

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. Oscar Uhlworm und Dr. F. H. Haenlein

in

Cassel.

(Heft No. 2.)

Dr. W. Zopf: Über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen und einiger anderen Pflanzen. — Mit 3 Doppeltafeln in Farbendruck.



CASSEL.

Verlag von Theodor Fischer.

1886.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. Oscar Uhlworm und Dr. F. H. Haenlein

in

Cassel.

(Heft No. 2.)

Dr. W. Zopf: Über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen und einiger anderen Pflanzen.



CASSEL.

Verlag von Theodor Fischer.

1886.

Über die

Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen

und

einiger anderen Pflanzen

VON

Dr. W. Zopf,
Privatdocent an der Universität Halle.

Mit 3 colorirten Doppeltafeln



CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1886.

V o r w o r t.

Die nahe Verwandtschaft zwischen den Erdrauchgewächsen (*Fumariaceen*) einerseits und den Mohnengewächsen (*Papaveraceen*) andererseits legt eine Prüfung der bisher wohl noch nicht aufgeworfenen Frage nahe, ob etwa Milch- resp. Farbstoffbehälter, wie sie in der letztgenannten Familie vorzukommen pflegen, bei den Erdrauchgewächsen nähere oder entferntere Analoga finden.

Speciell hierauf gerichtete Untersuchungen führten zu dem Ergebniss, dass das Gewebe der *Fumariaceen* in der That besondere, in Gestalt einfacher Zellen auftretende Behälter besitzt, welche zu den sogenannten Farbstoffschläuchen der Mohnengewächse nach gewissen Richtungen hin in unverkennbar verwandtschaftlichen Beziehungen stehen.

Diese Zellen werden constant in den Meristemen gewisser Gewebesysteme erzeugt, bleiben in diesen Geweben das ganze Leben hindurch constant erhalten und nehmen im Laufe ihrer Entwicklung mehr oder minder ausgesprochene, z. Th. sogar auffällige idioblastische Eigenschaften an.

Da sie ausnahmslos reichliche Mengen von farblosem, resp. gelb- oder roth gefärbtem Gerbstoff führen, so mögen sie als Gerbstoffbehälter, Gerbstoffidioblasten oder Gerbstoffschläuche bezeichnet werden.

Dass diese Gebilde bisher übersehen wurden, ist um so auffälliger, als sie nicht bloss bei Repräsentanten der verschiedensten Gattungen (ich hatte Gelegenheit zu untersuchen: *Corydalis cava* Schwg., *C. pumila* Rchb., *C. Halleri* Willd., *C. lutea* Pers., *C. ochroleuca* Koch, *Adlumia cirrhosa* Rafn, *Diclytra spectabilis* Koch, *D. formosa* D. C., *Fumaria officinalis* L., *F. muralis* Sonder¹⁾) vorkommen, sondern auch in verschiedenen Organen in solcher Menge auftreten, dass dieselben besondere, zum Theil sogar auffällige Tinction erhalten können.

Bei den Specialuntersuchungen, wie sie im ersten Abschnitt dieser Abhandlung dargelegt werden sollen, habe ich sowohl Vorkommen, Vertheilung und Bau der in Rede stehenden Behälter in

¹⁾ Für die gütigst gestattete Benutzung des *Fumariaceen*-Materials hiesigen Gartens spreche ich Herrn Prof. Kraus hierdurch meinen ergebensten Dank aus; auch Herrn Obergärtner Schwan bin ich wegen einiger Kulturen zu Dank verpflichtet.

den fertigen Organen ins Auge gefasst, als auch besonders auf die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse möglichste Rücksicht genommen, was um so gebotener erschien, als die Gerbstoffschläuche in Bezug auf Momente dieser Art überhaupt noch eingehenderer Untersuchungen bedürfen, eine Einsicht, die man insbesondere bei dem Versuche gewinnt, die bisherigen Forschungen einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen.

An die Darlegung der Specialbefunde schliesst sich dann eine den Schluss bildende Zusammenfassung der gewonnenen Ergebnisse, nebst einigen Betrachtungen, in welche ich auch an einigen Punkten die Gerbstoffschläuche von *Parnassia palustris* und *Parietaria diffusa* hineingezogen habe, über die ein Anhang Details bringt.¹⁾

¹⁾ In der Junisitzung 1885 der naturforschenden Gesellschaft zu Halle wurde bereits unter Vorlage der Abbildungen ein längerer Vortrag über den Gegenstand gehalten.

I. Special-Untersuchungen.

Im Interesse der Uebersichtlichkeit möge die Besprechung der in Rede stehenden Behälter nach den Organen erfolgen.

A. Wurzeln.

1. *Corydalis cava*.

Taf. 1 Fig. 1—8.

Die von der ganzen Oberfläche des stark knollig ausgebildeten Mittelstockes entspringenden Adventivwurzeln zeigen folgenden (in Taf. 1 Fig. 4 dargestellten) Bau: Der Centralcylinder, dessen Gefässplatte in diametral-diarcher Form auftritt, wird umgeben von einer kleinzelligen und zartwandigen Schutzscheide. Die nach aussen zu sich anschliessende Rinde besteht aus relativ grossen, nach der Schutzscheide hin an Durchmesser abnehmenden, nicht in Radialreihen geordneten Parenchymzellen und schliesst mit einer gewöhnlichen, Wurzelhaare bildenden Epidermis ab.

Die Behälter, um die es sich hier handelt, liegen nun stets nur im Rindentheile (Taf. 1, Fig. 4), nie in der Schutzscheide oder im Centralcylinder, noch in der Epidermis.

Auf dem Querschnitt der Adventivwurzel erscheinen sie nach Form und Grösse wie gewöhnliche Parenchymzellen, stechen aber gegen diese durch ihren mehr oder minder intensiv gelben (schwefel- bis gummiguttgelben) stark lichtbrechenden und daher glänzenden Inhalt ab. (Taf. 1, Fig. 4.) Ihre Zahl ist nicht eben gross, denn ich traf auf dem Querschnitt gewöhnlich nicht mehr als 7 an.

Auf tangentialen oder radialen Längsschnitten (durch den älteren Theil der Adventivwurzel) treten die gelben Zellen im Allgemeinen in Form langgestreckter, bis 2 Millim. langer Schläuche entgegen, die entweder cylindrisch oder an beiden Enden mehr oder weniger verschmälert sind. (Taf. 1, Fig. 5 und 8).

Doch kommen hie und da auch kurze Formen vor, die von den übrigen Elementen der Rinde nach Grösse und Form kaum abweichen, während die längsten, ausgesprochen-idioblastischen Formen zu den Parenchymzellen in auffälligen Gegensatz treten. (Taf. 1, Fig. 5 und 8.)

Dass zwischen den längsten und kürzesten Schläuchen alle möglichen Uebergänge existiren, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden.

Was die Membran der Schläuche anlangt, so trägt dieselbe ganz den Charakter der Wandung der nachbarlichen Parenchymzellen, zeigt also weder besondere Dicke oder Structur, noch besondere chemische Beschaffenheit, ist also nicht verkorkt.

Wo den Scheidewänden der Parenchymzellen Einschnürungen entsprechen, schmiegt sich die Membran der Schläuche auch den letzteren an und zeigt daher in der Längsansicht einen geschweiften oder gezähnten Contour. (Taf. 1, Fig. 8.)

Was den Inhalt der Schläuche anbetrifft, so bildet derselbe eine vollkommen klare, homogene, ziemlich stark lichtbrechende Masse, welche nicht unerhebliche Mengen von Gerbsäure und einen gelben Farbstoff enthält; über Beides habe ich bei Besprechung der Knollenbehälter dieser Species nähere Mittheilung gemacht.

In jedem Gerbstoffidioblasten ist ein Kern nachweisbar.

Zur Feststellung eines wichtigen Punktes, nämlich der Entwicklungsgeschichte dieser Bildungen, wurden radiale Längsschnitte durch sehr junge Seitenwürzelchen studirt, die man ab und zu auf Längsschnitten der Adventivwurzeln erhält.

Es ergab sich, dass die Gerbstoffidioblasten schon in sehr frühen Stadien, nämlich schon zu einer Zeit angelegt werden, wo die Anlage des Seitenwürzelchens das Rindengewebe der Mutterwurzel noch nicht durchbrochen hat (Taf. 1, Fig. 4.) Die Idioblasten liegen als kleine Zellchen im Urmeristem des Periblems, besitzen hier bereits Gerbstoffgehalt und Gelbfärbung, sind aber in Form und Grösse den Zellen des in Rede stehenden Gewebes noch vollkommen gleich, oder doch nur ab und zu unbedeutend gestreckt.

Ich untersuchte nun etwas weiter vorgeschrittene Zustände, z. B. Würzelchen von etwa 1 Millim. Länge. In Taf. 1, Fig. 7 ist ein axiler Längsschnitt durch ein solches Stadium dargestellt. Man sieht, wie ziemlich dicht unter der Wurzelspitze (die hier nicht ausgeführt wurde) die Behälter noch etwa isodiametrisch, oder doch nur erst wenig gestreckt erscheinen, während die weiter zurückliegenden, also älteren, bereits deutliche Streckung und schwache Gestaltveränderung erfahren haben.

An Längsschnitten durch noch etwas ältere Zustände gewahrt man dann, dass, noch weiter entfernt vom Wurzelscheitel, die Streckung der Schläuche eine viel bedeutendere geworden ist. (Taf. 1, Fig. 5 und 8.)

Wir sehen also, dass die Gerbstoffbehälter bereits im Meristem der Wurzelspitze zur Veranlagung kommen und sich aus winzigen Kurzzellen zu relativ sehr bedeutend gestreckten Schläuchen entwickeln können. Eine Theilung der Idioblasten findet im Laufe der geschilderten Entwicklung niemals statt. Die Kernzahl scheint bei Eins stehen zu bleiben.

Die zahlreichen Adventivwurzeln, die zur Untersuchung kamen, liessen auch in ihren stärksten und ältesten Formen keinerlei secundären Dickenzuwachs erkennen, wahrscheinlich besitzen sie einen solchen überhaupt nicht¹⁾. Die Frage nach dem etwaigen Vorkommen von Gerbstoffschläuchen in durch secundäres Dickenwachsthum entstandenen Wurzelgeweben konnte daher an diesem Object überhaupt nicht geprüft werden und soll erst bei *Adlumia* zur Beantwortung gelangen.

C. pumila und *Halleri* besitzen gleichfalls Adventivwurzeln ohne secundären Dickenzuwachs. Die Untersuchung dieser Organe vermochte zu den für *C. cava* festgestellten entwicklungsgeschichtlichen und sonstigen Momenten keine neuen hinzubringen. Doch will ich nicht unerwähnt lassen, dass die

¹⁾ Damit würde die in De Bary's Anatomie angegebene geringe Zahl von Fällen eines Fehlens des Dickenwachsthum bei Adventivwurzeln (*Gunnera*, *Nymphaeaceen*, *Ficaria ranunculoides*, *Primula auricula*) um einen vermehrt werden.

Gerbstoffbehälter der Adventivwurzeln von *C. pumila* mir beinahe farblos entgegentraten, d. h. eine nur ganz schwache Gelbfärbung erkennen liessen.

2. *Adlumia cirrhosa*.

(Taf. 2. Fig. 1—6.)

Die Pflanze besitzt eine sich reich verzweigende Hauptwurzel. Um ein möglichst vollständiges Bild von dem Vorkommen, der Vertheilung, der Form und Grösse, sowie der Entwicklungsgeschichte der Gerbstoffbehälter zu erhalten, hat man sowohl junge Theile, die noch keinen secundären Dickenzuwachs besitzen, zu prüfen, als auch ältere Zustände, die bereits in das Stadium der secundären Dickenzunahme eingetreten sind.

