalldrüsen kommen auch vor, aber bei weitem nicht so reichlich wie im Gelenkpolster.

Ein Querschnitt durch den Stiel des einzelnen Fiederblattes (Fig. 7 I) zeigt folgende Verhältnisse. Der Umrifs ist annähernd halbkreisförmig mit der Wölbung nach unten, die obere Begrenzung ist aber nicht gerade, sondern zeigt zwei Einsenkungen, die von zwei Furchen auf der oberen Seite des Blattstieles herrühren; die mittlere Erhebung zwischen diesen beiden Furchen ist am stärksten. Die Gefäßbündel sind rings um ein kleines dünnwandiges Markgewebe verteilt und zwar so, dafs den drei Erhebungen auf der Oberseite drei gröfsere von je einem grofsen Harzgange begleitete Gefäßbündel entsprechen und ebenfalls drei derartige Bündel nach der Wölbung der Unterseite zu liegen, zu beiden Seiten der medianen Bündel liegen noch kleinere Bündel mit kleineren Harzgängen. Bast-faserbelege wie in der Blattspindel, sind bei den Gefäßbündeln des Einzelblattstiels nicht entwickelt. Die Rinde ist breit und gröfstenteils collenchymatisch; das Collenchym ist am stärksten unter dem mittleren Vorsprung, in den oberen Ecken, auf der Mitte der Unter-seite und in der Mitte auf jeder der beiden Seiten; seine Zellen nehmen nach aufsen an Gröfse ab. In Rinde und Mark, besonders in ersterer, sind sehr viele Drüsen und Einzel-krystalle vorhanden; markständige Harzgänge kommen hier gar nicht mehr vor. Wie man sieht, ist also der anatomische Bau des Einzelblattstieles wesentlich anders als der in der Hauptspindel und steht ungefähr in der Mitte zwischen diesem und dem des Gelenkpolsters.

Die Blattspreite ist sehr einfach gebaut. Wir sehen auf dem Querschnitte durch dieselbe (Fig. 7 II) das Pallisadenparenchym, das etwa ein Drittel von der ganzen Dicke des Mesophylls einnimmt, sich ziemlich scharf gegen das Schwammparenchym abheben, das aus ca. 5 Zellenlagen besteht und grofse Interzellularen zwischen den unregelmäfsig gestalteten und mit ihren vorspringenden Teilen verbundenen Zellen besitzt. Eine Veränderung in diesen Verhältnissen, je nachdem die Blätter stärker der Sonne exponirt sind oder mehr im Schatten stehen, habe ich, wie schon oben erwähnt, nicht bemerkt. Zellen mit Krystalldrusen kommen sowohl im Schwammgewebe, wie im Pallisadenparenchym vor: in diesem sind sie manchmal fast so hoch, dabei aber bedeutend breiter, wie die Assimilationszellen (Fig. 8 I). Die Epidermis der Oberseite besteht aus flachen, mit buchtigen Wänden ineinander gefügten Zellen und besitzt einzelne Spaltöffnungen. Die Epidermiszellen



7. I. Querschnitt durch den Stiel des einzelnen Fiederblattes.
 II. Querschnitt durch die Mittelrippe und angrenzenden Teile.
 x Xylem, ph Phloem mit Harzgängen, c Collenchym, g farbloses Grundgewebe, e Epidermis, p Pallisadenparenchym, s Schwammparenchym.
 III. Epidermis mit einem Köpfchen- und einem Borstenhaar.



8. I. Querschnitt durch die Oberseite der Blattspreite mit einer Krystallzelle im Pallisadenparenchym.

II. Querschnitt durch die Unterseite der Blattspreite mit einer Spaltöffnung.

auf der Blattunterseite haben eine ähnliche Gestalt, sind aber beträchtlich kleiner und auch niedriger. Die Spaltöffnungen (Fig. 8 II) sind auf der Unterseite viel häufiger und ziemlich gleichmäfsig über die Blattfläche verstreut, abgesehen natürlich von den Stellen, wo die Nerven verlaufen. Der Querschnitt zeigt deutlich, dafs die Schließzellen etwas über das Niveau der anderen Epidermiszellen erhoben sind; durch zwei Cuticularleisten, die im Querschnitt als Hörnchen erscheinen, wird ein kleiner Vorhof gebildet; ein Hinterhof fehlt und der Spalt führt direkt in die ziemlich grofse Atemhöhle. Der Bau des Blattes und ganz besonders der der Spaltöffnungen, deutet auf eine hygrophile Lebensweise und wirklich sind die Blätter sehr empfindlich gegen Verdunstung, sodafs man einen abgeschnittenen Zweig kaum aus dem Garten in das Haus bringen kann, ohne ein beginnendes Schlaffwerden der Blätter zu bemerken, worüber ich mich oft gewundert habe. — Von Haaren kommen zwei Sorten vor,

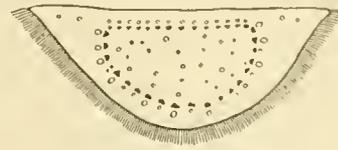
nämlich mehrzellige, einreihige Borstenhaare mit derben Wänden, die besonders auf der Unterseite, wo die Nerven verlaufen und vereinzelt auch auf der Oberseite an entsprechender

Stelle auftreten, und zweitens Keulenhaare mit einzelligem Stiele und mehrzelligem Köpfchen, die auf der Unterseite zwischen den Nerven stehen (Fig. 7 III). — Die kleineren Nerven enthalten ein Gefäßbündel mit einem großen Harzgang; über und unter dem Bündel ist das gewöhnliche Mesophyll durch farbloses, collenchymatisches Grundgewebe unterbrochen. Ein Querschnitt durch die Mittelrippe (Fig. 7 II) zeigt einen kleinen, steilgewölbten Vorsprung nach oben und eine große flache Vorwölbung nach unten. Dem ersteren entspricht ein Gefäßbündel, dessen Phloemteil mit dem Harzgang nach oben gewendet ist, der letzteren entspricht ein ganzer Bogen von seitlich aneinanderstossenden Gefäßbündeln, deren Phloemteile mit den Harzgängen in normaler Weise nach unten gewendet sind. Unter diesem Bogen ist noch ein großes farbloses Grundgewebe vorhanden, dessen an die Epidermis angrenzende Zellen collenchymatisch verdickt sind und das viele Krystalldrusen enthält. Der obere Vorsprung wird auch größtenteils von Collenchym ausgefüllt, das sich auf beiden Seiten noch ein kurzes Stück als ein Hypoderma zwischen die Epidermis und das Assimilationsgewebe einschleibt.

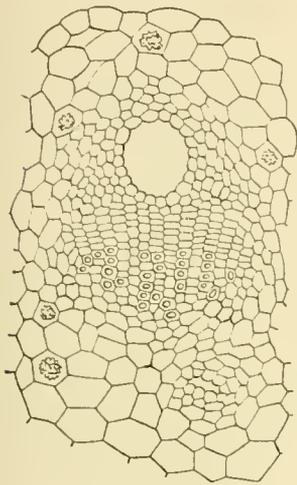
Die Keimblätter zeigen im wesentlichen denselben Bau wie die ausgewachsenen Blätter der Laubkrone, jedoch ist auch die zweite Schicht des Mesophylls noch fast pallisadenartig ausgebildet. Die Spaltöffnungen treten auf der Oberseite nur vereinzelt auf, sind auf der Unterseite häufig, ragen aber nicht über die anderen Epidermiszellen hervor. Die Gefäßbündel sind klein und verlaufen unter dem Pallisadenparenchym, ohne daß dieses und das Schwammparenchym in den Nerven ganz durch farbloses Gewebe unterbrochen wird. Auch in der Mittelrippe ist nur ein, jedoch etwas größeres Gefäßbündel vorhanden. Der Stiel des Keimblattes hingegen enthält 2 größere, nebeneinanderliegende und von je einem Harzgang begleitete Gefäßbündel und ein kleineres zwischen diesen beiden. Die beiden Paare der aus den Cotyledonen kommenden großen Bündel bilden dann die vier großen Stränge, die auf dem Querschnitt durch das hypocotyle Glied als die Ecken eines Rechtecks auftreten, wie noch zu beschreiben sein wird.

Einen ganz anderen Bau als die grünen Blätter zeigen die Knospenschuppen an den Winterknospen. Im Querschnitt durch ein solches Schuppenblatt (Fig. 9) erscheint die Oberseite als eine gerade Linie, die Unterseite dagegen stark gewölbt, an den seitlichen Kanten stoßen diese beiden Linien in sehr spitzen Winkeln zusammen. Auf der Oberseite trägt die Epidermis keine Haare, aber auf der Unterseite ist durchschnittlich jede zweite Zelle (im Querschnitt gesehen) in ein langes, mehrzelliges, dickwandiges Borstenhaar ausgewachsen. Die äußersten Schichten unter der Epidermis sind schwach collenchymatisch,

das übrige Grundparenchym ist dünnwandig und lacunös. Die Gefäßbündel sind auf der unteren Seite in einen Halbkreis, auf der oberen Seite in eine gerade Linie angeordnet, die diesen Halbkreis abschließt. Wie im Stamm sind alle die zahlreich vorhandenen Gefäßbündel mit ihren Xylemteilen der Mitte zugewendet und jedes führt in seinem Phloemteil einen großen Harzgang (Fig. 10). Das Xylem besteht, abgesehen von den innersten Elementen, unter denen auch enge Ring- und Spiralgefäße auftreten, im Querschnitt gesehen aus ziemlich gleich großen, teils dick-, teils dünnwandigen Elementen, die in regelmäßige, der cambialen Thätigkeit entsprechende Reihen angeordnet sind. Die Betrachtung des Längsschnittes zeigt, daß die dickwandigen



9. Querschnitt durch eine Knospenschuppe der Winterknospe mit Angabe der Gefäßbündel und Harzgänge und der Haare auf der Unterseite.



10. Ein einzelnes Gefäßbündel aus Fig. 9.

Elemente kurze Tracheiden sind mit sehr enger Spiralverdickung der Längswände und unverdickten, horizontal oder schief stehenden Querwänden, während die dünnwandigen Elemente ihr Aussehen wenig geändert haben, sich also als kurze unverdickte Holzparenchymzellen darstellen. Außer den großen Harzgängen in den Phloemteilen der Gefäßbündel sind noch zahlreiche kleinere in dem markartigen Grundgewebe vorhanden und je zwei nebeneinander, oben in jeder Ecke außerhalb der Gefäßbündelzone. Auch viele Krystalldrüsen finden sich zerstreut in gewissen Zellen des Grundgewebes, während die anderen Zellen desselben kleinkörnige Stärke führen.

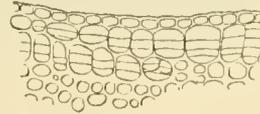
Anatomie des Stammes. Hier können wir von dem Stamme der Keimpflanze ausgehen und untersuchen zunächst eine solche, deren erstes Blatt sich gerade entwickelt. Ein Querschnitt durch den Stengel oberhalb der beiden Keimblätter zeigt uns einen Ring von ca. einem Dutzend größerer und kleinerer Gefäßbündel, die ein enges, aus dünnwandigen, parenchymatischen Zellen bestehendes Mark umgeben. Von ähnlicher Beschaffenheit wie dieses ist der größte Teil der primären Rinde; nur die äußersten 2—3 Zelllagen sind schwach collenchymatisch verdickt. Die Epidermis besteht aus kleinen, im Querschnitt annähernd quadratischen, von außen gesehen polygonalen Zellen, deren Außenwand etwas vorgewölbt ist. Die Bündel sind durch eine ringsum laufende Cambiumzone verbunden, im übrigen aber gesondert; in den größeren sind schon mehrere Holzgefäße zu erkennen, während in den kleineren das Xylem noch

nicht weiter differenziert ist. Im Phloem eines jeden Bündels aber liegt ein verhältnismäßig großer Harzgang und so sehen wir, wie frühzeitig hier diese Sekretionsorgane ausgebildet werden, doch sind sie zunächst auf diese Stellen, nämlich je einer in jeder primären Phloemgruppe, beschränkt. Wenn sich aber mit dem Wachstum des Keimlings und der Vermehrung der Blätter das Mark erweitert und sich die Anzahl der den Kreis bildenden Gefäßbündel vergrößert, treten auch markständige Harzgänge auf, die in ihrer Lage teils wiederum Beziehungen zu den Gefäßbündeln zeigen, indem sie auf der Innenseite der größeren, weiter in das Mark vorspringenden Gefäßbündel liegen, teils weiter innen im Marke ohne sichtbare Beziehung zu den Gefäßbündeln auftreten. Auf dem Querschnitte durch den oberen Teil einer einjährigen Keimpflanze, die bereits in die winterliche Ruheperiode eingetreten war, zählte ich 14 markständige Harzgänge an der Innenseite der größeren Gefäßbündel und nur 3 weiter im Innern des Markes liegende. Das Vorkommen markständiger Harzgänge bei *Rhus vernicifera* ist insofern bemerkenswert, als die Arten von *Rhus* sich hierin verschieden verhalten. Jadin¹ führt 18 Arten der Gattung an, die mit markständigen Harzgängen versehen sind, gegenüber 9 Arten, die derselben entbehren. Derselbe Autor hat auch gezeigt, daß die Angaben Engler's (Lit. 23, p. 390 und 395) über die betreffenden Verhältnisse unzutreffend sind, sodafs wir darauf nicht weiter einzugehen brauchen. — Bis zum Abschlufs der ersten Periode des Keimlingsstengels treten nun noch weitere Veränderungen auf, teils durch die Differenzierung der Gewebe, teils infolge des sekundären Dickenwachstums vom Cambium aus. Durch dessen Thätigkeit bildet sich ein ziemlich dicker geschlossener Holzring, der von einem ebenfalls geschlossenen Phloemring umgeben wird.

An der Markkrone haben die äufseren kleineren Zellen des Markes dicke Wände bekommen und sind sklerenchymatisch geworden, wodurch das innere grofszellige und dünnwandige Mark einen mehr kreisförmigen Umrifs erhält. Ferner haben sich vor den primären Phloemteilen, resp. vor den in ihnen enthaltenen Harzgängen Gruppen sklerenchymatischer, faserförmiger Zellen ausgebildet, die sich mehr oder weniger deutlich zu im Querschnitt sichelförmigen Belegen vereinigen. In der primären Rinde sehen wir zahlreiche Drusen von oxalsaurem Kalk auftreten und die Zellen, entsprechend der Dehnung der Rinde durch den vergrößerten Holzring, tangential gestreckt und vielfach radial geteilt. Die collenchymatische Verdickung in den äufseren Lagen ist eine viel beträchtlichere, als in dem jungen, oben geschilderten Zustande. Die Epidermis ist größtenteils durch Kork ersetzt, nur in dem

¹ Recherches sur la structure et les affinités des Térébinthacées. (Annales des sciences naturelles. Botanique. Ser. VII, T. 19 [1894], p. 42).

