

Ueber die physiologische Bedeutung des Gerbstoffs

von
J. DEKKER.

Wenn man die Angaben durchsieht, welche die botanische Litteratur über die Gerbstoffphysiologie enthält, so erfährt man bald, dass dieselben keine allgemeinen Regeln liefern über das Auftreten des Gerbstoffs in den Pflanzen. Auch über die physiologische Bedeutung in engerem Sinne gelten differente Anschauungen; die verschiedenen Autoren, die sich mit der Gerbstofffrage beschäftigt haben, sind der meist auseinandergelassenen Meinung zugetan. Die Gerbstoffhistologie liefert verschiedene wichtigen Fragen, die noch keine endgültige Antwort erhielten. So weiss man z. B. noch nicht, wie der Gerbstoff sich im Allgemeinen verhält im Kambium, im Marke und in den reifen Samen. Für den Physiologen ist von grosser Wichtigkeit die Frage, ob ein Zusammenhang zu entdecken ist zwischen dem Vorkommen des Gerbstoffs in den Blättern und der Assimilation. Interessant wäre es auch, zu wissen, ob der Gerbstoff in Pflanzenkörper bleibt in der Zelle, in welcher derselbe gebildet ist oder dass ein Uebergang von einer Zelle in der andern möglich ist.

1. Ribes.

Das Ziel dieser Untersuchung war, zu versuchen Klarheit in einem oder mehreren der genannten Punkte zu

bringen. Angefangen wurde nun mit einer genauen Untersuchung der Gerbstofflokalisierung bei einem Ribes-Art mit rosa Blüten, die als frühblühender Strauch in den holländischen Gärten wohlbekannt ist. Ende Juli wurden zuerst die Äste untersucht, die imselben Jahre gebildet waren.

Diese Äste sind gewöhnlich einen halben Meter lang oder länger. Sie wurden mit den Blättern in 5 %iger Kaliumbichromat-Lösung gestellt. Diese Substanz wird seit einem halben Jahrhundert benutzt zur Lokalisation des Gerbstoffs und tatsächlich gelingt dieses bei *Ribes* in vorzüglicher Weise. Die Bichromat-Lösung verursacht ein braunrotes Koagulum in den gerbstoffhaltigen Zellen¹⁾. Neben Kaliumbichromat werden die Lösungen einiger basischen Substanzen als Reagenz angewandt. Namentlich wurden 1 %-ige Lösungen von Antipyrin, salzsaurem Chinin und Koffein in Anwendung gebracht. Die Präparate,

¹⁾ Die Kaliumbichromat-Reaktion bei *Sambucus nigra*. — Dass Kaliumbichromat nicht ausschliesslich mit Gerbstoffen reagiert, wurde bei dieser Untersuchung noch erfahren, als ein Fliederast während zwei Tagen mit 5 %-iger Bichromat-Lösung behandelt wurde. Im Stamme war keine Spur einer Reaktion wahr zu nehmen. Solches wurde auch schon durch das Äussere der Stengels angegeben; dasselbe hatte keinerlei Änderung erfahren. Beim Blatte und auch beim Blattstiel war die Oberfläche dunkel gefärbt; die Oberseite des Blattes war geradezu Schwarz. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte die Epidermis der Oberseite des Blattes eine kräftige Reaktion. Auch die Epidermis des Blattstieles reagierte schön mit Bichromat. Ausserdem zeigten noch viele Parenchym-Zellen in der Umgebung der fünf Gefässbündel eine intensive Reaktion. Es giebt jedoch ein auffallender Unterschied zwischen dieser Reaktion und die Gerbstoff-Bichromat-Reaktion; die Farbe ist hier nicht braun mit einem Stich ins Rote, sondern Orange-rot. Die angegebenen Zellen reagieren nun nicht mit Koffein-Lösung. Die Epidermis-Zellen zeigen keinerlei Reaktion; von den Parenchym-Zellen sind einige wenige plasmolysirt. Die Anzahl der Zellen, in welcher Plasmolyse auftritt ist sehr gering, viel weniger als die der mit Bichromat in Reaktion tretenden Zellen. Diese Reaktion ist also wahrscheinlich keine Gerbstoff-Koffein-Reaktion. In diesem Falle wurde das Reagieren mit Kaliumbichromat zu Fehlern Anleitung geben, wenn man nicht Alkaloïden als Kontrolle benutzt.

von verschiedenen Teilen dieser Pflanze angefertigt, zeigten mit allen vier Reagentien übereinstimmende Bilder. Man darf deshalb annehmen, dass bei Ribes das Kaliumbichromat auch ein richtiges Bild der Gerbstoffverteilung liefert. Die Bichromat-Präparate wurden in Wasser gewaschen und in Glyzerin studiert. Die Alkaloïd-Präparate wurden nicht gewaschen, sondern sofort nach der Anfertigung in die benutzte Alkaloïd-Lösung gebracht und auch auf dem Objectträger in einem Tropfen Alkaloïd-Lösung eingebettet. Die Niederschläge, welche Alkaloïde mit Gerbstoffen bilden, sind nämlich löslich in Glyzerin, auch in Alkohol und in Wasser. Dass bei Ribes die entstandenen Niederschläge diese Löslichkeits-Verhältnisse zeigten, lässt dieselben als Gerbstoff-Alkaloïd-Präzipitat erkennen. Die Niederschläge sind körnig und ungefärbt; sie haufen sich anfänglich an in der Unterseite der Zelle. Ist in einer gerbstoffreichen Zelle die Reaktion beendet, so ist dieselbe gänzlich mit den farblosen Körnern gefüllt. Später entstehen grössere, stark lichtbrechende Tropfen. Bewahrt man die Präparate lange in den Alkaloïd-Lösungen, so enthält die Zelle schliesslich ein oder zwei grössere Tropfen mit dem Aussehen von Fett oder ätherischem Oel.

Es wurde noch eine andere Methode versucht, die bei histochemischen Untersuchungen benutzt wird. Dabei wurde von den frischen ungeänderten Pflanzenteilen Durchschnitte erhalten und dieselben mit den genannten Reagenzien behandelt. Für Gerbstoff zeigte sich diese Methode untauglich. Der Gerbstoff kommt nämlich im Zellsafte vor als Lösung oder kolloïdale Lösung. Beim Präpariren wird also leicht ein wenig des Zellsaftes nach einer Nachbarzelle verschleppt. Dadurch liefert die Methode für Gerbstoff undeutliche Präparaten; dasselbe gilt für den Nachweis reducirbarer Zucker. Für Stärke, Kalziumoxalat und andre organisirte Zellbestandteile kann die Methode jedoch mit gutem Erfolg benutzt werden.

Die nachfolgende Beschreibung der Gerbstoffverteilung bei *Ribes* bezieht sich auf Präparaten, hergestellt aus Pflanzenteilen, welche zuvor mit Kaliumbichromat behandelt waren. Wie lange die Pflanzenteile in der Bichromatlösung verbleiben müssen, ist abhängig von der Schnelligkeit, mit welcher das Reagenz in die Geweben eindringt. Zwei oder drei Tage genügen gewöhnlich; nur bei Wurzeln dauert die Vorbereitung ein wenig länger.

a. Einjähriger Zweig. — Die Verteilung der Gerbstoffelemente in den verschiedenen Geweben von *Ribes* ist so charakteristisch, dass es nützlich erscheint, von derselben eine ausführliche Beschreibung zu liefern. Der Querschnitt des Zweigendes (Abb. 1) lässt folgendes wahrnehmen.

An der Spitze besitzt der junge Ast neben gewöhnliche, einzellige Haare noch mehrzellige Trichomen, welche ein ätherisches Oel enthalten. Die einfachen Haare sind völlig gerbstofffrei; die mehrzelligen sind gerbstoffhaltig. Die Epidermis besteht aus kleinen, auf Querschnitt beinahe quadratischen Zellen, welche eine kräftige Gerbstoffreaktion zeigen. Auch sind die zwei Schichten von Parenchymzellen, die gerade unter der Epidermis liegen, gerbstoffreich. Im Querschnitt erscheinen diese Bastparenchymzellen als kleine, runde Zellen. Das grosszellige Parenchym, das von diesen drei Schichten eingeschlossen wird, ist zum grössten Teil gerbstofffrei. Die Zellen, welche positive Reaktion zeigen, sind im Parenchym zerstreut; sie liegen meistens einzeln, sind bisweilen aber auch zu zwei oder drei vereint. Seltener sind Komplexe von 6 à 7 Zellen. Die zwei Zellschichten, welche die Aussenrinde nach dem Zentrum abschliessen, sind gänzlich frei von Tanniden. Die letzte Schicht ist Stärkehaltig; die vorletzte trägt grosse Krystallkomplexe von Kalziumoxalat. Die Aussenrinde kommt nur an jüngeren Stengelteilen vor; später schrumpft sie zusammen und zuletzt verschwindet sie gänzlich. Die

Stärkeschicht umschliesst ein kleinzelliges Gewebe. In diesem Gewebe, das Phloëm, liegen die grössten Elemente in der Nähe der Aussenrinde; nach dem Kambium zu sind die Elemente kleiner. Die grösseren, mehr nach der Aussenseite gelegenen Zellen sind gerbstoffhaltig; das dünnwändige, kleinzellige Gewebe der Innenseite ist gerbstofffrei. Die äussere Zellschicht dieses Gewebes liefert später das Korkgewebe. Im Phloëm sind die Gerbstoffelemente an verschiedenen Stellen deutlich radial angeordnet; stellenweise ist die Anordnung auch weniger regelmässig.

Das Kambium ist gerbstofffrei.

Innerhalb des Kambiums findet man den Xylemring, an welcher sich ein zweites Phloëmgewebe anschliesst an der Seite des Marks.

Vier oder fünf Xylempartieën sind von den andren dadurch unterschieden dass sie grösser sind. In diesen grösseren Partieën ist die Gerbstoffverteilung sehr charakteristisch. Eine Gürtel von gerbstoffhaltigen Zellen umgibt den ganzen Gefässbündel mit den zwei Phloëmpartieën (Abb. 2). Das Holzgewebe enthält keinen Gerbstoff; sowohl die Holzgefässe als das Holzparenchym sind frei. Die kleinen Markstrahlen sind gerbstoffhaltig; die radial angeordnete Gerbstoffzellen im Rinden-Phloëm sind eine Fortsetzung dieser Markstrahlen. Im Marke liegen die Gerbstoff-Elemente zerstreut. Hier im ganz jungen Zweigende mit seinem lebhaften Stoffwechsel ist die Anzahl gerbstoffhaltiger Zellen sehr gross, sowohl in der Rinde wie auch im Marke. Das Mark enthält zahlreiche Krystallkomplexe von Kalziumoxalat; jede krystallführende Zelle enthält nur ein einziges Komplex und zeigt keine Gerbstoffreaktion.

Der Querschnitt, hier oben beschrieben, besitzt also neben den einzelnen Gerbstoffelementen zwei konzentrische Gürtel von Gerbstoffzellen, namentlich eine äussere (Epidermis und Hypodermis) und eine innere (die phloëm-

haltige Innenrinde). Ausserdem hat man hier einen besonderen Gerbstoffgürtel um jedem Gefässbündel. Diese Anordnung lässt eine beschützende Funktion des Gerbstoffs vermuten.

Ein radiales Präparat zeigt, dass die äussere Gerbstoffgürtel besteht aus Zellen, die ungefähr dreimal so lange als breit sind; bisweilen sind sie noch mehr gestreckt. Das übrige Rindenparenchym zeigt im Längsschnitt eine nahezu quadratische Form. Die Gerbstoffelementen, die im Querschnitt zerstreut zu liegen schienen, bilden hier eine senkrechte Reihe. Dieses gefässartige Gebilde besteht in der Nähe der Epidermis aus länglichen Zellen; mehr nach innen zu sind die zusammenstellenden Zellen breiter, nahezu quadratisch. Wenn man diese gerbstoffhaltigen Bahnen zum ersten Male sieht, so kann man nicht umhin, denselben eine besondere Funktion zuzuschreiben. Sieht man vom Gerbstoffgehalte ab, so unterscheiden die Gerbstoffhaltigen Zellen im Mark sich bei Ribes in keiner Hinsicht von den gerbstofflosen Nachbarzellen. Sie sind in Durchschnitten von nicht präparierten Stengeln auch nicht wieder zu erkennen. Besieht man ein ungefärbtes und ein Bichromatpräparat nach einander, so bekommt man den Eindruck, dass das Reagenz hier ein latentes Bild entwickelt hat. Durch die Einwirkung des Reagenzes ist in scheinbar vollkommen gleichwertigem Gewebe ein besonders charakteristische Differentiierung eingetreten.

Das kleinzellige Gewebe, welches durch die Aussenrinde umschlossen wird, erscheint im Längsschnitt als ein braunes Band, aus schmalen, länglichen Zellen bestehend. Das Kambium giebt keine Reaktion und bildet deshalb auch in diesen Präparaten ein ungefärbtes Band zwischen Innenrinde und Xylem. Auch das Xylem ist gerbstofffrei, mit Ausnahme der Markstrahlen.

Im Marke liegt unmittelbar am Gefässbündel grenzend ein Gerbstoffbahn, bisweilen auch zwei. Diese Bahnen

stimmen vollkommen überein mit denen in der Aussenrinde. Die Gerbstoffbahnen sind im Marke zahlreich, speziell hier im Zweigende. Im Längsschnitt dieses jungen Teiles des Stengels bestehen die Bahnen aus kwadratischen Zellen. Das Markgewebe ausserhalb der Bahnen ist gerbstofffrei. Auch hier stellt man sich unwillkürlich die Frage: „Sind diese Bahnen ohne spezifische, physiologische Bedeutung?“ Es ist wohl unmöglich.

In einem älteren Teile des Stengels (zwischen zweitem und drittem völlig entwickelten Blatte) hat die Gerbstoffverteilung nur wenig Änderung erfahren. Die vielzelligen Trichome fehlen; die einzelligen Haare sind gerbstofffrei. Auch hier ist die periphere Gerbstoffgürtel anwesend; die Reaktion ist da sehr kräftig. Die chlorophyllhaltigen Zellen unter dieser Schicht zeigen keine Gerbstoffreaktion. In den zerstreuten Gerbstoffelemente der Aussenrinde ist Plasmolyse wahrzunehmen; das Koagulum ist stark braun gefärbt; der Raum zwischen Zellwand und Koagulum ist sehr wenig gefärbt, beinahe farblos. Die krystallführende Schicht der Aussenrinde enthält keinen Gerbstoff; auch die Stärkeschicht hierangrenzend ist gerbstofffrei. Die kleinzellige Innenrinde ist gerbstoffreich; die eigentlichen Phloënteile in derselben sind frei. Nach der Innenseite ist ein neue Schicht entstanden, noch gerade ausserhalb dem Kambium. Diese Schicht besteht aus einer doppelten Reihe kleiner Krystallsterne von Kalziumoxalat. Die Krystallfaser enthalten keinen Gerbstoff. Diese Schicht ist von gerbstoffhaltigen Parenchymzellchen begleitet. Im fotografischen Bild (Abb. 3) läuft diese Schicht wie ein dunkles Band in der Nähe des Kambiums. Im Kambium ist die Reaktion negativ; dasselbe gilt von den Holzfasern und den Gefässen. Positiv ist die Reaktion in den Markstrahlen. Im Marke liegen die gerbstoffhaltigen Elemente zerstreut; bisweilen zu 2, 3 oder 4 zusammengruppiert. Der Gerbstoffring um einigen Gefässbündelteilen ist hier nicht mehr deutlich zu

erkennen; dennoch erinnert die Struktur wohl an den Ring. Als entstanden aus diesem Ring ist u. m. zu erachten die ununterbrochen Schicht kleinerer gerbstoffhaltigen Markzellen, die das Phloëm an der Innenseite des Gefässbündels begrenzen. Auch in älteren, selbst mehrjährigen Teilen des Stammes, sowie in der Hauptwurzel ist diese Struktur noch anwesend.

Der Längsschnitt (Abb. 4) zeigt auch hier die zwei Gerbstoffgürtel (Epidermis c.A. und die Innenrinde) und ausserdem die Gerbstoffbahnen in Aussenrinde und Mark. Die Anzahl dieser Bahnen ist viel weniger gross als in der Spitze des Astes.

In einem noch älterem Stengelteile (unter dem dritten Blatte, Abb. 5) treten zwei Nova auf. Erstens ist die krystallführende Schicht zu voller Entwicklung gekommen. Im Querschnitt sieht man eine doppelte Reihe äusserst kleine Abteilungen der Krystallfaser; in jeder Abteilung liegt ein sehr kleines Krystallkomplex von Kalziumoxalat. Die Faser sind gerbstofffrei; die Krystallschicht liegt an der Innenseite der phloëmhaltigen Innenrinde. Eine zweite Neuigkeit ist entstanden zwischen Aussen- und Innenrinde, namentlich eine Schicht ziemlich grosser, stark gerbstoffhaltiger Zellen. Es ist das erste Stadium des Korkgewebes, das später den Stengel nach aussen schützen soll, wenn die Aussenrinde abgestossen ist. Weiter ist keine Änderung in der Gerbstoffverteilung wahr zu nehmen.