Untersuchen wir also zunächst Quer- und Längsschnitte ganz junger Wurzeln.

Wenn man den rein optischen Weg wählt, wird man auch nicht eine Andeutung von der Existenz irgendwelcher besonderer Behälter finden. Das liegt im Wesentlichen daran, dass — im Gegensatz zu *Corydalis cava* — den Gerbstoffschläuchen die Tinction fehlt; aber auch sonst bieten Inhalt und Membran nichts Charakteristisches.

Nimmt man aber die bei Besprechung der *Corydalis*-Knollen (pag. 14) angeführten Gerbstoff-Reagentien in Gebrauch, so treten die Behälter scharf aus dem Gewebe hervor, und man überzeugt sich von ihrem nicht unbeträchtlichen Gerbstoffgehalt.

Wir haben es hier also mit vollkommen ungefärbten, leicht zu übersehenden Gerbstoff-idioblasten zu thun.

Querschnitte durch die junge Wurzel (Taf. 2. Fig. 1) lehren, dass die Behälter auch hier ausschliesslich auf die primäre Rinde beschränkt sind. Zwar kommt es, hie und da vor, dass die Schutzscheide Zellen mit gebräuntem Inhalt zeigt, allein das sind nicht eigentliche Gerbstoffbehälter, sondern abnorme oder gar todte Zellen, welche sich in abnorm gewordenen (z. B. mehrere Tage im feuchten Raume gehaltenen) Wurzeln finden können.

Im Rindengewebe liegen die Gerbstoffschläuche, zu wenigen oder zu vielen unregelmässig verstreut, bisweilen zu 2 bis 4 dicht neben einander.

Tangentiale Längsschnitte (Taf. 2, Fig. 3, 4) bekunden, dass die Gerbstoffbehälter eine Tendenz zur Bildung continuirlicher gerader Längsreihen zeigen, im Gegensatz zu *Corydalis cava*, *pumila* und *Halleri*. Man sieht sie zu 2—12 und mehr über einander gestellt. (Taf. 2, Fig. 3 u. 4.) Hin und wieder kommen indessen auch isolirte vor. (Taf. 2, Fig. 4.)

Jene Reihenbildung verdient eine gewisse Beachtung, da sie an die Milchsaff- resp. Farbstoffbehälter gewisser *Papaveraceen* erinnert. Die Reihenbildung findet schon im Urmeristem des Wurzelscheitels statt, was ich hier nicht durch eine besondere Zeichnung veranschaulichen will, da ich eine solche für *Diclytra spectabilis* (siehe weiter unten und Taf. 3, Fig. 15) gegeben habe.

Form und Dimensionen der Schläuche können gewissen Schwankungen unterliegen. Bald erscheinen dieselben fast isodiametrisch, bald mehr oder minder stark gestreckt (Taf. 2, Fig. 3 u. 4) und die am stärksten gestreckten pflegen zugleich den kleinsten Querdurchmesser zu besitzen. Im Allgemeinen weist *Adlumia cirrhosa* in den jungen Wurzeln kürzere Schlauchformen auf, als *Corydalis cava*, *pumila* und *Halleri*.

Sobald das secundäre Dickenwachsthum der Wurzeln anhebt, machen sich auch neu hinzutretende Verhältnisse bezüglich der Gerbstoffbehälter bemerkbar.

Erstens erfährt ihre Zahl eine Vermehrung, insofern als nun im Centralcylinder neue (secundäre) Schläuche auftreten. (Taf. 2, Fig. 2 s.)

Zweitens vergrössern sich die rindenständigen Schläuche nicht unerheblich, namentlich in tangentialer Richtung (Taf. 2, Fig. 2 pr. J.), da die Vergrößerung des Centralcylinders eine tangentiale Weitung aller Rindenelemente zur Folge haben muss. Man kann sich von dieser Vergrößerung der Rindenbehälter schon überzeugen, wenn man den Querschnitt eines nur 1 Millim. dicken (Taf. 2, Fig. 1) mit dem eines etwa 2 Mill. dicken Würzelchens (Fig. 2), bei der nämlichen Vergrößerung vergleicht, und ein Gleiches gilt von den Tangentialschnitten. (Fig. 3, 4 u. Fig. 5.)

Um die Vertheilung der im Centralcylinder, also secundär entstehenden Schläuche beurtheilen zu können, ist eine Skizze vom Bau desselben nöthig: Wie bei *Corydalis* enthält der Centralcylinder regelmässig 2 diametral-diarche Gefässplatten (Taf. 2, Fig. 2 G. G.), die in der Mitte zusammenstossen. Vor der Kante einer jeden Gefässplatte tritt ein sehr breiter Hauptmarkstrahl auf, während an den Flanken derselben sich je ein Hauptgefässbündel entwickelt. (Taf. 2, Fig. 2 H.)

Die Gerbstoffbehälter werden nun sowohl in den beiden Hauptmarkstrahlen, als auch in und vor dem Basttheile der beiden Hauptgefässbündel gefunden und vom Cambium (Fig. 2, C.) beständig neue erzeugt. Dies tritt namentlich auf radialen Längsschnitten deutlich hervor (Taf. 2, Fig. 6). Hier gewahrt man, wie zwischen den jungen, an das Cambium (C) unmittelbar angrenzenden, noch Gestalt und Dimensionen der cambialen Zellen zeigenden Gerbstoffschläuchen (J^1) und alten, die vom Cambium weiter entfernt liegen und bereits dick und plump erscheinen, alle Uebergänge vorhanden sind (J^2). Ein Gleiches gilt für die Behälter der beiden grossen Hauptmarkstrahlen.

Mit dem cambialen Ursprunge hängt die Anordnung der Schläuche in Radialreihen zusammen. (Taf. 2, Fig. 6.) Verticalreihen, wie in der Rinde, kommen im Centralcylinder nicht zu Stande.

In keinem der verschiedenen Altersstadien dieser secundären Schläuche weist der Inhalt eine Pigmentirung oder eine sonstige eigenthümliche Beschaffenheit auf, welche eine Unterscheidung der Behälter von den Zellen der Umgebung auch ohne Reagentien ermöglichen könnte. (Die Behälter der Abbildungen zeigen gebräunten Inhalt, weil sie nach Chromsäure-Präparaten gezeichnet sind).

Auch die Membran bietet nichts Eigenthümliches. Sie ist eben so zierlich gestreift (scheinbare Doppelstreifung) wie die umgebenden Elemente (Taf. 2, Fig. 6). (Streifung der Zellmembranen findet sich nebenbei bemerkt auch an den Zellen der Rinde und der Schutzscheide.)

Bei einem Ueberblick über das Vorstehende entnehmen wir als Hauptsache, dass *Adlumia cirrhosa* in den Wurzeln besitzt: 1) primäre, im Peripleum der Wurzelspitze entstehende farblose Gerbstoffschläuche, welche der Regel nach zu 2 bis vielen in continuirliche Verticalreihen vereinigt sind, 2) secundäre, im Cambium entstehende, gleichfalls pigmentfreie Gerbstoffschläuche, welche in der Regel isolirt (nicht zu continuirlichen Längsreihen verbunden) auftreten.

Mit zunehmendem Alter obliteriren die Zellschichten der primären Wurzelrinde von aussen nach innen allmählich, bis schliesslich ein vollständiges Schwinden derselben eintritt. Für die bei diesem Prozesse mit obliterirenden primären Schläuche wird durch die beständige Neubildung secundärer Gerbstoffzellen vom Cambium her reicher Ersatz geschaffen.

Am Schlusse dieser Angaben möchte ich die Beobachtung nicht unerwähnt lassen, dass in den Gerbstoffbehältern der primären Rinde bisweilen eine Längstheilung aufzutreten und der Gerbstoffinhalt sich in die eine der beiden Tochterzellen zurückzuziehen scheint (Taf. 2, Fig. 5a).

3. *Corydalis lutea*.

Sie ist mit einer reich verzweigten Hauptwurzel versehen, die im Wesentlichen den für *Adlumia cirrhosa* skizzirten Bau zeigt. Auch hier kommen primäre (der primären Rinde angehörige) und secundäre (vom Cambium gebildete) Gerbstoffbehälter vor. In ihrer Form mit den *Adlumia*-Schläuchen übereinstimmend, ist auch ihre Anordnung dieselbe¹⁾. Ein Unterschied zwischen Beiden aber besteht darin, dass die Behälter von *Corydalis lutea* mit einem diluirt-schwefelgelben, in der primären Rinde sogar bis leuchtend gummiguttgelb werdenden Farbstoffe tingirt sind.

Für die in Rede stehenden Wurzeln habe ich eine Frage geprüft, die ich wegen Mangels an älterem Material an *Adlumia cirrhosa* nicht lösen konnte: ob nämlich vom Cambium auch nach der Holzseite zu Gerbstoffbehälter producirt werden könnten. Das Ergebniss bejaht diese Frage. Holzparenchym, sowie primäre und secundäre Markstrahlen 5 Millim. dicker Wurzeln wiesen die Behälter in grösserer Anzahl auf.

In älteren Wurzeln trifft man, und zwar im Holzkörper, häufig cambiale Neubildungen an, welche nach aussen wie nach innen hin gleichfalls Gerbstoffbehälter bilden.²⁾

4. *Diclytra spectabilis*.

Hier finden wir eine Pfahlwurzel, die sammt ihren spärlichen Aesten dick und fleischig wird, den verdickten Wurzeln von *Dahlia* nicht unähnlich.

In den jüngsten wie in den älteren Wurzeln zeigen die Gerbstoffbehälter im Wesentlichen alle Eigenschaften derer von *Adlumia*.

Eine Betrachtung von Bildern, wie sie Tafel 2, Fig. 3—5 darstellen, regt zu der Frage an, ob etwa die Schlauchreihen von je einer einzigen Zelle ihren Ursprung herleiten, also durch spätere Fächerung je eines einzigen ursprünglichen Schlauches entstanden sind (wie man auf den ersten Blick glauben möchte), oder ob die Schläuche gleich von vornherein in etagenartiger Uebereinanderlagerung veranlagt werden.

An den jüngsten Entwicklungsstadien von Nebenwürzelchen lässt sich nun zeigen, dass die Reihenbildung schon in dem jüngsten Gewebe erfolgt, und dass später nur noch eine Streckung und Weitung der einzelnen Zellen der Reihe stattfindet, nicht aber eine Quertheilung derselben.

Zur Veranschaulichung dessen kann Taf. 3, Fig. 16 dienen, welche ein noch sehr junges Seitenwürzelchen, das eben erst sein Mutterwürzelchen durchbrochen hatte, im radialen Längsschnitt darstellt. Die isolirten wie die reihigen Schläuche sind beide schon in dem meristematischen Gewebe vorhanden. Bei a und b sind 2gliedrige, bei c, d und e 3gliedrige, bei f 4gliedrige Reihen zu sehen. Auf

¹⁾ Doch habe ich auch ausnahmsweise innerhalb der Schutzscheide gelegene, ihr dicht angelagerte Gerbstoffschläuche in Längsreihen angetroffen.

²⁾ Diese cambialen Neubildungen finden nach meinen Beobachtungen in Folge äusserer natürlicher Verletzungen (Längsrissbildungen) der Wurzel statt.

anderen Längsschnitten fand ich noch höhere Zahlen. Irgend ein Anhalt, dass die isolirten oder die reihenbildenden Zellen nachträglich — im älteren Gewebe — noch Quertheilungen erhalten könnten, lässt sich nicht auffinden, und ich glaube daher bestimmt annehmen zu dürfen, dass dieser Process nicht stattfindet.