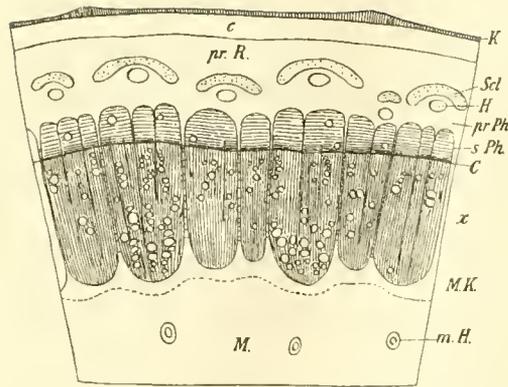
obersten Stamnteile noch ringsum erhalten. Der Kork entsteht aus der ersten oder zweiten Rindenschicht unter der Epidermis und zwar scheint es, dafs, wie so häufig auch bei anderen Holzgewächsen, die erste, also äufserste Rindenlage, eigentlich die korkbildende ist, dafs sie aber bisweilen, nachdem die erste tangentiale Wand in ihren Zellen aufgetreten ist, die weiteren Teilungen aufgibt und die Korkbildung der zweiten Schicht von aufsen überläfst. So zeigt uns Fig. 11 eine Stelle, wo rechts in der ersten, links in der zweiten Schicht von aufsen die tangentialen Teilungen, durch die der Kork entsteht, auftreten; der Schnitt ist durch den obersten Teil der einjährigen Keimpflanze geführt. Unter den vereinzelt Spaltöffnungen, die in der Epidermis auftreten, bilden sich Lenticellen aus.



11. Querschnitt durch den äufseren Teil eines einjährigen Stammes: Beginn der Korkbildung.

Im zweiten Jahre erzeugt das Cambium einen neuen breiten Holzring und einen ebenfalls ziemlich breiten Ring von sekundärem Phloem, durch letzteren werden die primären Phloemgruppen und die Bastfasergruppen in tangentialer Richtung auseinander gedrängt, sodafs die primären Bündel in ihren äufseren Teilen nicht mehr so scharf markiert sind. In dem Phloem des zweiten Jahres treten auch neue Harzgänge auf. Dieselben liegen weder in radialen noch in tangentialen Reihen, werden aber so angelegt, dafs sie annähernd gleiche Abstände voneinander haben, also die zuerst im sekundären Phloem entstehenden, in der Mitte zwischen zwei primär gebildeten auftreten und in entsprechender Weise die folgenden, allerdings nicht in ganz regelmässiger Weise. Neue Bastfasern werden in der sekundären Rinde nicht gebildet. Die Epidermis ist jetzt fast ganz abgestofsen und durch Kork ersetzt. In dieser Weise geht also die Entwicklung des Stammes weiter; Veränderungen und Neubildungen, die noch später auftreten, sollen weiter unten erwähnt werden.

Wir wollen zunächst noch mit der Entwicklung der Gewebe am Stamm des Keimlings die an den austreibenden Zweigen der Krone vergleichen. Hier ist von vornherein ein mächtiges Meristem am Vegetationspunkt vorhanden, sodafs sich gleich ein viel weiteres Mark und eine gröfsere Anzahl von Gefäfsbündeln ausbildet, ferner differenziert sich auch gleich das Collenchym und Sclerenchym in gröfserem Umfange als beim dünnen Stamm des Keimlings. Fast die ganze primäre Rinde wird schon am einjährigen, austreibenden Zweige collenchymatisch und die äufseren Schichten bekommen sehr stark verdickte Zellen. Vor den primären Phloemteilen und ihren Harzgängen bilden sich starke, sichelförmige, mehrere Lagen dicke Belege von Sclerenchymfasern, die ebenfalls sehr dickwandig werden.

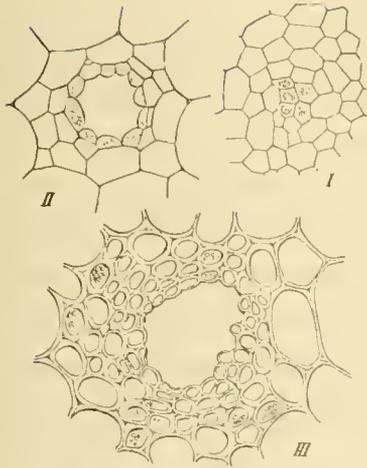


12. Querschnitt durch einen einjährigen Trieb nach Abschluss der Vegetationsperiode: k Kork, c Collenchym, pr. R. primäre Rinde, Scl Sclerenchymbelege, H Harzgänge des primären Phloems (pr. Ph.), s. Ph. sekundäres Phloem mit Harzgängen, C Cambium, X Xylem, Mk Markkronen, m. H. markständige Harzgänge, M. Mark.

Ferner ist zu erwähnen, dass bereits im sekundären Phloem des ersten Jahres neue Harzgänge gebildet werden, sodass bei Abschluss des ersten Jahres schon 2 Ringe von Harzgängen im Phloem vorhanden sind. Gerbstoff ist in der Rinde reichlich vorhanden, besonders in den, die Sklerenchymbelege von aussen begrenzenden Zellen und in einzelnen anderen der primären Rinde, sowie in den Rindenmarkstrahlen. Die Gerbstoff führenden Zellen besitzen aber keine andere Gestalt als die übrigen Parenchymzellen der Rinde.

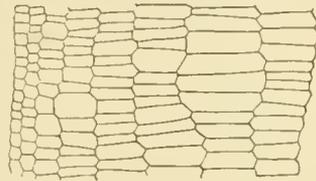
Die Bildung des Holzes unterscheidet sich von der in der Keimpflanze dadurch, dass der erste Jahresring verhältnismässig schmaler entwickelt wird. Die Gefässe des Frühjahrsholzes aber viel weiter sind und sogleich ein grösserer Unterschied zwischen diesen und denen des Herbstes auftritt. Im Mark wird eine grössere Anzahl von Harzgängen angelegt, besonders an der Peripherie desselben, wo die äussersten wiederum auf demselben Radius wie die primären Gefässbündel liegen; in der Mitte des Markes sind wenige Harzgänge in unregelmässiger Lage vorhanden. Häufig werden diese Gänge im Querschnitt etwas schief durchschnitten, weil sie nicht genau in der Längsrichtung, sondern sowohl tangential wie radial schief verlaufen. Schon beim Abschluss des ersten Jahres bildet sich eine Sklerenchym-scheide um jeden Harzgang aus, (Fig. 13) deren Zellen länger als breit, aber nicht faserförmig sind, sondern als echte Parenchymzellen mit queren Wänden aufeinander stehen. Über die Histologie der einzelnen Teile des älteren Stammes, Mark, Holz und Rinde ist nun noch folgendes zu bemerken.

Das Bild des Querschnittes (Fig. 12) wird dadurch der in Englers Bearbeitung der *Anacardiaceae* (Lit. 43) gegebenen Abbildung des Querschnittes durch einen jungen Zweig von *Rhus glabra* L. ziemlich ähnlich, nur ist bei *Rh. vernicifera* keine zusammenhängende Sclerenchymzone wie dort vorhanden, sondern die erwähnten Sclerenchymbelege sind durch mindestens eine Lage dünnwandiger Rindenzellen voneinander getrennt.



13. Markständige Harzgänge.
I. Anlage eines solchen dicht unter dem Vegetationspunkt eines austreibenden Zweiges. II. Aus dem oberen Teil eines einjährigen Keimlings. III. Aus einem vierjährigen Zweige.

Die Markzellen sind polygonal und schliessen dicht aneinander, sie sind breiter als hoch, sodafs also ihr Längsdurchmesser der kleinste ist, ihre Wände sind schwach verdickt und mit zahlreichen einfachen Tüpfeln versehen, nur die an der Peripherie liegenden kleineren Markzellen haben stärker verdickte Wände (Fig. 14). Die Markzellen enthalten meistens keine besonderen Inhaltskörper, nur vereinzelte kleine Drusen von oxalsaurem Kalk kommen vor; auch Stärke findet sich im Mark nur spärlich und zwar nur in den die Harzgänge und ihre Scheiden umgebenden Zellen, auch dann, wenn die sekundären Markstrahlen reich an Stärke sind. Die Stärkekörner sind klein und einfach. Gerbstoffschläuche, welche nach Engler



14. Mark im Längsschnitt; links die Markkrone.

(Lit. 23) im Mark der *Anaeardiaceen* reichlich auftreten und bei allen von ihm untersuchten *Rhus*-Arten auch gefunden wurden¹, scheinen hier vollständig zu fehlen, wenigstens sind weder besondere longitudinal gestreckte Zellen oder Zellenzüge, in denen der Gerbstoff vorkommen soll, vorhanden, noch gelang es mir überhaupt eine Reaktion auf Gerbstoff, zu erhalten, wie sie in den Rindenzellen sich ergibt, abgesehen von den Epithelzellen der Harzgänge.

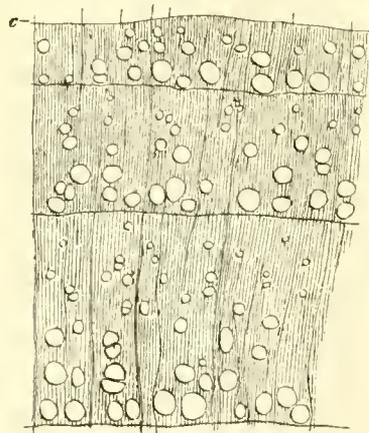
Die Hauptmasse des Holzes besteht aus einfach getüpfelten Faserzellen, welche eine Länge von 300—500 μ besitzen; sie sind im Querschnitt, da sie in deutlichen Reihen liegen, rechteckig begrenzt, die engeren und dickwandigeren Zellen des Herbstholzes führen Stärke, während die weiteren und dünnwandigeren des Frühlingsholzes leer erscheinen. Parenchymatische Zellen finden sich nur in unmittelbarer Umgebung der Gefäße, wenn wir das Markstrahlparenchym als eigenes Gewebe betrachten. Die Gefäße sind an den Quer-

¹ Bei *Rhus coriaria* L., die ich zur Vergleichung untersuchte, treten die Gerbstoffschläuche im Marke deutlich hervor, indem ihre schmalen und langgestreckten Zellen sich auch ohne Färbung des Inhaltes deutlich von den in die Breite gezogenen, sie umgebenden Markzellen abheben. Bei dieser Art fehlen Harzgänge im Marke; dafs aber in demselben Harzgänge und Gerbstoffschläuche zugleich vorkommen können, zeigt, nach Engler, das Verhalten von *Rhus abyssinica* Hochst.

wänden einfach durchbrochen, sodafs von der meistens schwach geneigten Querwand nur ein schmaler Ring zurückbleibt. Die weiteren Gefäse sind netz- oder spaltenförmig verdickt, indem die unverdickten Stellen in die Quere gestreckte Maschen darstellen, wo aber die verdickten Stellen den unverdickten gegenüber breiter werden, entsteht eine porenförmige Verdickung des Gefäßes. Stellenweise sind auch die Gefäßwände mit gehöften Poren versehen, die so dicht nebeneinander stehen, dafs die Ränder der Porenhöfe einen mehr oder weniger polygonalen Umrifs annehmen; dabei sind die innere und äufsere Mündung eines Porus schlitzförmig und sie stehen meistens zueinander gekreuzt. Die engeren Gefäse sind ebenfalls poren-, netz- oder spaltenförmig verdickt; zu der letztgenannten Art gehören auch solche, die sehr schmale, dicht gestellte Verdickungsleisten haben und dadurch Spiralgefäfsen mit sehr flachen, feinen und dicht stehenden Spiralverdickungen ähnlich sehen.

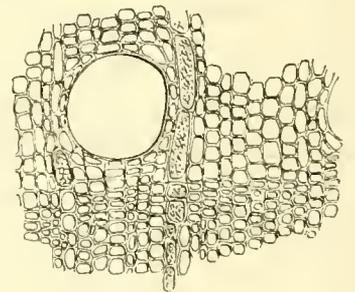
In älteren Jahresringen werden die weiten Gefäse mit Thyllen ausgefüllt; es scheint aber, dafs die Zeit, wann dies geschieht, keine bestimmte ist, denn während ich an einem Aste schon im vorletzten Jahresring Thyllen und im drittletzten die weiten Gefäse ganz damit gefüllt fand, sind bei anderen Ästen erst in viel weiter innen liegenden Jahresringen Thyllen zu bemerken.

Die Markstrahlen des Holzes sind in der Regel einreihig, seltener und nur streckenweise zweireihig: im tangentialen Längsschnitt sind sie drei bis zwanzig Zellen hoch, im radialen Längsschnitt gesehen sind ihre Zellen, wie bei den meisten Holzgewächsen, in radialer Richtung gestreckt und wie die Steine einer Mauer aneinander gefügt; die Wände ihrer Zellen sind nur mäfsig verdickt und ihre Lumina mit Stärke gefüllt.



15. Querschnitt durch die 3 letzten Jahresringe eines sechsjährigen Astes, bei C das Cambium. Schwache Vergr.

Der Unterschied zwischen Herbst- und Frühjahrs-
holz beruht teils auf der Ungleichheit der Holzfaserzellen,
teils auf der der Gefäse und zwarsind die ersteren im Frühjahr
gröfser, dünnwandiger und
etwas radial gestreckt, wäh-
rend sie nach der äufseren
Grenze des Jahresringes zu
kleiner, dickwandiger und
radial abgeplattet werden;
die Gefäse sind im Früh-
jahrsholz weiter und zahl-
reicher, im Herbstholz enger



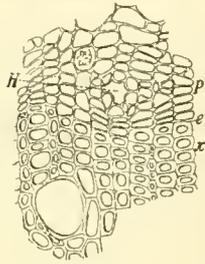
16. Querschnitt durch die Grenze des 1. und 2. Jahresringes an einem 6 jährigen Aste.

und spärlicher, wie es das mit dem Zeichenapparat entworfene Bild, Fig. 15 zeigt, während Fig. 16 ein kleines Stück von der Jahresringgrenze stärker vergrößert darstellt. Die Breite der Jahresringe schwankt, nach Messungen an einem sechszehnjährigen Stammstück, je nach den verschiedenen Stellen zwischen 1,5 und 6 mm.

Ferner haben wir noch zu betrachten den Unterschied zwischen Kern- und Splintholz: das innere Holz färbt sich nämlich gelb bis braungelb. Dieser Farbstoff kann durch Kochen mit Wasser oder durch einfaches Übergießen der Kernholzspähne mit Alkohol ausgezogen werden. Die wässrige Lösung ist mehr bräunlich gefärbt, fast wie Madeirawein, während die alkoholische Lösung mehr die Färbung eines gewöhnlichen Weißweines hat; die letztere hält sich lange Zeit unverändert, während die erstere allmählich dunkler wird. Es handelt sich hier wahrscheinlich um denselben oder einen ähnlichen Farbstoff, wie ihn das sogenannte Gelb- oder Fisetholz besitzt, das von der verwandten Art *Rhus cotinus* L. (*Cotinus coccinifera* Scop.) gewonnen wird. Der Farbstoff ist natürlich an die Membranen der Holzzellen gebunden, die auch unter dem Mikroskop goldgelb erscheinen und durch Kali eine braune Farbe annehmen.