Unter dem sechsten Blatte (Abb. 6) wird ein Querschnitt erhalten, welche merkwürdig ist, weil die Gerbstoffschicht „par excellence“ das Korkgewebe ist. Dasselbe ist drei oder vier Zellen breit. Das kleinzellige Parenchym innerhalb des Korkgewebes (Innenrinde oder sekundäre Rinde) ist kollenchymatisch als in den jüngeren Teilen. Es enthält zahlreiche Phloëmpartieën, welche gerbstofffrei sind. Die gerbstoffhaltigen Markstrahlen bestehen aus einer Reihe kleine Zellen, welche eine oder zwei Schichten Holzgewebe trennt.

Wenn man einen Querschnitt durch das Mitte eines einjährigen Zweiges besieht, so erfährt man, dass die Aussenrinde in Bedeutung verloren hat. An verschiedenen Stellen ist die Aussenrinde schon dünner als die Innenrinde, während das Verhältnis in den jüngeren Teilen gerade umgekehrt war. Das Gewebe der Aussenrinde ist unregelmässig geworden und zusammengeschrumpft; ausserdem sind intrazelluläre Räume entstanden. Das Korkgewebe ist 5 à 6 Zellen breit und gerbstoffreich. Es ist klar, dass diese Schicht mehr und mehr im stande ist, die Funktion zu übernehmen der ursprünglich äusseren Gerbstoffgürtel (Epidermis und Hypodermis). Die Innenrinde ist ganz kollenchymatisch geworden und gerbstoffreich mit Ausnahme der Phloënteile und der Krystallfasern. Diese letzteren bilden eine Gürtel in der Kambiumschicht; die Kryställchen sind hier sehr deutlich wahrzunehmen. Das Kambium besteht wie gewöhnlich aus verschiedenen Schichten kleiner, tafelformiger Zellen ohne Gerbstoff. Wo die Kambiumzellen zu Markstrahlzellen auswachsen, ist eine regelmässige Steigerung in der Intensität der Gerbstoffreaktion noch innen zu zu sehen. An einzelnen Stellen findet die Markstrahl eine Fortsetzung in der Innenrinde; eine radiale Reihe von isodiametrischen, gerbstoffhaltigen Zellen liegt da in der Innenrinde. Jedoch ist das Vorkommen gerbstoffhaltiger Zellen im Kambium bei Ribes eine Ausnahme. In der braunen Zellenreihe ist doch immer noch eine Zelle gerbstofffrei.

Das Holz ist hier schon kräftig entwickelt; das Holzgewebe zeigt auch hier keine Gerbstoffreaktion, wohl aber die Markstrahlen. Bei den Markstrahlen ist hier eine Differenz eingetreten zwischen einzelligen, die ganz und gar gerbstoffhaltig sind und eine andere Art Markstrahlen, die hier zum ersten Male zur Entwicklung gekommen sind. Diese sind mehrere Zellen breit und bestehen aus Parenchymzellen, die im Querschnitte grösser erscheinen als die

Zellen, welche die gewöhnlichen Markstrahlen bilden. Auch sind diese Zellen zum grössten Teil nicht gerbstoffhaltig; wohl aber mit Stärke gefüllt. Das zentralliegende Phloëm ist gerbstofffrei. Nach der Seite des Markes wird es begrenzt von einem Bande gerbstoffhaltiger Zellen, welches erinnert an den Gerbstoffring, welcher ursprünglich den primären Gefässbündel umschloss. Der Gerbstoffniederschlag in diesen Zellen ist nie körnig in Gegensatz zu den anderen Gerbstoffelementen im Marke. Diese zeigen nämlich wie die Zellen einer schmalen Markstrahle einen körnigen Inhalt.

Siehe für Längsschnitten durch das Mitte des einjährigen Astes Abb. 7 und Abb. 8.

Im basalen Teile des einjährigen Zweiges ist die Aussenrinde nicht mehr als geschlossener Ring vorhanden; das noch anwesende Gewebe ist zusammengefallen (Abb. 9). Wo es fehlt, ist das Kork die Aussenschicht geworden. Das Kork ist hier ungefähr 8 Zellen breit, wovon die 4 inneren starke Gerbstoffreaktion zeigen, während die vier übrigen eine so schwache Reaktion liefern, dass man dieselben praktisch gerbstofffrei nennen darf. Das kollenchymatische Gewebe der Innenrinde enthält viel Gerbstoff; die Phloëmbündel darin enthalten keins ebensowenig wie die krystallführende Schicht. Diese letztere wird begleitet von runden Parenchymzellen, die eine besonders kräftige Gerbstoffreaktion zeigen. Das Kambium ist frei mit Ausnahme der Stellen, wo ein Markstrahl sich fortsetzt in der sekundären Rinde.

Fasst man die oben beschriebenen Resultate zusammen, so sieht man die Gerbstoffverteilung im einjährigen Aste derartig, dass eine schützende Funktion leicht daraus zu lesen ist. Schon im allerjüngsten Stengelteile ist auffallend die gerbstoffreiche, periphere Gürtel und die Gerbstoffgürtel, welche die Gefässbündelteile umschliessen. Während die Aussenrinde seine Bedeutung verliert, entwickelt sich

darunter allmählich das Korkgewebe, welches in seinen inneren Teilen eine grosse Menge Gerbstoff enthält. Ausserdem ist die Gewebeschicht, welche das Kambium umschliesst, vom jüngsten Stadium an gerbstoffreich. Eine schützende Funktion ist nicht zuzuschreiben an den Gerbstoff, welcher vorkommt in den isolierten Gerbstoffbahnen in der Aussenrinde und im Marke. Wenn der Gerbstoff einen Transport in den Geweben erfährt, so können diese Bahnen wohl dazu benutzt werden. Merkwürdig ist auch die Ansammlung des Gerbstoffs an Stellen starker Vegetation z.-B. in der Spitze des Astes.

II. Mehrjährige Stengelteile. — Der Querschnitt der mehrjährigen Teile des Stammes (Abb. 10) unterscheidet sich von dem des einjährigen Astes durch das Fehlen der Aussenrinde: Nach Aussen wird der Stamm geschützt durch die Korksicht, wovon die äusseren 3 oder 4 Zellenreihen gerbstofffrei sind. Das andere gerbstoffreiche Gerbstoffgewebe ist ungefähr sechs Zellen breit und radial gebaut. Es ist gleich breit wie das gerbstoffhaltige, kleinzellige Parenchym der Innenrinde. Von diesem Parenchym umschlossen ist ein Gewebe, welches in den einjährigen Stengelteilen noch nicht vorkam. An Stelle der krystallführenden Schicht sind hier nämlich fünf Krystallschichten entstanden. Dieselben sind beiderseits begrenzt von einer anschliessenden Reihe gerbstoffführender Parenchymzellen. Diese Krystall-Gerbstoff-Komplexe bilden die Abscheidung zwischen Phloëmgewebe eines verschiedenen Alters. Innerhalb der inneren Gürtel liegt das Kambium. Zwischen dieser und der zweiten Gürtel liegt das funktionierende Phloëm. Je mehr das Phloëm nach der Aussenseite gelegen ist, desto weniger lebensfähig ist dasselbe. Zwischen den beiden äusseren Krystall-Gerbstoff-Gürtel kommt nur zusammengefallenes Phloëm vor, das nicht mehr funktionsfähig ist. Die Fortsetzung der Markstrahlen in der Rinde steht quer auf den Krystallgürtel; zwischen den äusseren

Gürteln bildet die Markstrahl-Fortsetzung eine Verbindung von zwei, zwischen den inneren gürteln von sechs runden, gerbstoffhaltigen Parenchymzellen. Die Fortsetzung der mehrzelligen Markstrahlen ist auch mehrere Zellen breit; dieselben sind gerbstoffhaltig in gegensatz zu den Markstrahlzellen. Diese Markstrahl-fortsetzungen und die Krystallgürtel teilen das Phloëm der secundären Rinde in rechteckigen Teile (nämlich im Querschnitt).

Kambium und Holz sind frei; die einzelligen Markstrahlen sind gerbstoffhaltig. Die mehrzelligen Markstrahlen bestehen aus grösseren Zellen und enthalten nur Gerbstoff in den beiden seitliche Zellreihen. Die Grenze zwischen Gefässbündel und Mark ist nicht genau rund; an der Markseite besitzt der Gefässbündel Auswächse von kleinzelligem, stärkehaltigem, gerbstofffreiem Parenchym und Phloëm, begrenzt von einer geschlossenen Linie Gerbstoffzellen. Die ganze Anordnung erinnert an die Struktur des jüngsten Teiles im Ende des einjährigen Zweiges. Die Verteilung der Gerbstoffelemente im Marke ist genau dieselbe wie in den jüngeren Stengelteilen. Die Gerbstoffzellen liegen vereinzelt im Marke; bisweilen sind sie zu zweien vereint oder bilden sie ein Band von 6 bis 8 Zellen. Das gerbstofffreie Gewebe ist zum grössten Teil verschwunden; an diesen Stellen sind intrazelluläre Räume entstanden. Hierin sind die (grossen) Oxalatkristalle an Resten der Zellwände der früheren Zellen verklebt.

Ein Tangential-Präparat (Abb. 11) zeigt eine Schicht zusammengefallenes braungefärbtes Gewebe ausserhalb dem gerbstofffreien Teile des Korks. Auch hier erschien die Korksicht in zwei Teilen von gleicher Grösse geteilt; die innere Schicht ist gerbstoffreich, die andere enthält keinen Gerbstoff. Darunter liegen die Gerbstoff-Krystall-Bänder; zwischen denselben liegt das Phloëm (nicht gerbstoffhaltig).

Im Holze kommen einzellige und mehrzellige Markstrahlen

vor. Die beiden Markstrahltypen sind in tangentialen Schnitten von einander u.m. zu unterscheiden durch die Form der Zellen. Die Markstrahlen von der Breite einer einziger Zelle besteht aus länglichen schmalen Zellen. Die andren Markstrahlen besitzen isodiametrische Zellen; in diesen liegen die gerbstoffhaltigen Zellen mehrenteils an der Peripherie.

Die Radial-Schnitte (Abb. 12) geben ein einfaches Bild. An der Aussenseite sind noch einige durch $K_2Cr_2O_7$ braungefärbte Gewebereste wahrzunehmen. Deutlich tritt in diesen Präparaten hervor die Anordnung der Korkzellen in mehreren Schichten, sowohl im gerbstoffhaltigem wie im toten Teile. Unter dem Korke liegen die fünf Gerbstoff-Oxalat-Gürtel und dazwischen die weissen Phloëmbündel. Wo eine Markstrahl in die Rinde dringt, da sieht man das Phloëmband unterbrochen durch ein paar braune Gerbstoffzellen. Wo im Holze eine Markstrahl getroffen wurde, da sieht man den braunen Inhalt der Gerbstoffzellen. Im Marke sind auch hier die einzelligen Gerbstoffbahnen vorhanden. (Weil die intrazellulären Räume stark lufthaltig sind, müssen die Präparate luftfrei gemacht werden mittelst Alkohol).

In einem noch älteren Teile des Stammes ist die Struktur der soeben beschriebenen sehr ähnlich. Es wurde ein Stammteil untersucht, auf welchem der soeben beschriebene, mehrjährige Stengel ein Nebenzweig bildete. Im Querschnitte wurden statt fünf Gerbstoff-Krystall-Gürtel deren sechs wahrgenommen. Dieselben sind deshalb gewissermassen zu vergleichen mit Jahrringen; mit der Bildung einer neuen Gürtel wird eine neue Periode im Leben der Pflanze angefangen: eine neue Phloëmmasse entsteht, die älteren Phloëmbündel verlieren ihre Bedeutung und schrumpfen zusammen. Das Phloëm erscheint im Bichromat-Präparate als rechteckige, weisse Partien zwischen den Krystallgürteln und den Fortsetzungen der Markstrahlen in der Rinde.

Die tangentialen Präparaten weichen nicht wesentlich ab von den hieroben beschriebenen.

In einem radialen Schnitte ist folgendes wahrzunehmen. Wo eine breite Markstrahl seine Fortsetzung findet in der Rinde, da sieht man den gerbstofffreien Teil des Korkes abgestossen (Sich. Abb. 12). Unter dieser Stelle ist der gerbstoffhaltige Korkschicht einigermaßen verdickt und gerbstoffreich; das ganze Rindengewebe zeigt hier eine intensive Reaktion. In der Markstrahl sieht man eine radiale Anordnung der Zellen vom Korce bis beinahe in das Mark. Die Zellen werden nach dem Mark zu grösser. Die Markstrahl endet nicht im Marke, sondern ein wenig davor, namentlich da, wo das Holzgewebe übergeht in ein Gewebe von schmalen, länglichen Zellen. Das Gewebe enthält viel Stärke, während einige Zellen auch gerbstoffhaltig sind; es ist das kleinzellige, Stärke-haltige Gewebe, das im Querschnitte den Gefässbündel an der Seite des Markes begleitet. Das Markgewebe fängt an mit zwei Gerbstoffbahnen, die aus kleineren Zellen bestehen als die übrigen Gerbstoffbahnen im Marke. Unter den gerbstoffhaltigen Korkgewebe liegt in der Rinde ein einigermaßen unregelmässiges Gewebe von isodiametrischen Zellen, die ziemlich viele Krystallkomplexe von Ca-oxalat enthalten. Die oxalat-haltigen Zellen sind gerbstofffrei; die übrigen gerbstoffhaltig. Dann folgen sechs paralele Schichten mit kleinen Ca-oxalatsternen und Gerbstoff-begleitung. Dazwischen liegt das Phloëm, das gerbstofffrei ist. (Im Holze enthalten die Holzfasern in der Nähe des Kambiums keine Stärke; in der Nähe des Markes ziemlich viel. Die Fasern dazwischen zeigen einen regelmässigen Uebergang).

c. *Das Blatt.* (Siehe Abb. 13). — Hier zeigen die Trichome eine Merckwürdigkeit; die einzelligen Haare an der Obenseite sind gerbstoffhaltig; die an der Unterseite sind länger und gerbstofffrei. Die mehrzelligen Drüsenhaare sind gerbstoffhaltig. Das eigentliche Blattgewebe

besteht aus Ober-epidermis mit dicker Cuticula, einer Schicht Palissadenparenchym, Schwammparenchym und Unterepidermis. Das ganze Gewebe zeigt positive Reaktion; in den Epidermis-zellen ist die Reaktion am kräftigsten; ausgenommen sind einige chlorophyllfreie Zellen, die ein Krystallkomplex von Ca-oxalat enthalten.

Der Hauptnerf ist an der Obenseite ein wenig eingebogen; an der Unterseite tritt derselbe aus dem Blatte zum Vorschein. Die Ober-epidermis besteht aus einigen, dickwandigen, gerbstoffhaltigen Zellen. Dann folgen zwei Schichten gerbstoffreiches Kollenchym; einzelne Zellen enthalten eine Krystall von Ca-oxalat. Unter dem Kollenchym liegt eine ununterbrochene Schicht Gerbstoffzellen, welche nach beiden Seiten umbiegt, und den Gefässbündel umfasst. Dadurch entsteht eine Zeichnung, die erinnert an die primären Gefässbündel in jungen Stengelteilen. Das Phloëm wird teilweise vom Holzgewebe umfasst; man findet darin einige Gerbstoffzellen; das Phloëm selbst ist frei. Im Holzbündel sind auch wieder nur die Markstrahlen gerbstoffhaltig. Nach der Unterseite ist der Holzbündel begrenzt von einer äusserst kleinzelligen Phloëmpartie, die gerbstofffrei ist, aber Gerbstoffzellen enthält, welche sich durch ihre Grösse deutlich vom anderen Gewebe unterscheiden. Sie sind gleich gross wie die gewöhnlichen Parenchymzellen in der Umgebung und erscheinen daher in diesem kleinzelligen Gewebe als von riesigen Dimensionen. Der Inhalt dieser Zellen zeigt keine Plasmolyse und keine Körnung. Das Phloëm ist nach der Unterseite begrenzt von den Parenchymzellen der Gerbstoffgürtel. An der Gerbstoffgürtel grenzen nach der Unterseite Zellen, welche Ca-oxalat enthalten. Das Parenchym zeigt kollenchymatische Eigenschaften; die sechs letzten Schichten sind wahres Kollenchym. Die letzte Kollenchymschicht und die Unterepidermis sind gerbstoffhaltig; die Cuticula ist dick.

a. Die Frucht. (Sieh. Abb. 14). — Die Gerbstoffverteilung im Fruchstiele ist der des Stengels in den jüngsten Stadiën sehr ähnlich. Die Epidermis ist gerbstoffhaltig, sowie auch zwei daran grenzenden Schichten. Im grosszelligen Rindenparenchym sind die Elementen mit (meist mässigem) Gerbstoffinhalt zerstreut. Dieses Parenchym umschliesst 3 à 4 Schichten kleiner dickwandiger Zellen; ihre Inhalt ist durch Bichromat gefärbt; bisweilen selbst ziemlich intensiv. Dann folgt ein äusserst kleinzelliges Gewebe (Phloëm), das gerbstofffrei ist; darin kommen einige grösseren, gerbstoffhaltigen Zellen vor. Der gerbstofffreie Holzzylinder enthält gerbstoffhaltige Markstrahlchen. Innerhalb des Holzzylinders liegt wieder Phloëm und Mark; im letzteren ist die Gerbstoffverteilung genau so wie im jungen Stengel. Die Gerbstoffelemente im Marke sind teilweise auch unter einander verbunden; das Mark besitzt intrazelluläre Räumen.