Beim secundären Dickenzuwachs erfolgt die Bildung zahlreicher secundärer Gerbstoffschläuche sowohl nach dem Bast, als nach dem Holze zu, und eine alte, fingerdicke Wurzel enthält, namentlich im Holztheile (Holzparenchym und Markstrahlen), sehr zahlreiche Schläuche in kurzen dicken Formen.

Da sie, wie in der jungen Rinde, vollkommen farblos sind, so würden sie in dem stärkereichen Gewebe nicht leicht bemerkt werden, wenn sie nicht ausgezeichnet wären dadurch, dass sich im lebenden Inhalte meistens ein bis zwei, selten mehrere grosse, stark lichtbrechende und farblose Tropfen fänden. Mit Kaliumbichromat nehmen letzere schmutzig-rothbraune Färbung an und erscheinen wie gekörnt. Bei längerer Einwirkung werden sie blasser und blasser und schliesslich sieht man an ihrer Stelle nur eine zarte farblose Haut. Goldchloridnatrium wirkt ähnlich, aber schneller, in den Zellen schlagen sich braungraue Körnchen nieder und die Tropfen werden gleichfalls graubraun bis fast schwärzlich. In mit Schwefelsäure angesäuertem Wasser erhält der Tropfen schaumiges, vacuoliges Ansehen, dann stellt er eine dickhäutige Hohlkugel dar; die Haut schmilzt sodann bald zu einem Tropfen zusammen, der endlich sich völlig auflöst.

Wir haben es hiernach mit „Gerbstoffkugeln“¹⁾ zu thun, die eine Niederschlagsmembran besitzen. Uebrigens hat mir keine andere Fumariacee in irgend einem Organe solche Kugeln gezeigt.

5. *Corydalis ochroleuca*.

Wenn ich die Besprechung der Wurzel vorliegender Species anstatt sie an andere *Corydalis*-Arten anzuschliessen, hier ans Ende setze, so geschieht dies aus dem Grunde, weil die Wurzeln vorliegender Art eine ganz besondere, bei keiner andern der untersuchten Fumariaceen vorkommende Eigenthümlichkeit zeigen.

Dieselbe besteht darin, dass die primäre Rinde Gerbstoffidioblasten mit sclerotisch verdickten Wandungen besitzt.

Solche verdickten Zellen besitzen im Ganzen eine ähnliche Gestalt wie die Schläuche in der Wurzelrinde von *Corydalis cava*. Sie treten sowohl in gestreckten Formen als in ziemlich kurzen auf (Taf. 3, Fig. 7—10). Bei stark gestreckten Exemplaren kann man nicht selten eine Länge von 2 Millim. constatiren, während kurze oft nur eine Länge von $\frac{1}{6}$ Millim. und noch darunter haben. Zwischen beiden Extremen existiren selbstverständlich Uebergänge: Infolge starker Zuspitzung an den Enden erhalten die längsten Formen etwas Bastfaserähnliches (Taf. 3, Fig. 7); die kürzesten erscheinen dagegen durchweg prismatisch, dem Charakter des umgebenden Parenchyms entsprechend (Taf. 3, Fig. 10); die mittellangen vermitteln zwischen beiden Formen, indem ihre Enden nur geringe Verschmälerung zeigen und abgestutzt sind (Taf. 3, Fig. 8), oder das eine Ende breit, das andere verschmälert erscheint (Taf. 3, Fig. 9).

¹⁾ Vergleiche: Pfeffer, Physiologische Untersuchungen. Leipzig 1873, p. 12. Nägeli und Schwendener, das Mikroskop, 1877 p. 491.

Meist liegen die Idioblasten im Parenchym zerstreut, doch habe ich sie auch zu 2 bis mehreren in Längsreihen angetroffen (Taf. 3, Fig. 8).

In der Wurzel sowohl, als im hypocotylen Glied liegen die sclerenchymatischen Gerbstoffzellen, auf dem Querschnitt betrachtet, im Allgemeinen in der mittleren Region der Rinde, einen durchbrochenen Ring bildend (Taf. 3, Fig. 13); einzelne treten aber auch bisweilen bis an die Schutzscheide heran.

Die oft beträchtlich verdickte und dann gelblich gefärbte Membran zeigt Porenkanäle (Taf. 3, Fig. 7—11). Ausser verdickten Idioblasten findet man übrigens auch zahlreiche zartwandige, welche besonders der Epidermis angelagert, hie und da auch in den weiter innenwärts gelegenen Zellschichten der Rinde zu finden sind. Die Färbung des Gerbstoffinhalts ist in der Wurzel gelb; im hypocotylen Glied tritt allmähliche Umfärbung ins schmutzig Orangerothe bis Blutrothe ein. (Auf Querschnitten schön zu beobachten.) (Taf. 3, Fig. 13.)

Quer- und Längsschnitte durch Wurzel und hypocotylen Glied schon kräftigerer Keimpflanzen zeigen in Bast und Markstrahlen secundäre Gerbstoffidioblasten von gelbem Inhalt (Taf. 3, Fig. 13) und von der für *Corydalis lutea* und *Adlumia cirrhosa* beschriebenen Form. Ihre Membran erfährt auch im Alter der Wurzel keinerlei Verdickung, im Bast ist sie gestreift, wie das auch bei den übrigen Bastelementen der Fall ist.

In Anbetracht des Umstandes, dass die primäre Rinde, von einem gewissen Altersstadium ab, obliterirt, ist es erklärlich, dass man in älteren Wurzeln weder verdickte noch unverdickte primäre Gerbstoffidioblasten vorfindet.

Vergleicht man die Abbildungen und Beschreibung Dippels¹⁾, sowie auch die Bemerkungen De Bary's²⁾ über die gerbstoffführenden Schläuche der *Sambucus*-Arten, so wird man nicht verkennen können, dass diese Bildungen mit den Schläuchen vorliegender *Corydalis* die grösste Aehnlichkeit haben, sowohl bezüglich der Form, als auch des Baues.

6. *Fumaria muralis* Sonder. (?)

Ich traf die Pflanze im hiesigen botanischen Garten an, wo sie sich als Unkraut auf mehreren Beeten entwickelt hatte. Sie ist hier im Garten niemals angebaut worden und scheint, nach der geringen Anzahl von Exemplaren zu schliessen, erst in vorigem Jahre hineingekommen zu sein. Eines der wenigen mir vorgelegenen Exemplare mass mit der Wurzel 1 Meter in der Höhe und bildete einen förmlichen Busch. (Dass ich die Sonder'sche Pflanze vor mir hatte, scheint daraus hervorzugehen, dass die reifen kurzkeuligen oder birnförmigen, seitlich kaum zusammengedrückten Schötchen ganz glatt erscheinen, die Fruchtsielchen sich nicht zurückkrümmen, die eiförmigen, gezähnten Kelchblätter gegen die etwa 6 Mill. lange, purpurrothe, an der Spitze schwärzlich violette oder violettbraune Blumenkrone an Länge sehr zurückstehen (nur etwa 2 Mill. messen).³⁾

Die hier zunächst allein in Betracht kommende Hauptwurzel zeigt kräftige Entwicklung; ein mir vorliegendes Exemplar mass im stärksten Theil 1 Centimeter.

¹⁾ Die milchführenden Zellen der Hollunderarten. Nat.-Verein der preuss. Rheinlande und Westphalen. Bd. 22. Taf. 1.

²⁾ Anatomie p. 155.

³⁾ Mit der Diagnose in Garcke's Flora stimmen die Merkmale also vollständig überein.

Junge Hauptwurzeln zeigen in der Rinde farblose oder sehr schwach gelblich gefärbte Idioblasten, die meist den Charakter gestreckter Parenchymzellen haben. Sie scheinen sehr zerstreut aufzutreten und erhalten keine besondere Membranverdickung, wahrscheinlich weil die primäre Rinde zu frühzeitig obliterirt.

Im Centralcylinder sind die Idioblasten in der bekannten Form und mit schwach oder deutlich gelblichem oder farblosem Inhalt versehen reichlich vorhanden.

Im hypocotylen Glied, soweit es sich über dem Boden befindet und dem Licht zugänglich ist, kommen in der Rinde zahlreiche, blutrothen Farbstoff führende, mit Chlorophyll versehene Anthocyanzellen vor, die auf dem Querschnitt unmittelbar der Epidermis angelagert erscheinen, meistens eine continuirliche oder auch unterbrochene, eine Zellreihe dicke Schicht bilden und die Form der Rindenzellen haben. Weiter nach innen finden sich dann in der primären Rinde noch Gerbstoffidioblasten, welche bald schmale, bald weite, z. Th. kurze, z. Th. beträchtlich verlängerte (bis über 1 Mill. lange) roth oder gelblich gefärbte, z. Th. farblose Schläuche darstellen und mehr oder weniger verdickte poröse Wandungen von oft auffällig geschweiftem Ansehen (Längsschnitt) besitzen, im Ganzen also die Beschaffenheit der Idioblasten in der Wurzel von *Corydalis ochroleuca* zeigen.

7. *Fumaria officinalis*.

Das $\frac{1}{2}$ Mill. dicke Würzelchen der Keimpflanze enthält in der primären Rinde mehr oder minder stark gestreckte Gerbstoffschläuche mit vollkommen farblosem Inhalt. In älteren Würzelchen findet man sie auch im Centralcylinder von der bekannten Form und mit farblosem Inhalt versehen.

Im hypocotylen Glied, sofern es geröthet ist, liegen dicht unter der Epidermis rothe, chlorophyllhaltige Anthocyanzellen. Sie sind es, die die Rothfärbung hauptsächlich bedingen. Aber es giebt daneben auch mehr oder minder stark gestreckte, zerstreute Idioblasten mit rothem Inhalt in der primären Rinde. Im Centralcylinder sind die Idioblasten, die hier natürlich auch wieder cambioten entstehen und dem Bast angehören, gleichfalls roth tingirt, am stärksten in den äusseren Partien (in der Nähe der Schutzscheide); von hier aus nach innen nimmt die Intensität dieser Färbung ab und erlischt in den dem Centrum am nächsten gelegenen Idioblasten ganz.

An älteren Wurzeln und ihren hypocotylen Gliedern überzeugt man sich leicht, dass die Idioblasten vom Cambium aus auch nach innen, dem Holzkörper zu, und besonders auch in den secundären Markstrahlen gebildet werden.

B. Caulome.

a. Rhizome.

1. *Corydalis cava*.

Bekanntlich stellt das Rhizom von *Corydalis cava* einen relativ ansehnlichen, oft bis 1 Decim. im Durchmesser haltenden birn- oder kartoffelförmigen Körper dar, welcher anfangs solid, später eine grosse centrale Höhlung aufweist, die wahrscheinlich ursprünglich durch Zerreissung des Markes zustande kommt, später durch Absterben der angrenzenden, zunächst verkorkenden Gewebstheile vergrössert wird.

Durch die Gelbfärbung des nur von einer dicken Korkschicht überzogenen fleischigen Gewebes (Taf. 1, Fig. 1) wird bereits eine Andeutung gegeben, dass auch das Rhizom die gelben Gerbstoffbehälter enthalten möge, wie sie sich in der Wurzel finden und diese Vermuthung bestätigt sich denn auch sofort bei näherer Untersuchung.