Es bleibt uns jetzt noch einiges über die Rinde zu sagen übrig und zwar ist hier zunächst als eine Neubildung die Entstehung von Steinzellen zu erwähnen, die der Regel nach erst in mehrjährigen Trieben beginnt. Die Steinzellen entstehen einzeln oder in kleinen Gruppen zuerst an der inneren Grenze des peripherischen Collenchyms, also in der primären Rinde durch Umwandlung gewöhnlicher Parenchymzellen, die ihre Wände soweit verdicken, daß nur noch ein spaltenförmiges Lumen mit verzweigten Porenkanälen übrig bleibt, ohne daß sich aber dabei die äußere Form der Zellen verändert. Vermutlich wandert das zur Wandverdickung nötige Kohlehydrat in Verbindung mit Kalk an die betreffenden Stellen und der nach der Umsetzung des Zuckers in Cellulose in Menge überschüssig werdende Kalk wird als oxalsaurer Kalk unschädlich gemacht, der meistens in Form großer rhombischer Einzelkrystalle in den die Steinzellen umgebenden, dünnwandigen Parenchymzellen niedergeschlagen wird. Auch aus den Produkten des Korkcambiums können Steinzellen entstehen und zwar sowohl aus den nach außen abgeschiedenen Zellen, also im eigentlichen Periderm, als auch aus den nach innen abgeschiedenen, also im Phelloderm, das freilich nur in geringem Maße produziert wird: auch dann führen die neben den Steinzellen liegenden Zellen große Einzelkrystalle. Schließlich bilden sich auch Steinzellen aus dem Parenchym des sekundären Phloems aus, wenn die primäre Rinde und die primären Phloemteile durch die Borkenbildung abgeworfen sind: sie sind dann die einzigen dickwandigen

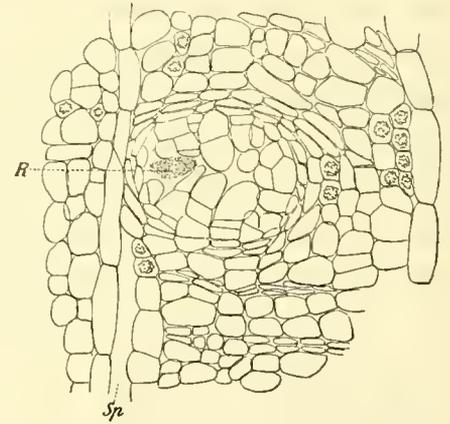
Elemente außerhalb der Cambiumzone und bilden unter dem Kork größere Nester, die von Zellen mit Einzelkrystallen umgeben sind. Dies ist umsomehr bemerkenswert, als der oxalsaure Kalk, an dem die Rinde mit zunehmendem Alter des Stammes immer reicher wird, sonst in Form kleiner Drusen ausgebildet ist, die in kleinen, durch Querfächerung einer langgestreckten Parenchymzelle entstehenden Zellen, also reihenweise übereinander, liegen und geradezu massenhaft vorkommen.



17. Querschnitt durch die Grenze von Xylem (X) und Phloem (P) an einem sechsjährigen Aste. C Cambium, H ein neugebildeter Harzgang.

strecken sich bei diesem Vorgange die Epithelzellen nach dem Zentrum des Harzanges zu und teilen sich hauptsächlich senkrecht zur Streckungsrichtung, sodaß kurze, nach dem Zentrum konvergierende Zellreihen entstehen; durch entsprechende Teilung der Zellen können aus einer Epithelzelle auch mehrere Zellreihen werden, während andere Epithelzellen sich an der Streckung und Teilung nicht beteiligen. Auf verschiedener Höhe desselben Harzanges zeigt sich natürlich ein verschiedenes Bild, sodaß er an einer Stelle noch offen, an einer anderen geschlossen sein kann. Die Füllzellen sind inhaltsärmer als die umgebenden Rindenzellen und führen keine Stärke, an der die Rinde des betreffenden Stammstückes überhaupt arm war.

Als zweiten Gegenstand haben wir in der Rinde die beständige Neubildung von Harzgängen (Fig. 17) und die Verstopfung der älteren durch eine Art Thyllenbildung zu erwähnen. Auf einem Querschnitt durch die Rinde eines älteren Stammes, der die primäre Rinde bereits abgeworfen hat sieht man viele Harzgänge von verschiedenartiger Form des Umrisses und ungleicher Ausdehnung: die innersten sind annähernd kreisförmig und offen, die äußeren teils kleiner und ebenfalls kreisförmig, teils tangential in die Breite gestreckt und von bedeutend größerem Umfange, besonders die letzteren sind in manchen älteren Stammteilen durch Wucherungen des Epithels ganz oder fast ganz verstopft. Wie aus Fig. 18 zu ersehen ist,



18. Querschnitt durch die Rinde eines alten Astes mit Thyllenbildung in dem Harzgang des sekundären Phloems. R Rest des Inhaltes im Harzgang. Sp Spalt im sekundären Markstrahl.

Diese Thyllenbildung in den Sekretkanälen ist ganz ähnlich derjenigen, die A. Leblois¹ für die Simarubee *Brucea ferruginea* abgebildet und beschrieben hat, während bei Anacardiaceen ein solches Verhalten noch nicht bekannt ist, soviel ich sehen kann. Eine Anzahl anderer Fälle von Thyllenbildung in intercellularen Kanälen hat Conwentz² zusammengestellt.

Drittens sollen noch die sekundären Markstrahlen und die in denselben auftretenden Spalten erwähnt werden. Während nämlich, wie schon gesagt, die sekundären Markstrahlen im Holze gewöhnlich einreihig sind, bestehen sie im Phloem größtenteils aus zwei, manchmal sogar aus drei Reihen, was einfach dem Umstande entspricht, daß dem Produkte derselben Cambiumzelle im Phloem ein breiterer, strahlenförmiger Raum zur Verfügung steht, als im Xylem. Diese beiden Reihen sieht man nun stellenweise auf kürzere oder längere Strecken, ungefähr in der Breite einer Zellenreihe auseinanderweichen (Fig. 18 Sp.). Veranlassung hierzu giebt offenbar der tangentialer Zug, der auf die Elemente des Phloems durch das sekundäre Dickenwachstum ausgeübt wird, und es ist dabei nur anzunehmen, daß die nebeneinanderliegenden Zellen aus den beiden Reihen des Markstrahls nur lose zusammenhängen, während die in radialer Richtung hintereinanderliegenden Zellen jeder Reihe in festerer Verbindung bleiben. Es kommt auch vor, daß nachträglich in den so entstehenden, mit Luft sich erfüllenden Intercellarraum aus den angrenzenden Zellen Wucherungen gebildet werden in ähnlicher Weise, wie es eben für die Thyllenbildung in den Harzgängen beschrieben wurde.

Dies ist das wichtigste, was für das Phloem oder die sekundäre Rinde zu bemerken ist; wir können höchstens noch hinzufügen, daß die Siebröhren und ihre Begleitzellen tangential verlaufende, mit den aus Parenchymzellen bestehenden Schichten alternierende

¹ Annales des sciences nat. Botanique. Ser. VII, T. 6 (1887), p. 297. Von Anacardiaceen ist in dieser Arbeit („Recherches sur l'origine et le développement des canaux sécréteurs et des poches sécrétrices“) *Schinus molle* untersucht, das sich ähnlich wie *Rhus vernicifera* verhält; dort ist auch die wichtigste Litteratur über die Sekretkanäle der Anacardiaceen angegeben, nämlich: 1. Trécul, Des vaisseaux propres dans les Térébinthacées (Ann. sc. nat. Bot. Ser. 5, T. 7 (1867), p. 112. — 2. van Tieghem, Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes. (Ann. sc. nat. Bot. Ser. 5, T. 16 (1872), p. 96, Térébinthacées, p. 168). — Man vergleiche auch: A. Leblois, Production des thyllés à l'intérieur des canaux sécréteurs. (Bull. de la Soc. botan. de France, 1887, T. XXIV, p. 184—187).

² Berichte der deutschen botan. Gesellsch. 1889, Bd. VII, p. (34).

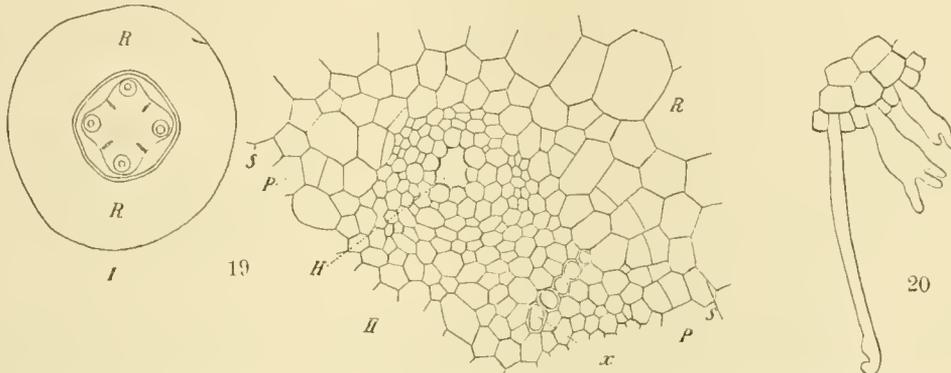
Bänder bilden, wie es sich z. B. bei der in den Lehrbüchern so häufig behandelten *Aristolochia sipo* findet, und dafs die Parenchymzellen Stärke, aber nur in geringem Mafse führen, während dieser Stoff hauptsächlich in den Markstrahlen abgelagert wird. Deren Zellen geben auch deutliche Reaktion auf Gerbstoff, im eigentlichen Parenchym der sekundären Rinde scheint aber nur wenig Gerbstoff gebildet zu werden.¹

Morphologie und Anatomie der Wurzel. Das Wurzelsystem entspricht in seiner Verzweigung der Krone, indem verhältnismäfsig nur wenige, stärkere, sparrig verzweigte Wurzeläste gebildet werden, die das feinere Wurzelwerk tragen. Bei zweijährigen Pflanzen, die im freien Lande aufgewachsen waren, zeigte sich an mehreren Exemplaren folgendes Verhalten. Die Hauptwurzel ist gleich an ihrem Ursprung mehr oder weniger stark zur Seite gebogen und verläuft schräg nach unten ziemlich weit in die Erde, beträchtlich länger werdend als der oberirdische Stamm. Dicht neben dem Ursprung der Hauptwurzel haben sich einige kräftige Seitenwurzeln entwickelt, die der ersteren nur wenig an Stärke nachstehen, und oberhalb dieser stärkeren Wurzeln kommen aus dem Wurzelhals noch mehrere dünne Beiwurzeln heraus. Alle diese Wurzeln sind an ihrem oberen Verlauf ohne stärkere Wurzeläste, dagegen reichlich mit kleineren, feiner verästelten Seitenwurzeln versehen, erst weiter unten kommen dann längere und im Verhältnis zu den dünner werdenden Hauptwurzeln stärkere Seitenwurzeln, die dann wieder das feinere Wurzelwerk bilden. Dasselbe ist von schwarzer Farbe, ebenso wie die feinen Wurzelspitzen, die für die Untersuchung auf die Beschaffenheit des Vegetationspunktes recht ungeeignet sind. Auf dem Längsschnitt durch die Wurzelspitze sieht man nur den Pleromkörper schärfer begrenzt; die Calyptra ist am Scheitel nach innen nicht deutlich gegen das Dermatogen abgegrenzt und es scheint, dafs sie mit demselben aus gemeinsamen Initialen hervorgeht, während das Periblem seine eigenen Initialen besitzt. Es wäre das also der Typus, wie ihn bekanntlich die Keimwurzel von *Helianthus* deutlich zeigt. Vielleicht verhält es sich aber auch etwas anders und nicht einmal konstant; da diesen Verhältnissen weder entwicklungsgeschichtlich

¹ Hier will ich noch bemerken, dafs in dem Zellsaft der Rindenzellen das eigentliche Gift enthalten sein dürfte. Macht man nämlich zur Zeit, wann sich die Bäume belauben oder im Sommer, mit dem Messer einen Schnitt in die Rinde, so sieht man einen wässerigen Saft in feinen Tröpfchen heranssprühen, während erst später der dicke, anfangs milchige, sehr schnell braun und schwarz werdende Inhalt der Harzgänge hervorquillt. Wie mir Herr Obergärtner Perlefein versichert, ist es nicht der dicke Milchsafte, sondern der klare, wässerige Saft, der die Entzündungen auf der Haut hervorruft. Dieser Umstand ist jedenfalls des Interesses und der weiteren Untersuchung wert, denn ich glaube, dafs allgemein dem Milchsafte, resp. Lack, die giftige Eigenschaft zugeschrieben wird.

noch systematisch eine besondere Bedeutung zuzukommen scheint, so habe ich keine sehr eingehenden Untersuchungen darüber angestellt.¹

Was die Anatomie der Wurzel betrifft, so zeigt ein Querschnitt durch die Hauptwurzel des jungen Keimlings ein tetrarches Gefäßbündel (Fig. 19 I): zwischen vier Xylemstrahlen liegen vier, mit je einem großen Harzgang² versehene Phloemteile, entsprechend den zwei Paaren von Gefäßbündeln, die aus den zwei Kotyledonen heruntorkommen. Jeder primäre Xylemstrahl besteht aus einer Reihe von durchschnittlich 5 Gefäßen, die nur dicht oberhalb der Wurzelspitze ebensoweit nach außen gehen als die Phloemteile, nämlich nur solange das Pericambium noch einschichtig ist. In demselben treten aber sehr frühzeitig vor den primären Xylemstrahlen Teilungen auf, wodurch diese scheinbar nach innen zurückgedrängt werden: trotz dieser Teilungen ist aber das Pericambium vor den Phloemteilen stärker nach außen gebogen (Fig. 19 II). Die Schutzscheide zeigt deutlich die Caspary'schen



19 I. Schematischer Querschnitt durch die Wurzel des Keimlings mit vier Xylemstrahlen und vier Harzgängen im Phloem. II. Ein Stück aus I stärker vergrößert: R Rinde, S Schutzscheide, P Pericambium, H Harzgang im Phloem, X primärer Xylemstrahl.

20. Querschnitt durch die Peripherie der Wurzel mit drei Wurzelhaaren.

Punkte; die Rinde ist rein parenchymatisch und besteht aus ca. 6 Lagen von Zellen, die innen am größten sind und nach außen zu allmählich kleiner werden; sie zeigen keine Reihenordnung; die Ectodermis hebt sich weder auf dem Querschnitt noch Längsschnitt besonders hervor. Die Epidermis besteht aus, im Querschnitt fast quadratischen Zellen, deren

¹ Man vergleiche, was Jakob Eriksson in seiner Arbeit über das Urmeristem der Dikotylen-Wurzeln (Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik 1878, Bd. XI), über diesen Punkt sagt, p. 431.

² Die Harzgänge sind schon auf dem Querschnitt durch das Würzelchen des Keimlings im reifen Samen sichtbar, obwohl hier noch keine weitere Differenzierung der Gewebe stattgefunden hat. Die Öffnung des Harzganges ist dabei so groß wie eine der Zellen des Grundgewebes und wird von ca. 8 Epithelzellen umgeben, die etwas in den Gang hineingewölbt sind und einen das Licht stärker brechenden Inhalt als die übrigen Zellen führen.

Außenwand stark vorgewölbt ist. Ein Teil der Epidermiszellen wächst in Wurzelhaare aus, die manchmal eigentümlich korallenartig verzweigt sind, wie es Fig. 20 zeigt. Auffallend ist, daß die Membranen der Epidermiszellen und Wurzelhaare schon dicht oberhalb der Wurzelspitze eine rotbraune Farbe bekommen, wodurch eben das oben erwähnte dunkle Aussehen der Wurzel entsteht.

Junge Seitenwurzeln an älteren Teilen verhalten sich im wesentlichen wie die Keimwurzel, sie können aber auch mehr Xylemstrahlen anlegen; als höchste Zahl beobachtete ich 7 Strahlen. Auch hier werden die primären Xylemteile durch Teilungen der vor ihnen liegenden Pericambiumabschnitte nach innen geschoben. Die Caspary'schen Punkte der Schutzscheide treten weniger hervor als an der Keimwurzel, dafür sind die äußeren tangentialen Wände der Schutzscheidezellen etwas verdickt.