Die Frucht ist eine Beere; das Bichromat dringt langsam durch in das Gewebe. Der Gerbstoffgehalt der unreifen Frucht ist sehr niedrig. Die vielzelligen Drüsenhaare sind gerbstoffhaltig; der vielzellige Stiel zeigt jedoch keine Reaktion. Der Inhalt der Epidermiszellen ist leicht gefärbt. Die zweite Schicht unter der Epidermis ist stark chlorophyllhaltig, jedoch gerbstofffrei. Das Blattgrün nimmt nach der Innenseite regelmässig ab. Das Fruchtblatt besteht zum grössten Teil aus einem grosszelligen Parenchym. In der Mitte des Blattes findet man hier und da 3 oder 4 Krystallsterne von Ca-oxalat zusammen. Das Fruchtblatt ist an der Innenseite bekleidet mit einer an verschiedenen Stellen unterbrochenen Steinzellenschicht. Von oben besehen, zeigen die Steinzellen eine längliche, ziemlich schmale Form. Zwischen der Steinzellenschicht und dem Parenchym liegt eine Schicht, welche Krystallsterne von Ca-oxalat enthält. In der Plazenta sind einige Elemente dunkel gefärbt durch

Bichromat; im übrigen ist keine Reaktion wahr zu nehmen ¹⁾.

e. *Die Wurzel.* — Ende August wurde die Wurzel untersucht von einem Ribes-Strauch. Die dünnsten Seitenwurzeln, die untersucht wurden, waren ungefähr 0.5 m.M. dick. Die Wurzel ist dann noch umgeben von einem ganzen Ringe der Aussenrinde; es fällt aber keine deutliche Struktur mehr wahrzunehmen in derselben. Das ganze Gewebe ist braun gefärbt. Zwischen Aussen- und Innenrinde liegt die Korkschicht, wovon die drei äusseren Zellschichten keine Gerbstoffreaktion geben, während die 3 inneren eine deutliche Reaktion zeigen. Die Korkschicht umgiebt das gerbstofffreie Phloëm, das einige, zerstreute Gerbstoffelemente enthält. Die Kambium ist gerbstofffrei; auch das zentrale Holzzylinderchen enthält keinen Gerbstoff mit Ausnahme der Markstrahlchen, welche hier nur 3 Zellen lang sind. Bei Wurzeln, welche Markstrahlen von 8 à 10 Zellen Länge besitzen, ist nur eine Spur der Aussenrinde anwesend. Die Korkschicht hat im diesen Falle die beschützende Funktion der Aussenrinde übernommen. Mark fehlt.

In Wurzeln, welche $1\frac{1}{4}$ m.M. dick sind, ist die Aussenrinde atrophiiert. In der Korkschicht sind auch die Zellwände durch Bichromat braun gefärbt. In den äusseren Rindenschichten sind die Zellwände kollenchymatisch verdickt. Die Zellengrösse nimmt hier regelmässig ab nach der Innenseite; die drei grössten, äusseren Zellschichten enthalten Gerbstoff. Die dünnwändigen Phloëmenteile sind gerbstofffrei; auch einige Zellen, welche Ca-oxalat enthalten. In der Anordnung der Gerbstoffelementen in der Rinde

¹⁾ Es soll hierzu bemerkt werden, das bei den Kaffein-Präparaten einige Zellen der Fruchtwand eine Reaktion zeigten, die im Bichromatpräparaten keine Spur von Gerbstoffreaktion gaben. Dieser ist der einzige Unterschied, zwischen Alkaloid- und Bichromat-Präparaten bei Ribes erhalten.

ist die Bildung von ungefähr konzentrischen Schichten wahr zu nehmen. Zwischen diesen Schichten findet man Phloëm und eine Krystallführende Schicht. Es giebt hier nur eine Oxalatschicht, welche einen Ring bildet in der Innenrinde und stellenweise schon zu auseinanderweichen der Gewebeteile führte. Die zarten Krystallfaserwändchen werden nämlich leicht zerrissen. Einige Markstrahlchen finden eine gerbstoffhaltige Fortsetzung in der Rinde Kambium und Holz enthalten keinen Gerbstoff. Ausgenommen sind natürlich die Markstrahlen, die hier nicht ganz so regelmässig verlaufen wie im Stamme. Die mächtige Entwicklung der Holzgefäße biegen und verschieben die Markstrahlen nämlich oft. Der Holzfaser sind zum Teile Stärkehaltig. Einige Gefäße enthalten eine durchscheinende, gelbe Masse (Harz); auch in älteren Wurzeln kann man das oft wahrnehmen. In der Umgebung dieser abnormalen Gefäßen findet man gewöhnlich die Zahl Gerbstoffzellen vergrößert. Auch da, wo eine Nebenwurzel¹⁾ eingepflanzt war, ist der Gerbstoffreaktion in den Geweben kräftiger. Mark fehlt.

Bei einer Wurzel von circa 2 mM. Dicke (Sieh Abb. 15) hat sich der zentrale Holzzylinder dermassen entwickelt, dass die Rinde nur ungefähr $\frac{1}{3}$ der Breite der Holzzylinders hat. Die Korkschicht ist hier ziemlich breit, und an Stellen, wo ein Nebenwurzel entstand, geradezu mächtig. Hier geht ein Band von der Breite der früheren Nebenwurzel von gerbstoffreichen, radial gestreckten Zellen durch die Rinde; eine breite Markstrahl ist die Fortsetzung dieses Bandes im Holzgewebe¹⁾. Was ursprünglich Innenrinde war, bildet jetzt die ganze Rinde und liegt als eine gerbstoffreiche Gürtel um das Holz. Es ist eine zweite Oxalatschicht entstanden. An verschiedenen Stellen ist hier das

¹⁾ Wo eine Nebenwurzel hervortritt, findet man ein Sektor zur Breite der Nebenwurzel vom Zentrum bis an die Peripherie; dieses ganze Gewebe ist gerbstoffhaltig (Sieh Abb. 16).

Gewebe auseinander gewichen. Die Krystallschicht ist zu beiden Seiten begleitet von einer Schicht gerbstoffhaltigen Parenchymzellen. Die Form und die Anordnung der Rindenzellen ist eine konzentrische. Einige Markstrahlen finden eine gerbstoffhaltige Fortsetzung in der Rinde, welche nicht weiter als der zweiten Krystallschicht in der Rinde durchdringt. Die innere Schicht der Rinde ist das Phloëm, grenzend am Kambium, beiden sind nicht gerbstoffhaltig. Im Bichromat-Präparate bilden sie eine farblose Gürtel, von einigen braunen Streifen durchzogen. Die Markstrahlen werden durch die Entwicklung der Holzgefäße stellenweise verschoben und unterbrochen. Die Holzfaser sind beinahe alle Stärkehaltig.

Bei einer Wurzel, welche ungefähr 3 mM. dick ist (Sieh Abb. 17), ist die Korkschicht 8 à 10 Zellen breit. In der Rinde liegen drei Oxalatgürtel, an beiden Seiten begleitet von einer Schicht gerbstoffhaltigen Parenchymzellen. Hier wird zum ersten Male die Struktur deutlich, welche der älteren Ribes-Wurzeln kennzeichnet. Dabei besteht der Innenteil der Rinde aus Phloëm, durch (von Bichromat braungefärbte) Gerbstoffzellen in rechteckigen Teile zerteilt. Das funktionierende Phloëmgewebe liegt innerhalb der inneren Gürtel; das andere Phloëm ist nicht mehr in Funktion und zusammengefallen. Die Holzfaser sind prall mit Stärke gefüllt; auch die Markstrahlzellen sind Stärkehaltig, nicht aber das Rindenparenchym.

In einer Wurzel, welche ungefähr 7 mM. dick ist, ist die Korkschicht wie in den jüngeren Wurzeln in einem gerbstoffhaltigen und einem gerbstofffreien Teile unterschieden. Durch die Rinde gehen 7 Krystallgürtel; eine jede enthält zwei Reihen kleine Oxalatkrystalle. An den Stellen, wo eine Nebenwurzel einmal eingepflanzt war, da ist die Rinde gleichmässig gerbstoffhaltig. Es sind die Krystallgürtel, welche hier die typische Zeichnung der Querschnitte bestimmen; sie werden an mehreren Stellen

quer durchzogen von den gerbstoffhaltigen Fortsetzungen einiger Markstrahlen. In der Nähe der inneren Gerbstoffgürtel liegt das funktionierende Phloem; zwischen den andren Gürteln liegt nur zusammengefallenes Phloem, das nicht mehr in Funktion ist. Das Kambium enthält keinen Gerbstoff. Der Holzzylinder hat kein Mark; der Kern ist ein wenig exzentrisch. Eine Markstrahl ist hier 80 bis 100 Zellen lang; gewöhnlich eine Zelle breit. Diese Markstrahlen sind ganz gerbstoffhaltig, nicht die breiten Markstrahlen.

In einer Wurzel von $1\frac{1}{4}$ cM. Dicke (Siehe Abb. 19) ist die Korkschicht wie bei der Wurzel, hieroben beschrieben. Wo einst ein Nebenwurzel entsprang, ist aber der gerbstofffreie Teil des Korkes nicht mehr anwesend. Die gerbstoffhaltige Korkschicht zeigt eine sehr kräftige Reaktion. In der Rinde sieht man die doppelten Krystallgürtel mit Gerbstoffbegleitung. Die gerbstoffhaltigen Fortsetzungen der Markstrahlen gehen nur bis zu der mittelsten Krystallgürtel; sie bilden mit den Krystall-Gerbstoffgürteln eine Schachbrett-Zeichnung. Die Krystallfasern sind sehr zart; das Gewebe zerreisst leicht in der Faserschicht. Das Holz hat hier nichts abweichends. Breite Markstrahlen kommen in vieler Gestalt vor; alle Holzfasern und Parenchymzellen enthalten viele Stärke. Mark fehlt.

Es wurde ein tangenciales Präparat von dieser Wurzel angefertigt (Siehe Abb. 20). Die Korkschicht besteht aus einem toten Teile, der keinen Gerbstoff enthält und einem lebendigen Teile mit kräftiger Gerbstoffreaktion. Die radiale Anordnung der Korkzellen ist hier sehr auffallend. Unter dem Korke befindet sich ein Gewebe von isodiametrischen gerbstoffhaltigen Zellen, die nicht so regelmässig angeordnet sind wie die Korkzellen. In diesem Gewebe liegen zahlreiche Krystallsterne von Ca-oxalat. Unter diesem Gewebe sind die Rinden-parenchymzellen von gestreckter Form; hier findet man die Oxalatgürtel, parallel mit der

Epidermis. An sehr dünnen Stellen des Präparates ist die Struktur der Krystallfasern (Siehe Abb. 21) wahr zu nehmen. Sie bestehen aus einem faserartigen Elemente, das zwei parallele Wände besitzt von der Dicke der Wand eines gewöhnlichen Parenchymzelle. Durch besonders zarte Wändchen sind die Fasern in zwei Reihen kleiner Räume verteilt; in jeden dieser Kammern ist ein Komplex von Ca-oxalat-Kryställchen gebildet. In normalen Umstände befindet die Faser sich zwischen zwei ziemlich langen, gerbstoffhaltigen Zellen. In tangentialen Schnitten liegen oft einige Fasern neben einander, welche dann aussehen wie ein krystallführende Platte. Die Krystallfasern sind gerbstofffrei. An mehreren Stellen in der Rinde sieht man ein ovales Gebilde von isodiametrischen Zellen; hier ist eine breite Markstrahl quer durchgeschnitten. Befindet sich dieses Gebilde in der Nähe des Korkes, so sind alle Zellen gerbstoffhaltig; an der Innenseite sind mehrere Zellen im Zentrum der Markstrahl gerbstofffrei, während die mehrzelligen Markstrahlen im Holze nur wenige Gerbstoffzellen enthalten. Dieselben liegen gewöhnlich an der Peripherie der Markstrahlen. — Das Phloëm ist gerbstofffrei. Die Holzgefäße und Holzfasern sind gerbstofffrei. In den Markstrahlen von einer Zelle Breite sind alle Zellen gerbstoffhaltig; die Zellen sind 4 bis 6 Mal so lang als breit, die Markstrahl ist 8 bis 10 Zellen hoch. Der Gerbstoffniederslag ist kräftig in diesen Zellen. In den breiten Markstrahlen sind nicht alle Zellen gerbstoffhaltig; dieselben sind isodiametrisch und enthalten viele Stärke. Mark fehlt.

Ein radialer Schnitt derselben Wurzel (Siehe Abb. 22). Die Anordnung der Korkzellen ist schön radial; in dem Gewebe unter dem Korke ist dieselbe Anordnung nicht mehr anwesend. Die Zellen sind da auch nicht mehr tafelförmig, sondern rund. Die Dicke dieser Schicht ist wechselnd, je nachdem die Korksicht mehr oder weniger nach aussen herausbiegt. Unter diesem Gewebe liegen die

acht Krystallgürtel; jede Krystallfaserschicht wird begrenzt von zwei Schichten Gerbstoffzellen von gestreckter Form. Zwischen die Krystall-Gerbstoff-Komplexe findet man das Phloëm, funktionierend in der Nähe des Kambiums und zusammengefallen und nicht mehr in Funktion zwischen den anderen Krystallschichten. Die Fortsetzung der schmalen Markstrahlen bildet einen Streifen schmalen Zellen, die genau radial angeordnet sind. Je nachdem die Phloëmbänder breiter oder schmaler sind, findet man 6 oder 1 bis 2 Gerbstoffzellen zwischen den Krystallgürteln. Die Fortsetzung einer breiten Markstrahl ist ein gleichmässig gerbstoffhaltiges Gewebe, welches die Krystallgürtel c. A. durchzieht. Die mehrzelligen Markstrahlen sind zahlreiche Zellen hoch, die Zellen sind kleiner als in den schmalen Markstrahlen und beinahe quadratisch. Die Anordnung der Zellen, welche die schmalen Markstrahlen bilden, ist so rein radial, dass die Oberwände und auch die Unterwände der Zellen eine gerade Linie bilden.

Die Hauptwurzel ist $2\frac{1}{2}$ bis 3 cM. dick. Auf dem gerbstofffreien Korkteile findet man noch Geweberesten, welche durch Bichromat braun gefärbt wurden. Das gerbstoffhaltige Kork zeigt eine intensive Reaktion; die Zellen sind regelmässig radial angeordnet. In einem unpräparierten Teile der Wurzel ist der Unterschied zwischen gerbstofffreien und gerbstoffhaltigem Kork nicht wahr zu nehmen. Die Zahl Krystallschichten ist hier 12 und mehr. Als Fortsetzung der mehrzelligen Markstrahlen in der Rinde trifft man bisweilen ein Gerbstoffkomplex an, welches die Krystallschichten u. s. w. an der Stelle unterbricht. Die Zusammenstellung der Krystall-Gerbstoff-Gürtel ist hier nicht anders als in den jüngeren Wurzeln. In mehreren Präparaten kommen die eigentümlichen, ovalen Gebilde vor, welche entstehen, wenn eine breite Markstrahl sich in der Rinde umbiegt, so dass dieselbe statt der Länge nach quer durchgeschnitten wird. Das Holz ist hier selbst-

verständlich mächtig entwickelt. Die gerbstoffhaltigen Markstrahlen sind hier so zahlreich, dass der Querschnitt der (mit Bichromat behandelten) Hauptwurzel dunkler gefärbt erscheint als die jüngeren Wurzeln. Im Querschnitte sind die Zellen der breiten Markstrahlen radial gestreckt und grösser wie die Zellen der schmalen Markstrahlen, welche in den Querpräparaten klein und isodiametrisch erscheinen. In Gegensatz zu allen andren Teile des Wurzelsystems bei Ribes hat die Hauptwurzel Mark. (Siehe Abb. 23). Die Struktur des Gefässbündels nach der Seite des Markes stimmt völlig überein mit derjenigen des Stammes. Auch hier ist die wellenartigen Begrenzung des Gefässbündels nach dem Marke zu wahr zu nehmen; auch hier die angeschlossene Linie von gerbstoffhaltigen Parenchymzellen, die der Grenze bildet zwischen Gefässbündel und Marke; auch hier die zerstreuten Gerbstoffelemente im Marke. Die grossen Oxalat-Sterne kommen auch hier vor, sind jedoch seltener.