Unter dem gesammelten Knollenmaterial fand ich ein Exemplar, das zwei Seitensprosse in Form von jungen Knöllchen entwickelt hatte (Taf. 1, Fig. 3 a, b). Macht man durch ein solches Tochterknöllchen Schnitte, so sieht man, dass es noch ganz solid ist.

Auf dem Querschnitt (Taf. 1, Fig. 9) bemerkt man zahlreiche gelbe Gerbstoffbehälter. Sie liegen in allen parenchymatischen Geweben verstreut, also in der primären und secundären Rinde, im Mark, in den breiten Markstrahlen und im Holzparenchym.

Der radiale Längsschnitt (Taf. 1, Fig. 10) zeigt im Wesentlichen das Nämliche, und man überzeugt sich an beiderlei Schnitten, dass die gelben Gerbstoffidioblasten im Allgemeinen Form und Grösse der im Ganzen isodiametrischen Zellen des Parenchyms besitzen, in diesem Punkte also von den Gerbstoffidioblasten der Wurzeln abweichen.

Schnitte durch ältere bereits mit Höhlung versehene Rhizome lehren, dass die Gerbstoffbehälter jene Gestalt auch in späteren Stadien beibehalten (Taf. 1, Fig. 11), was wohl von vornherein zu erwarten ist, insofern im Rhizom das Längenwachsthum der Elemente zurücktritt. In dem kleinzelligen Gewebe des Holzparenchyms haben auch die gelben Zellen geringeren Durchmesser, während letztere in den Markstrahlen, die aus voluminöseren Zellen bestehen, auch entsprechend grösseres Volumen zeigen.

Vom Cambium her werden sowohl nach aussen, als nach innen beständig neue, secundäre Gerbstoffidioblasten in relativ grosser Zahl erzeugt, so dass eine ältere Knolle äusserst reich an diesen Gebilden ist, wie jedes Fragmentchen eines Quer- oder Längsschnittes zeigt (Taf. 1, Fig. 11). In manchen Knollen sind die Behälter nicht gleich intensiv gelb gefärbt, ja einzelne oder auch viele der Idioblasten zeigen höchst schwache oder auch gar keine Tinction. Sie sind daher nur mit den bekannten Gerbstoffreactionen deutlich zu machen, aber nichts weniger als gerbstoffarm.

Wie und wo die in der primären Rinde vorkommenden Idioblasten entstehen, konnte ich leider nicht ermitteln, da es mir bisher nicht gelang, die *Corydalis*-Samen zur Keimung zu bringen und so die erste Entstehung der Knolle zu verfolgen.

Bemerkenswerth erscheint der Umstand, dass in den jungen Tochterknöllchen, sowie in denjenigen Theilen alter Knollen, welche dicht unter der Knospe liegen (im Herbst), der Inhalt der Idioblasten höchst intensiv gummiguttgelb gefärbt erscheint, während er in anderen Regionen der Knolle minder intensiv, ja schwach auftritt. Auch in der Knospe selbst ist er leuchtend gelb tingirt. Es scheint hier- nach, als ob in Neubildungen an der Knolle und in den Gewebs-Regionen, welche den Neubildungen am nächsten liegen, der gelbe Inhalt in besonders reichlichen Mengen producirt wird. Vielleicht hat er für die Neubildung von Organen eine gewisse Bedeutung.

Wenn im Alter des Rhizoms die peripherischen Rindenzellen verkorken und schliesslich abgeschülfert werden, erleiden natürlich die in dieser Region liegenden gelben Zellen dasselbe Schicksal.

Nach dem Mark zu tritt eine noch viel weiter in's Gewebe eingreifende Verkorkung auf, zu der sich Zerreissung und Abstossung der verkorkten Schichten hinzugesellen, wobei natürlich die auch hier zahlreich vorhandenen gelben Zellen mit entfernt werden.

Durch Auskochen mit Wasser sowohl, als durch Extraction mit Alcohol kann man aus den gelben Knollen leicht grössere Quantitäten des in den Idioblasten vorhandenen gelben Inhalts in Form einer gelben Lösung erhalten. Es mögen hier einige Reactionen folgen, soweit ich sie als Nichtchemiker anstellen konnte.

Der wässrige (filtrirte) Auszug reagirt deutlich sauer. Er gibt, mit Säuren wie Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure behandelt, keine Niederschläge. Nach Zufügung von Salpetersäure entsteht eine bei durchfallendem Licht prächtig blutroth gefärbte Lösung, wogegen mit concentrirter Schwefelsäure, concentrirter Salzsäure und Essigsäure keine wesentliche Veränderung in der Färbung erzielt werden konnte.

Zusatz von Alkalien ruft dagegen Niederschläge hervor. Bei Behandlung mit kohlensaurem Ammoniak bleibt auf dem Filter ein schmutzig-weisslicher, zusammenziehend und wie es mir schien bitter schmeckender Niederschlag, während das Filtrat schön olivengrün erscheint. Aehnlich verhält es sich bei Zusatz von Ammoniak oder Aetzkali, nur ist hier das Filtrat mehr olivenbräunlich (Amm.) resp. goldgelb (Aetzkali).

Jene Säuren und Alkalien gaben bei der mikrochemischen Anwendung auf die lebenden Idioblasten der *Corydalis*-Knolle mit einer sogleich zu erwähnenden Ausnahme im Wesentlichen dieselben Resultate. Als Untersuchungsobject wurden Schnitte aus derjenigen Gewebsregion gemacht, welche in der Nähe der Herbstknospe liegen. Hier zeigen die Idioblasten ganz besonders intensive, nämlich leuchtend gummiguttgelbe Tinction.

Unmittelbar mit Salpetersäure zusammengebracht, nahmen die Behälter der nicht allzu dicken Schnitte augenblicklich eine schön orangerothe Farbe an, die sofort in ein leuchtendes Rothbraun überging. Dabei fand gewöhnlich Bildung von grossen, glänzend-rothbraunen bis blutrothen Tropfen statt (die sich später auflösten).

Uebrigens macht sich die Reaction auch schon makroskopisch sehr deutlich an den Schnitten, denn dieselben werden rothbraun.

Minder schnell und prächtig verläuft die Reaction mit concentrirter Schwefelsäure. An Stellen der Schnitte, wo die Wirkung nicht allzu energisch erfolgt (also das Gewebe nicht sofort gänzlich zerstört wird), tritt eine deutliche Umfärbung des gelben Inhalts ein, zunächst in ein etwas dunkleres, stumpfes

Gelb, dann allmählich in ein schmutziges, schwaches Orangeroth, das nach und nach erst etwas intensiver wird, um schliesslich in's Fleischrothe bis schön Rosenrothe überzugehen. Wirft man Stückchen der frischen Knolle in Schwefelsäure, so werden die letzteren sowohl, als die Schwefelsäure selbst intensiv rothbraun resp. blutroth gefärbt. Hier ist also eine deutliche Rothfärbung auch mit Schwefelsäure zu erzielen, während diese Reaction an dem durch Kochen mit Wasser erhaltenen Auszug, wie wir sahen, nicht eintritt.

Was nun die mikrochemische Reaction jener Alkalien anbetrifft, so ist diese dieselbe wie bei dem wässrigen Auszug, denn einerseits wird die gelbe Farbe in's Grünliche verwandelt (Ammoniak, kohlen-saures Ammoniak) oder bleibt gelb (Aetzkali), andererseits bildet sich ein Niederschlag von feinen Körnchen, die aber, weil sie stark lichtbrechend sind, mit dunklem Contour versehen, daher nicht, wie auf dem Filter, weisslich, sondern dunkel erscheinen.

Behandelt man den wässrigen Extract der Knollen mit Kaliumbichromat, so bildet sich ein dicker, schmutzig-bräunlicher, gewaschen und getrocknet graubräunlich bis schmutzig grünbräunlich erscheinender Niederschlag, während das Filtrat dunkelrothbraun gefärbt ist. Auch in den lebenden Idioblasten wird ein schmutzig-bräunlicher Niederschlag gebildet.

Mit Millons Reagens erhält man einen schmutzig-rothbraunen, getrocknet umbrafarbigem Niederschlag und schön rothes Filtrat. Wirft man Schnitte frischer Knollen in das Reagens, so werden dieselben rothbraun, das Reagens weinroth.

In den Idioblasten solcher Schnitte bemerkt man gleichfalls einen schmutzig-bräunlichen, dichten Niederschlag. Jodjodkalium gibt im Auszug sowohl, als in den lebenden Idioblasten einen äusserst reichen, rothbraunen, getrocknet sepiafarbenen Niederschlag; das Filtrat ist dunkel weinroth. Chromsäurelösung ruft einen schmutzig-gelbrothen oder gelbbraunen, getrocknet siennafarbigem Niederschlag hervor, das Filtrat erscheint weinroth. Der Niederschlag in den Zellen ist gelbbraun.

Mit Ueberosmiumsäure wird der wässrige Auszug erst olivengrün, dann braun und man erhält einen schmutzig-chocoladenbraunen, getrocknet etwas helleren Niederschlag. Das Filtrat ist gelbbraun, bei auffallendem Licht fast schwarz.

Die mikrochemische Reaction schliesst sich der makrochemischen an, nur sind die Umfärbungsstadien viel prägnanter. Zuerst werden die gelben Idioblasten heller, dann dunkler olivengrün, dann tritt ein schönes Gelbbraun, später ein schönes Rothbraun, endlich ein brauner Niederschlag in bräunlicher Lösung auf, der sehr dicht wird. Bei schwacher Vergrösserung erscheinen die Behälter schwarz und treten scharf hervor. Betrachtet man grössere Schnitte mit der Lupe, so erscheinen sie wie von zahllosen schwarzen Pünktchen durchsetzt.

Verdünntes Eisenchlorid oder Eisenvitriol gibt einen schmutzig-braunen Niederschlag (getrocknet grau oder graubräunlich). Das Filtrat ist olivengrün. In den Idioblasten wird die gelbe Tinction in Olivengrün umgewandelt. Erst nach längerer Zeit oder nach Erwärmen erhält man eine Fällung (braun). Auch andere Metalloxyde und Metallsalze ergeben Niederschläge.

Aus allen den angeführten makro- und mikrochemischen Reactionen lässt sich wohl mit ziemlicher Sicherheit entnehmen, dass in dem gelben Inhalt der Idioblasten von *Corydalis cava*-Knollen vorhanden ist: einerseits Gerbsäure, andererseits ein gelber Farbstoff. Die Gerbsäure ist bei jenen Reactionen im Niederschlag vorhanden, der gelbe Farbstoff bleibt in Lösung. Er wird von Alkalien in gelb-

resp. olivengrün- oder olivenbräunlich-gefärbte, von Kaliumbichromat, salpetersaurem Quecksilberoxydul, Jodjodkaliumlösung, Chromsäure etc. in rothgefärbte Verbindungen übergeführt. Die Eisenoxydsalze dagegen verwandeln den gelben Farbstoff in einen olivengrünen Körper, Osmiumsäure in Braun.

Durch schwefelige Säure lässt sich der gelbe Farbstoff in den lebenden Idioblasten vollständig entfärben.

Da bei Behandlung mit Alkalien, Eisenchlorid und Osmiumsäure unter dem Mikroskop die Umfärbung des gelben Farbstoffes früher eintritt, als der Niederschlag der Gerbsäure, so muss der gelbe Farbstoff empfindlicher gegen Alkalien etc. sein, als die letztere.