Bei der weiteren Ausbildung der Wurzel wird nun zunächst das zentrale Gewebe sklerenchymatisch, sodaß ein aus verholzten Elementen bestehender Xylemstern gebildet wird, dessen Strahlen die primären Holzgefäßreihen sind. Noch bevor das sekundäre Dickenwachstum beginnt, bildet sich ringsum aus den Pericambiumzellen, die dicht unter der Schutzscheide liegen, ein Phellogenring aus. Derselbe erzeugt eine ziemlich dicke Korkschicht und infolgedessen stirbt die ganze primäre Rinde samt der Schutzscheide ab. Dann entsteht das Cambium und zwar finden zuerst die zur Cambiumbildung führenden Zellteilungen innerhalb der Phloemteile statt, dann vor den, den Xylemstrahlen außen anliegenden Parenchymzellen, die ja von den Pericambiumzellen abstammen; es bleibt dabei zwischen dem sekundären Cambium und dem Phellogen an diesen Stellen noch eine schmale Schicht von indifferentem Parenchym übrig. Nachdem sich eine den primären Xylemstern rings umziehende Cambiumlage ausgebildet hat, erzeugt dieselbe nach innen sekundäres Holz, das sich ringsum gleichmäßig an das primäre ansetzt; das Cambium und die primären Phloemteile werden nach außen geschoben und es entsteht nun auch ein sekundäres Phloem. Das Cambium rundet sich dann bald kreisförmig ab und verhält sich nun in der Bildung von Xylem und Phloem ganz wie im Stamm und die beiden Gewebe stimmen in ihrem Baue im wesentlichen mit den entsprechenden des Stammes überein. Wie bei Holzgewächsen gewöhnlich, ist das Holz der Wurzel weniger fest als das des Stammes: es sind große Gefäße reichlicher vorhanden, die Faserzellen sind weniger stark verdickt, die Markstrahlen, deren erste vor den primären Holzstrahlen entstehen, sind breiter, nämlich gewöhnlich zwei oder auch drei Zellreihen breit. Bei einer im März abgeschnittenen Wurzel von 2 cm Dicke war der letzte Holzring sehr reich an Stärke, mit der nicht nur die Markstrahlen, sondern auch die

Faserzellen vollgepfropft erschienen, während in den weiter innen liegenden Holzringen nur die Markstrahlen an Stärke reich waren, die Faserzellen wenig davon enthielten. Hier hatten sich auch in den Gefäßen, mit Ausnahme derer des letzten Jahresringes reichlich Thyllen gebildet, die entweder blasenförmig in das Lumen der Gefäße hineinragen oder dasselbe ganz verstopfen. In den meisten Fällen scheint es zwar, dafs in den Thyllenzellen keine Teilungen eintreten, dafs aber solche auch vorkommen können, zeigt aufs deutlichste eine Zelle, wie sie in Fig. 21 abgebildet ist. Die Thyllen sind mit Stärke ganz vollgestopft. In der sekundären Rinde werden wie in der des Stammes neue Harzgänge und Steinzellen gebildet, in den Parenchymzellen werden reichlich Kalkoxalatkrystalle ausgeschieden und zwar in Form gröfserer Drusen, die sich auch in unmittelbarer Nähe der Steinzellen finden: der auffallende Unterschied zwischen Einzelkrystallen, die neben den Steinzellen und Drusen, die in anderen besonderen Krystallbehältern entstehen, wie wir ihn in der Rinde des Stammes konstatiert haben, wird hier also merkwürdigerweise nicht eingehalten, denn die Drusen liegen in der Wurzel auch nicht in gekammerten Zellen übereinander. Die nicht Krystalle führenden Zellen waren bei der oben erwähnten Wurzel voll Stärke und diese besteht in der Wurzel, was auch für die im Holze enthaltene Stärke gilt, aus gröfseren Körnern als im Stamm, die teils einfach teils aus zwei oder drei Teilkörnern zusammengesetzt sind. Gerbstoff ist auch in der Wurzelrinde reichlich vorhanden. Die Verstopfung der Harzgänge durch Thyllen geschieht vielleicht erst in älteren Wurzeln, als die von mir untersuchten sind; doch habe ich wenigstens den Beginn dieser Thyllbildung in einer ziemlich dicken Wurzel vereinzelt beobachtet.



21. Querschnitt aus dem sekundären Holz der Wurzel: ein Gefäß mit Thyllen und umgebenden Zellen.

Nach Besprechung der vegetativen Organe können wir uns jetzt der Beschreibung der Blüten und Früchte zuwenden und beginnen mit den morphologischen Verhältnissen der Blütenstände und Einzelblüten.

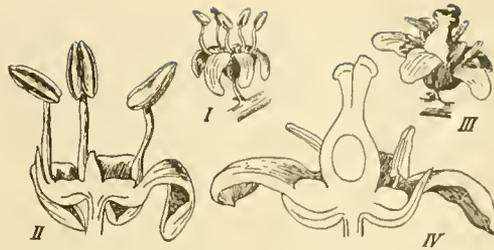
Der Lackbaum ist streng diöcisch, wenigstens ist mir bei der Untersuchung zahlreicher Blütenstände niemals eine einzelne männliche oder weibliche Blüte zwischen denen des andern Geschlechts vorgekommen. Die männlichen und weiblichen Bäume beginnen ziemlich zu gleicher Zeit, und zwar im hiesigen botanischen Garten gegen Ende Juni zu blühen und die Blüte dauert nur etwa 14 Tage.¹ Trotz ihrer gelbgrünen Farbe fallen die

¹ In diesem Jahre (1899) haben auffallenderweise nur die männlichen Bäume, und zwar ziemlich reichlich, die weiblichen aber gar nicht geblüht; das vorige Jahr war ein gutes Fruchtjahr.

Blütenrispen durch ihre Gröfse und ihre Anhäufung an den Spitzen der Zweige sehr ins Auge, außerdem machen sie sich dem Geruch durch ihren intensiven Jasminduft bemerklich. Die Rispen der männlichen und weiblichen Blüten sind der Stellung und dem Aufbau nach etwas verschieden.

Bei den männlichen Bäumen tragen die blühenden Endtriebe gewöhnlich soviel Blütenrispen wie Blätter, indem sich zwar in den Achseln der obersten Blätter keine Rispen entwickeln, dafür aber schon in denen der untersten knospenschuppenförmigen und bald abfallenden Blätter des neuen Triebes. Die Rispen sind 12 bis 18 cm lang und stehen ziemlich steif aufrecht in spitzem Winkel zu der Achse des Tragzweiges. Die längeren tragen ungefähr ein Dutzend Seitenzweige erster Ordnung, von denen die unteren etwa 6 cm lang werden und ihrerseits wieder reich verzweigt sind. Nach der Spitze zu werden die Seitenzweige erster Ordnung kürzer und sind nicht wieder verzweigt, sondern als einfache Trauben ausgebildet und ebenso bildet das Ende der Rispe eine Traube, deren Ende scheinbar mit einer Blüte abschließt. Die ganze Rispe hat also eine kegelförmige Gestalt (Taf. I, Fig. 4). In der Stellung der Seitenzweige erster Ordnung an der Rispenstiel lässt sich keine Regelmäßigkeit feststellen; im unteren Teile stehen manchmal zwei oder drei Seitenzweige sehr nahe beieinander, ja es kommt vor, dass drei von demselben Punkte nach verschiedenen Seiten entspringen. Zwischen diesen Paaren oder Gruppen von dreien sind bis zu 5 cm lange Stücke der Spindel ohne alle seitliche Verzweigung eingeschoben. Die untersten Seitenzweige entspringen oft schon dicht über der Insertion der Rispe. Die Tragblätter der Seitenzweige erster und höherer Ordnung bis auf die letzten Auszweigungen, also die Blütenstiele, sind auf winzige Schuppen reduziert, sodass sie bei oberflächlicher Betrachtung zu fehlen scheinen. Wollige Haare finden sich an den Rispen zur Blütezeit besonders an der Basis der Rispenstiel und an der der Seitenzweige, im übrigen erscheint die Rispe fast kahl. Die Blüten sitzen einzeln auf ein bis zwei mm langen Stielen und haben bei voller Öffnung einen Durchmesser von 3—4 mm (Fig. 22 I, II). Die Blüten sind fünfzählig, sie besitzen 5 Kelch-, 5 Kronen- und 5 Staubblätter und einen rudimentären Fruchtknoten; nur ausnahmsweise kommen 7 oder 8 Staubblätter vor und bei einer Blüte mit 7 Staubblättern waren auch 6 Kronenblätter vorhanden. Die Kelchblätter sind zungenförmig, sitzen mit breiter Basis an und sind vorn abgestutzt, sie sind etwa 1,5 mm lang und haben eine dunkelgrüne Farbe. Die Kronenblätter sind länglich-elliptisch, an der Basis und an der Spitze verschmälert und vorn etwas zugespitzt, sie sind 3,5 mm lang und in der Mitte ca. 1,25 mm

breit; bei der vollen Öffnung der Blüte sind sie stark nach unten gebogen, zugleich sind ihre seitlichen Ränder stark unterwärts eingekrümmt, wie Fig. 22 zeigt. Die Farbe der Kronenblätter ist ein helles Grün, viel heller als das der Kelehlblätter. Die Staubgefäße sind 4 mm lang, der weiße Staubfaden, der fast doppelt so lang wie der gelbe Staubbeutel ist, schiebt sich mit spitzem Ende zwischen die unten etwas auseinander-



22 I Männliche Blüte. II Dieselbe im Längsschnitt. III Weibliche Blüte. IV Dieselbe im Längsschnitt.

weichenden Antherenhälften ein, die mit zwei zusammenneigenden, zapfenförmigen oberen Enden versehen sind (Fig. 25 I). Die Antheren sind intrors und sitzen den aufrechten, aber etwas geschwungenen Staubfäden in einem stumpfen Winkel an. Der rudimentäre Fruchtknoten bildet einen nur ca. 1 mm hohen kegelförmigen Zapfen, auf dessen Spitze drei Narben unterscheidbar sind. Zwischen ihm und den Antheren ist ein breiter, während der Blütezeit von ausgeschiedenem Nektar glänzender Diskus eingeschaltet. Er ist von oben gesehen in 5 breite Lappen gespalten, die vor den Kronenblättern stehen und durch die Insertion der Staubgefäße getrennt sind; jeder Lappen ist wieder in der Mitte schwach eingebuchtet (Fig. 24 III). Die äußeren und inneren Ränder des Diskus sind etwas nach oben vorgewölbt, wodurch also in der Mitte eine ringförmige Depression entsteht. Die Struktur der einzelnen Blütenteile wird weiter unten besprochen werden, zugleich mit der der weiblichen Blüten, nachdem wir die morphologischen Unterschiede kennen gelernt haben.

Während wir an einem blühenden Trieb beim männlichen Baum ungefähr ebenso viel Infloreszenzen wie Blätter finden, ist beim weiblichen Baum die Anzahl der Blütenrispen nur etwa halb so groß als die der Blätter, die allerdings dafür hier etwas zahlreicher sind als dort: nach den für einige untersuchte Triebe notierten Zahlen schwankt die Zahl der Blätter zwischen 9 und 13, die der weiblichen Blütenrispen zwischen 4 und 6. Es tragen nämlich weder die untersten noch die obersten Blätter in ihren Achseln Infloreszenzen, sondern nur die mittelsten. Die Rispen haben eine Länge von 12 bis 25 cm, sind aber nicht steif-aufrecht, sondern nur schlaff aufgerichtet. Die Seitenzweige erster Ordnung sind unten bis zu 12 cm lang, aber schlanker, nämlich ihrerseits weniger reich verzweigt und mit kürzeren Seitenzweigen höherer Ordnung (Taf. I, Fig. 5). Bei der lockeren und schlaffen Verzweigung bildet auch die ganze weibliche Rispe keinen solchen kegelförmigen Umriss wie die männliche. Hinsichtlich der Anordnung der Seitenzweige, der Beschaffenheit

der Tragblätter und der Behaarung gilt das für die männlichen Rispen gesagte, nur ist insofern ein Unterschied vorhanden, als gewöhnlich der untere Teil der Rispenstiel hier auf 2—7 cm unverzweigt bleibt.¹ Die Stiele der weiblichen Blüten sind nicht länger als 1 mm und die Blüte selbst kleiner (Fig. 22 III, IV): der Durchmesser beträgt zwar auch 3—4 mm, aber die Kronenblätter sind nicht so stark nach unten gebogen. Die 5 Kelchblätter sind denen in der männlichen Blüte ziemlich gleich, nur etwas kürzer. Die 5 Kronenblätter sind flacher ausgebreitet und haben nicht die eingerollten seitlichen Ränder, sie sind ca. 3 mm lang und 1,25 mm breit. Auch in der weiblichen Blüte sind 5 Staubgefäße vorhanden, ihre Antheren sind ziemlich so lang wie bei den fertilen der männlichen Blüten, aber die Staubfäden sind viel kürzer als dort. Die Antheren sind verschrumpft und von schmutzig-gelblicher Farbe, sodafs dadurch die ganzen weiblichen Blüten und Blütenrispen dunkler aussehen, weil in ihnen das Gelb der Staubbeutel fehlt. Das Pistill besteht aus einem etwas zusammengedrückten, von der breiten Seite gesehen, eiförmigen Fruchtknoten, der in den sehr kurzen Griffel übergeht, und dieser verbreitert sich nach oben und endigt in drei dicke, mit Papillen besetzte, sich braun färbende Narben. Es ist also aufzufassen als zusammengesetzt aus drei Carpellen, von denen aber zwei rudimentär sind, sodafs sie nur noch in den Narben erscheinen. Zwischen Staubgefäßen und Fruchtknoten ist ein, dem der männlichen Blüte ganz ähnlicher Diskus vorhanden, der aber durch die gröfsere Ausdehnung des Fruchtknotens in der weiblichen Blüte hier einen schmälern Ring bildet (Fig. 24 III).

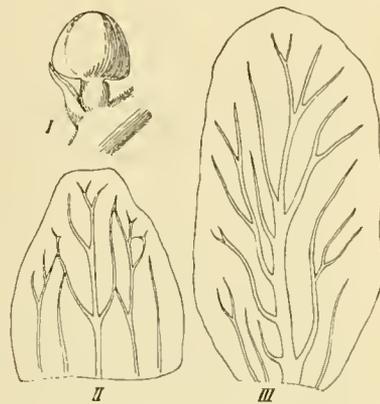
Was die Entwicklung und feinere Struktur der Blüten betrifft, so zeigen hierin die männlichen und weiblichen Blüten eine grofse Ähnlichkeit. Untersucht man junge Blütenstände, an denen die einzelnen Blüten bereits als kleine Köpfchen zu unterscheiden sind, so bemerkt man, dafs jede Blüte in der Achsel eines verhältnismäfsig grofsen Tragblattes steht, das die Blütenanlage etwas überragt. Die Aufsenseite der Braktee, sowie Blütenstiel und Achse sind mit aufwärts gekrümmten Haaren besetzt, die in den beiden Formen der einzelligen, langen Borstenhaare und der kurzen Drüsenhaare mit einzelligem Stiel und mehrzelligem, ovalem Köpfchen auftreten. An weiter entwickelten Blüten, die mit dem Stiel 2 mm lang sind, ist das Tragblatt noch länger als der Stiel und die dichte Behaarung noch vorhanden (Fig. 23 I). Kelch-, Kronen- und Staubblätter werden nacheinander als Höcker angelegt und zuletzt entsteht der Fruchtknoten als eine wallartige Wucherung,

¹ Hier sei noch bemerkt, dafs der anatomische Bau der Rispenstiele im wesentlichen dem der vegetativen Zweige im ersten Jahre gleicht und bei männlichen und weiblichen Rispen nicht verschieden ist. Besondere Einrichtungen für Zugfestigkeit sind an der Achse der Fruchtrispe nicht zu bemerken.