Ein tangenciales Präparat (Siehe Abb. 24) ist merkwürdig durch die Markstrahlen, welche quer getroffen wurden. In der Rinde sind diese Querschnitte der breiten Markstrahlen ungefähr rund, im Holze bilden sie ovale Zellkomplexe, welche nach Ober- und Unterseite zugespitzt sind. Im äusseren Teile der Rinde sind alle Zellen in diesen Gebilden gerbstoffhaltig; im inneren Teile der Rinde enthalten sie gerbstofffreie Zellen im Zentrum. Im Holze sind die breiten Markstrahlen gerbstofffrei mit Ausnahme einiger Zellen an der Peripherie. — Unter dem sehr regelmässig zusammengesetzten Korkgewebe liegt ein unregelmässiges, gerbstoffreiches Parenchymgewebe; in diesem Gewebe ist der erste Querschnitt eines breiten Markstrahles wahr zu nemen. Die Oxalatschichten besitzen zwei begleitenden gerbstoffhaltigen Parenchymzellengürtel. Im Holze sind die breiten Markstrahlen ungefähr 12 Zellen breit; die Holzfaser und die schmalen Markstrahlen biegen

sich gewöhnlich nach der Oberfläche der breiten Markstrahlen. Die schmalen Markstrahlen sind alle gerbstoffhaltig ¹⁾).

Ein radiales Präparat der Hauptwurzel ist dem der Wurzel von $1\frac{1}{4}$ cM. Dicke sehr ähnlich. Nur die Zahl der Krystalgürtel ist grösser, erreicht hier selbst 15 bis 16. Ein grosser Unterschied aber ist die Anwesenheit der Markes und auch des kleinzelligen Gewebe an der Markseite des Gefässbündels. Im Marke sind die Gerbstoffbahnen vorhanden, genau so wie in den jungen Stengelteilen.

f. Reduzierbare Zucker und Gerbstoff. — Es wurde versucht, zu bestimmen ob es einen Zusammenhang giebt zwischen der Verbreitung des Gerbstoffs und der reduzierbaren Zucker in Ribes. Zu diesem Zwecke wurde ein junger Ast behandelt mit Kupfersulfatlösung (Fehlingsche Lösung I, welche ungefähr 6.9 % Kupfersulfat enthält). Nachdem das Reagenz genügend in den Zweig durchgedrungen war, wurden Querschnitte und Längspräparaten angefertigt. Die gerbstofffreien Teile des Astes zeigen mit diesem Reagenze gar keine Reaktion, mit Ausnahme des Markes. Hier waren alle Zellen bläulich gefärbt. Wenn man die Schnitte nun mit 2 % iger Natronlauge behandelt, wird in den zuckerhaltigen Zellen ein tiefblaue Lösung gebildet. Tatsächlich tritt nun ein Differentierung zum Vorschein und das entstandene Bild stimmt vollkommen überein mit den Bichromatpräparaten. Nun sind die Zellen blau statt dunkelbraun. Kocht man ein solches Präparat in 2 % ige Natronlauge, so findet in den Zuckerhaltigen Zellen eine Abscheidung statt von Cu_2O . Auch das Auf-

¹⁾ Zur Vergleichung wurde ein tangenciales Präparat einer Wurzel von 0.5 cM. Dicke studiert (Siehe Abb. 18). In der Rinde kommt noch keine breite Markstrahl vor; das Bild sieht dadurch weniger kompliziert aus; die Rinde enthält 6 Krystalgürtel. Die mehrzelligen Markstrahlen in Holze sind nur 2 bis 3 Zellen breit und mehr wie 15 Zellen hoch.

treten des Kupferoxyduls steht hiermit im Einklang. Alle gerbstoffhaltigen Zellen besitzen den roten Niederslag. Ausserdem findet man in jeder Markzelle eine geringe Reaktion; in den Gerbstoffbahnen ist dieselbe aber sehr viel kräftiger. Der Versuch wurde genommen mit einjährigen Ästen, die um 12 Uhr (Sommerzeit = 11 Uhr wirkliche Zeit) vom Strauche genommen waren.

g. Der Einfluss des Lichtes auf dem Gerbstoffgehalte des Ribesblattes. — Um einen Eindruck zu bekommen, ob das Licht den Gerbstoffgehalt der Blätter beeinflusst, wurde von einem Ribes-ästchen ein Blatt zur Hälfte mit Staniol bedeckt, die andere Hälfte wurde nicht bedeckt. Bei einem zweiten Blatte wurde ein Streifen Staniol um einen Teil der Blattes gewickelt. Nach 24 Stunden wurde das Ästchen, noch mit Staniol versehen, abgenommen und in Bichromat gestellt. Bei Ribes enthält die Blatt-Epidermis, zumal an der Oberseite, viel Gerbstoff. Nach Behandlung mit Bichromat wurde das Blatt an der Oberseite dunkelbraun, beinahe schwarz. Nun war das Resultat dieses Versuchs, dass die bedeckten Teile ein viel weniger kräftige Dunkelfärbung erhielten. Nur in der Nähe der Nerven war das Blatt braun gefärbt; zwischen zwei Nerven war das Blatt stellenweise selbst grün geblieben.

Es wurde nun von einem neuen Ast ein Blatt ganz mit Staniol bedeckt, während alle andren Blätter unbedeckt blieben. Nach einem Tage wurde der Zweig wieder mit 5% iger Bichromat behandelt. Die unbedeckten Blätter wurden schwarzbraun; das bedeckte Blatt reagierte nur in der Nähe der Nerven. Zum grössten Teil aber war das Blatt grün geblieben (Siehe Abb. 25). Nun kann man bei diesem Versuch die Einwendung machen, dass die Bedeckung mit Staniol die Transpiration des Blattes dermassen behindert, dass dadurch das Reagenz nur langsam in das Gewebe durchdringt. In dieser Weise wurde sich dann das erhaltene Bild erklären lassen. Ein neuer Versuch

sollte zeigen, ob diese Verzögerung tatsächlich solch einen wichtigen Einfluss ausübt. An einem Ast wurden die Blätter in verschiedener Weise behandelt. Ein Blatt oder zwei Blätter wurden mit Staniol bedeckt; ein oder zwei andren wurden mit Gelatinpapier bedeckt und die übrigen unbedeckt gelassen. Die Bedeckung fand statt abends nach dem Einfallen der Finsternis. Nach 24 Stunden wurde der Ast abgenommen und in 5% iger Bichromat gestellt. Das Resultat war befriedigend. In Bezug auf die Transpiration waren die mit Staniol und mit Gelatinpapier bedeckten Blätter in gleicher Kondition; in Bezug auf die Lichtintensität natürlich nicht. Es stellte sich heraus, dass die mit Staniol bedeckten Blätter zum grössten Teile grün geblieben waren, während die mit Gelatinpapier bedeckten ganz braun geworden waren. Zwar war die Reaktion bei diesen letzten Blättern etwas weniger kräftig als bei den unbedeckten Blättern; aber der Unterschied war unbedeutend (Siehe Abb. 26). Die unbedeckten Blätter waren alle dunkelbraun. Zufälligerweise wurden bei diesem Versuche mit Gelatinpapier Blätter bedeckt, welche am Stengel unter dem mit Staniol bedeckten gestellt waren. Das Reagenz konnte deshalb leichter in diese durchdringen als in der höher gestellten Staniol-Blätter. Bei einem folgenden Versuch wurden daher die beiden Blätter verwechselt. Eins der unteren Blätter wurde mit Staniol bedeckt, dann ein Blatt mit Gelatinpapier umgeben und die oberen Blätter frei gelassen. Diese Anordnung aber blieb ohne jeden wesentlichen Einfluss auf das Resultat.

Man muss deshalb annehmen, dass der Gerbstoffgehalt des Ribesblattes im Dunklen stark zurückgeht. Der Gerbstoff muss deshalb aus dem Blatte verschwinden können, sei es zu Folge des Respiration, sei es weil die Substanz nach dem Stamme abfliesst. Die beschriebenen Versuche besitzen einen vorläufigen Charakter, zeigen jedoch ganz klar, dass zur Bildung der Gerbstoffs im Blatte Licht ein unentbehr-

licher Faktor ist, sowie auch dass der Blattgerbstoff im Dunklen verschwindet.

2. Rhododendron ¹⁾.

a. *Stengel.* — Die einjährigen Stengelteile wurden im Juli während einigen Tagen mit 5. Proz. Kaliumbichromat behandelt. Es wurden Querschnitte angefertigt aus dem ganz jungen Stengel gerade unter der beblätterten Zweigspitze. Der Stengel ist an dieser Stelle noch grün. Die Epidermis und zwei Zellschichten, grenzend an der Epidermis, bilden die äussere Gerbstoffgürtel. Durch die Aussenrinde gehen gerbstoffhaltige Zellreihen, welche bestehen aus Zellen, welche eine einigermassen verdickte

¹⁾ Es wurde eine einjähriger Zweig sammt seinen Blättern zerkleinert und während 15 Minuten gekocht mit fünffacher Menge Wasser. Nach 24 Stunden wurde filtriert. Das Dekokt war braun; der Geschmack war bitter and zusammenziehend; in Verdünnung 1 : 250 lieferte die Abkochung einen bleibenden Schaum. Mit sämtlichen Gerbstoffreaktionen wurden positive Reaktionen erhalten. Gelatine-Lösung gab einen schweren, braunen Niederschlag; Hämoglobin-Lösung auch. Mit salzsaurem Chinin wurde ein dichtes Präzipitat erhalten, welches zum Teile sich in verdünnter Salzsäure löste; der unlösliche Teil war löslich in verdünntem Spiritus. Mit Kaffein- und Antipyrinlösungen wurden gleichfalls schwere Niederschläge erhalten. Eisenchlorid verursachte ein dickes, blaues Präzipitat. Kaliumbichromat reagiert nach kurzer Zeit mit dieser Abkochung; es bildet sich ein dichter, dunkelbraunen Niederschlag. Mit Bleiessig entstand ein besonders schweren, gelben Niederschlag; mit Sublimat einen weissen. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure entstand ein braunrotes, wasserunlösliches Pulver. — Von allen untersuchten Teilen der Rhododendron wurden auch Kaffein-Präparate angefertigt und untersucht. Dieselben zeigten in allen Hinsichten übereinstimmende Resultate mit den Bichromat-Präparaten. Zum Teile sind dieselben noch verglichen mit Chinin- und Antipyrin-Präparaten; auch diese gaben übereinstimmende Resultate.

Wand und eine ziemlich regelmässige Form besitzen. Gewöhnlich sind dieselben eiförmig. Die andren Zellen sind alle gerbstofffrei; besitzen eine unregelmässige Form, dünne Wände und enthalten bisweilen Krystallkomplexe von Ca-oxalat. Die Gerbstoffbahnen sind meist eine Zelle breit; stellenweise aber auch zwei oder mehr. Wie aus Längsschnitten zu lernen ist, sind diese Zellreihen Querschnitte gerbstoffhaltiger Zellstreifen, welche die ganze Rinde und auch das Mark durchziehen. Zwischen der verhältnismässig breiten Aussenrinde und der Innenrinde befindet sich ein Bastfaserschicht zur Dicke einer oder zweier Faser. Die Schicht besteht aus Gruppen von 4 oder 5 Fasern, bisweilen auch mehr oder weniger. Durch die Öffnungen in der Faserschicht stehen die Gerbstoffstreifen der Aussenrinde in Verbindung mit der Innenrinde. Dieselbe besteht aus einem kleinzelligen Gewebe, welches in den grösseren Elementen (Parenchymzellen) Gerbstoff enthält. Die kleineren Elementen (Phloëm) enthalten keinen Gerbstoff. Die Zahl der Gerbstoffelementen ist hier so gross, dass die Innenrinde eine zweite Gerbstoffgürtel bildet, konzentrisch mit der Epidermis. Die Kambiumzellen sind gerbstofffrei, wenn dieselben eine Anlage zur Bildung holzartiger Elementen sind. Gehören sie zu den Markstrahlen, so sind sie gerbstoffhaltig. Der Holzzylinder ist noch von einfacher Zusammensetzung; quantitativ nimmt das Holz in diesem Teile des Stengels nur eine untergeordnete Stellung ein. Markstrahlen zur Breite einer Markstrahlzelle schliessen zwei Reihen Holzelementen ein. Die Markstrahlen sind alle gerbstoffhaltig, auch die breiten, welche zwei oder mehr Zellen breit sind. Von den letzteren kommen nur wenige in dem Holzringe vor. Sie stehen durch Kambium und Innenrinde in Verbindung mit den Gerbstoffbahnen in der Aussenrinde. An der Verbindungsstelle ist die Bastfaserschicht unterbrochen.

Das Mark besteht aus zwei Zellarten, dickwändige

getüpfelte und dünnwändige, ungetüpfelte. Die letzteren sind grösser, gerbstofffrei und enthalten oft ein Krystallkomplex von Ca-oxalat. Von den dickwändigen Zellen ist der grösste Teil gerbstoffhaltig. Die Gerbstoffzellen sind sehr zahlreich und bilden Streifen von mehreren Zellen Breite, welche zusammen ein dichtes Netz bilden (Siehe Abb. 27).

Ein Radial-Schnitt zeigt folgendes (Siehe Abb. 28). Die Epidermis hat eine dicke Cuticula und besteht aus kleinen, isodiametrischen, gerbstoffhaltigen Zellen. Die Aussenrinde hat weiter zwei Typen Parenchymzellen, gerbstoffhaltige und gerbstofffreie. Die Ersteren sind kleiner oval oder rechteckig (beinahe quadratisch), dickwändig und zu breiten Streifen (von 1 bis 7 Zellen) vereint. Der Querschnitt dieser Streifen liess schon vermuten, dass dieselben im Längsschnitt keine regelmässigen Figuren zeigen würden. Sie bilden nämlich wellige Platten, die in Längsschnitten in sehr verschiedenen Weisen getroffen werden können. Die Streifen anostomosieren; sie enthalten nie Ca-oxalat. Die gerbstofffreien Zellen sind gerbstofffrei, grösser und haben eine unregelmässige Form. Viele dieser Zellen tragen ein grosses Krystallkomplex von Ca-oxalat. Wo ein Blatt abgefallen ist, wird die Epidermis unterbrochen durch Korkgewebe; das Rindengewebe grenzend an dieser Narbe zeigt eine intensive Gerbstoffreaktion. Die gerbstoffhaltigen Zellen enthalten gewöhnlich auch Stärke. An der Innenseite wird die Rinde abgeschlossen durch die Bastfaserschicht, in Längsschnitten gewöhnlich nur eine Faser breit. Dann folgt die gerbstoffreiche Innenrinde, welche in Verhältnis zu der Aussenrinde sehr schmal ist. Diese Rinde besteht aus schmalen, länglichen, dünnwändigen, stärkefreien Zellen. Das Holz besteht aus Holzgefässe und Holzparenchym. Nur die Markstrahlzellen sind gerbstoffhaltig. Das Mark besteht hauptsächlich aus dickwändigen, ziemlich kleinen Zellen, welche im Quer-

schnitte rechteckig sind und zum grössten Teil gerbstoffhaltig. Diese gerbstoffhaltige Zellen sind zu vertikalen Bahnen verbunden, welche in dieser Pflanze mit hohem Gerbstoffgehalte bisweilen zu Platten mehrerer Zellen Breite verbunden sind. Das dünnwändige Parenchym liegt in vertikalen Bahnen zur Breite einer oder zwei Zellen. Dieses Gewebe ist teilweise zerstört; in diesem Falle hat sich ein intrazellulärer Raum gebildet zur Höhe mehrerer Zellen und zwei bis drei Zellen breit.

b. Endknospe. — Ein radialer Schnitt durch diese Knospe zeigt folgendes. Das Gewebe ist ganz und gar gerbstoffhaltig (Ein' Querschnitt lehrt dasselbe), ausgenommen die dünnwändigen Parenchymzellen. Eine intensive Gerbstoffreaktion zeigt die Epidermis und Hypodermis und auch die Gefässbündelchen, welche hier noch sehr zart sind. Die Zahl Ca-oxalat-Krystalle nimmt dem Endpunkte in hohem Masse zu. Dort ist die Gerbstoffreaktion im Marke nur mässig. Besonders kräftig ist die Reaktion in Gewebeteilen an den Stellen, wo eine Knospe angelegt wurde.

Die kleinsten, zentralen Blättchen der Endknospe enthalten weniger Gerbstoff als die grösseren. Die kräftigste Reaktion ist wahr zu nehmen in den ältesten Blättchen und zwar am meisten in der Spitze. Auch in den Blättchen ist die Zahl Ca-oxalat-Krystalle sehr gross.