Ich habe oben gezeigt, dass der gelbe wässrige Extract der *Corydalis*-Knollen, sowie der gelbe Inhalt der Behälter durch Salpetersäure prächtig dunkelroth gefärbt wird, und dass auch mit Schwefelsäure, zwar nicht in dem durch Auskochen gewonnenen wässrigen Auszug, aber doch in den Idioblasten eine rosenrothe Färbung erzielt wurde. Da sich nun bei dieser Reaction alle Uebergänge vom Gelb zum Roth (siehe oben) nachweisen liessen, so liegt die Vermuthung nahe, dass es der gelbe Farbstoff ist, der durch jene Säuren zu dem rothen Körper umgewandelt wird.

Der gelbe Farbstoff in den Wurzeln der in Rede stehenden Pflanze ist derselbe, wie in den Knollen; auch in der Herbstknospe, sowie in den oberirdischen Organen kommt er vor und ich werde an späterer Stelle zeigen, dass er hier sich umwandeln kann in rothes Anthocyan, also die Vorstufe desselben bildet.

2. *Corydalis pumila*.

Der Bau des im Gegensatz zu *Corydalis cava* in Form einer soliden Knolle ausgebildeten Wurzelstockes, Taf. 1, Fig. 19, 20, der übrigens nur geringe Dimensionen aufweist (bei älteren Exemplaren gewöhnlich nur 10—15 Millim., bei einjährigen etwa 2—3 Millim. im Durchmesser hält), stellt sich, soweit er für die Vertheilung der Gerbstoffbehälter in Betracht kommt, in Kürze folgendermassen dar:

Auf dem Querschnitt (Taf. 1, Fig. 20) hebt sich ein das Centrum einnehmender dunkler Kreis von relativ geringem Durchmesser hervor, der den vorzugsweise aus Holzparenchym mit eingestreuten Gefässgruppen resp. Einzelgefässen und Markstrahlen bestehenden, vom Cambium umgebenden Holzcylinder darstellt. Ein dem radialen Längsschnitt durch die Knolle entsprechendes Bild ist in Taf. 1, Fig. 22 gegeben. Nach aussen schliesst sich die relativ massig entwickelte, als Speicherorgan für Stärke dienende secundäre Rinde an, die auf dem Quer-, wie auf dem radialen Längsschnitt (Fig. 22) radial angeordnete Zellreihen erkennen lässt.¹⁾ Sodann folgt die primäre Rinde, die aus tangential etwas gestreckten Zellen besteht und in ihrer peripherischen Zone gelbe Färbung trägt. Umhüllt wird diese Zone endlich von einer bräunlichen, leicht ablösbaren, nicht aus tafelförmigen Korkzellen, sondern gewöhnlichen, etwas verkorkten, polyedrischen Rindenzellen gebildeten Korkschicht. (Taf. 1, Fig. 22 k.)

Als Sitz der Gerbstoffidioblasten kommt nun in erster Linie die äussere unter der Korkhülle liegende gelbe Zone der primären Rinde in Betracht, welche relativ grosse und zahlreiche, intensiv gelbe Gerbstoffzellen enthält, die die polyedrische Form der Rindenzellen besitzen, aber von etwas grösserem Volumen sind.

¹⁾ Die Bastgruppen, welche sehr klein sind und aus Weichbast und zwar nur aus Cambiform bestehen, erscheinen zerstreut und von grosser Zartheit. Sie sind zwischen dem stärkereichen Parenchym leicht zu übersehen und schwierig nachzuweisen.

In der dicken, durch reichen Stärkegehalt ausgezeichneten secundären Rinde sind die Gerbstoffidioblasten, wie man sowohl auf Querschnitten als Längsschnitten bemerkt, nicht gerade spärlich, aber nicht immer deutlich gelb, im Uebrigen von der Form der umgebenden Elemente. Vom Cambium her werden beständig neue erzeugt (Taf. 1, Fig. 23).

Was endlich den Holzkörper betrifft, so fehlen auch hier die gelben Zellen nicht. Sie liegen z. Th. in dem Holzparenchym, z. Th. in den Markstrahlen und haben im Wesentlichen Form und Grösse der Zellen ihrer Umgebung (ähnlich wie bei *C. cava*). Wie man auf dem radialen Längsschnitt (Taf. 1, Fig. 22), sowie auf successiven Querschnitten constatirt, erscheinen sie im obersten und untersten Theile des Holzkörpers am zahlreichsten und verleihen hier dem Gewebe entschiedene Gelbfärbung.¹⁾

3. *Corydalis Halleri*.

Der Bau des soliden Rhizoms ist im Wesentlichen derselbe, wie bei der vorigen Species (Taf. 1, Fig. 14, 15.) Auch darin zeigt sich Uebereinstimmung, dass die primäre Rinde einen reichen Gehalt an gelben Gerbstoffzellen von der bekannten Form besitzt, daher gleichfalls intensiv gelbe Tinction zeigt. (Taf. 1, Fig. 15, 18). An älteren Rhizomen vorliegender Species machte ich die Beobachtung, dass ein ganz abnormer Dickenzuwachs stattfinden kann. Anstatt des einen centralen Holzkörpers (Taf. 1, Fig. 15c) können nämlich mehrere excentrische auftreten, und zwar fand ich an dem untersuchten Material je drei (Taf. 1, Fig. 16). Auf welchem Wege diese Erscheinung zu Stande kommt, soll hier nicht näher erörtert werden.²⁾ Ich will nur bemerken, dass jeder Holzkörper (Taf. 1, Fig. 15a b c) umgeben wird von einem geschlossenen Cambium (Taf. 1, Fig. 17c), das nach aussen hin eine breite Bastzone mit vielen kleinen Weichbastbündeln erzeugt (Fig. 17d) und dass diese Bastzone nach aussen abschliesst mit einer an gelben Gerbstoffidioblasten reichen Zelllage (Fig. 17e.)

Während also die normale Knolle nur eine einzige gelbe Zone auf dem Querschnitt zeigt (Taf. 1, Fig. 15), finden wir bei abnorm gebauten Knollen um jeden neuen Strang noch je eine gelbe Zone von Gerbstoffidioblasten (Taf. 1, Fig. 16 u. 17).

In den übrigen Geweben ist die Vertheilung und Gestalt der Idioblasten die nämliche wie bei *Corydalis cava* und *pumila*.

b. Oberirdische Stengel.

1. *Corydalis pumila, cava* und *Halleri*.

Auf dem Querschnitt des Stengels, der mehrere isolirte Gefässbündel zeigt, liegen die Gerbstoffschläuche in nicht besonders grosser Anzahl zerstreut, theils im Parenchym der Rinde, theils in den Markstrahlen, theils im Mark, meist in unmittelbarer Nachbarschaft der Bündel (Taf. 1, Fig. 24). Ihre Weite entspricht entweder den umgebenden Parenchymzellen, oder sie fällt geringer aus. Im Bast

¹⁾ Knöllchen, die ich im Frühjahr (April und Mai) und im Herbst (Anfang October) untersuchte, verhielten sich bezüglich der Vertheilung der Idioblasten in der gleichen, eben geschilderten Weise.

²⁾ Sie ist ähnlich der Maserbündelbildung im Rheim-Rhizom und beruht auf dem Auftreten secundärer Cambien.

sind schmale verlängerte prismatische Schläuche wegen ihrer Farblosigkeit¹⁾ nur durch Reagentien nachweisbar.

Auf Längsschnitten treten die Behälter der Regel nach in sehr gestreckten Formen entgegen (Taf. 1, Fig. 25), so dass sie die Zellen des Grundgewebes um das Mehr- bis Vielfache übertreffen (Taf. 1, Fig. 25); indessen kommen hiervon Ausnahmen vor und manche Behälter besitzen durchaus die Dimensionen der angelagerten parenchymatischen Elemente. Isodiametrische Formen fehlen, weil in den rasch wachsenden Stengeln eine Längsstreckung aller Gewebselemente stattfindet. Eine Anordnung der Behälter zu Längsreihen konnte ich nie beobachten.

Vergleichen wir die Gerbstoffschläuche des Stengels der genannten Arten mit den Behältern der Knollen, also die Figuren 24 und 25 der Taf. 1, mit Fig. 9, 10, 11, 23 derselben Tafel, so ergibt sich bezüglich der Gestalt und Grösse eine nicht unerhebliche Differenz.

Was die Färbung der Schläuche betrifft, so erschien dieselbe in den untersuchten Stengeln von *Corydalis cava* stets (?) gelb, in denen von *C. Halleri* stets roth. Im unteren, im Boden steckenden und darum bleichen Theile der Stengel von *Corydalis pumila* war, wie in den Knollen, ein gelber, im über dem Boden befindlichen Theile ein blutrother Farbton vorhanden (Taf. 1, Fig. 21), was auf der Wirkung des Lichtes beruht.

Schliesslich sei bemerkt, dass die Gegenwart der rothen oder gelben Gerbstoffschläuche der Stengel schon äusserlich sich in röthlicher oder bräunlicher Färbung der Theile documentirt. Es mag bei schattig stehenden Pflanzen vorkommen, dass nur gelbe, nicht aber rothe Schläuche zu finden sind.

2. *Adlumia cirrhosa*.

Im Stengel dieser Pflanze finden sich die Gerbstoffschläuche in zwei verschiedenen Gewebsformen: einerseits im Grundgewebe, andererseits im Bast der Gefässbündel. Dort können sie sowohl in der Rinde, als im Mark und den Markstrahlen liegen (Taf. 2, Fig. 7). In der Rinde treten sie zerstreut auf, entweder unmittelbar unter der Epidermis oder in tieferen Schichten. Im Mark liegen sie theils zerstreut, theils den Gefässbündeln angelagert (Taf. 2, Fig. 7 die gelben Zellen).

Während die dem Grundgewebe angehörenden Schläuche relativ weithlumig sind, dem Charakter ihres Muttergewebes entsprechend, haben sie im Bast auffällig geringen Durchmesser (Taf. 2, Fig. 7 bei B, Fig. 9).

Die Schläuche der Rinde sind bald wenig, bald sehr bedeutend gestreckt und isolirt, in der Regel nicht zu Längsreihen verbunden, die des grosszelligen Theiles des Markes isodiametrisch oder doch nicht sehr bedeutend gestreckt (Taf. 2, Fig. 10, 11) und stehen bisweilen zu wenigen in Längsreihen (Fig. 11). Die der englumigen Zellen zeigenden Markkrone erscheinen etwas englumiger, mehr oder weniger gestreckt (Fig. 12), hie und da gleichfalls Längsreihen bildend.

Die Schläuche des Bastes bieten sich stets in gestreckter schmalen Form dar (Fig. 9).

¹⁾ Ich kann mich natürlich nur auf das untersuchte Material beziehen. Vielleicht kommen, nach den Erfahrungen, die ich an anderen Fumariaceen gemacht habe, bei Pflanzen, die in intensiver Beleuchtung stehen, auch gefärbte Gerbstoffschläuche im Bast vor.

Hinsichtlich der Pigmentirung fand ich bei belichteten Stengeln einen Unterschied dahin gehend, dass während die Idioblasten der Rinde und des Bastes rothes Anthocyan führen (Taf. 2, Fig. 7), die der Markkrone und des Markes gelbe (schmutziggelbe) Färbung (Fig. 7), oder auch gar keine Tinction aufweisen (im letzteren Falle nur mit Reagentien deutlich hervortreten), wie das ja auch bei den Gerbstoffbehältern der Wurzeln, und zwar durchweg der Fall ist. (Vergl. pag. 7).

3. *Dielytra spectabilis*.