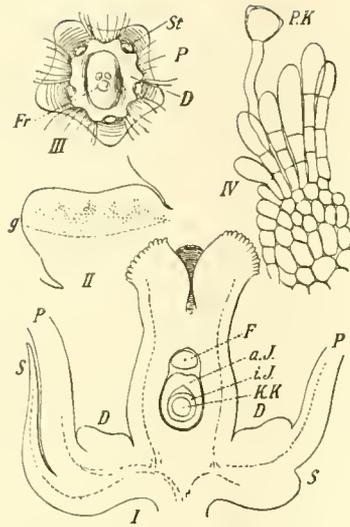
die mit ihrem Rande oben zusammenschließend unten die Fruchthöhle freiläfst. In diesem Zustande, in dem man die Anlage des Fruchtkotens deutlich erkennen kann, zeigen die Staubgefäße eine eiförmige Gestalt und werden von den kürzeren Kronen- und den längeren Kelchblättern überdeckt. Zuletzt schiebt sich zwischen Androeceum und Gynaeceum noch der Diskus ein.

Über den Bau der Kelch- und Kronenblätter sei nur bemerkt, daß bei beiden ziemlich zahlreiche Spaltöffnungen auf der Außenseite, besonders im mittleren Teile des Blattes vorhanden sind, während solche auf der Innenseite fehlen. Den Verlauf der Gefäßbündel erkennt man sehr gut an Alkoholmaterial durch die im Phloem enthaltenen Harzgänge mit ihrem durch den Alkohol gebräunten Inhalt. Beim Kelchblatt, das ja mit breiter Basis ansitzt, treten 5 Stränge ein, von denen der mittelste der stärkste und am meisten verästelte ist; beim Kronenblatt dagegen, das eine schmale Ansatzstelle hat, ist zu jeder Seite des stark verästelten Hauptstranges nur ein kurzer, schwach oder nicht verästelter Strang vorhanden. (Vergl. Fig. 23 II, III).

Der Diskus erscheint im Längsschnitt als ein breites, in der Mitte etwas eingesenktes Polster (Fig. 24 I, II). Sein Gewebe ist unten grobzigelig, oben dagegen besteht es aus kleinen, dicht verbundenen, plasmareichen Zellen, dem eigentlichen Drüsengewebe. An der Grenze beider Gewebe liegen zahlreiche kleine Krystalldrusen, die sich auch bis an die Epidermis heraufziehen, aber in dem unteren grobzigeligen Gewebe fehlen (Fig. 24 II). Die Epidermis besteht aus ziemlich kleinen, polygonalen Zellen und enthält zahlreiche Spaltöffnungen, deren Schließzellen fast größer als die andern Epidermiszellen sind. Der Spalt ist im allgemeinen senkrecht zum Rande des Diskus gerichtet, seltener ist er demselben parallel oder steht quer dazu. Unter der Spaltöffnung befindet sich ein kleiner, der Atemhöhle entsprechender Raum. Wahrscheinlich aber dienen diese Spaltöffnungen nicht zur Atmung, sondern zur Absonderung des glänzenden und stark duftenden Nektars, dessen Vorhandensein schon erwähnt wurde.



23. I Weibliche Blütenknospe in der Achsel ihres Tragblattes, mit Stiel 1,5 mm lang. II Kelchblatt. III Kronenblatt der weiblichen Blüte, um den Verlauf der Harzkanäle zu zeigen.

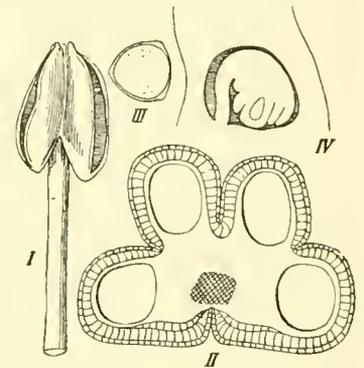


24. I Längsschnitt durch eine noch nicht ganz geöffnete weibliche Blüte, senkrecht auf die breite Seite des Fruchtknotens: S Sepalum, P Petalum, D Diskus, F Funiculus, a. J. äußeres, i. J. inneres Integument, K. K. Knospkerne. — II Diskus im Längsschnitt, bei g die Grenzlinie zwischen dem Drüsengewebe und Grundgewebe. — III Diskus in der weiblichen Blüte von oben: Fr Fruchtknoten mit drei Narben, D Diskus, St Staubgefäße (abgeschnitten), P Petalen. — IV Stück der Narbe mit Papillen und keimendem Pollenkorn (P.K.).

samen Längsriß und entlassen die Pollenkörner, welche eine fast zur Kugelform abgerundete kugeltetraedrische Gestalt haben, mit einer fein punktierten Exine versehen sind und ca. 20 μ im Durchmesser dick sind; an den Stellen, die den Ecken des Tetraeders entsprechen, ist die Membran etwas verdickt und an einer dieser Stellen tritt der Pollenschlauch aus (Fig. 25 III). Wie sich in der weiblichen Blüte die Staubgefäße bis zu einer verhältnismäßig hohen Stufe der Entwicklung ausbilden, so entwickelt sich auch in der männlichen

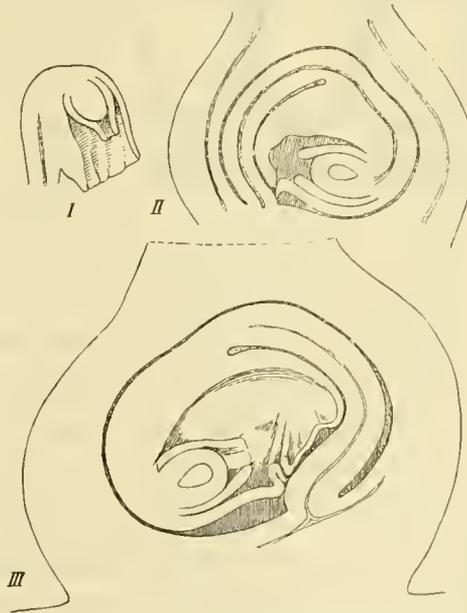
Was nun die Geschlechtsorgane selbst, Staubgefäße und Fruchtknoten betrifft, so geht die Ausbildung der ersteren in männlichen und weiblichen Blüten in gleicher Weise so weit, bis die Pollenmutterzellen gebildet werden. In den weiblichen Blüten werden aber keine Pollenkörner gebildet, sondern die Antheren bleiben leer und haben ein verschrumpftes Aussehen, die Filamente bleiben auch nach der Öffnung der Blüten so kurz, wie sie in den männlichen Blüten vor der Anthese sind. Bei diesen entwickeln sich natürlich die Staubgefäße weiter: die Ausbildung der Pollen, die der Verdickungsleisten in den subepidermalen Zellen der Antheren und dergl. (Fig. 25 II) zeigt aber nichts bemerkenswertes, was hier noch besonders beschrieben zu werden brauchte. Erwähnt sei nur, daß das Gefäßbündel der Anthere keinen Harzgang enthält, da derselbe bereits in halber Höhe des Filamentes endigt; die Anthere ist also gewissermaßen das einzige Organ der Pflanze, das nicht mit Harz oder Lack versehen ist. Die beiden Fächer einer Antherenhälfte

öffnen sich durch einen gemein-



25. I Staubgefäß von innen. II Querschnitt durch die Anthere. III Einzelnes Pollenkorn. IV Längsschnitt durch den Fruchtknoten der männlichen Blüte mit Samenknope.

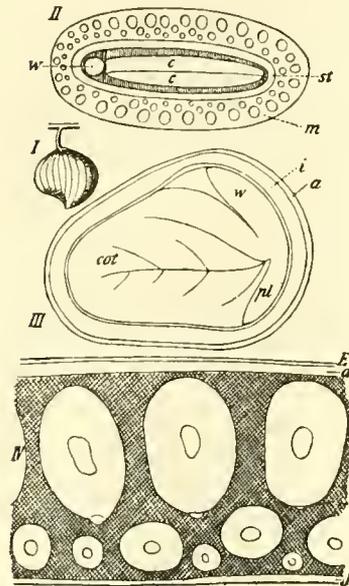
Blüte der Fruchtknoten so weit, daß er eine fast vollständig ausgebildete Samenknospe produziert (Fig. 25 IV). Die Entwicklung und den Bau der Samenknospe wollen wir an der weiblichen Blüte untersuchen und hier nur auf die merkwürdige Erscheinung hinweisen, daß in Blüten, welche nur männlich funktionieren und an Bäumen, welche rein männlich sind, das rudimentär bleibende weibliche Organ es doch noch zur Ausbildung einer Samenknospe bringt: dies ist gewiß noch selten bei analogen Verhältnissen beobachtet worden. Jeder Fruchtknoten enthält regelmäßig nur eine Samenknospe, die am Grunde desselben entsteht, anfangs deutlich anatrop ist (Fig. 26 I), später aber durch die Streckung des Funiculus und ein vermehrtes Wachstum in der Chalaza-Gegend so gedreht wird, daß der Knospenkern der Basis des Fruchtknotens parallel liegt und der Funiculus über dem Knospenkern einen großen Bogen beschreibt (Fig. 26 II). Die zur Befruchtung reife Samenknospe füllt die Fruchtknotenöhle ganz aus, einen beträchtlichen Raum nimmt dabei das äußere Integument ein, das zu einer faltigen Haut auswächst, sodaß der äußere, nahe an der Basis des Funiculus liegende Eingang der Mikropyle ziemlich weit von der oberen Wölbung des Knospenkerns entfernt ist, wie es Fig. 26 III zeigt. Auch das innere Integument ist weit röhrenförmig vorgezogen und über den Knospenkern hinaus verlängert, in welchem wiederum der Embryosack ziemlich weit nach innen zurückgedrängt ist, sodaß also dem Pollenschlauch ein weiter und etwas unsicherer Weg bereitet wird. Trotzdem findet reichlich Befruchtung statt, wie aus der großen Fruchtproduktion hervorgeht. In der Voraussetzung, daß sich *Rhus vernicifera* wie andere typische Dikotyledonen verhält, sind die Entstehungsweise des Embryosackes, die Befruchtung und die Entwicklung des Embryos nicht genauer untersucht worden. Auf den Narben der geöffneten weiblichen Blüten findet man reichlich keimende Pollenkörner, deren Keimschläuche zwischen die Narbenpapillen hineinwachsen (Fig. 24 IV). Diese bestehen aus vier bis sechs Zellen, von denen die oberste am längsten und dicksten ist. An den Narben der männlichen



26. Samenknospe in der weiblichen Blüte: I in der Knospe, II in einer sich öffnenden Blüte, III zur Zeit der Bestäubung. Bei II und III ist der Umriss des Fruchtknotens mitgezeichnet.

Blüten sind solche Papillen nicht ausgebildet, da ja hier keine Pollenkörner aufgefangen werden sollen. Die Wandung des Fruchtknotens ist reichlich von Gefäßbündeln mit großen Harzgängen durchzogen und sie lassen sich bis an das obere Ende des Griffels verfolgen, wo die Harzgänge mit zugespitzten Enden blind aufhören.

Entwicklung und Bau der Frucht. Dieselbe ist bekanntlich eine Drupa und hat eine ovale bis rhombische Form, von der Seite gesehen; dem einen stumpfen Winkel des



27. Frucht. I Frucht von der Seite in nat. Gr. — II Querschnitt durch die reife Frucht: m Mesocarp mit den Harzgängen, st Steinschale, c c Keimblätter, w Würzelchen des Keimlings. — III Längsschnitt durch den Steinkern und Samen:

a die 3 äußeren, i die innerste Schicht der Steinschale, cot Keimblatt, w Würzelchen, pl Plumula des Keimlings. — IV Querschnitt durch das Exocarp (E) und Mesocarp mit der durch Schraffierung angedeuteten Wachsschicht; innerhalb derselben die Harzgänge mit ihren Scheiden, a die äußeren dünnwandigen, i die inneren sclerenchymatischen Zellen.

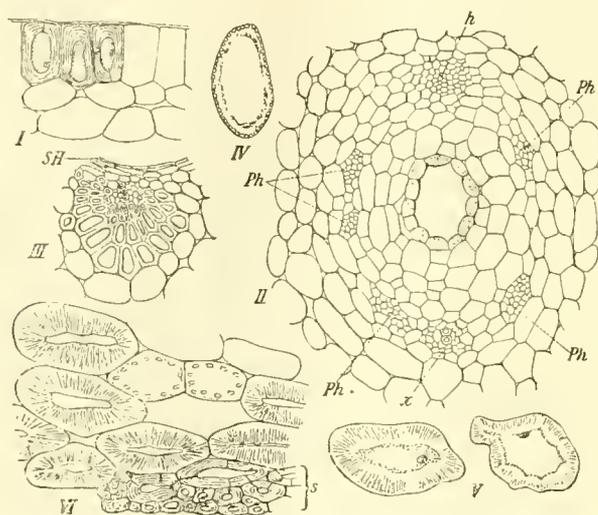
Rhombus würde der Stielansatz, dem gegenüberliegenden die den Griffelrest tragende, kurze Spitze entsprechen, die dazwischen liegenden Winkel sind stark abgerundet (Fig. 27 I). Die reifen Früchte sind 8—9 mm breit, 6—7 mm hoch und 4—5 mm dick; anfangs glänzend grasgrün und glatt, werden sie im Herbst bräunlich und es treten dunkle Längsstreifen auf, die vorher nur schwach angedeutet waren; an diesen Streifen ist die Oberfläche eingesunken infolge des Zusammenfallens der hier verlaufenden großen Harzgänge. Die äußere Schale, Exocarp und Mesocarp ist etwas über 1 mm dick, die Schale des Steinkerns, das Endocarp, ist ca. 0,4 mm dick. Besonders hervorzuheben ist für die Beschreibung: die Struktur der Steinschale, das Verhalten der Harzgänge und die Ablagerung des Wachses im Mesocarp. Der Bau der Früchte ist schon von Arthur Meyer (Lit. 18) beschrieben worden, allein es finden sich hier einige Ungenauigkeiten hinsichtlich der Struktur der Steinschale und auch die anderen beiden Punkte sind nicht so genau studiert, wie es mir an dem reichlichen lebenden Materiale möglich war es zu thun.

Das Exocarp entsteht aus der Epidermis des Fruchtknotens, welche einschichtig bleibt und nur in dem Bau ihrer Zellen eine Änderung erfährt. Dieselben sind bei der reifen Frucht im Querschnitt gesehen, viereckig und senkrecht zur Oberfläche gestreckt, von oben gesehen aber, haben sie eine unregelmäßige Gestalt mit zackig und buchtig ineinandergreifenden Wänden. Die Cuticula ist ziemlich

dünn, die Wände sind aber nach allen Seiten gleichmäÙig stark verdickt und verholzt, zeigen eine deutliche Schichtung und werden von einfachen engen Porenkanälen sowohl nach den Seiten als auch nach oben und unten hin durchsetzt (Fig. 28 I).