Es wurden eine Serie auf einander folgende Querschnitte durch die Endknospe dargestellt. Die Blättchen umfassen einander mit breiten Seitenflügeln und liegen in der durch die Blattstellung bestimmten Reihenfolge. Ein Querschnitt durch den apicalen Teil der Knospe zeigte im Zentrum zwei gerbstoffreichen Spitzen der jüngern Blättchen. Die übrigen Blätter sind in einem mehr basalen Teile getroffen; dieselben enthalten desto mehr Gerbstoff, nachdem sie näher der Peripherie gelegen und grösser und älter sind. Die mehr zentral gelegenen Blättchen reagiren mit Bichromat nur in der Umgebung des wichtigsten Gefäss-

bündels. Die älteren zeigen eine mehr gleichmässige Reaktion; ausgenommen sind die dünnwändigen, Ca-oxalathaltigen Zellen. (Dieselben sind gerbstofffrei und bilden eine Schicht in der Nähe der Unten- (Aussen-) Seite der Blättchen. Kalziumoxalat-Komplexe sind zumal in den jüngeren Blättchen in grosser Anzahl anwesend). In einem mehr basal gemachten Querschnitt ist die Gerbstoffreaktion in allen Teilen kräftiger. Wieder höher ist der Gerbstoffgehalt in einem folgenden Schnitt. In einem der folgenden Schnitte wurde die Stengelspitze getroffen. Da enthält das Gewebe vielen Gerbstoff und viele Krystallsterne von Ca-oxalat; am kräftigsten ist die Reaktion in den fünf Gefässbündelchen. Dieselben haben hier noch eine sehr zarte Struktur. Sie sind zum Teile schief, zum Teile auch längs durchschnitten durch den eigentümlichen Verlauf der Gefässbündel in der Nähe der Endknospe. Das wichtigste ist hier die regelmässige Verteilung zwischen dick- und dünnwändigem Parenchym. Die dünnwändigen Zellen, die allein Träger sind von Kalziumoxalat, liegen in kleinen Gruppen beisammen. Diese Gruppen treten im Präparat als weisse Stellen hervor; um denselben ist das Netz von runden, gerbstoffhaltigen Zellen gruppiert. Die mehr apicalen Durchschnitte der Blättchen sind scheibenförmig; hier im basalen Teile nähert der Querschnitt die Deltaform. Die Struktur erinnert an die Blattstielstruktur. Im Parenchym ist eine Differentierung eingetreten zwischen runden, gerbstoffhaltigen Zellen mit dicker Wand und gerbstofffreien Zellen mit dünner Wand.

c. *Blattstiel*. — Ein Querschnitt durch den Blattstiel ist dem das Stengels in Hauptzügen sehr ähnlich. Es giebt jedoch Differenze. Im runden Blattstiele (Siehe Abb. 29) liegt exzentrisch ein nierenförmiger Gefässbündel, während daneben noch zwei kleineren Gefässbündel (zu beiden Seiten einer) vorkommen. Die kleinen Gefässbündel haben nicht mehr als $\frac{1}{20}$ der Breite des Blattstiels und der grosse $\frac{1}{4}$

bis $\frac{1}{2}$ der Breite. Der obere Teil des Parenchyms ist schmäler als der Unterteil; der Oberteil hat mehr Gerbstoffelementen als der Unterteil. Dieselben sind zu Streifen und Platten verbunden, dazwischen liegt das gerbstofffreie, dünnwändige Gewebe, welches Ca-oxalat enthält. Im breiten Rindenteile sind die Gerbstoffelemente einigermassen radial gestreckt und zu einzelligen Bahnen vereint, welche radial gestellt sind und anastomosieren. In der Nähe des Gefässbündels sind die Streifen bisweilen gabelförmig und umfassen mit den beiden Ausläufern ein Bündelchen von ungefähr 4 Bastfasern. Die letzte Parenchymschicht der Aussenrinde bildet eine Stärkescheide, innerhalb derselben liegt eine unterbrochene Bastfaserschicht. Durch die Öffnungen in der Schicht stehen die Gerbstoffbahnen in Verbindung mit Innenrinde, Markstrahlen und Mark. Die Innenrinde besitzt im Querschnitte eine nur sehr geringe Dicke und besteht aus einem kleinzelligen Gewebe (Phloëm). Dieses ist zum Teile gerbstoffhaltig, zum Teile gerbstofffrei. Das Kambium enthält keinen Gerbstoff mit Ausnahme der Kambiumzellen in den Markstrahlen. Die Markstrahlen sind beinahe alle nur eine Zelle breit; zwischen zwei Markstrahlen liegen gewöhnlich zwei Reihen Holzgewebe. Der Gefässbündel ist an der Oberseite eingebogen; an dieser Seite grenzt derselbe an einem kleinzelligen Gewebe. In dem zurückweichenden Teil des Gefässbündels fehlen Bastfaser- und Phloëmschicht; hier fängt sofort das gewöhnliche, grosszellige Parenchym mit den Gerbstoffbahnen, an.

Der Längsschnitt (Siehe Abb. 30) des Blattstieles zeigt an der Unterseite die peripherische, kollenchymatische Gerbstoffgürtel, bestehend aus Epidermis und zwei oder drei Zellschichten. Im übrigen ist das Gewebe der Rinde hier dünnwändig und gerbstofffrei, ausgenommen die dickwändigen, ovalen Gerbstoffzellen, die in diesen Präparaten Platten verschiedener Form und Grösse bilden. In den gerbstofffreien Zellen kommen grosse Krystallkomplexe

von Ca-oxalat vor, am meisten in der Nähe der Epidermis. Die Stärkescheide besteht aus länglichen Zellen, 8 bis 10 Mal so lang als breit, die keinen Gerbstoff enthalten. Das Gewebe unter der Stärkeschicht besteht aus sechs Schichten langen, sehr schmalen Zellen mit hohem Gerbstoffgehalte. Dann folgt das Holz, welches in den unterschiedenen Präparaten ein wechselndes Aussehen zeigt, je nach dem Gefäßbündelteil, welcher getroffen wurde. Jedenfalls ist hier zwischen Holz und Stärkescheide die oben beschriebene Innenrinde (nämlich wenige Schichten langer schmaler Zellen, bisweilen von einer Bastfaser begleitet). Der schmale Rindenteil enthält mehr Gerbstoff als der breite; besonders unter der Epidermis ist eine mächtige Platte (12 bis 15 Zellen breit).

d. Blatt. — Im Blatte dringen die Reagentien nur langsam durch; daher zeigen die Blattteile in der Nähe des Hauptnerfs die Gerbstoffreaktion am ersten. Die Epidermis enthält keinen Gerbstoff; das Schwammparenchym zeigt eine kräftige Reaktion; weniger kräftig ist dieselbe im Palissadenparenchym, welches drei bis vier Zellen hoch ist.

Der Hauptnerf (Siehe Abb. 31) besitzt eine Struktur, welche einigermassen dem des Stengels und Blattstieles nahe kommt. An der Oberseite geht die Cuticula beinahe in einer geraden Linie über dem Hauptnerf; nur in der Mitte wird dieselbe ein wenig zurückgebogen (nämlich zur Länge 7 der kleinen Epidermiszellen). Die sechs ersten Zellschichten sind gerbstoffreich über der ganzen Breite des Hauptnerfs. An der Unterseite ragt der Nerf über dem andren Blattgewebe empor; an dieser Seite wird derselbe umschlossen durch eine Gerbstoffgürtel, bestehend aus der Epidermis und zwei Zellschichten unter derselben. Von der Peripherie gehen zahlreiche einzellige Gerbstoffbahnen dem Gefäßbündel zu; hier und da sind einige Bahnen unter einander verbunden zu einer Platte. Zwischen den Gerbstofflinien liegt das dünnwändige, gerbstofffreie Paren-

chym. Der Gefässbündel ist von einer Gerbstoffgürtel umschlossen. Es scheint der Gefässbündel aus zwei Teilen gebildet, nämlich einem halbzylinderförmigen Teil, der erinnert an den Gefässbündel des Blattstieles und einem zweiten, flachen Teil, das an der Oberseite genau an den zylinderförmigen anschliesst. Zwischen beiden Teilen ist noch ein kleines Stückchen Parenchymgewebe. Der ganze Gefässbündel ist umgeben von einer mächtigen Bastfaserschicht (4 bis 6 Fasern dick). Diese Bastfaserschicht wird an verschiedenen Stellen unterbrochen durch die Gerbstoffbahnen, welche in dieser Weise in Verbindung stehen mit dem Phloëmgewebe unter der Bastfaserschicht. Das Phloëm ist ein schmaler Streifen sehr zarten Struktur; in demselben sind gleichviel gerbstoffhaltige wie gerbstofffreie Elementen. Im Gefässbündel sind die Markstrahlen gerbstoffhaltig. Im Zentrum wird der Gefässbündel begrenzt durch ein kleinzelliges, gleichmässiges Gewebe, welches dicker Wände besitzt als das Phloëm an der Aussenseite. Dieses Gewebe ist gerbstofffrei, ausgenommen die Fortsetzung der Markstrahlen darin. Ganz im Zentrum liegen wenige Parenchymzellen, zum Teil gerbstoffhaltig.

e. *Frucht.* — Der Fruchtsiel trägt kurze, einzellige Haare, welche Gerbstoff enthalten. Die äussere Gerbstoffgürtel besteht aus der Epidermis und noch eine Zellschicht. Das Rindengewebe ist im Ganzen gerbstofffrei; die gerbstoffhaltigen Elementen liegen in diesem Gewebe zerstreut und besitzen eine etwas dickere Wand als das übrige Gewebe. Im Rindengewebe kommen einige wenige Steinzellen vor. Nach der Innenseite wird die Rinde begrenzt durch 6 bis 7 Schichten Bastfasern, mit grossem Lumen. Dieselben umschliessen ein Phloemgewebe von äusserst zarter Struktur; in diesem Phloëm findet man einzelne gerbstoffhaltigen Parenchymzellchen, die weit grösser sind als das umgebende Gewebe. Dann folgt ein sehr schmaler Streifen Xylem von zarter Bau mit gerbstoffhaltigen Mark-

strahlchen. Im Marke liegen die Gerbstoffelementen zerstreut.

Die Frucht besteht aus acht Fruchtblättern; jedes Blatt ist für sich hufeisenförmig gebogen. Die Plazenta ist zentral. Das Parenchymgewebe der Fruchtwand ist durch Kaliumbichromat ganz und gar braun gefärbt. Nur ein Teil des Gefässbündelchen, das gerade in der Mitte des Fruchtblattes vorhanden ist, zeigt eine dunklere Farbe. Auch hier aber ist nur die Zellwand gefärbt, nicht der Inhalt. Die inneren Schichten eines Fruchtblattes bestehen aus Steinzellen, welche keine Reaktion geben. Die beiden Flügel der hufeisenförmig gebogen Fruchtblätter nähern einander bis zwei oder drei Parenchymzellen sich dazwischen befinden. Neben der Steinzellenschicht besteht das Fruchtblatt aus Parenchymgewebe, mit gerbstofffreier Epidermis. Das Gefässbündelchen liegt am Punkte der grösste Wölbung in der Nähe der Steinzellenschicht. Es besteht aus gerbstofffreiem Phloëm (nach der Aussenseite) und ein Holzgewebe an der Seite der Steinzellenschicht. Die Zellwände der Holzelementen sind braun gefärbt. Die Plazenta besteht aus einem gleichmässigen Gewebe, in welchem die Gefässbündel als dunkle Stellen erscheinen. Die Fruchtblätter umschliessen die Samenknospen und einzellige Papillen.

f. Zusammenfassung. — Die Untersuchung dieser Rhododendron-Art lieferte eine Bestätigung verschiedener Tatsachen, bei Ribes zum Vorschein getritten. Auch hier ist beim jungen Stengel eine peripherische Gerbstoffgürtel anwesend, und ist die Innenrinde gerbstoffreich. Die einzelligen Markstrahlen sind gerbstoffhaltig; von den breiten Markstrahlen sind meistens nur die beiden äusseren Zellreihen gerbstoffhaltig. An der Seite des Markes sind die breiten Markstrahlen auch hier verbunden durch eine runde Linie gerbstoffhaltiger Markzellen, wie bei den primären Gefässbündeln der Ribes. Die einzelligen Gerbstoffbahnen, welche bei Ribes in Aussenrinde und Mark vorkommen, sind hier vertreten durch Gerbstoffstreifen,

welche im Querschnitt eine gebogen Linie Gerbstoffzellen zeigen. Diese Gerbstoffstreifen kommen an erster Stelle vor in der Aussenrinde; im Marke sind die Gerbstoffzellen zu mächtigen Platten verbunden. Auch hier enthält die Stärkescheide keinen Gerbstoff. In Aussenrinde und Mark besteht ein Unterschied zwischen gerbstofffreien und gerbstoffhaltigen Zellen in Gegensatz zu dem bei Ribes konstatierten Fehlen eines Unterschiedes zwischen beiden Zellarten. Das Kambium ist gerbstofffrei, ausgenommen in den Markstrahlen. Im Phloëm sind alle Parenchymzellen gerbstoffhaltig, alle Gefässe gerbstofffrei.

3. Rosa spec.

Untersucht wurden einige Teile einer Teerose ¹⁾, welche unter dem Gärtnernamen „Gloire de Dyon“ bekannt ist. Von den untersuchten Teilen sind sowohl Koffein- als Bichromatpräparate, dargestellt. Beide lieferten übereinstimmende Resultate. Untersucht wurden der einjährige Zweig, das Blatt, der Fruchstiel und die Frucht.

a. *Stengel*. — Im allerjüngsten Stadium zeigt ein noch in vollem Wachstum seinder Ast folgendes. Die Zahl Gerbstoffelementen ist sehr gross; nur der Gefässbündelring macht hierauf eine Ausnahme. In der Rinde zeigen alle Zellen positive Reaktion mit Ausnahme derjenigen, welche die vorletzte Schicht des Gefässbündels bilden. Der

¹⁾ Das diese Rose tatsächlich gerbstoffhaltig ist, wurde nachgewiesen durch die Untersuchung einer Abkochung des einjährigen Astes. Der verkleinerte Zweig wurde 15 Minuten mit fünffacher Menge Wasser gekocht; nach 36 Stunden wurde filtriert und im Filtrat die Gerbstoffreaktionen ausgeführt in der Weise wie für Ribes und Rhododendron beschrieben wurde. Alle Reaktionen waren positiv, wenn auch nicht stark. Eisenchlorid färbte grün. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure wurde die Farbe intensiver rot; die Bildung eines roten Niederschlags wurde aber nicht konstatiert.

Gefässbündel ist an mehreren Stellen noch unterbrochen; Rindengewebe und Mark kommen in diesen Stellen zusammen. Der Gefässbündel ist in diesem übrigens reinen Querschnitt schief getroffen; dieselbe giebt also kein vollkommen klares Bild. Bemerkte wurden drei wohl abgegrenzten, primären Gefässbündelchen. Das Mark ist hier quantitativ das wichtigste Gewebe. Hierin sind die gerbstoffhaltigen Zellen die kleineren Elementen; die gerbstofffreien sind gewöhnlich etwas grösser. Der Unterschied ist jedoch nicht so gross wie in den älteren Teilen des Stengels.

In einem Längsschnitt zeigt die Epidermis eine kräftige Gerbstoffreaktion; im chlorophyllfreien Kollenchym darunter ist die Reaktion weniger ausgesprochen. Wieder deutlicher ist die Reaktion im Blattgrün-haltigen Teil der Rinde. Die Schicht, welche die Anlage bildet zur Bastfaserschicht, ist gänzlich gerbstofffrei. Das Phloëm scheint im Längsschnitte ganz gerbstoffhaltig. Im Marke bilden die rechteckigen Gerbstoffelementen senkrechte Bahnen, die neben gerbstofffreiem Gewebe vorkommen. Die Zahl der Gerbstoffbahnen ist hier sehr gross.

Ein Querschnitt in der Nähe der Spitze eines älteren Stengels, welcher schon eine reifende Frucht trägt, zeigt folgendes. Die Rinde ist beinahe ganz gerbstoffhaltig. Einzelne Zellen enthalten ein Krystallkomplex von Kalziumoxalat; dieselben enthalten keinen Gerbstoff. An der Innenseite der Rinde liegen Bastfaserbündel, geschieden durch eine Schicht gerbstoffhaltiger Parenchymzellen. Die Bastfaser sind gerbstofffrei; die Bündel sind bis 8 Fasern dick. Die Bastfaserbündel schützen das Phloem welches gerbstofffrei ist mit Ausnahme der Parenchymzellen. Dieselben bilden eine Fortsetzung der Markstrahlchen oder liegen in der Nähe der Bastfaserschicht. Das Kambium ist gerbstofffrei, ausgenommen in den Markstrahlchen. Die Länge der Markstrahlchen mit der Fortsetzung im Phloëm beträgt

ungefähr 20 Zellen. Gewöhnlich sind dieselben nur eine Zelle breit; einige wenige sind 3 oder mehr Zellen breit. Die gewöhnlichen, einzelligen Markstrahlen finden im Phloëm eine Fortsetzung von der Breite einer einzigen Zelle; bei den andren ist auch die Fortsetzung breiter. Die gewöhnlichen Markstrahlen sind in allen Zellen gerbstoffhaltig, die mehrzelligen nur zum Teile. Hauptsächlich enthalten diese letzteren Gerbstoff in den beiden seitlichen Reihen. Im Xylem liegt zwischen zwei Markstrahlen 1 bis 2 Reihen. Holzgewebe. An den Markseite findet man wieder eine schmale Phloëmpartie. Die Anordnung der gerbstoffhaltigen Parenchymzellen ausserhalb der Gefässbündel und innerhalb des zentralen Phloëms macht den Eindruck, ob mehrere Teile des Gefässbündels umgeben waren von einer Gerbstoffgürtel. Die Rinde der Rose zeigt in deutlicher Weise, was man früher unter „Gerbmehl“ verstanden hat, nämlich Stärkekörner, gefärbt durch die Adsorption des braunroten Farbstoffs, welcher das Resultat ist der Gerbstoff-Bichromat-Reaktion. Im Marke liegen runde oder ovale, ziemlich kleine, gerbstoffhaltige Markzellen. Dieselben bilden an der Innenseite des Gefässbündels einen Ring, welcher an mehreren Stellen unterbrochen wird. Das Mark besteht im übrigen aus zwei Zelltypen, grosse Zellen, welche vollkommen gerbstofffrei sind und kleinere, gerbstoffhaltige.