Die primären Schläuche sind am reichsten in der Rinde des Stengels vertreten, wo sie meist dicht unter der Epidermis liegen. Mit der Lupe betrachtet, erscheinen sie an der Stengeloberfläche als zahllose, parallel verlaufende rothe Strichelchen, und der Stengel erhält durch sie schwach rothbräunliches Colorit. Sie sind theils isolirt, theils zu Reihen vereinigt.

Ausserdem finden sich die primären Schläuche spärlich in den Markstrahlen und im Mark, nur wird an der Markgrenze ihre Zahl wieder etwas grösser, hier wie dort enthalten sie einen blutrothen Farbstoff, und stehen einzeln (haben dann oft sehr langgestreckte Form) oder in Reihen.

Secundäre Schläuche kommen im Basttheile der Gefässbündel vor. Im Gegensatz zu den primären bleibt ihr Querdurchmesser sehr gering. Die Längsstreckung ist ziemlich erheblich. Reihenbildung findet nicht statt. Ihr Inhalt ist vollkommen farblos; sie sind daher ohne Anwendung von Reagentien nicht zu erkennen.

Die Untersuchung desjenigen Stengeltheils, der im Boden steckt, mit schuppenförmigen Niederblättern besetzt und von bleicher Färbung ist, lehrt, dass hier den Gerbstoffschläuchen das Pigment durchweg fehlt.

An vorliegender Species habe ich mich überzeugt, dass die rothen Gerbstoffbehälter des Grundgewebes im Stammscheitel erzeugt werden und zwar als kleine pigmentlose Zellen (Taf. 3, Fig. 15), die noch isodiametrisch oder, wie die Meristemzellen, breiter als hoch sind und weiter rückwärts vom Stammscheitel sich allmählich strecken und weiten, um schliesslich die definitive Grösse und Form zu erlangen, die wir bereits betrachteten, und unter der Einwirkung des Lichtes rothe Färbung anzunehmen.

4. *Corydalis ochroleuca*.

Der Querschnitt durch den Stengel zeigt, wie der der jungen Wurzel, primäre sclerenchymatische Gerbstoff-Idioblasten. Sie sind in der Rinde ziemlich zahlreich, zerstreut und bilden im Ganzen eine gebrochene Ringlinie (Taf. 3, Fig. 12), hie und da gehen einzelne in die Markstrahlen, einige auch in den peripherischen Theil des Markes, nicht aber, wie es scheint, bis in das Centrum desselben hinein.

Sie führen mehr oder minder intensiv rothen Farbstoff. Ausser den dickwandigen kommen im ganzen Grundgewebe, besonders aber in den äusseren Zelllagen der Rinde, zerstreute zartwandige Schläuche mit gleichfalls blutrothem Inhalt vor (Taf. 3, Fig. 12).

Auch secundär gebildete Gerbstoffschläuche besitzt der Stengel, aber, wie bei den bereits besprochenen Fumariaceen, nur im Basttheile der Gefässbündel. Sie sind hier von sehr geringem Durchmesser und von gelber Tinction, nicht von rother, wie die primären Stengel-Behälter.

5. *Fumaria muralis*.

Hier sind die Gerbstoffschläuche in der Rinde, den Markstrahlen und dem Mark vorhanden, und besonders in unmittelbarer Nähe der Gefäßbündel reichlich, dabei roth gefärbt (genügende Belichtung des Exemplars vorausgesetzt). Wo das Licht nicht genügend wirkt, wie im Mark, sind die Behälter farblos. In älteren, dicken Stengeln fand ich die Idioblasten zum Theil mit verdickter Membran, oft prosenchymatisch verschmälert (Taf. 3, Fig. 14) und von mitunter beträchtlicher Länge (bis 3 Millim.). Im Bast sind die Schläuche englumig, bei Exemplaren, die in vollem Licht gestanden, roth gefärbt, sonst auch farblos und von der gewöhnlichen Gestalt (s. *Adlumia*).

C. Phyllome.

1. Cotyledonen.

Fumaria officinalis.

Die Cotyledonen kräftiger Keimpflanzen enthalten Gerbstoffidioblasten sowohl im Blattstiel, als in der Lamina. Im Bast der Gefäßbündel treten sehr schmale und gestreckte Schläuche auf, im Diachym findet man dicke, minder stark verlängerte Formen, welche zwar im Allgemeinen die Form der Assimilationszellen haben, aber doch immer etwas hierin abweichen (Taf. 3 Fig. 2), überdies, namentlich im Blattstiel, gestreckter sind (Taf. 3 Fig. 1). Sie enthalten zudem Chlorophyll. Bei Belichtung wird ihr sonst farbloser Inhalt rosenroth bis blutroth (wie in allen übrigen Organen). Ihre Zahl ist übrigens nicht beträchtlich. Oefters bemerkt man, namentlich im Blattstiel, zwei, selten drei in eine Längsreihe gelagert. In der Epidermis habe ich vergebens nach Gerbstoffidioblasten gesucht.

2. Laubblätter.

1. *Fumaria officinalis*.

In der Lamina finden sich Gerbstoffidioblasten von dreierlei Formen, erstens solche von Gestalt der Schwammparenchymzellen, nur meist länger als diese (Taf. 3 Fig. 3a), bisweilen zu 2 bis 3 bei einander, sonst zerstreut im Schwammparenchym liegend; zweitens mehr oder minder lang zugespitzte Schläuche (in der Form Bastfasern ähnlich) (Taf. 3, Fig. 3b), welche theils im Mesophyll verlaufen und dann oft geschlängelten Verlauf oder Knickungen und eckige Contouren zeigen, theils den Gefäßbündeln dicht anliegen und dann mehr gerade gestreckt sind, überdies oft weit über 1 Millimeter Länge erreichen; drittens schmale, minder bedeutend gestreckte Schläuche von cylindrischer Form im Bast der Gefäßbündel.

Die zuerst besprochene Form führt gewöhnlich Chlorophyll. Zum schnellen Nachweis der Idioblasten, zumal sie nur selten (nach sehr intensiver Beleuchtung der Blätter) roth gefärbt sind, empfiehlt sich besonders Jodjodkalium. In der Epidermis fehlen idioblastisch ausgebildete Gerbstoffschläuche ganz; nur an der Spitze der Blätterabschnitte findet man anthocyanrothe gerbstoffhaltige Epidermiszellen der gewöhnlichen Form.

Im Blattstiel kommen so unregelmässige Gerbstoffschläuche, wie in der Lamina, nicht vor, weil die Grundgewebelemente mehr gleichmässig und stärker gestreckt erscheinen.

Die äusseren Zellschichten der Rinde enthalten in reicher Zahl relativ kurze Formen mit Chlorophyll in dem meist anthocyanroth gefärbten Inhalte. Sehr lange Schläuche sah ich in der Umgebung der Gefässbündel, wo sie theils mit abgestutzten, theils mit lang verschmälerten Enden vorkommen, im letzteren Falle bis mehrere Millimeter Länge erreichend. Im Bast sind die bekannten schmal cylindrischen Schläuche vorhanden.

2. *Corydalis lutea* und *cava*.

Die Blätter besitzen Idioblasten von den für *Fumaria* beschriebenen Eigenschaften. Nur habe ich bei *C. lutea* im Mesophyll die lange bastfasernähnliche Form vermisst. Bei *C. lutea* ist der Inhalt roth oder farblos, bei *C. cava* gelb (bei intensiver Beleuchtung wohl auch roth vorkommend).

3. Nieder- und Hochblätter.

In den Nieder- und Hochblättern von *Corydalis cava*, wie man sie an der entwickelten Pflanze antrifft, haben die Gerbstoffidioblasten stets die Form gestreckter gelblicher, bisweilen röthlicher Schläuche, welche im Allgemeinen parallel den Gefässbündeln verlaufen, entweder unmittelbar an diese angelagert oder in das zwischen denselben liegende Parenchym eingebettet (Taf. 1 Fig. 13 die dunklen Striche).

Legt man ein solches Schuppenblatt in verdünnte Chromsäure oder Jodjodkalium und treibt sodann durch gelindes Erwärmen die Luft aus dem Parenchym, so wird das Object ganz klar und man sieht die nunmehr braun gefärbten und scharf gegen die durchsichtige Umgebung abgegrenzten Schläuche deutlich daliegen (Taf. 1, Fig. 13). Ja sie sind jetzt selbst für das unbewaffnete Auge als feine dunkle Strichelchen deutlich wahrnehmbar. Hin und wieder erlangen sie relativ beträchtliche Länge, 2—3 Millimeter und darüber, meistens sind sie minder lang, aber immer noch ansehnliche Streckung zeigend. In den untersuchten Schuppenexemplaren belief sich die Anzahl der Schläuche immer auf mehrere Dutzend.

In den gelblichen Schuppen der Knospen, wie sie sich im Spätherbst (November) entwickelt hatten, waren die zahlreichen bald längeren, bald kürzeren Behälter in einem so intensiven, leuchtenden Gummiguttgelb gefärbt, wie ich es sonst nie gesehen habe. Dem Lichte ausgesetzt, werden die Knospen geröthet, weil der intensiv gelbe Inhalt der Idioblasten sich in einen intensiv rosen- bis blutrothen umwandelt, wobei alle Uebergänge im Tone von Gelb zum Roth zu beobachten sind.

4. Blüthentheile.

1. *Fumaria officinalis*.

a. Blumenkrone.

1. Nicht gesporntes äusseres Blumenblatt. Es enthält sehr lange und schmale Gerbstoffidioblasten mit intensiv blutrothem Inhalt. Ihre Zahl schätzte ich auf 12—15. In der Seitenansicht Fig. 5 auf Taf. 3 bemerkt man 7. Während die Behälter im löffelartigen Endtheile etwas divergiren, laufen sie

im unteren schmäleren Theile des Blumenblattes unter sich und den Nerven parallel. Die Mehrzahl der Schläuche scheint die ganze Länge des Organs zu durchziehen, also etwa 3—4 Millimeter zu erreichen. In der breiten Randregion des Blattes zu beiden Seiten, wo auch keine Gefässbündel liegen, scheinen die Gerbstoffschläuche stets ganz zu fehlen.

2. Gesporntes äusseres Blumenblatt. Hier sind die Idioblasten von der Form derer der Unterlippe. Sie durchziehen, von der Basis des Blattes ausgehend, in Bogenlinie den spornartigen Theil und gehen der Mehrzahl nach oder sämmtlich bis zum Endtheile (Taf. 3, Fig. 4), erreichen daher die sehr bedeutende Länge von 5—7 Millimeter! Ihre Zahl schätze ich auf 12—15. Diese Schläuche gehören zu den längsten Idioblasten, die es bei den untersuchten Fumariaceen überhaupt gibt. Ihr Gerbstoff ist blutroth, bei den durch den Sporn gehenden aber zum Theil sehr abgeblasst, daher ohne Reagentien oft nur undeutlich verfolgbar, mit Jodjodkalium behandelt scharf hervortretend, bei den als Begleiter der Gefässbündel auftretenden von ziemlicher Intensität und deshalb schon mit der Lupe deutlich zu sehen. In ihrem Verlauf machen die Schläuche vielfach schlangenartige (Taf. 3, Fig. 6), oft selbst energische Biegungen, die bei den dem Gefässbündel unmittelbar angelagerten Schläuchen fehlen.

3. Innere Blumenblätter und Staubgefässe zeigen gleichfalls rothe Gerbstoffschläuche, im Wesentlichen von obigem Charakter.

b. Kelchblätter.