Das Mesocarp entsteht aus dem gröÙten Teil der Fruchtknotenwandung, von der nur die vier innersten Schichten zum Aufbau der Steinschale verwendet werden. Unter der Epidermis, resp. dem Exocarp liegen 3—4 Schichten dünnwandiger, rundlicher Parenchymzellen, welche das Assimilationsgewebe vorstellen und bei der reifen Frucht tangential abgeplattet erscheinen; in diesen Zellen kommen sowohl Einzelkrystalle als auch Drusen von oxalsaurem Kalk vor (Fig. 28 I). Darauf folgt das groÙe, von den GefäÙsbündeln und Harzgängen durchzogene Grundgewebe, in dessen Zellen das Wachs abgelagert wird und innen bilden die Grenze 2—3 Schichten stark sklerenchymatisch verdickter und verholzter, kleiner, rundlicher Zellen (Fig. 28 VI). Die GefäÙsbündel mit den Harzgängen sind so angeordnet, daÙ man auf dem Querschnitt durch die Mitte des Fruchtknotens 20—30 gröÙere einen äußeren Ring bilden sieht und etwa ebenso viele kleinere, mit jenen alternierend einen weiter innen liegenden Ring (resp. eine Ellipse). Wo die Schale am dicksten ist, nämlich auf dem kürzesten Durchmesser des Querschnittes, treten noch einige weitere kleine Bündel an der inneren Seite auf. An den Kanten ist die Anordnung weniger regelmäÙig (Fig. 27 II). Das Verhalten der Harzgänge ist insofern bemerkenswert, als dieselben sich mit dem Heranwachsen der Früchte bedeutend vergröÙern und von einer besonderen Parenchymscheide umgeben werden. Im Fruchtknoten der Blüte sind sie deutlich dem Phloem der GefäÙsbündel eingelagert, dessen Zellen kleiner sind als die Epithelzellen des Harzganges. Freie Harzgänge ohne GefäÙsbündel treten in der Fruchtschale nicht auf und wenn es in den jüngsten Zuständen der Frucht bei den innersten Gängen einen derartigen Anschein hat, so kommt es nur daher, daÙ sich der Harzgang mit seinem Epithel früher differenziert als die übrigen Elemente des Bündels, das ja überhaupt sehr klein bleibt. Sehr bald vergröÙern sich nun die Phloemparenchymzellen, welche das Epithel zunächst umgeben und beginnen sich durch Teilungswände in tangentialer Richtung um den Harzgang herum zu vermehren, wie man besonders an den gröÙeren äußeren Gängen sieht. So entstehen die Parenchymscheiden, die zuerst am breitesten zwischen dem Harzgang und dem Xylemteile des GefäÙsbündels werden. Das Phloem wird dabei in mehrere Gruppen getrennt, die rings um die Parenchymscheide des Harzganges liegen, sodafÙ diese an den dazwischen liegenden Stellen an das Grundgewebe grenzt. Die Öffnung des Ganges selbst ist durch das Wachstum der Epithelzellen und vielleicht auch gelegentliche Vermehrung derselben gröÙer geworden (Fig. 28 II).

Von nun an findet aber wieder eine Verengung des Kanals statt, indem die Zellen der Parenchym Scheide sich in radialer Richtung strecken; durch diese Wucherung wird das Epithel stellenweise unterbrochen, sodafs seine Zellen, die in diesem Stadium kollabieren, keine zusammenhängende Scheide mehr bilden und zwar ist dies derjenige Entwicklungszustand, in dem die Frucht ihre definitive Gröfse nahezu erreicht hat, die Wachsausscheidung und reichlichere Bildung von Kalkoxalat im Grundgewebe beginnt; zu dieser Zeit bilden sich auch Sklerenchymbelege auf der Innenseite der Xylemteile aus (Fig. 28 III). In Früchten, die Anfang Oktober gepflückt waren, fand ich die Harzgänge überall durch die Wucherung der Parenchym Scheiden verengt, die Zellen des Epithels noch teilweise lebendig, aber mit demselben hellen Zellsaft an Stelle des früher dunkelen erfüllt, wie die Zellen der Parenchym Scheide; dabei trat aber noch viel Harz in Tropfenform aus den Kanälen beim Durchschneiden der Früchte heraus.



28. I Querschnitt durch das Exocarp der reifen Frucht und die darunter liegenden dünnwandigen Zellen des Mesocarps. — II Gefäßsbündel mit Harzgang aus einer 4 mm breiten Frucht: x Xylem, Ph Phloemgruppen, bei h scheint ein neuer Harzgang gebildet zu werden. — III Xylemteil mit Sklerenchymbeleg aus einem solchen Gefäßsbündel, in einer reifen Frucht mit zusammengefallener Scheide des Harzgangs (SH). — IV Zelle mit beginnender Wachsausscheidung. — V Zellen mit Wachskruste; Protoplasma und Kern mit Hämatoxylin gefärbt. — VI Stück des Mesocarps an der inneren Seite: s sklerenchymatisch verdickte Zellen, darüber wachsführende und wachsfreie Zellen.

Schließlich trocknet, nach dem das Epithel eingetrocknet ist, auch die Parenchym Scheide ein und so entstehen wieder weite Kanäle zwischen den mit Wachs erfüllten Zellen des Grundgewebes.

Die Ausscheidung des Wachses in den Zellen des Mesocarps habe ich bereits in meiner früheren Mitteilung (Lit. 56) beschrieben, doch halte ich es für zweckmäfsig, der Vollständigkeit halber, die früheren Angaben hier noch einmal zu wiederholen. Im reifen Zustande der Frucht findet sich das Wachs im Grundgewebe des Mesocarps, sodafs von Wachs frei bleiben die unter dem Exocarp liegenden, dünnwandigen und die an der inneren Grenze des Mesocarps liegenden, sklerenchymatischen Zellen, ferner die Zellen der Gefäßsbündel und ihrer Scheiden, sowie die Parenchym Scheiden der Harzgänge. Man kann sich also

vorstellen, wie das Wachsgewebe außen und innen je eine parallel der Oberfläche verlaufende, mehrere Lagen dicke Schicht bildet und diese beide Schichten durch die zwischen den Harzgängen verlaufenden Zellenzüge netzförmig verbunden werden, es demnach einen zusammenhängenden aber netzförmig durchbrochenen Komplex bildet (Fig. 27 IV). Derselbe erscheint unter dem Mikroskop bei durchfallendem Lichte dunkel in einem bräunlichen Tone. Seine einzelnen Zellen sind von unregelmäßig rundlicher Gestalt, miteinander häufig durch Fortsätze verbunden, sodass größere und kleinere Intercellularräume entstehen. In diesen Zellen wird das Wachs als dicker Überzug der Membran nach dem Zellenlumen zu ausgeschieden, dasselbe mehr oder weniger, bisweilen bis nahe zum Verschwinden verengernd, und so erinnern die Zellen einigermaßen an Steinzellen (Fig. 28 VI). Das Wachs bildet also eine dicke Kruste auf der Membran im Innern der Zellen ganz analog den krustenförmigen Überzügen auf der Epidermis, die de Bary (Botan. Zeitung 1871, p. 361) als vierten Typus der Wachsüberzüge der Epidermis bezeichnet hat. Die Kruste liegt der eigentlichen Membran fest und dicht an, doch läßt sich die Membran deutlich erkennen, und dieselbe bleibt nach dem Auflösen des Wachses ebenso glatt und sauber zurück wie die Wand der Epidermiszellen, auf welchen in anderen Fällen Wachs abgelagert ist. Die innere Begrenzung der Wachskruste ist aber nicht so glatt, sondern hat eine unregelmäßig körnige Oberfläche, wie es auch A. Meyer bei den Wachszellen von *Rhus Toxicodendron* gefunden hat. Im Lumen der Zellen bleibt ein körniges Protoplasma mit dem Zellkern lange Zeit erhalten, welches sowohl innerhalb der dicken Wachskruste durch Färbung mit Hämatoxylin als auch besonders schön durch Entfernung der Wachskruste (durch Auskochen mit Alkohol) deutlich sichtbar gemacht werden kann (Fig. 28 V). Ob auch einzelne Wachskörnchen innerhalb der Kruste im Protoplasma oder Zellsaft vorkommen, ist schwer zu entscheiden. Man kann auch leicht getäuscht werden dadurch, dass bei der Präparation etwas vom innern Rande der Kruste abbröckelt, wie ja auch häufig ganze größere Stücke der Kruste beim Schneiden losbrechen und in die Zelle zu liegen kommen: dies ist zugleich ein Beweis dafür, dass die Wachskruste der Membran nur aufgelagert, nicht mit ihr verwachsen ist. Die Kruste zeigt deutlich eine strahlige Struktur und scheint aus lauter Stäbchen zu bestehen, die in den äußeren Schichten der Kruste dichter und fester verbunden sind, als in den inneren, wo die strahlige Struktur in die körnige Beschaffenheit der inneren Begrenzung übergeht. Wahrscheinlich beruht diese Struktur der Wachsschicht auf einem krystallinischen Gefüge, welches nach Wiesner (Botanische Zeitung 1876, S. 225) auch den äußerlich ausgeschiedenen Wachskrusten zukommt. Allein es erscheinen die Wachsmassen

in den Zellen im polarisierten Lichte nicht doppelt brechend und im dunkeln Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskopes, bei gekreuzten Nicols, leuchten sie nicht auf, während die dickwandigen Zellen des Exocarps und die sklerenchymatischen Zellen an der inneren Begrenzung des Mesocarps hellglänzend hervortreten. Indessen dürfte das Dunkelbleiben der Wachsschichten auf der Zusammenfügung der krystallinischen Elemente beruhen, durch die der optische Effekt gestört wird. — Eine Schichtung parallel der Membran ist in der Wachskruste nicht vorhanden. Durch den nicht geschichteten, sondern strahligen Bau, die unregelmäßige Begrenzung nach dem Zellenlumen zu und die gröfsere Undurchsichtigkeit unterscheidet sich also schon äufserlich eine solche Wachszelle von einer sklerenchymatisch verdickten. Eine gewisse Ähnlichkeit zwischen beiden besteht aber wieder darin, dafs auch in der Wachskruste Porenkanäle vorhanden sind, die quer durch die Kruste vom Lumen nach der ursprünglichen Membran laufen; auch sieht man die Porenkanäle benachbarter Zellen aufeinander treffen. Offenbar handelt es sich bei diesen „Poren“ aber nicht um unverdickte, oder besser gesagt nicht inkrustierte werdende Stellen der Membran, sondern um nachträglich eintretende Risse, die in der Kruste durch Dehnung der Zellenwände entstehen. Wenn also an einem Punkte in der Berührungsfläche zweier Zellenwände eine Spannung eintritt und hier dieselben sich dehnen, so werden von diesem Punkte aus Sprünge in den Wachskrusten der benachbarten Zellen und dadurch die scheinbar kommunizierenden Poren auftreten. Dafs diese Deutung richtig ist, geht auch daraus hervor, dafs das Protoplasma keine Fortsätze in die Porenkanäle hinein besitzt; wenigstens läfst sich nichts dergartiges erkennen, wenn man die Wachskruste aufgelöst hat: der Protoplasmaschlauch zeigt sich dann nach geeigneter Färbung, z. B. mit Säurefuchsin, aufsen glatt begrenzt.

Was das chemische Verhalten der in Rede stehenden, hier Wachs genannten Substanz betrifft, so habe ich es nur mikroskopisch mit einigen Reagentien geprüft. Das Zusammenfliefsen in heifsem Wasser, das Aufgelöstwerden in kochendem Alkohol und in Terpentin sind die charakteristischen Eigenschaften, nach denen diese Substanz als Wachs bezeichnet wird, abgesehen davon, dafs sie von Kalilauge, konzentrierten Mineralsäuren und kaltem Alkohol nicht angegriffen wird. Mit Jodlösung wird die Wachskruste gelb gefärbt, von Farbstoffen wird z. B. Fuchsin darin aufgespeichert, was aber nicht als charakteristische Eigenschaft anzusehen ist.

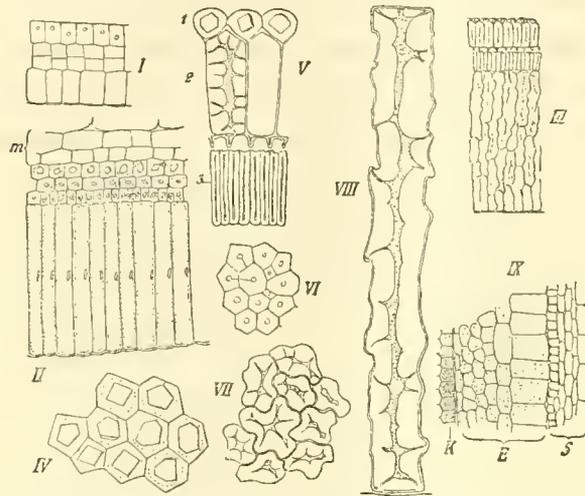
Über die Entstehung der Wachskruste habe ich auch nach genauerer Untersuchung der Verhältnisse im Sommer 1898 den in der früheren Mitteilung gemachten Angaben nicht viel hinzuzufügen. Da in dem genannten Jahre, wegen der nassen und kühlen Witterung.

in der ersten Hälfte des Juli, das Wachstum der Früchte sich verzögerte, so begann die Wachsablagerung auch erst später und zwar erst von Mitte August an, während sie 1897 um diese Zeit, wie ich damals auch erwähnt habe, schon vollendet war. Am 11. August gepflückte Früchte zeigten zuerst eine deutliche Wachsablagerung in Gestalt einer dünnen, körnigen Kruste auf der Membran, zwischen dieser und dem Protoplasmaschlauch (Fig. 28 IV). Am 15. August war die Kruste noch deutlicher zu sehen und zugleich war nachzuweisen, dafs in den Zellen, die schon eine Wachskruste gebildet haben, keine Stärke mehr vorhanden ist, während einzelne dazwischen liegende Zellen, ferner besonders die um die Gefäfsbündel und die dicht unter dem Exocarp liegenden assimilierenden Zellen, die immer frei von Wachs bleiben, noch ziemlich reichlich Stärke führen. Dies bestätigt also die schon früher ausgesprochene Vermutung, dafs das Material zur Wachsbildung hauptsächlich aus der vorher erzeugten Stärke stammt. Die Wachsschicht wird nun allmählich dicker, das Lumen verengend, und zugleich wird sie nach ausen zu dichter, es scheint, dafs nicht blos eine Auflagerung neuer Wachs-
teilchen, sondern auch eine Einlagerung solcher zwischen die älteren stattfindet; das körnige Aussehen geht dabei in das der radialen Streifung über. Von Ende August an war keine weitere Veränderung in der Wachskruste mehr zu bemerken. Übrigens scheint die Ablagerung an allen Stellen der Frucht ziemlich gleichzeitig zu beginnen, fortzuschreiten und zum Abschluss zu kommen.

Hinsichtlich der biologischen Bedeutung des in den Fruchtschalen ausgeschiedenen Wachses verweise ich auf das in meiner früheren Mitteilung Gesagte, wonach die Annahme am meisten für sich hat, dafs das Wachs als Anlockungsmittel für Tiere (besonders Tauben) dient, die, indem sie die Früchte verzehren, nur einen Teil des Mesocarps verdauen, den Kern mit dem Samen aber an anderen Stellen wieder von sich geben und so die Früchte verbreiten, die kein anderes Verbreitungsmittel besitzen, aber im Winter auf den entlaubten Bäumen hängend, fruchtfressenden Tieren von weitem sichtbar sind.