Ein Längsschnitt wurde dargestellt an der Stelle, wo der Zweig in den Fruchtsiel übergeht. In diesem Präparate zeigte sich die Rinde so gut wie ganz gerbstoffhaltig; ausgenommen sind die Kalziumoxalathaltigen Zellen. Die Form der Zellen ist verschieden. Die Epidermiszellen sind ungefähr quadratisch; die daran grenzenden Schichten bestehen aus länglichen Zellen. Die inneren Schichten bestehen aus quadratischen oder selbst tafelförmigen Zellen. Die Schicht, grenzend an die Bastfaserschicht, ist gewöhnlich gerbstoffhaltig; die Stärkescheide ist gerbstofffrei. In

der Umgebung der Stärkescheide kommen die meisten Krystalle von Ca-oxalat vor. Im Längsschnitte sieht man die Bastfaserschicht als einen breiten, weissen Streifen. Im Phloëm sind die Siebgefässe gerbstofffrei; die langen Parenchymzellen sind gerbstoffhaltig. Der Gefässbündel besteht an dieser Stelle aus zartem Gewebe; nur ein einziges, grosses Gefäss findet man hier. Die mehrzelligen Markstrahlen sind in diesem Präparate zu erkennen durch ein unregelmässiges, gerbstoffreiches Gewebe in der Rinde und eine Platte von rechteckigen Zellen im Holze. Diese Zellen sind gerbstoffhaltig, jedenfalls in der Nähe des Markes und des Phloëms. Im Marke bilden die kleineren, gerbstoffhaltigen Elementen senkrechte Reihen; dazwischen liegen die grossen, gerbstofffreien Markzellen. Die senkrechten Gerbstoffbahnen sind an verschiedenen Stellen verbunden durch Querstreifen, welche auch in dieser Richtung gestreckt sind. In dieser Weise bilden die gerbstoffhaltigen Elementen im Marke ein wahres Netz. An einzelnen Stellen kommen die Gerbstoffzellen zusammen zu einer Platte von 3 oder mehr Zellen. Alle Markzellen sind getüpfelt.

Wo Stengel und Fruchtstiel an einander grenzen, da ist die gewöhnliche Anordnung der Zellen zerstört. Man findet hier ein unregelmässiges Parenchymgewebe, das zahlreiche Gerbstoffzellen enthält. In diesen Zellen ist die Gerbstoffreaktion kräftig.

Zwischen dem 6ten und 7ten völlig entwickelten Blatte wurde ein Querschnitt dargestellt (Siehe Abb. 32). Die Epidermis ist gänzlich gerbstoffhaltig, das Parenchym der Aussenrinde ist zum grössten Teil gerbstoffhaltig. Die Gerbstoffzellen bilden unter einander zusammenhängende Bänder und Platten, welche jedoch nicht so regelmässig angeordnet sind als bei Rhododendron. Die krystallführenden Zellen sind frei; dicht unter der Epidermis enthalten dieselben einfache Krystalle, mehr ins Innere der Rinde

enthalten sie Krystallkomplexe. Die letzte Schicht der Aussenrinde ist die Stärkescheide, welche gerbstofffrei ist. Die Bastfaserschicht bildet in diesen Präparaten einen weissen Ring, welcher regelmässig unterbrochen wird durch gerbstoffhaltige Parenchymschichten. Zwischen Bastfaserschicht und Stärkescheide liegt eine einzige gerbstoffhaltige Parenchymschicht. Die Bastfaser umschliessen Phloëm und Kambium. Das Phloëm ist gerbstofffrei; enthält aber gerbstoffhaltige Parenchymzellen und zwar zwei Typen. Ein Type bildet die Fortsetzung der Markstrahlen; ein zweiter Type befindet sich an der Stelle, wo das Phloëm an die Bastfaserschicht grenzt. Das Kambium ist gerbstofffrei, wenn es die Anlage für Holz- oder Phloëmgewebe bildet; nicht in den Markstrahlen. Das Xylem ist gerbstofffrei; die Markstrahlchen gerbstoffhaltig. Die schmalen Markstrahlen sind eine Zelle breit und immer in allen Zellen gerbstoffhaltig. Die breiten sind 6 oder mehr Zellen breit und enthalten nur Gerbstoff in den seitlichen Zellreihen. Die breiten Markstrahlen enthalten viele Stärke. Es sind die breiten Markstrahlen, deren Fortsetzung die Bastfaserschicht unterbricht. An der Markseite wird der Gefässbündel begrenzt durch ein kleinzelliges Parenchym, wie die breiten Markstrahlen viele Stärke enthaltend. Dieses Gewebe ist am dünnsten an den Enden der breiten Markstrahlen; es liegt deshalb zwischen zwei breiten Markstrahlen, Man kann diese Struktur so auffassen, dass die breiten Markstrahlen sich befinden an Stellen, wo früher eine Gerbstoffgürtel den primären Gefässbündel umgab. Das Mark besteht aus zwei verschiedenen Elementen: sehr grossen getüpfelten, gerbstofffreien Zellen und kleineren, länglichen Zellen, welche gerbstoffhaltig sind. Die letzteren bilden anastomosierende Bänder.

Der Längsschnitt, aus diesem Stengelteile erhalten, zeigt dass die Aussenrinde ziemlich schmal ist. Die Epidermis besteht auch hier aus ungefähr quadratischen Zellen, die

gerbstoffhaltig sind sowie auch die vier Schichten, grenzend an die Epidermis. Im schmalen Parenchymstreifen zwischen diesen Gewebe und den Bastfaserschicht bilden die gerbstoffhaltigen Zellen senkrechte Bahnen, geschieden durch gerbstofffreie Bahnen. Im gerbstofffreien Gewebe liegen einige grösseren Elementen, welche ein grosses Krystallkomplex von Ca-oxalat enthalten. Die vorletzte Schicht (Stärkescheide) ist gewöhnlich gerbstofffrei. Die letzte Schicht ist ganz und gar gerbstoffhaltig; der Reaktion ist besonders kräftig. Dann folgen Bastfaserschicht und Phloëm. Die Siebgefässe sind gerbstofffrei; die langen Geleitzellen gerbstoffhaltig. Das Kambium enthält keinen Gerbstoff; auch das Holz, aus Gefässe und Parenchym bestehend, ist gerbstofffrei. An der Markseite wird der Gefässbündel begrenzt von einigen Schichten Parenchymgewebe, welches besonders stärkehaltig ist. Unmittelbar neben diesem stärkehaltigen Gewebe befindet sich ein einfaches oder doppeltes Gerbstoffband, bestehend aus isodiametrischen Zellen, welche ziemlich klein sind. Sie bilden eine senkrechte Gerbstoffbahn, welche an der Seite des Zentrums begleitet wird von einer gerbstofffreien Bahn, welche gleichfalls aus isodiametrischen Zellen besteht. Bisweilen liegen auch zwei dieser Bahnen neben einander. Diese Bahnen werden begrenzt von einer Gerbstoffbahn, welche aussieht wie die oben beschriebenen Bahnen. Dann fängt das Markgewebe an, wie es quantitativ das wichtigste Gewebe ist in diesem Stengelteile. Zum grössten Teil besteht dieses Gewebe aus sehr grossen, vier- oder fünfeckigen, getüpfelten gerbstofffreien Zellen. Neben diesen grossen Zellen kommen auch kleinere vor, welche gerbstoffhaltig sind und zu senkrechten Bahnen verbunden. Mit einigen Ausnahmen werden die senkrechten Bahnen gebildet durch Zellen, welche isodiametrisch sind; nur wenige haben eine längliche Form. Die Bahnen sind durch gerbstoffhaltigen Querzellen verbunden; dieselben sind nie isodiametrisch, immer aber

der Breite nach gestreckt. An mehreren Stellen kommen einige Gerbstoffbahnen zusammen. Hier findet man die Krystallkomplexe von Ca-oxalat. (Siehe Abb. 33).

b. Das Blatt. — Der Querschnitt des geflügelten Blattstieles ist sehr interessant (Siehe Abb. 35). Die beiden Flügel bestehen ganz aus gerbstoffhaltigem Parenchym. Der mittlere Teil ist an der Unterseite gewölbt, an der Obenseite beinahe flach. Die Epidermis besteht aus sehr kleinen quadratischen Zellen mit dünner Wand und sehr starker Gerbstoffreaktion. Auch zwei Schichten Kollenchymgewebe unter der Epidermis zeigen eine kräftige Reaktion. Im übrigen ist das Parenchymgewebe so gut wie gerbstofffrei. Einige Zellen enthalten Gerbstoff, einige andren ein grosses Krystallkomplex von Ca-oxalat. In diesem Parenchymgewebe befinden sich vier Gefässbündel. Jeder Bündel ist umgeben von einer Gerbstoffgürtel zur Breite einer einzigen Parenchymzelle. Diese Tatsache bestätigt das Vermuten, entstanden durch die Wahrnehmungen an jungen Ribes-Stengeln. Innerhalb der Gerbstoffgürtel liegt an der Seite der Wölbung eine breite Schicht Bastfasern (4 bis 6 Fasern dick). Die Bastfasern umschliessen das Phloëm. Hier liegen die gerbstoffhaltigen Parenchymzellchen zum Teile in der Nähe der Bastfasern. Die andren Gerbstoffzellen bilden eine Fortsetzung der Markstrahlen. Das Kambium ist frei, ausgenommen in den Markstrahlen. Das Xylem besteht an der Seite der Wölbung aus Holzfasern, die andre Hälfte enthält auch Gefässe. Nach dem Holze folgt ein zweiter Phloëmbündel. Alles zusammen wird durch die Gerbstoffgürtel umschlossen.

Die Ober-Epidermis der Blättchen färbt sich nach Behandlung mit Kaliumbichromat ganz dunkelbraun, dieselbe ist stark gerbstoffhaltig; dasselbe gilt von der Epidermis an der Unterseite. Das übrige Gewebe des Blattes zeigt nur mässige Reaktion, am besten ist die Reaktion noch wahr zu nehmen in der oberen Reihe der zwei Schichten

Palissadenparenchym. Am kräftigsten ist die Reaktion in der Nähe der Nervatur. Die Seitennerven werden an der Unterseite begrenzt durch eine oder zwei Reihen Zellen, welche Ca-oxalat (einfache Krystalle) enthalten. Ausserdem kommen noch Krystallsterne vor in grossen, gerbstofffreien Zellen der Unter- und Ober-Epidermis.

Der Hauptnerf zeigt eine ausserordentlich kräftige Gerbstoffreaktion in Ober- und Unter-Epidermis. Das Kollenchym unter der Epidermis ist 4 Zellen breit und enthält viele Gerbstoffelementen. Das Parenchym unter dem Kollenchym enthält nun spärliche Gerbstoffzellen; es ist nur 2 bis 3 Zellen breit. Dann folgt der Gefässbündel, umgeben durch gerbstoffhaltige Parenchymzellen. Innerhalb der Gerbstoffgürtel liegt ein gerbstofffreies Gewebe von starkwändigem Gewebe mit ziemlich grossem Lumen. Dasselbe liegt an der Stelle, wo bei den Gefässbündeln in dem Stengel die Bastfaserschicht gefunden wird. Im Phloem bilden einige gerbstoffhaltigen Parenchymzellchen die Fortsetzungen der Markstrahlchen. Das Holz ist gerbstofffrei; die Markstrahlen nicht.

c. *Die Knospè.* — Angehends der Gerbstoffverteilung in der Knospe muss bemerkt werden, dass die jungen Blättchen eine sehr intensive Reaktion zeigen, ausgenommen im zarten Gefässbündelchen. Im Stengel ist das Gewebe in der Umgebung der Knospe gerbstoff- und stärkereich. Die Stärke befindet sich im Gefässbündel und im Marke in der Nähe des Gefässbündels. Die Rinde bildet hier das Gerbstoffmagazin. Vor Allem ist das Parenchymgewebe in der unmittelbaren Nähe der Knospe sehr gerbstoffreich. Auch treten hier besonders viel Krystallkomplexe von Ca-oxalat auf. Das Mark hat weiter das gewöhnliche Aussehen.

d. *Die Frucht.* — Der Querschnitt des Fruchtsstiels (Siehe Abb. 34) zeigt das Vorkommen von mehrzelligen Haaren, welche gerbstoffhaltig sind. In dem Rindengewebe sind fünf äussere Zellschichten gerbstoffhaltig. Das Parenchymgewebe

unter dieser Gerbstoffgürtel ist teilweise gerbstoffhaltig, teilweise aber frei. Die Gerbstoffelementen in diesem Gewebe sind (wie alle andren Zellen) rund, sie sind zu Schnüren von 4 bis 6 Zellen vereint. Im gerbstofffreien Teil befinden sich zahlreiche Krystallkomplexe von Ca-oxalat. Nun folgt eine merkwürdige Gürtel. Der Gefässbündel besteht hier nämlich nicht aus konzentrischen Schichten Phloëm, Xylem und Phloëm, aber dieselbe ist aus ungefähr 30 selbstständigen Gefässbündelchen zusammengestellt. Das ganze Komplex wird von einer gerbstofffreien Stärkescheide umgeben. Ein Gefässbündelchen wird umgeben von einer Schicht gerbstoffhaltiger Parenchymzellen (Siehe Abb. 34); dieselben sind kleiner als die Parenchymzellen, welche die Rinde zusammenstellen, aber grösser als die Elementen der Gefässbündel. An der Aussenseite liegt im Gefässbündel eine gewölbte Bastfaserschicht, bestehend aus dünnwandigen Bastfasern mit grossem Lumen. Nur ausnahmsweise kommt in dieser Schicht ein Element vor, das mit Bichromat reagiert. Das Phloëm ist von sehr zarter Struktur; es enthält wenige Gerbstoffzellchen in der Nähe der Bastfasern. Zwischen Phloëm und Xylem befindet sich das Kambium, welches nur in den Markstrahlen Gerbstoff enthält. Im Holze liegen 5 oder 6 kleine Markstrahlchen; an der Innenseite liegt noch ein zweites Phloëmbündelchen, in welchem keine Gerbstoffelementen vorkommen. Das Mark unterscheidet sich vom Marke im Stengel dadurch, dass es aus runden Zellen besteht. Die Gerbstoffzellen sind zahlreich und zu Bändern verbunden. Das Kalziumoxalat kommt in den gerbstofffreien Teilen vor.

In einem Längsschnitte in der Nähe vom Übergang des Stengels im Fruchtstiel zeigt der letztere sich stark gerbstoffhaltig. Die Rinde ist nur gerbstofffrei in der Stärkescheide und einigen Ca-oxalatführenden Zellen. Die dünnwandigen Bastfasern sind gerbstofffrei. Im Holze sind nur einige Markstrahlzellen gerbstoffhaltig. Das Mark ist

merkwürdig, weil es auch hier isodiametrische Zellen zeigt. Die Gerbstoffzellen bilden auch hier senkrechte Bahnen, durch gerbstofffreie Bänder von einander geschieden. Das Mark enthält hier viele, grosse Krystallkomplexe von Ca-oxalat.

Die Fruchtwand reagiert gleichmässig mit Bichromat. Eine Ausnahme machen nur die Gefässbündelchen, welche in grosser Zahl im Parenchym zerstreut liegen ungefähr mitten zwischen Innen- und Aussenwand. Die meisten Gefässbündelchen wurden schief getroffen. Dennoch ist wahrzunehmen, dass das Phloëm gerbstofffrei ist. Neben diesen grösseren Gefässbündelchen mitten im Fruchtblatte kommt an der Innenseite noch eine grosse Menge Gefässbündelchen vor, welche beinahe ganz aus Phloëm bestehen. Die Innenwand trägt zahllose, grosse, leicht zerbrechliche, einzellige, spitze Haare; der Inhalt dieser Haare wird durch $K_2Cr_2O_7$ hellbraun gefärbt.

Der Samen ist gerbstofffrei; nur in der Aussenschicht und im Raphe entstand eine leichte Reaktion. Das Keimgewebe ist völlig frei.