Auch hier sind blutroth gefärbte Gerbstoff-Idioblasten vorhanden, die nur in der Region des einzigen Gefässbündels vorkommen und diesem parallel gelagert sind. Die ihm dicht anliegenden sind bald kurz, bald lang cylindrisch, die längsten bis 1 Millimeter lang (also nicht die Länge des ganzen Organs erreichend) und zugespitzt. Die etwas seitwärts vom Gefässbündel gelagerten Schläuche haben auch gestreckte Form, sind aber mit gebogenen Wänden versehen, was mit der Form der anliegenden Parenchymzellen zusammenhängt.

2. *Dielytra formosa*.

a. Blumenblätter.

In den äusseren Blumenblättern wurden zahlreiche Gerbstoffschläuche angetroffen. Sie durchziehen erstere von der Basis nach der Spitze zu als lange rothe, schon mit der Lupe, zumal nach Jodjodkalium-Behandlung) bemerkbare lange Streifen, welche insbesondere als Gefässbündel-Begleiter auftreten, aber auch in dem Parenchym verlaufen. Ihre Länge ist z. Th. beträchtlich. Einer der Schläuche mass beispielsweise 7,2 Millim. Diejenigen Idioblasten, welche die Gefässbündel begleiten, sind gewöhnlich von mehr geradem Verlauf und geringer, gleichmässiger Dicke (etwa 20 mikr.), die zwischen den Gefässbündeln im Parenchym liegenden erscheinen vielfach auffällig hin- und hergekrümmt, sowie von beträchtlicherer Dicke (bis etwa 50 mikr. und darüber) und nach den Enden zu in auffallender Weise, aber meist sehr allmählich, verschmälert.

b. Staubblätter.

In den Filamenten liegen zahlreiche, intensiv — oder diluirt — blutrothe Gerbstoffschläuche, welche um grösseren Theile den Gefässbündeln angelagert sind, zum kleineren im Parenchym verlaufen. Wie

es scheint, treten sie isolirt auf. Doch schien es mir mitunter, als ob einige zu Längsreihen angeordnet waren. Die freien können beträchtliche Länge (1—6 Millim.) erreichen und durchziehen im letzteren Falle das Filament fast seiner ganzen Länge nach. Drückt man nach Zusatz von Jodjodkalium auf solche Schläuche, so sieht man die durch die Lösung braun und deutlich gewordenen Niederschlagskörnchen auf weite Strecken hinrollen, zum Beweis, dass die Schläuche wirklich lange Röhren sind. Neben den langen, an den Enden meist zugespitzten kommen auch kurze Idioblasten vor, deren Enden in der Regel Abstutzung zeigen. Der Verlauf der langen Schläuche im Parenchymtheile ist häufig ein schlangenartiger, oft bedeutende Biegung zeigender, wogegen die den Gefässbündeln dicht anliegenden Schläuche einen mehr geradlinigen Weg nehmen.

3. *Adlumia cirrhosa*.

a. Blumenblätter.

In den Blumenblättern des äusseren und inneren Kreises liegen schmale Gerbstoffschläuche, welche 2 bis viel mal länger als dick sind und blutrothen Inhalt führen. Sie sind Begleiter der Gefässbündel.¹⁾

b. Staubblätter.

Sie enthalten die Gerbstoffbehälter gleichfalls in Form von mehr oder minder gestreckten schmalen Schläuchen, deren Inhalt aber farblos ist.

c. Fruchtblätter.

Die Gerbstoff-Idioblasten finden sich hier besonders im Griffeltheil und zwar in Gestalt von blutrothen mehr oder minder stark gestreckten Schläuchen, die bis in den Narbentheil hinein verfolgt werden können und hier z. Th. weiltumiger werden.

4. *Corydalis lutea*.

a. Blumenblätter.

Hier finden sich Gerbstoffidioblasten mit schwach gelblichem bis farblosem Inhalt. Ihre Länge ist sehr erheblich, denn sie durchziehen die z. Th. über 1 Centimeter langen Blätter von der Basis bis fast zum Ende und erreichen jedenfalls 8—10 Millim. Länge. Ihre Form wie ihr Verlauf entspricht im Wesentlichen dem der Fumariabelälter.

b. Staubblätter.

Die Filamente enthalten wenige, langgestreckte, sehr schwach gelbe oder farblose Idioblasten, welche die Gefässbündel begleiten.

c. Fruchtblätter.

Sehr langgestreckte bis 1 Centim. lange kräftige Schläuche, welche gelblichen Inhalt führen. Die den Gefässbündeln angelagerten verlaufen gerade, die im Parenchym hinziehenden schlängeln sich meistens und haben z. Th. eckige Contouren.

¹⁾ Ich will nebenbei die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit erwähnen, dass in dem obersten Theile der Blumenblätter des inneren Kreises und zwar in der mittleren sehr kleinzelligen Schicht oxalsaurer Kalk vorkommt und zwar in jeder Zelle eine Druse, während ich in allen übrigen Organen der Pflanze kein Kalkoxalat aufzufinden vermochte.

d. Kelchblätter.

Langgestreckte Gerbstoffschläuche mit meist lang zugespitzten Enden und glänzend schwefelgelbem Inhalt.

Am Schlusse dieser Mittheilungen über die Gerbstoffschläuche der Blüthentheile will ich noch bemerken, dass diese Behälter überall dem Mesophyll angehören, nicht aber in der Epidermis vorkommen.

Erwähnenswerth ist der Umstand, dass in den Samen der Fumariaceen (ich habe *Corydalis*-Arten untersucht) keine Gerbstoffbehälter vorhanden sind.

A n h a n g.

1. *Parnassia palustris*.

(Taf. 3, Fig. 19—22).

Zunächst ist zu constatiren, dass, wie bei den Fumariaceen, so auch bei vorliegender Pflanze, alle Organe, unterirdische (Wurzeln) wie oberirdische (Stengel, Laubblätter, Blüthentheile), Gerbstoffidioblasten enthalten.

Aber während diese Behälter innerhalb jener Familie der Regel nach in den innerhalb der Epidermis gelegenen Gewebesystemen vorkommen, sind sie bei *Parnassia palustris* auf das Oberhautgewebe selbst beschränkt.¹⁾

Wie bei *Fumaria*, *Adlumia* und *Diclytra* führen die Wurzeln stets farblosen Gerbstoff, die oberirdischen Theile enthalten entweder farblosen Gerbstoff oder Gerbstoff und rothes Anthocyan und sind daher mit einem röthlichen oder violetten Anflug versehen. Es ist hervorzuheben, dass ich in den untersuchten Laubblättern (Lamina) und den Blättern der Blüthe (mit Ausnahme der Fruchtblätter), auch solcher Pflanzen, die frei im Licht standen, niemals Anthocyanbildung auffinden konnte. Die zahlreichen Blumenkronen, die ich untersucht habe (z. Th. in Pommern, z. Th. in der Provinz Sachsen) erschienen stets weiss, niemals röthlich oder bläulich, obwohl gerade sie dem Licht doch sehr exponirt sind, wenigstens eben so sehr, als der Fruchtknoten, der Anthocyan-haltig erschien.

Dieser Befund liefert einen weiteren Beweis, dass die Anthocyan-Erzeugung mindestens nicht ausschliesslich auf Lichtwirkung basirt. Stengel und Blattstiele (der Rosette) enthalten an der Basis, also da, wo sie auch von den vom Boden reflectirten Lichtstrahlen leicht getroffen werden, ziemlich

¹⁾ Wahrscheinlich ist dies auch bei anderen Saxifragaceen der Fall, wenigstens fand Engler (Botanische Zeitung 1871) in der Epidermis (allerdings nur der Blätter, andere Organe wurden nicht untersucht) von *Saxifraga*-Arten ebenfalls Gerbstoffschläuche.

intensiv rothes Anthocyan in den Behältern, nach oben hin sind die Gerbstoffidioblasten gleichfalls farblos.

Die gelbe Vorstufe des rothen Anthocyans (gelbes Anthocyan) wird bei *Parnassia* niemals gebildet.

In gestaltlicher Beziehung tragen die Gerbstoffidioblasten den Charakter der Oberhautzellen des betreffenden Organs oder Organtheils. Am Fruchtknoten beispielsweise, wo die Epidermiselemente unregelmässig polygonal erscheinen, haben auch die Gerbstoffbehälter diese Form (Taf. 3, Fig. 20); in gewissen Regionen der Laub- und Blumenblätter, wo die Epidermiszellen mit gewellten Wandungen versehen sind, erscheinen auch die Wände der Gerbstoffbehälter stark gebogen (Taf. 3, Fig. 19); in der Stengelepidermis, wo die Zellen des Oberhautgewebes, soweit sie dem Grunde angehören, kurz (Taf. 3, Fig. 21), soweit sie den weiter oben gelegenen Theilen entsprechen, in sehr gestreckter Form auftreten (Taf. 3, Fig. 22), bieten auch die Gerbstoffbehälter entsprechende Form, und in der Wurzel, sowie an Kelch, Nebenkrone und Staubblättern finden ähnliche Verhältnisse statt.

Nichts desto weniger ist die Gestalt der Behälter im Ganzen idiomorph ausgebildet, insofern nämlich, als Längen- und Dickendimensionen bald mehr, bald minder beträchtlichere sind, als bei den betreffenden übrigen Epidermiselementen. Ein Blick auf Taf. 3, Fig. 20 (Fruchtknoten-Epidermis), Fig. 21 (Epidermisstück der Stengelbasis) und Fig. 22 (Stück der Oberhaut von einer höher gelegenen Stengelpartie) und besonders auf Fig. 19 (ein Stück der Epidermis eines Laubblattes darstellend, in der sich die Idioblasten nicht bloss durch grösseres Volumen, sondern auch durch stärkere Buchtungen vor den gewöhnlichen Oberhautzellen auszeichnen) dürfte zur Erhärtung des Gesagten dienen. Wahrscheinlich werden alle diese Idioblasten-Formen schon in den Urmeristemen angelegt.

In der Wurzel, im Stengel, in den Laubblättern, im Kelch, der Blumenkrone, der Nebenkrone, den Filamenten und den Fruchtblättern, kurz in allen Organen, treten sie meist einzeln, ab und zu auch zu 2, selten drei bei einander gelagert auf.

Im Allgemeinen ist die Zahl der Behälter in allen Organen eine relativ beträchtliche. Nach ohngefährer, nicht zu hoch gegriffener Schätzung dürften die Behälter, neben einandergelegt, etwa $\frac{1}{5}$ der Gesamtoberfläche der Pflanze ausmachen.

Der Gerbstoffinhalt der Idioblasten ist eine concentrirte Lösung von stark lichtbrechendem Ansehen, die, wenn man das betreffende Organ langsam eintrocknen lässt, sich zu einer noch stärker lichtbrechenden, traubigen oder unregelmässigen Masse contrahirt und nun nur noch etwa $\frac{2}{3}$ oder $\frac{1}{2}$ des Zelllumens ausfüllt. Gegen die bei den Fumariaceen angeführten Reagentien verhält sich der *Parnassia*-Gerbstoff und das Anthocyan ganz ähnlich, wie bei den Fumariaceen.

2. *Parietaria diffusa*.

(Taf. 3, Fig. 17—18.)

Wie bei den Fumariaceen und *Parnassia palustris* traf ich Gerbstoffbehälter in allen Organen (Wurzeln, Stengeln, Blättern, Blüthentheilen) an.