Es bleibt uns jetzt noch übrig, Entwicklung und Bau des Endocarps oder des Steinkerns zu beschreiben. Bereits im Fruchtknoten der Blüte heben sich die innersten vier Zellenschichten, deren zwei mittlere zuletzt durch Teilung einer Zellenschicht entstanden sind (Fig. 29 I), durch die fast quadratische Form der Zellen und ihre dichte Aneinanderfügung von dem übrigen Gewebe ab: diese geben das Endocarp, das auch im reifen Zustande nur aus vier Schichten besteht, die aber eine sehr verschiedene Ausbildung ihrer Zellen erfahren. Es wird nämlich die erste oder äußerste Zellenschicht zu einer Lage kurzer Zellen mit unverdickten Wänden und einem grofsen Einzelkristall im Innern, die zweite wird zu

einer Pallisadenschicht mit stark verdickten, verholzten Zellenwänden, die dritte zu einer eben-
solchen Schicht, aber von kürzeren Zellen und die vierte oder innerste Schicht wird wiederum
zu einer Pallisadenschicht aus sehr langen Zellen mit stark verdickten, aber unverholzten
Membranen. Die Zellen der ersten Schicht wachsen also am wenigsten, sie behalten auch
ihre dünnen Wände und den lebendigen protoplasmatischen Inhalt; bereits im Fruchtknoten
der Blüte bildet sich in jeder Zelle ein Krystall von oxalsaurem Kalk aus; derselbe wird all-
mählich größer und füllt schliesslich den größten Teil des Zellenlumens aus. Von oben



29. I Endocarp aus dem Fruchtknoten der Blüte. —
II Dasselbe aus der jungen Frucht: die Zellen m gehören
zum Mesocarp. — III Dasselbe aus der reifen Frucht. —
IV Erste Schicht mit Krystallen von oben. — V Erste,
zweite und dritte Schicht im Durchschnitt. — VI Zweite
Schicht im Flächenschnitt des Endocarps. — VII Vierte
Schicht ebenso. — VIII Einzelne Zelle der vierten Schicht.
IX Querschnitt durch Samenschale (S) und Endosperm (E);
K Epidermis des Keimlings.

gesehen erscheinen die Zellen polygonal
und bilden eine geschlossene Lage wie
Fig. 29 IV zeigt; im Querschnitt gesehen
sind sie mehr rundlich und fügen sich
zwischen die Vorsprünge ein, die durch
die einzelnen Zellen der darunter liegen-
den Pallisadenschicht gebildet werden
(Fig. 29 V). Das Vorkommen solcher
Krystallschichten ist jedenfalls nicht
häufig: als analoger Fall ist mir der von
Drude¹ für die Frucht von *Hydrocotyle*
beschriebene bekannt, denn auch bei
dieser Frucht wird das Endocarp zu einem
Steinkern. Welche Bedeutung dieser
Krystallschicht zukommt, ist schwer zu
entscheiden. Bei Untersuchung der reifen
Früchte, in denen man die Krystalle neben
sehr dickwandigen Zellen liegen sieht,

könnte man annehmen, das es sich um einen rein physiologischen Stoffwechselprozess
handelt, wie in dem Fall, wo die Krystalle neben den Steinzellen der Rinde entstehen,
allein die Krystalle werden hier im Endocarp ausgeschieden, lange bevor die Wand-
verdickung des Endocarps oder der innersten Schichten des Mesocarps beginnt, und wachsen,

¹ In seiner Bearbeitung der *Umbelliferae* in Engler-Prantl's natürlichen Pflanzenfamilien, p. 102
und 103, Fig. 43 B. Vergl. auch Rompel, Krystalle von Calciumoxalat in der Fruchtwand der Umbelli-
feren und ihre Verwertung für die Systematik. (Sitz. Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. Mathem.-naturw.
Klasse, Bd. CIV, Abt. I 1895, p. 417—474, Taf. I—II).

hevor ein Dickenwachstum der Membranen stattfindet. Wenn den Krystallen als solchen aber eine biologische Bedeutung zuzuschreiben ist, so würde man diese zunächst in der mechanischen Verstärkung der Steinschale suchen, und es ist nicht recht einzusehen, wie sie in dieser Weise wirken sollen. — Zur Zeit, wann die Krystalle entstehen, sind die Zellen der zweiten Schicht im Querschnitt gesehen ungefähr ebenso breit (in tangentialer Richtung) wie in der ersten Schicht, aber nicht so dick (in radialer Richtung); sie strecken sich also dann bedeutend, so daß sie im Querdurchmesser der Fruchtschale etwa viermal so hoch sind, wie in der Breitenrichtung (Fig. 29 V). In letzter Richtung, also auf dem Tangentialschnitt durch die Schale, erscheinen sie in der reifen Frucht polygonal, dicht nebeneinander liegend (Fig. 29 VI). Ihre Wände sind sehr stark verdickt und verholzt und das Lumen bildet nur einen engen Kanal, von dem aus nach allen Seiten hin Poren abgehen. Nach aussen zu ist jede Zelle, wie schon angedeutet, in eine kleine Spitze ausgezogen, diese Spitze wird noch etwas verstärkt durch die hier stärkere Cuticula, welche die ganze äußere Pallisadenschicht überzieht. Auch nach innen zu ist eine Cuticula vorhanden; dieselbe bildet hier sehr eigentümliche faltige Erhebungen, ungefähr so, daß jeder Zelle eine solche Falte, die im Querschnitt als Spitze erscheint, entspricht. Da die darunter liegenden Zellen nicht zwischen diese Falten eingreifen, so entstehen zwischen letzteren Hohlräume, die mit einer körnigen Substanz erfüllt zu sein scheinen. Man kann diese sonderbaren Räume leicht für eine Schicht kleiner rundlicher Zellen halten, wie es auch Arthur Meyer (Lit. 18) gethan hat, allein die Vergleichung der verschiedenen Entwicklungszustände läßt keinen Zweifel, daß die Gebilde in der eben geschilderten Weise zu erklären sind, die durch Fig. 29 V noch besser erläutert wird. — Die Zellen der dritten Schicht sind schon im jungen Zustande nur halb so schmal wie die der zweiten, sie werden auch nur ungefähr halb so hoch. Auf dem tangentialen Schnitt sehen sie in Beziehung auf Gestalt und Wandverdickung denen der zweiten Schicht ähnlich, im Querschnitt durch die Fruchtschale aber sind sie nach aussen nicht zugespitzt, sondern im Gegenteil etwas ausgehöhlt; sie unterscheiden sich ferner dadurch, daß ihr Lumen nur einen einfachen geraden Kanal bildet, ohne deutlich bemerkbare Poren (Fig. 29 V, 3). Die Grenze dieser Schicht nach innen zu bildet eine ziemlich glatte Fläche, an die sich die vierte, innerste Schicht in gleicher Weise fest anlegt. Die Zellen dieser Schicht beginnen zuerst mit ihrer radialen Streckung oder pallisadenförmigen Ausbildung, so daß sie in einer Frucht, die nur etwa die halbe Größe einer ausgewachsenen besitzt, schon etwa viermal so hoch wie die drei übrigen Schichten zusammen erscheinen (Fig. 29 II). In der reifen Frucht ist diese Schicht ca. 0,25 mm dick, während die drei äußersten Lagen

zusammen noch nicht halb so dick sind;¹ innen ist sie durch eine starke Cuticula glatt abgegrenzt, wie auch außen. Die radialen Wände bleiben aber nicht gerade, sondern werden sowohl in der Längs- als in der Querrichtung unregelmäßig buchtig gebogen, sodass es kaum möglich ist auf dem Durchschnitt eine Längswand von oben bis unten an derselben Zelle zu verfolgen (Fig. 29 III). Da die Vorsprünge der einen Zelle genau in die Vertiefungen der anderen passen, so sind sie außerordentlich fest miteinander vereinigt; ihre Gestalt geht aus Fig. 29 VII und VIII hervor. Ihre Membran verdickt sich dabei so stark, dass das Lumen zu einem engen Kanal zusammengeschürt wird, von dem zahlreiche Porenkanäle nach allen Richtungen ausgehen, ähnlich wie bei den Zellen der zweiten Schicht. Während aber bei diesen und denen der dritten Schicht die verdickten Membranen zugleich verholzen, besteht in den Zellen der vierten Schicht die deutlich geschichtete Verdickungsmasse auch in der reifen Frucht größtenteils aus Cellulose, wie die Blaufärbung mit Chlorzinkjod zeigt, und nur die äußerste Lamelle der Membran ist verholzt und wird mit schwefelsaurem Anilin gelb gefärbt. — Dies ist die eigentümliche Struktur der Steinschale, welche den Samen umschließt.

Der Samen enthält außer dem Embryo eine dünne Schicht von Endosperm innerhalb einer zarten Samenschale (Fig. 29 IX). Die letztere ist von wechselnder Dicke und besteht aus einer äußeren Epidermis von großen, abgeflachten Zellen mit unverdickten Wänden, aus einigen Lagen ebenfalls dünnwandiger flacher Zellen und aus einer inneren Epidermis kleiner, dünnwandiger, und im Querschnitt gesehen, fast quadratischer Zellen. Die äußerste Zellenlage des Endosperms² ist eine Pallisadenschicht von ziemlich großen Zellen, die ungefähr doppelt so hoch wie breit sind, darunter folgt eine Schicht von abgeflachten, etwas kleineren Zellen und weiter innen noch mehrere Schichten kleiner polygonaler Zellen. Die Zellen des Endosperms, sowie des Keimlings sind natürlich zart und dünnwandig und angefüllt mit Proteinkörnern und Öltröpfen; die ersteren sind im Endosperm größer als im Keimling, wo sie äußerst klein sind. Der Keimling besitzt zwei große, flach aufeinander

¹ Gerade über der Spitze des Würzelchens aber ist die innerste Schicht des Steinkerns nur halb so dick als an dem übrigen Teile, sodass diese Stelle als ein vorgebildeter Keimporus betrachtet werden kann. (Fig. 27 III).

² Gärtner (Lit. 4) nennt den Samen eiweißlos (*Albumen nullum, praeter integumenti parietem subcarnosum*), er rechnet also die dünne Endospermschicht mit zur Samenschale (*Integumentum simplex, membranaceum, intus subcarnosum*), die er aber dann nicht *simplex* nennen durfte, da er ja selbst eine etwas fleischige innere Schicht derselben besonders unterscheidet und diese beiden Schichten, in Wirklichkeit also Samenschale und Endosperm, sich auch mechanisch leicht trennen lassen. Für die *Anacardiaceae* heißt es bei Engler (Lit. 43. p. 138) unter den Merkmalen: „Samen ohne oder mit sehr wenig Nährgewebe.“

liegende Kotyledonen, die den größten Teil des Samens einnehmen, zwischen ihnen ist eine kleine Plumula sichtbar und nach oben geht das Würzelchen. Die Größen- und Lagerungsverhältnisse dieser Teile zueinander gehen am besten aus Fig. 27 II u. III hervor. Die Keimung des Samens ist bereits oben geschildert worden und wir können somit unsere Beschreibung des Lackbaums hier abschließen.

Es hätte zwar manches noch ausführlicher bearbeitet werden können, allein es ist hauptsächlich darauf Rücksicht genommen worden, was für die hier beschriebene Art charakteristisch ist, nicht aber was an physiologischen, anatomischen oder entwicklungsgeschichtlichen Verhältnissen ebenso gut bei anderen Arten studiert werden kann: es hat auch so schon die Arbeit einen Umfang gewonnen, der für die Beschreibung einer Pflanzenart vielleicht manchem übermächtig groß erscheinen dürfte.

Litteraturverzeichnis.

Die Arbeiten, deren Titel mit einem Sternchen versehen ist, habe ich nicht selbst eingesehen und, soweit nicht anders angegeben, nach dem botanischen Jahresbericht zitiert.

1. Kaempfer, E. Amoenitatum exoticarum politico-physico-mediciarum fasciculi V. Lemgoviae 1712, p. 791—794, cum tab.
2. Linné, C. Species plantarum. Editio I, Holmiae 1753, vol. I, p. 265.
In der mir vorliegenden Editio III, vol. I, p. 380, wird auch einige ältere Litteratur zitiert, die sich aber zum Teil auf die amerikanische *Rhus venenata* bezieht.
3. Thunberg, C. P. Flora japonica. Lipsiae 1784, p. 68.
4. Gaertner, J. De fructibus et seminibus plantarum. Vol. I, Lipsiae 1801, p. 205.
- 5.* Don, D. Prodromus florum Nepalensis. Londini 1825, p. 248 (zitiert nach Dippel).
6. De Candolle, A. P. Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. Pars II, Parisiis 1825, p. 68.
- 7.* Sweet, R. Hortus britannicus. London 1827, p. 118 (zitiert nach Dippel).
8. Miquel, F. A. G. Prolusio Florae Japonicae Amstelodami 1866—1867 p. 16.
9. Koch, K. Dendrologie. I. Teil, Erlangen 1869 p. 577.
10. Ludwig, H. Über Pflanzenwachs. (Archiv der Pharmacie, III. R., 1. Bd. 1872, p. 193—219), p. 214.
11. Franchet, A. et Savatier, L. Enumeratio plantarum in Japonia sponte crescentium 1874, vol. I, p. 93.
- 12.* Brandis, D. The forest flora of North western and Central India, London 1874.
(Soll nach A. Meyer (Lit. No. 18) eine sehr gute Beschreibung der indischen *Rhus vernicifera* geben).
- 13.* Hanausek, E. Chinesisches Wachs. (Zeitschr. d. allg. österr. Apotheker-Ver., Bd. 15, S. 260), 1877.
(Nicht gesehen, als Stammpflanze des vegetabilischen chinesischen Waxes wird *Rhus succedanea* bezeichnet).
- 14.* Japanwachs (American Journal of Pharmacy 1877, p. 451).
(Nicht gesehen; von Stammpflanzen ist nur *Rhus succedanea* genannt).
15. Wagner, R. Japanischer Lack. (Dingler's polytechn. Journal, Bd. 218, p. 361—367, 452—456. 1875).
- 16.* Rein, J. Über Franchet et Savatier's Enumeratio plantarum in Japonia sponte crescentium und über japanische Holzgewächse. (Monatsschr. z. Beförd. d. Gartenbaues in den K. Preufs. Staaten, XX, 1877, p. 217—230).
17. Buri, E. Über den Japantalg, das sogenannte japanische Wachs. (Archiv der Pharmacie, Bd. 214, p. 403—409, 1879).
18. Meyer, A. Über den Japantalg. (Archiv der Pharmacie 1879, III. Reihe, Bd. 15, der ganzen Folge 215. Bd, p. 97—128, Taf. I—III).
(Hierzu vergleiche von demselben Autor, l. c., p. 514—516. Über die Entwicklung des Waxes von *Rhus toxicodendron* Mich.).