4. *Kentia spec.*¹⁾

Als Type einer monocotylen gerbstoffhaltigen Pflanze wurde diese Palmart gewählt, welche hier als Sierpflanze gezüchtet wird. Es wurde ein altes Blatt untersucht. In einem Querschnitte, erhalten aus dem unteren, mächtigsten Teil des Blattstieles, kómen drie verschiedenen Typen von gerbstoffhaltigen Elementen vor. Es giebt nämlich zwei Typen van Gerbstoffidioblasten und ein sehr kleiner

¹⁾ Eine wässrige Abkochung ist rot gefärbt; dieselbe giebt die bekannten Gerbstoffreaktionen. Eisenchlorid färbt grün. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure wird ein roter Niederschlag gebildet.

Gerbstoffelement in den Phloëmbündeln (Siehe Abb. 36). Das gewöhnliche Type der Gerbstoffidioblasten ist eine Parenchymzelle, welche ziemlich regelmässig im intrafascicularen Parenchym zerstreut ist. Die andren Gerbstoffidioblasten kommen vor in der schützenden Schicht starkwändiger Zellen, welche jeden Gefässbündel zu beiden Seiten begleiten. Sie kommen gewöhnlich nur vor bei den Gefässbündeln, welche an der Peripherie liegen. Im Zentrum sind sie seltener. Neben diesen beiden Typen findet man in jedem Phloëmbündel einige, sehr kleinen Gerbstoffelementen. Die Stärkeschicht, welche den Gefässbündel umgiebt, enthält als Regel keine Gerbstoffelemente.

Der Längsschnitt zeigt, dass die gerbstoffhaltigen Zellen im Parenchym zwischen den Gefässbündeln und in den starkwändigen Zellen Idioblasten sind. Dieselben liegen auch hier vereinzelt und regelmässig im Gewebe verteilt. Die gerbstoffhaltigen, gewöhnlichen Parenchymzellen sind in der Nähe der Epidermis zahlreicher als im Zentrum; bisweilen liegen hier mehrere Zellen neben einander, ein kurzes Band bildend. Die Parenchymzellen sind hier etwas kleiner als im Zentrum. Im Gefässbündel kommen die Idioblaste in den starkwändigen Zellen vor, welche vereinzelt liegen im sonst gerbstofffreien Gewebe und die Gerbstoffelementen im Phloëm, welche senkrechte, sehr schmale Bahnen bilden, welche die Siebgefässe begleiten (Siehe Abb. 37 an der rechten Seite). Je nachdem der Gefässbündel mehr an der Peripherie liegt, desto mehr Gerbstoffidioblaste enthält derselbe. Das ganze übrige Gewebe ist gerbstofffrei.

Ein Querschnitt des Hauptnerfs, wo derselbe ungefähr 2 mM. dick ist, zeigt die gerbstoffhaltigen Parenchymzellen hauptsächlich in der Nähe der Oberhaut, nämlich im Parenchym ausserhalb den äusseren Gefässbündelschicht. Am grössten ist die Zahl der Gerbstoffelementen in den Ecken. (In den unteren Teilen des Blattstieles sind die

Ecken dermassen mit starkwändigen Zellen versehen, dass für Parenchym kein Raum übrig blieb). Im Inneren des Hauptnerfs ist die Zahl Gerbstoffelementen weniger gross. In den Phloëmbündelchen kommen auch hier die kleinen Gerbstoffbahnen vor. Selten ist das Vorkommen von Gerbstoffidioblasten in den starkwändigen Zellen.

Ein Querschnitt eines Blättchens zeigt, dass dasselbe aus einem gleichmässigen Parenchymgewebe besteht; in demselben befinden sich parallele Nerven. Im Blattparenchym liegen die gerbstoffhaltigen Zellen regelmässig, ungefähr mitten zwischen Ober- und Unter-Epidermis. Die Epidermis ist sowohl an der Unter- als an der Oberseite gerbstofffrei. Durch das ganze Blattparenchym findet man kleine Gruppen Bastfasern zerstreut.

Die Seitennerven sind von einer starken Schicht Bastfasern umgeben. Sie enthalten nur einige äusserst kleinen Gerbstoffelementen im Phloëm. Der Hauptnerf der Blättchen ragt an der Unterseite weit heraus. Der ganze herausragende Teil besteht aus starkwändigem Gewebe. Die Aussenschichten dieses Gewebes sind gerbstoffhaltig. Sehr stark ist die Gerbstoffreaktion im Parenchymgewebe, das diesen „Bastfaser“-bündel umgiebt und desto kräftiger, je nachdem die Zellen mehr in der Nähe liegen des Punktes der grössten Wölbung. Ausgenommen 1 oder 2 gerbstoffhaltigen Parenchymzellen kommt weiter im Hauptnerf kein Gerbstoff vor als in den Phloëmbündeln.

Zusammenfassung.

Selbstredend lassen sich aus diesen Resultaten bei nur vier Pflanzen erhalten, keine allgemein gültigen Regeln ableiten. Dennoch dürfen hier einige Bemerkungen gemacht werden, welche aus der Untersuchung hervorgehen.

In einer Hinsicht stimmten die untersuchten Pflanzen

überein, nämlich im Vorkommen von Gerbstoff in den Geleitzellen des Phloëms. Auch dieses kann noch dem Zufall zuzuschreiben sein; jedenfalls ist zu bedenken, dass in gerbstofffreien Pflanzen diese gerbstoffhaltigen Geleitzellen natürlich fehlen. Merkwürdig ist das Vorkommen des Gerbstoffs in den Schichten des Pflanzengewebes, welche durch ihre Stellung eine beschützende Funktion haben müssen. Bei jüngeren Stengelteilen ist dieses die Epidermis und angrenzende Schichten; bei älteren Stengel- und Wurzelteilen ist es das Korkgewebe. In Stengeln und Wurzeln kommt weiter noch eine zweite Gerbstoffgürtel vor, nämlich die Innenrinde. Der Gerbstoffreichtum bildet geradezu einen Unterschied zwischen dem Phloëm ausserhalb des Kambiums und dem zentralen Phloëm, die Kambiumzelle, welche auswächst zu einem Xylemelement oder zu einem Siebgefässe, ist gerbstofffrei. In den Markstrahlen sind die Kambiumzellen bisweilen gerbstoffhaltig. Die Markstrahlen sind immer gerbstoffhaltig, zu wissen die einzelligen. Die breiten Markstrahlen enthalten gewöhnlich nur Gerbstoff in den beiden seitlichen Zellreihen. Bei Ribes wurde der Eindruck bekommen, dass in den jüngsten Stadien des Stengels die primären Gefässbündel umgeben sind von einer Gürtel, aus Gerbstoffzellen gebildet; eine Bestätigung dieses Vermutens lieferte die Struktur bei Rhododendron und Rosa. Geradezu glänzend entwickelt wurden diese Gürteln gefunden im Blattstiele der Rose, sowie auch im Fruchtstiele. Auch diese Anordnung erinnert an eine beschützende Funktion.

Ein bemerkenswertes Resultat dieser Untersuchung ist die Entdeckung der Gerbstoffbahnen im Marke und in der Aussenrinde der jungen Stengelteile. Bei Ribes und Rosa bestehen diese aus senkrechten Bahnen, zur Breite einer einzigen Zelle, welche im gerbstofffreien Grundgewebe liegen. In der besonders gerbstoffreichen Rhododendron bilden diese Bahnen senkrechte, gewölbte Platten, deren

Querschnitt einzellige Bänder zeigt. Bei Ribes wurde gefunden, dass die Gerbstoffbahnen im Marke auch Bedeutung haben für den Transport reduzierbarer Zucker. Auch wurde ein Zusammenhang nachgewiesen zwischen Gerbstoffbildung im Blatte und dem Lichte.

Schliesslich sei es erlaubt, hier noch einmal zu erinnern an die merkwürdige Struktur der Rinde in älteren Stamm- und Wurtelteilen bei Ribes (Siehe Abb. 11, 19 und 21).

Einen grossen Unterschied mit den drei dikotylen Pflanzen zeigt die Gerbstoffverteilung bei Kentia, der einzigen, untersuchten, monokotylen Pflanze. Hier kann nämlich keine Rede sein von Gerbstoffbahnen (ausgenommen in den Phloëmbündeln); der Gerbstoff kommt bei dieser Palme vor in Idioblasten. Zwei Typen dieser Idioblaste giebt es, nämlich die im extrafasciculären Parenchym und in den starkwändigen Zellen der äusseren Gefässbündelschicht. Dass eine vereinzelt Zelle Gerbstoff enthalten kann, weist die Möglichkeit nach, dass in dieser Pflanzenart Gerbstoff gebildet werden kann in einer chlorophyllfreien Zelle. Ein Transport nach dieser Zelle ist nämlich ausgeschlossen.

Zum Schlusse sei noch gewiesen auf die Anhaufung grosser Mengen Gerbstoff an Stellen, wo besondere Lebensäusserungen stattfinden; z. B. in einer Stengelspitze in vollem Wachstum, einer Knospe, der Stelle, wo ein Nebenast oder eine Nebenwurzel gebildet werden. Oft findet man hier auch eine grosse Menge Ca-oxalat.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Abb. 1. Ribes, Querschnitt Stengelspitze. Object. AA. Oc. IV. — Zahlreiche einzellige Haare ohne Gerbstoff. Ein gerbstoffhaltiges Drüsenhaar. Äussere Gerbstoffgürtel besteht aus ungefähr 3 Zellschichten. Zahlreiche gerbstoffhaltige Parenchymzellen in Aussenrinde und Mark. Innere Schicht der Aussenrinde (Stärkescheide) gerbstofffrei. Innenrinde zahlreiche radial angeordnete Gerbstoffzellen; dazwischen gerbstoffreies Phloëm. Kambium gerbstofffrei. In den noch jungen Xylemteilen nur die Markstrahlchen gerbstoffhaltig. Fünf Gefässbündelchen haben eine Gerbstoffgürtel.

Abb. 2. Ribes, Teil der vorigen Abb., stärker vergrössert, Object D, Oc. IV. — Der Gefässbündel, welcher in Abb. 1 diametral gegenüber dem Drüsenhaar liegt. Diese Abbildung zeigt die Gerbstoffgürtel, das gerbstofffreie Kambium, Phloëm und Holz. Radiale Anordnung der Gerbstoffelementen im Holze und Phloëm. Gerbstofffrei ist auch die Stärkescheide.

Abb. 3. Ribes, Stengelquerschnitt in der Nähe des zweiten Blattes. Obj. AA. Oc. IV. — Drüsenhaare fehlen; einzellige Haare weniger zahlreich. Äussere Gerbstoffgürtel wie Abb. 1. Gerbstoffelementen in der Aussenrinde sind im Marke weniger zahlreich. An die Gerbstoffgürtel rund den primären Gefässbündeln erinnert die Anordnung der Gerbstoffzellen an der Markseite und der Rindenseite des Gefässbündels. In der Nähe des Kambiums ist die erste Anlage der Krystallgerbstoffgürtel entstanden.

Abb. 4. Ribes, Längsschnitt des Stengels in der Nähe

des zweiten Blattes. Obj. AA. Oc. IV. — Wenige einfache Haare. Die Gerbstoffzellen in der Aussenrinde zu senkrechten Bahnen zur Breite einer Zelle verbunden. Vorletzte Schicht der Aussenrinde enthält zahlreiche grosse Krystallkomplexe von Ca-oxalat, diese Schicht ist wie die angrenzende Stärkescheide gerbstofffrei. (Die Schicht nicht zu verwechseln mit der Krystall-Gerbstoff-Schicht in der Innenrinde, in dieser Abbildung nicht wahr zu nehmen). Die Innenrinde sieht hier wie ein gerbstoffreiches Band aus. Das Kambium enthält keinen Gerbstoff und das Holz nur wenig. In den ersten Schichten des Markes eine kräftige Gerbstoffreaktion. Im Marke sind weiter die Gerbstoffzellen zu senkrechten Bahnen verbunden. Im gerbstofffreien Teil zahlreiche Krystallkomplexe von Ca-oxalat.

Abb. 5. Ribes, Stengelquerschnitt in der Nähe des 3ten Blattes, Obj. AA. Oc. IV. — Das Präparat zeigt die Aussenrinde mit einem Gefässbündelteil, das noch die Spuren einer Gerbstoffgürtel trägt. (Siehe Abb. 2). Die Schicht zwischen Aussen- und Innenrinde ist stark gerbstoffhaltig, sie bildet die Anlage des Korkgewebes. Die Krystall-Gerbstoff-Schicht in der Innenrinde ist gebildet. Umschlossen durch die Gerbstoffgürtel an der Markseite ein gerbstofffreies Phloëm. Zufälligerweise ist hier kein Mark in der Photographie zu sehen.

Abb. 6. Ribes. Querschnitt Stengel (6tes Blatt.). Object. AA. Oc. IV. — Wenige einzellige Haare. Die äussere Gerbstoffschicht ist stark in Bedeutung zurückgegangen. Zwischen Aussen- und Innenrinde ist Kork gebildet; die äusseren Schichten sind gerbstofffrei, die inneren gerbstoffhaltig. Die äusseren Schichten der Innenrinde sind kollenchymatisch. Radiale Anordnung der Gerbstoffelementen in diesem Gewebe stellenweise noch wieder zu erkennen. Gerbstoff-Krystall-Schicht in der Nähe des Kambiums. Alle Markstrahlen eine Zelle breit. Die Zahl Gerbstoffelementen kleiner als in der Spitze; bis in den ältesten

Wurzel- und Stengelteilen bleibt diese Zahl nun konstant.
 Abb. 7. Ribes, Längsschnitt in der Mitte des einjährigen Zweiges. Obj. AA. Oc. IV. Diese Abbildung zeigt die Aussenrinde. Wenige einzelligen Haare vorhanden. Besonders gut ausgebildet die Gerbstoffbahnen mit gefässartiger Anordnung der Zellen. Die zwei inneren Schichten der Aussenrinde (vorletzte mit Ca-oxalat und die letzte, die Stärkescheide) gerbstofffrei. Die Innenrinde ist ganz dunkel gefärbt in der Abbildung.

Abb. 8. Ribes, dasselbe Präparat wie No. 7, mit Holz und Mark. Obj. AA. Ocul. IV. — In der Innenrinde ist wahrzunehmen, dass die Geleitzellen gerbstoffhaltig sind, die Siebgefässe nicht. In der Nähe des Kambiums die Krystall-Gerbstoffschicht. Im Kambium gar keine Reaktion; im Holze geringe Reaktion. In der inneren Schichten des Markes und in den Gerbstoffbahnen kräftige Reaktion.

Abb. 9. Ribes. Querschnitt durch den basalen Teil des einjährigen Astes. Object. AA. Oc. IV. — Die Aussenrinde ist gänzlich zerschrumpft und teilweise auch verschwunden. Darunter hat sich eine starke Korkschicht gebildet. Die äussere Hälfte dieser Schicht enthält keinen Gerbstoff, während die inneren Schichten eine besonders kräftige Reaktion zeigen. In der Innenrinde das Phloëm gerbstofffrei; die Parenchymzellen gerbstoffhaltig. Krystall-Gerbstoff-Schicht nun fertig gebildet; nur bilden die begleitenden, gerbstoffhaltigen Parenchymzellen noch nicht die angeschlossenen Gürteln wie z. B. in Abb. 10. Neben den einzelligen Markstrahlen sind auch mehrzelligen gebildet. Diese sind entstanden an einer Stelle, wo früher die Gerbstoffgürtel um den primären Gefässbündel verlief. Zwischen zwei mehrzelligen Markstrahlen findet man an der Markseite ein Phloëmbündel, teilweise noch umschlossen durch eine Schicht gerbstoffhaltiger Parenchymzellen.

Abb. 10. Ribes, mehrjähriger Stengel, Querschnitt Obj. AA. Oc. IV. — Aussenrinde abgestossen. An der Aussen-

seite des gerbstofffreien Teiles der Korkschicht tote Geweberesten. Gerbstofffreier und gerbstoffhaltiger Teil des Korkgewebes. Unter demselben Kollenchym der Innenrinde mit zerstreuten Gerbstoffelementen. Nun folgen 5 konzentrische Schichten Krystall-Gerbstoff. Senkrecht auf diesen Oxalat-Gerbstoffschichten stehen die gerbstoffhaltigen Fortsetzungen, den Markstrahlen. Die weissen Stellen dazwischen bestehen aus gerbstofffreiem Phloëm. Kambium gerbstofffrei, selbst in den meisten Markstrahlen. Diese sind zum grössten Teil nur eine Zelle breit und gerbstoffhaltig. Die breiten Markstrahlen enthalten nur in den seitlichen Zellreihen Gerbstoff. Xylem gerbstofffrei.

Abb. 11. Ribes, mehrjähriger Stengel, tangential Obj. AA. Oc. IV. — Ein Rindenteil mit drei Oxalat-gürteln, dazwischen gerbstofffreies Phloëm. Im Kambium keine Reaktion. Im Holze Unterschied zwischen einzelligen und mehrzelligen Markstrahlen. Die einzelligen gänzlich gerbstoffhaltig, die breiten nur in den peripherischen Zellen. Die Zeichnung im Holze beeinflusst von den breiten Markstrahlen.