- 19.* Brandt, R. Über die Zerstörung, welche der Frost in der Vegetation während des vergangenen Winters in Baden-Baden angerichtet hat. (Monatsschr. des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den K. Preuß. Staaten, 23. Jahrg. 1880, p. 422).
(*Rhus vernicifera* hat nicht gelitten).
- 20.* Hager, H. Untersuchung des Wachses. (Chemisches Zentralblatt 1880, p. 367, nach pharmaceutische Zentralhalle 21, p. 119 und p. 129).
- 21.* Hirschsohn, E. Contributions to the chemistry of several varieties of wax. (The pharmaceutical Journal and Transactions, 3. ser., vol. 10, No. 508, p. 749. American Journal of Pharmacy, vol. 52, p. 303, 1880).
- 22.* Bando. Der japanische Lackbaum, *Rhus vernicifera* DC., japanisch Urushi-no-ki. (Danckelmann, Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen, 13. Jahrg. 1880, p. 156).
23. Engler, A. Über die morphologischen Verhältnisse und die geographische Verbreitung der Gattung *Rhus*, wie der mit ihr verwandten lebenden und ausgestorbenen *Anacardiaceae*. (Engler's botan. Jahrbücher I, Leipzig 1881, p. 365—427, tab. 4).
- 24.* Burgess. The beneficent and toxical effects of the various species of *Rhus*. (Pharm. Journ. XI, 858, 1881).
- 25.* Zabel, H. Die Frostwirkungen des Winters 1879/80 in den Gärten der Forstakademie Münden und einige Bemerkungen über dort in Kultur befindliche Gehölze. (Gartenflora 1881, p. 134, 266, 307, 335, 368, 389).
(*Rhus vernicifera* ist stark zurückgefroren).
- 26.* Hooker, J. D. Report on the Progress and Condition of the Royal Gardens at Kew, During the Year 1880, London 1881, 14 p., 8°.
(p. 11. Der chinesische Lackbaum ist nicht mit dem japanischen *Rhus vernicifera* identisch).
27. Geyler, H. Th. Über Kulturversuche mit dem japanischen Lackbaum (*Rhus vernicifera* DC.) im botanischen Garten zu Frankfurt a. M. (Abhandl. d. Senckenb. naturf. Gesellsch. 1881, Bd. 12, p. 199—208).
- 28.* Rein, J. Das japanische Kunstgewerbe. Charakter und Kultur des Lackbaumes und Gewinnungsweise des Rohlackes. (Österr. Monatsschr. f. d. Orient 1882, p. 52—58).
- 29.* Möller, J. Die forstlichen Acclimatisationsbestrebungen und ihre Bedeutung für die Industrie. (Wochenschr. des niederösterr. Gewerbevereins 1882).
- 30.* Quin, J. J. The Lacquer Industry of Japan (Pharm. Journ. XIII, 266, 1882).
- 31.* Hikorokuro Yoshida. Chemistry of Lacquer (Urushi) Part I (Journ. of the chemical society, vol. 43, p. 472—486). (Id. in Journ. de Pharm. et de Chimie IX, 320. Jahresber. f. Chemie für 1883, p. 1768).
- 32.* Hildebrandt, F. Über einige Fälle von verborgenen Zweigknospen. (Bot. Zentralbl. IV, Bd. XIII, No. 6, p. 207—212, mit 6 Holzschn.), 1883.
(Verborgene Zweigknospen kommen bei *Rhus typhina* vor, während bei *Rh. vernicifera*, *Toxicodendron* und *Cotinus* die Aehselknospen ganz frei liegen).
33. Engler, A. Burseraceae et Anacardiaceae. (Monographiae Phanerogamarum, edit. A. et C. de Candolle, vol. IV, Paris 1883).
(Hier auch die ältere Litteratur).
- 34.* Burmese Lacquer (Gardener's Chronicle XXIV, 1885, p. 20).
- 35.* Holmes, E. M. Recent additions to the Museum of the Pharmaceutical Society. (Pharm. Journ., vol. XVI, 1885—1886, p. 701—702).
36. Rein, J. Japan, nach Reisen und Studien im Auftrage der König. Preuß. Regierung dargestellt, II. Band, Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Handel. Leipzig (W. Engelmann), 1886. (Vergl. p. 185 ff, p. 299, p. 404, 410).

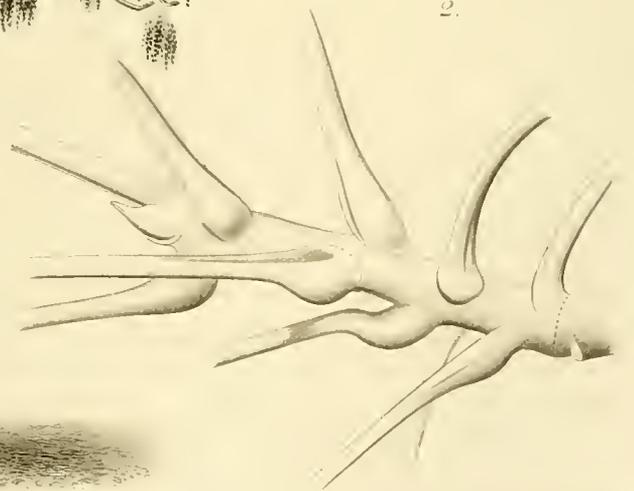
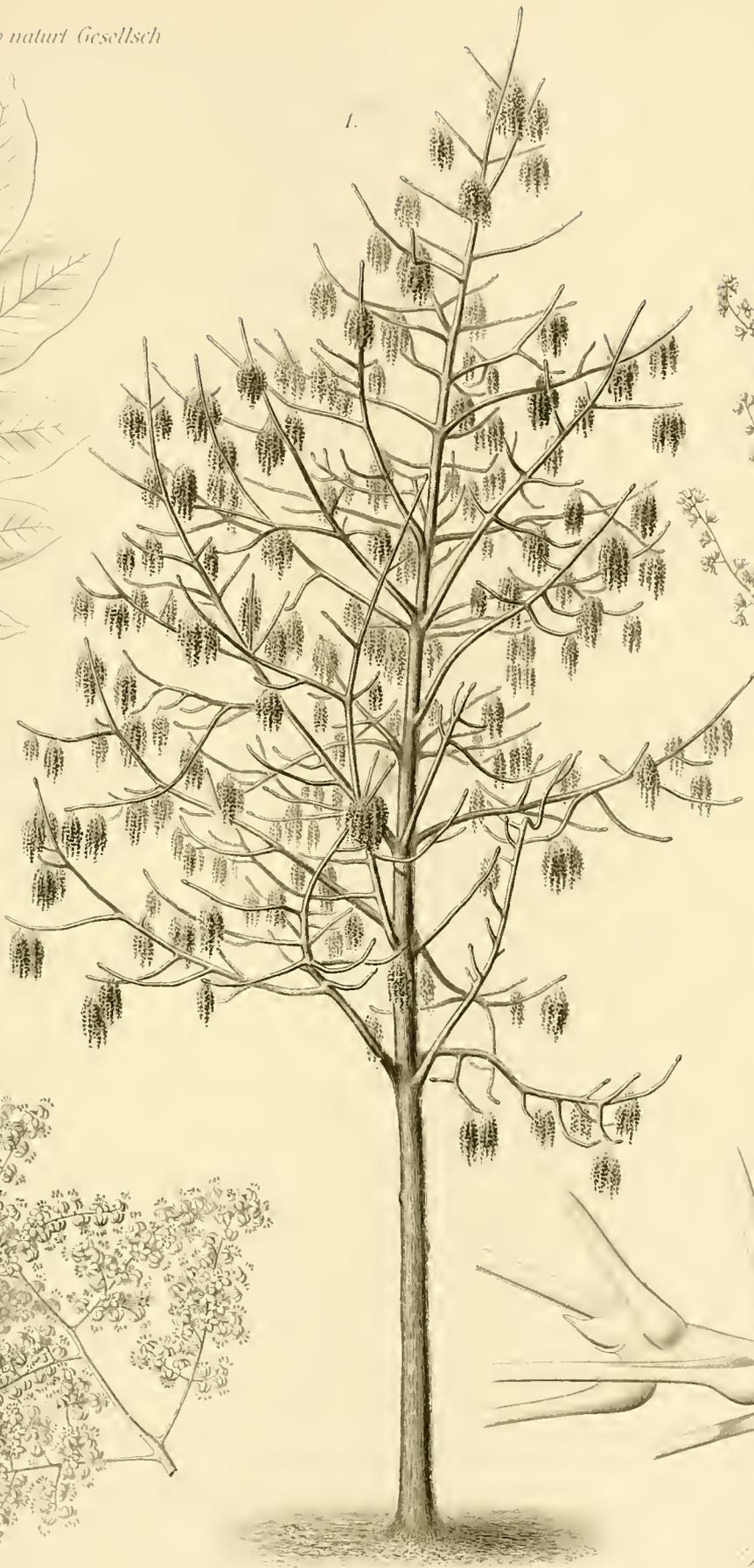
37. Feist, A. Über die Schutzrichtungen der Laubknospen dicotyler Laubbäume während ihrer Entwicklung. (Nova Acta d. Kais. Leop.-Carol. deutsch. Akad. d. Naturf., Bd. LI. No. 5, p. 303—344), Halle 1887.
(*Rhus vernicifera* wird nur als Beispiel p. 318 erwähnt).
- 38.* Leroy. Culture des végétaux exotiques. (Ass. franç. pour l'avanc des sciences. Compt. rend. 17. sess. Oran 1888, Paris, 1. P. p. 188, 2. P., p. 317—320).
(Kulturversuche mit exotischen Pflanzen in Algerien; in Oran gelingt die Kultur von *Rhus vernicifera*).
39. Eberhardt, L. A. Über den Japantalg. (Jnaug. Diss. Straßburg, 32 p., 1 Taf., 1 Kart., New-York 1888.
(Der erste Abschnitt über die Gewinnung des Lacks enthält auch Angaben über die geographische Verbreitung des Lackbaumes, die auf der Tafel II kartographisch dargestellt ist, nach Reins Karte).
40. Huth, E. Brennsäfte als Pflanzenschutz (Monatl. Mitt. aus dem Gesamtgebiet der Naturw., Frankfurt a. d. O., Bd. VII, 1890, p. 3—10), p. 9.
- 41.* Hitchcock, R. Über japanischen Lack. The Drugg. Circul., 1890, vol. 34, No. 2, p. 31).
42. Schober, A. Erzeugnisse der pflanzlichen Zelle. (Westermanns Monatshefte, Bd. 69, 1891, p. 679—683).
(p. 681 wird *Rhus vernicifera* erwähnt).
43. Engler, A. Anacardiaceae. Mit 140 Einzelbildern in 24 Figuren. (Engler-Prantl, die natürlichen Pflanzenfamilien, III. Teil, 5. Abt., p. 138—178, Leipzig 1892).
44. Bühner, C. Die vegetabilischen Wachse. — Amer. Druggist 31, p. 97—100. Zeitschr. f. Nahrungsm.-Unters., Hygiene und Waarenkunde VI (1892), p. 303—306.
45. Dippel, L. Handbuch der Laubholzkunde, II. Teil, Berlin (P. Parey) 1892. !
(Vergl. p. 378 *Rhus vernix*).
46. Koehne, E. Deutsche Dendrologie. Stuttgart 1893 (p. 361).
47. Rein, J. Japanischer Lackbaum. (Sitzber. d. Naturhist. Ver. d. preuß. Rheinlande, Westfalens und des Reg.-Bez. Osnabrück, naturw. Sektion 1893, p. 25—27).
48. Kultur des Lackbaums in Europa. (Helios. Monatl. Mitt. a. d. Gesamtgeb. d. Naturw. Frankfurt a. d. O., Bd. X, 1893, p. 27—28. (Nach Naturwissensch. Wochenschrift).
49. Bertrand, G. Sur le latex de l'arbre à laque. (Comptes rendus heb. des séances de l'acad. des sciences Paris 1894, vol. 118, p. 1215—1218).
(*Rhus vernicifera* ist nicht speziell genannt).
- 50.* Bertrand, G. Sur le latex de l'arbre à laque et sur une nouvelle diastase contenue dans ce latex. (C. rend. heb. d. l. Soc. Biol. à Paris 1894. 8. juni).
- 51.* Wittmack, L. Der japanische Lackbaum, *Rhus vernicifera* in Frankfurt a. M. (Gartenflora XLIII, 1894, p. 48).
- 52.* Kéw Bulletin 1894. Veitch Collection of Japanese Vegetable products, p. 14—17.
(Für das japanische Wachs wird nur *Rhus succedanea* als Stammpflanze angegeben).
53. Waage, Th. Japanischer Lackbaum im Senckenbergischen Garten zu Frankfurt a. M. (Apotheker-Zeitung 1894, p. 464).
- 54.* Bretschneider, E. Botanical Investigation into the materia medica of the ancient Chinese. (Bd. III des Botanicon Sinicum, herausg. von China Branch of the Royal Asiatic Society). 624 p., Shanghai 1895.
55. Shirasawa, H. Die Japanischen Laubhölzer im Winterzustande. Bestimmungstabellen. (Bulletin of the College of Agriculture. Tokyo Imperial University Japan, vol. II, p. 229—300. Tab. V—XVII), 1897.
(p. 232. Kurze Charakterisierung von *Rhus vernicifera*; Tab. V, Fig. 12, Abbildung eines Triebes mit Winterknospen).

56. Möbius, M. Über Wachsausscheidung im Innern von Zellen. (Berichte d. deutsch. bot. Gesellschaft, Jahrg. 1857, Bd. XV, p. 435—441).
57. Diels, L. Die Epharrose der Vegetationsorgane bei *Rhus* L. § Gerontogae Engl. (Engler's botan. Jahrbücher, Bd. XXIV, 1898, p. 568—647 mit Taf. XIV und 8 Fig. im Text).
(Obgleich in dieser Arbeit *Rhus vernicifera* nicht speziell erwähnt wird, muß sie doch wegen der Vergleichung der nahe verwandten Arten erwähnt werden).
58. Köhler. Medizinal-Pflanzen. Band III. (Ergänzungsband) 1898, p. 94.
59. Siebert, A. Der japanische Lackbaum (*Rhus vernicifera* DC.). (Hesdörffer's Monatshefte für Blumen- und Gartenfreunde, I. Jahrg. 1898, Heft 3, p. 93—98 m. 2 Abb.).
60. Dragendorff, G. Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten. Stuttgart 1898 (p. 399).
61. Treumann, J. Die Mittel zur Verhütung des Rostes. (In der Zeitschrift: Stahl und Eisen 1898, 18. Jahrg., p. 882 und 940).
(Als bestes Mittel giebt Verf. den japanischen Lack von *Rhus vernicifera* an).
62. Möbius, M. Über Bewegungsorgane an Blattstielen. (Festschrift für Schwendener, p. 37—62, Taf. III), 1899.
(Diese Arbeit betrachte ich zugleich als die vierte meiner Mitteilungen aus dem botanischen Garten zu Frankfurt a. M. und die vorliegende Abhandlung über den Lackbaum als die fünfte. Hinsichtlich der drei ersten vergl. Bericht d. Senckenberg. naturf. Gesellsch., p. 81).

Figurenerklärung der Tafel I.

- Fig. 1. Ein weibliches Exemplar des Lackbaums von ca. 10 m Höhe im winterlichen Zustande, mit Frucht-
rispen behangen.
- „ 2. Das Ende eines fast horizontal stehenden Zweiges mit den unteren Teilen der Blattstiele, um die
verschiedenartigen Krümmungen in den Gelenkpolstern zu zeigen. Bei g die Grenze des neuen
Triebes.
- „ 3. Ein einzelnes Blatt, stark verkleinert.
- „ 4. Eine Rispe mit männlichen Blüten.
- „ 5. Eine Rispe mit weiblichen Blüten, beide auf ca. $\frac{2}{3}$ verkleinert. Es sind zwei kleinere Blütenrispen
gewählt, die aber die Unterschiede recht charakteristisch zeigen.

Frankfurt a. M., Botanischer Garten, Ostern 1899.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1897-1903

Band/Volume: [20_1897-1903](#)

Autor(en)/Author(s): Möbius (Moebius) Martin

Artikel/Article: [Der japanische Lackbaum, *Rhus vernicifera* DC. Eine morphologisch-anatomische Studie 201-247](#)