Abb. 12. Ribes, mehrjähriger Stengel, radial. Obj. AA. Ocul. IV. — Auf dem gerbstofffreien Teile des Korkes tote Geweberesten. Gerbstofffreier und gerbstoffhaltiger Teil der Korkschicht mit radialer Anordnung der Zellen. Unter dem Korke ein einigermaßen unregelmässiges, gerbstoffhaltiges Parenchym. Fünf Oxalat-Gerbstoff-Gürtel. Zwischen diesen Gürteln Phloëm (gerbstofffrei). Die einzelligen Markstrahlen finden bisweilen eine Fortsetzung in der Rinde (nämlich zwischen zwei breiten Markstrahlen). Von den breiten Markstrahlen ein charakteristisches Bild. Die kräftigsten wurde dermassen getroffen, dass ein gerbstoffhaltiger Teil im Präparate erschien. Zu beiden Seiten gerbstofffreies, stärkehaltiges Markstrahlgewebe. Fortsetzung der Markstrahl in der Rinde ein stark gerbstoffhaltiges Gewebe; der gerbstofffreie Teil des Korkes zum

Teile abgestossen; der gerbstoffhaltige Teil aufwärts gebogen, Im Rindengewebe kommen hier zahlreiche grosse Krystallkomplexe von Ca-oxalat vor. Das ganze Holzgewebe (ausgenommen die Gefässe) enthält Stärke.

Abb. 13. Ribes, Blatt, Hauptnerv. Obj. AA. Oc. IV. — Das Blattparenchym ist ganz gerbstoffhaltig mit Ausnahme der zahlreichen Ca-oxalathaltigen Zellen. Vom Hauptnerv ist ein kleiner Teil der Peripherie nicht im Präparat zu sehen. Peripherische Gerbstoffgürtel um dem Hauptnerv: das grosszellige Parenchym ist gerbstofffrei. Der Gefässbündel so gut wie ganz umgeben durch eine Gerbstoffgürtel, Xylem zwischen zwei Phloëmbündeln. Im äusseren (unteren) Phloëmbündel grosse, gerbstoffhaltige Parenchymzellen in einem besonders kleinzelligen Phloëm. Im Xylem nur die Markstrahlchen gerbstoffhaltig. Phloëm an der Oberseite beinahe gerbstofffrei.

Abb. 14. Ribes, Fruchtsiel. Obj. AA. Oc. IV. — Die Zeichnung erinnert einigermassen an die Stengelspitze; nur ist die Zahl Gerbstoffzellen in der Aussenrinde und im Marke weniger gross. Der Gefässbündel ist umgeben durch eine Schicht starkwändiger Zellen. Dieselbe umfasst eine breite Phloëmschicht und weiter einen äusserst zarten Xylembündel. Die Anordnung der Gerbstoffelementen im Gefässbündel ist eine radiale. Merkwürdig ist auch für diesem wichtigen Pflanzenteil die äussere Gerbstoffgürtel.

Abb. 15. Ribes, Querschnitt der Wurzel (ungefähr 2 mM. dick) Obj. AA. Oc. IV. — Keine Aussenrinde. Gerbstoffreies und gerbstoffhaltiges Korkgewebe. Innenrinde sehr gerbstoffreich. Zwei Oxalatgürteln. Fortsetzung der Markstrahlen in der Rinde. Kambium und Phloëm gerbstofffrei. Kein Mark. Markstrahlen zum grössten Teil eine Zelle breit. Eine der kurzen Markstrahlen mehrere Zellen breit, hier nur in den seitlichen Zellreihen Gerbstoff. Alle Elementen im Gefässbündel stärkehaltig (ausgenommen die Gefässe).

Abb. 16. Ribes, Nebenwurzel Obj. AA. Oc. IV. — Die Nebenwurzel ist der Länge nach getroffen; die andre Wurzel quer. Aufmerkwert ist die kräftige Gerbstoffreaktion, welche hier in den Geweben wahr zu nehmen ist. Das Gewebe der Nebenwurzel fängt an gerade im Zentrum der andren Wurzel.

Abb. 17. Ribes. Querschnitt Wurzel (ungefähr 3 mM. dick) Obj. AA. Oc. IV. — Gerbstoffreies und gerbstoffhaltiges Korkgewebe. In der Innenrinde drei Oxalatgürteln mit begleitenden Gerbstoffzellen. Innerhalb der inneren Gürtel funktionierendes Phloëm und Kambium. Fortsetzung der Markstrahlen in der Rinde durch gerbstoffhaltige Zellreihen. Im Holze einzellige und breite Markstrahlen. In den breiten nur die seitlichen Zellreihen gerbstoffhaltig. Alle Holzparenchymzellen und Markstrahlzellen prall mit Stärke gefüllt.

Abb. 18. Ribes, Wurzel 5 mM. dick, tangential. Obj. AA. Oc. IV. — Rindengewebe zu beiden Seiten. Die Oxalat-Gerbstoff-Schichten tangential getroffen und daher ein wenig breiter (als in Radialschnitten). Im Holze getüpfelte Gefässe. Holzfaser und einzellige und mehrzellige Markstrahlen.

Abb. 19. Ribes, Wurzel $1\frac{1}{4}$ cM. dick, quer. Obj. AA. Oc. IV. — Unter dem Korke 8 Krystalschichten und dazwischen gerbstoffreies Phloëm. In der Nähe der letzten Schicht ist das Phloëm funktionierend; das andre ist nicht mehr in Funktion und zusammengefallen. Fortsetzung der Markstrahlen in der Rinde verschiedener Grösse; zwei breiten Markstrahlen finden auch eine breite Fortsetzung; eine starke, einzellige Markstrahl hat auch eine schwere Gerbstoff-Fortsetzung in der Rinde. Von den weniger kräftigen Markstrahlen ist die Fortsetzung auch schmäler. Kambium gerbstofffrei. Eine breite Markstrahl nur gerbstoffhaltig in den seitlichen und in einer mittleren Reihe.

Abb. 20. Ribes, Wurzel $1\frac{1}{4}$ c.M. dick, tangential. Obj.

AA. Oc. IV. — Zum grössten Teil einzellige Markstrahlen; breite Markstrahlen von bedeutender Höhe; grosse Holzgefässe. Rechts in der Abbildung liegt ein kleiner Teil einer Krystallfaser (ein wenig über die Mitte); dieser Teil ist vergrössert wiedergegeben in Abb. 21.

Abb. 21. Ribes, Krystallkammerfaser aus Ribeswurzel $1\frac{1}{4}$ c.M. dick, tangenciales Präparat Obj. F. Oc. IV. — Eine Krystallfaser mit den kleinen Krystallkomplexen zwischen zwei gerbstoffhaltigen Parenchymzellreihen. Im linken Teil eine leere Faser, welche schön die zarte Struktur zeigt.

Abb. 22. Ribes, Wurzel $1\frac{1}{4}$ c.M. dick, radial. Obj. AA. Oc. IV. — Gerbstofffreies und gerbstoffhaltiges Kork. Unter dem Korce ein gerbstoffreiches Parenchym. Dann folgen die Oxalatgürteln mit den Phloëmbändern dazwischen. An zwei Stellen ist das Präparat zerrissen in den Oxalatschichten. Zu beiden Seiten ist die Oxalatschicht von gerbstoffhaltigen Zellen begleitet. Hie und da zwischen den Gürteln die gerbstoffhaltigen Zellen der einzelligen Markstrahlen. Weiter noch Holzgefässe und Holzfaser.

Abb. 23. Ribes, Hauptwurzel quer durch den Gefässbündel, Markseite. Obj. Act. Ocul. IV. — Dieses Präparat zeigt den Unterschied zwischen der Hauptwurzel und allen andren Wurzeln des Ribes-Strauches, nämlich die Anwesenheit von Mark. Die Abschlüssung des Gefässbündels nach der Markseite wie bei den betreffenden Stengelteilen. Die Gerbstoffelementen liegen zerstreut im Marke. (In Längsschnitten sieht man, dass dieselben auch hier zu senkrechten Gerbstoffbahnen verbunden sind.)

Abb. 25. Ribes; Ast wovon ein Blatt mit Stanniol bedeckt wurde während 24 Stunden; alsdann wurde der Ast in 5 Proz. Kaliumbichromat-Lösung gestellt. Das bedeckte Blatt (das obere der zwei linken Blätter) giebt weniger kräftige Gerbstoffreaktion.

Abb. 26. Ribes. Ast, wovon die zwei unteren Blätter

mit Gelatinpapier bedeckt wurden; die beiden mittleren mit Stanniol während das höchste Blatt frei blieb. Vom rechten Stanniol-Blatte war die Stanniolbedeckung an der Unterseite ein wenig auseinander gewichen; daher die kräftigere Gerbstoffreaktion in der Unterseite dieses Blattes.

Abb. 27. Rhododendron, einjähriger Zweig, Querschnitt in der Nähe der Spitze. Obj. AA. Oc. IV. — Keine Haare. Aeussere Gerbstoffgürtel besteht aus Epidermis und vier Schichten Parenchym; die Gerbstoffreaktion ist hier besonders kräftig. In der breiten Aussenrinde radial gestellte Gerbstoffreihen, nur eine Zelle breit. Dazwischen gerbstofffreies, dünnwandiges Gewebe; mit Ca-oxalat-Krystallen. Die innere Schicht dieses Gewebes ist ein Bastfaserschicht welche an mehreren Stellen von den Gerbstoffstreifen durchbrochen wird. Die schmale Innenrinde enthält soviele Gerbstoffelementen, dass dieselbe in der Abbildung dunkel erscheint. Dennoch ist das Phloëm sensu strictu gerbstofffrei, während die Fortsetzung der Markstrahlchen gerbstoffhaltig ist. Das Holz enthält keinen Gerbstoff, die Markstrahlen wohl. Die meisten Markstrahlen eine Zelle breit; in den mehrzelligen die seitliche Reihen gerbstoffhaltig. Ein Gefässbündelteil zeigt noch die Spuren einer Gerbstoffgürtel, nämlich zwischen den beiden breiten Markstrahlen. An der Markseite des Gefässbündels ein kleinzelliges Gewebe. Im Marke sind die Gerbstoffelementen zu dicken Bündeln verbunden.

Abb. 28. Rhododendron, Stengel, Längsschnitt an der Stelle des Präparaten 27. Obj. AA. Oc. IV. — Zur linken Seite ein Teil der Aussenrinde, in welcher das dünnwandige, gerbstofffreie Gewebe mit Ca-oxalat und zwei Reihen eines Gerbstoffstreifens. Dann eine einzige Bastfaser, in der Photographie noch gerade wieder zu erkennen. Dann die Innenrinde, welche als ein dunkles Band in der Abbildung zu sehen ist. Im Holze zahlreiche gerbstoffhaltige Markstrahlzellen. Der innere Teil des Gefässbündels be-

steht aus sehr schmalen, länglichen Zellen. Im Marke ist das Gewebe hauptsächlich gerbstoffhaltig. Die dünnwändigen, gerbstofffreien Zellen bilden hier senkrechte Komplexe, wie eine in der rechten Seite der Abbildung zu sehen ist.

Abb. 29. Rhododendron, Blattstiel, quer. Obj. AA. Oc. IV. — In der Mitte die grösste Hälfte des Gefässbündels; an der linken Seite ein kleiner Gefässbündel. Dazwischen das Parenchymgewebe mit gerbstoffhaltigen Zellreihen zur Breite einer Zelle. Um den Gefässbündel die Stärkescheide, hier die einzige stärkehaltige Schicht. Innerhalb der Stärkescheide eine schmale Schicht von zerstreuten Bastfasern. Dann die Innenrinde, welche im Allgemeinen gerbstoffreich ist; dennoch enthält sie zahlreiche gerbstofffreie Elementen. In den nierförmigen Gefässbündel sind nur die Markstrahlen gerbstoffhaltig.

Abb. 30. Rhododendron. Blattstiel. Längsschnitt. Obj. AA. Oc. IV. — Epidermis und angrenzende Schichten gerbstoffhaltig. Zwischen Epidermis und Gefässbündel das Rindenparenchym, in welchem einige Gerbstoffplatten vorkommen. Die zwei Platten zur linken Seite sind ziemlich wohl senkrecht durchschnitten; die rechts oben mehr tangential. Daher zeigt die letztere eine Platte gerbstoffhaltiger kleinere Zellen.

Abb. 31. Rhododendron, Blatt, Hauptnerv, quer. Obj. AA. Oc. IV. — An der Oberseite die Oberepidermis und darunter eine mächtige Gerbstoffschicht. Rechts ein Teil der Unter-Epidermis. Die Gerbstoffreihen sind radial angeordnet, sind eine Zelle breit und bestehen aus ungefähr runden Zellen. Um den Gefässbündel eine dicke Bastfaser-schicht, unterbrochen durch die Gerbstoffreihen. Dann das Phloëm mit zahlreichen, gerbstoffhaltigen Zellchen. Xylem mit gerbstoffhaltigen Markstrahlen. Im Gefässbündel noch ein wenig Parenchym.

Abb. 32. Rose, einjähriger Ast, quer zwischen dem

6ten und 7ten Blatte. Obj. AA. Oc. IV. — Rinde, Gefässbündel, Mark. Die Rinde enthält zahlreiche, gerbstoffhaltige Zellen. Der Bastfaserbündel bildet einen Ring weisser Stellen in der Innenseite der Rinde. Die Bastfaserschicht umschliesst das Phloëm. Dann das Xylem mit zwei Markstrahltypen, gewöhnlich ezur Breite einer einzigen Zelle und breite von 6 und mehr Zellen breit. Die letzteren enthalten nur Gerbstoff in der seitlichen Reihen. Das Mark besteht aus kleinen gerbstoffhaltigen und grosse gerbstofffreie Zellen.

Abb. 33. Rose, einjähriger Zweig, Längsschnitt zwischen dem 6ten und 7ten Blatte. Obj. AA. Oc. IV. — Zur linken Seite ein Teil des Gefässbündels (dunkel); dann folgt das Mark mit dem gerbstofffreien Gewebe aus grossen, getüpfelten Zellen. Dazwischen die anastomosierenden Gerbstoffbahnen, aus kleineren Zellen gebildet.

Abb. 34. Rose, Fruchstiel, quer. Obj. AA. Oc. IV. — Der äussere Teil des Gefässbündels ganz gerbstoffhaltig. Im Rindenteil darunter Gerbstofffreien. Der Gefässbündelring besteht aus selbstständigen Gefässbündeln, ein jeder durch eine Gerbstoffgürtel umgeben. Ausserhalb der Gefässbündelchen die gerbstofffreie Stärkescheide. Jedes Gefässbündelchen hat an der Aussenseite einen kräftigen Bastfaserbündel, darunter Phloëm, Kambium, Xylem mit gerbstoffhaltigen Markstrahlchen und an der Markseite ein gerbstofffreies Phloëmbündelchen. Im Marke sind alle Zellen derselben Form und Grösse. Die gerbstoffhaltigen bilden ein Netz von einzelligen Reihen.

Abb. 35. Rose, geflügelter Blattstiel, quer. Obj. AA. Oc. IV. — Ober-Epidermis stark gerbstoffhaltig, auch das Kollenchym untermittelbar unter derselben. Im Parenchym weiter nur wenige Gerbstoffelementen und einige Caxalat Krystalle. Die Gerbstoffgürtel um den Gefässbündeln besonders deutlich, ausgebildet. Von oben nach unten sieht man im Gefässbündel kleinzelliges Gerbstoffgewebe, Xylem

mit gerbstoffhaltigen Markstrahlen; Kambium und Bastfaserbündel.

Abb. 36. *Kentia*, Blattstiel, Unterseite, quer. Obj. AA. Oc. IV. — Gefässbündel und Parenchym zwischen den Gefässbündeln. Im Parenchym Gerbstoffidioblasten; die meisten in der Umgebung der Gefässbündel, obwohl die Stärkescheide gewöhnlich frei bleibt. Zwei dicken Bündel starkwandiger Zellen, in welchen nur ein Gerbstoffidioblast anwesend ist. Zwei kleinen Phloëmbündel mit wenige sehr kleinen Gerbstoffelementen an der Peripherie eines jeden Bündelchen.

Abb. 37. *Kentia*, Blattstiel, Längsschnitt Unterseite. Obj. AA. Oc. IV. — Zur linken Seite ein Teil des Gefässbündels aus den äusseren Gefässbündelring. Im starkwandigen Gewebe ein einziger Gerbstoffidioblast. Im Gefässbündel zur rechten Seite ein schmaler Streifen dickwandiges Gewebe und daneben ganz am Rande der Abbildung ein Phloëmbündel mit zwei Reihen Gerbstoffelementen, welche ziemlich wohl ein angeschlossene Reihe bilden. Zwischen den Gefässbündeln stärkehaltiges Parenchym mit Gerbstoffidioblasten.