Abweichend von *Parnassia* werden sie nicht ausschliesslich auf die Epidermis beschränkt, sondern finden sich, wie bei den Fumariaceen, hauptsächlich im Grundgewebe (Rinde, Mark, Markstrahlen), besonders zahlreich an der Grenze der Gefässbündel (Taf. 3, Fig. 17), ferner im Bast, sodann in den parenchymatischen Theilen des Holzes; ja ich habe beobachtet, dass sie sogar in den

prosenchymatischen Parteen des Holzes (als Holzzellen, Taf. 3, Fig. 18 II.) vorkommen können (und zwar in Wurzeln wie in Stengeln) stellenweis in ziemlich grosser Anzahl auftreten. Auch in der Epidermis fehlen sie nicht, scheinen aber hier minder zahlreich, als im Grundgewebe aufzutreten.

Die in den primären Geweben auftretenden sind zumeist in gerade Längsreihen geordnet, (Taf. 3, Fig. 18 R. a.), hie und da auch einzeln und werden bereits in den Urmeristemen erzeugt, die in den durch secundären Dickenzuwachs aus dem Cambium hervorgegangenen (im Bast und Holz liegenden) treten isolirt auf (Taf. 3, Fig. 18 B. H.). Bezüglich der Form gilt dasselbe, was ich für *Allumia cirrhosa* anführte. Sehr ausgesprochen idiomorphe Formen, wie sie z. B. *Corydalis ochroleuca* (Taf. 3, Fig. 7—9) zeigt, kommen nicht vor.

Während bei den von mir untersuchten Fumariaceen und bei *Parnassia palustris* rothes Anthocyan nur in oberirdischen Organen erzeugt wird, niemals aber in unterirdischen, kann man für *Parietaria diffusa* leicht feststellen, dass die Gerbstoffbehälter selbst in der Wurzel rothes Anthocyan enthalten und in Folge dessen schon äusserlich eine Rothfärbung zeigen. Ich bemerke ausdrücklich, dass das auch bei den tief im Boden liegenden Wurzeltheilen der Fall ist, die vom Licht niemals getroffen werden können.

Zusammenfassung und Betrachtungen.

Aus den vorstehenden Untersuchungen ergibt sich, dass bei sämtlichen Vertretern der Familie der Fumariaceen, soweit sie in Betracht gezogen werden konnten (nämlich bei *Corydalis cava*, *C. pumila*, *C. Halleri*, *C. ochroleuca*, *C. lutea*, *Diclytra spectabilis*, *D. formosa*, *Adlumia cirrhosa*, *Fumaria officinalis* u. *F. muralis*) eigenthümliche, farblose oder gefärbte, gerbstoffreiche Idioblasten vorkommen.

Sie wurden in den verschiedensten Organen gefunden und zwar im Wurzelsystem, Hauptwurzel, Seitenwurzeln, Wurzelfasern, Adventivwurzeln mit ihren feinsten Auszweigungen, in den Rhizomen, in den oberirdischen Stengeln, in Blattstiel und Lamina der Cotyledonen und Laubblätter, in den Nieder- und Hochblattbildungen und in allen Blüthentheilen. Dabei bleiben sie in allen diesen Organen constant erhalten.¹⁾

Die Gewebssysteme, in denen sie liegen, sind: einerseits das primäre Parenchym (Grundgewebe), andererseits die durch secundären Dickenzuwachs entstandenen Gewebe. Im Oberhautgewebe scheinen sie stets zu fehlen oder doch nur ausnahmsweise vertreten zu sein (im Gegensatz zu *Parnassia palustris*, wo die Idioblasten in allen Organen, unterirdischen wie oberirdischen, auf die Epidermis beschränkt sind).

Die im primären Parenchym liegenden Idioblasten mögen kurz als primäre, die anderen als secundäre bezeichnet werden.

Die primären Idioblasten entstehen im Urmeristem der betreffenden Organe (Wurzelspitze, Stammspitze, Blattanlage) (Taf. 1, Fig. 6, 7; Taf. 3, Fig. 15, 16).

Die secundären Idioblasten werden vom Cambium der Gefässbündel gebildet (Taf. 1, Fig. 12, 23; Taf. 2, Fig. 6). Wo Cambien als Neubildungen im Holzkörper entstehen, da werden auch von ihnen secundäre Idioblasten erzeugt (Knollen von *Corydalis Halleri*, Wurzel von *C. lutea*.)

In Organen mit wenig ausgesprochenem secundären Dickenzuwachs pflegen Idioblasten nur nach dem Phloëtheil, in Organen mit starkem Dickenzuwachs auch nach der Xylemseite zu abgeschieden zu werden.

Die primären Idioblasten entstehen als winzige, von den Zellen des Urmeristems nach Form und Grösse nicht verschiedene Zellen und nehmen (aber nur in denjenigen Organen, welche ausgespro-

¹⁾ Ganz das Nämliche gilt nach meinen Untersuchungen für eine Saxifragee (*Parnassia palustris*), für eine Urticacee (*Parietaria diffusa*). Bei *Phaseolus multiflorus* fehlen nach Sachs den Wurzeln die Gerbstoffbehälter.

chenes Längenwachsthum zeigen) im Laufe der Entwicklung in der Regel die Form mehr oder minder auffällig gestreckter, oft 2 bis 10 Millimeter langer und dann mit den benachbarten Gewebselementen mehr oder minder stark contrastirender Schläuche an (Taf. 1, Fig. 5, 8, 25; Taf. 3, Fig. 1, 4, 5, 7—9, 14), welche entweder parenchymatischen oder prosenchymatischen Character (oft mit Uebergängen, Taf. 3, Fig. 7, 14) tragen, niemals aber Verzweigungen bilden. Durch enges Anschmiegen an benachbarte Parenchymzellen, die den Scheidewänden entsprechende Einschnürungen zeigen, erhält der Contour dieser primären Idioblasten in der Längsansicht meistens etwas Geschweift-Gezahntes (Taf. 1, Fig. 8, 25; Taf. 3, Fig. 7—9, 14). In den mehr in die Dicke als in die Länge wachsenden Knollen der *Corydalis*-Arten bleiben die Schläuche kurz (Taf. 1, Fig. 10, 18, 23).

Die secundären Idioblasten bieten zunächst Form und Dimensionen der Cambiumelemente dar (Taf. 1, Fig. 13, 23; Taf. 2, Fig. 6), später können sie sich zwar etwas strecken und besonders weiten, erhalten aber im Allgemeinen nicht so beträchtliche Länge wie die primären und contrastiren daher weniger mit den Bastelementen (Taf. 2, Fig. 6).

Marklose Wurzeln und Rhizome enthalten in gewissen Altersstadien nur secundäre Schläuche, weil mit Verkorkung und Abstossung der primären Rinde auch die primären Idioblasten entfernt werden.

Die primären Idioblasten kommen bei gewissen Fumariaceen zerstreut, bei anderen theils zertreut (Taf. 1, Fig. 5, 7), andertheils zu continuirlichen geraden Längsreihen verbunden vor (Taf. 2, Fig. 3—5, 11; Taf. 3, Fig. 8). Letztere entstehen nicht etwa durch Quertheilung der Behälter, sondern die Idioblasten kommen schon im Meristem der Wurzel- resp. Stammspitze in Reihen zur Veranlagung (Taf. 3, Fig. 16).

In den Stengeln und Blattbildungen pflegen die primären Idioblasten zum Theil als Begleiter der Gefässbündel aufzutreten, diesen dicht angelagert (Taf. 1, Fig. 24).

Die Membran der secundären Idioblasten ist stets eine Cellulose-Membran, die niemals Verkorkung oder Verholzung erfährt, auch keine besondere Verdickung oder besondere Structur erhält.¹⁾ Wo die Elemente des Bastes überhaupt eine besondere Membranstructur aufweisen, etwa die sogenannte Doppelstreifung besitzen, da zeigen auch die in dieses Gewebe inserirten Gerbstoffidioblasten diese Structur (Beispiel: Bast der Wurzel von *Adlumia cirrhosa* (Taf. 2, Fig. 6), von *Fumaria officinalis* und von *Corydalis ochroleuca*).

Auch die Membran der primären Schläuche erfährt weder Verkorkung noch Verholzung; indessen existirt von dieser Regel eine Ausnahme. Bei *Corydalis ochroleuca* und *Fumaria muralis* fand ich nämlich, dass die Wandung gewisser Grundgewebs-Idioblasten sich — oft nicht unbeträchtlich — verdickt, verholzt und deutlichere, schief gestellte Poren erhält, als das umgebende Parenchym (Taf. 3, Fig. 7—9, 13, 14). Auffällig ist die Aehnlichkeit, die diese Idioblasten mit denen von *Sambucus* zeigen.

Die Frage, ob bei den Schlauchreihen etwa Resorptionen der Querwände der einzelnen Glieder, also Fusionen derselben eintreten können, ist für die untersuchten Arten entschieden zu verneinen; ebenso wenig habe ich eine siebplattenähnliche Ausbildung der Querwände ausfindig machen können.

¹⁾ Sonst ist ja Verkorkung der Membranen bei (secretführenden) Idioblasten, wie Zacharias (Ueber Secretbehälter mit verkorkten Membranen Bot. Zeit. 1879) und v. Höhnelt (Anatomische Untersuchungen über einige Secretionsorgane, Wiener Akad. Sitzungsber. 1882. Bd. 84 Abth. 1 p. 598) zeigten, eine häufige Erscheinung.

Was den Inhalt der Idioblasten anlangt, so ist zunächst in jedem der kürzeren mit Sicherheit ein Kern nachzuweisen. Ob in den längeren, 1—10 Millimeter langen Formen ebenfalls nur ein einziger oder mehrere Kerne vorhanden sind, wage ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden (obschon ich in den längsten Formen mehrere Kerne gesehen zu haben glaube).

Ferner enthalten die primären wie die secundären Idioblasten in allen Fällen unzweifelhaft reichliche Menge von Gerbsäure, die mit Alkalien, Metalloxyden und Metallsalzen verschieden-gefärbte Niederschläge gibt (vergl. das bei *Corydalis*-Knollen pag. 14 Gesagte). Am reichlichsten werden dieselben bei Anwendung von Jodjodkalium, Osmiumsäure, Kaliumbichromat und Millon. Jodjodkalium ist zur Fällung ganz besonders zu empfehlen, da es einen sehr intensiv braunen Niederschlag gibt.

Unter normalen Verhältnissen kommt die Gerbsäure wohl ausschliesslich in Form einer klaren, stark lichtbrechenden, homogenen Lösung vor, ausnahmsweise sah ich sie bei *Diclytra spectabilis* (Wurzel) und *Corydalis ochroleuca* (Blattstiel) in Form von Gerbstoffkugeln, vermisste sie jedoch bei anderen Exemplaren, die zu anderer Zeit untersucht wurden.

Lässt man die Fumariaceen-Organen allmählich welken, so zieht sich der Gerbstoff zu trauben-, wurst- oder stärkekorngestaltigen, ölig aussehenden, sehr stark lichtbrechenden Massen zusammen, die mindestens zähflüssig sein müssen, vielleicht fest sind und die Zelllumina zu einem nicht unbedeutenden Theile ausfüllen. Dieser Befund lehrt, dass die Gerbstofflösung in der noch frischen Zelle in nicht ganz geringem Concentrationsgrade vorhanden sein muss.

Die Gerbstofflösung lässt entweder jede Pigmentirung vermissen, oder sie enthält einen gelben Farbstoff, den ich als „gelbes Anthocyan“ bezeichnen will, oder aber es ist ein rosen- bis intensiv carmin- oder blutrothes Pigment vorhanden, gewöhnliches „rothes Anthocyan“.

Dem Licht auf natürlichem Wege gänzlich entzogene Organe oder Gewebetheile besitzen in den Gerbstoffbehältern entweder farblosen Gerbstoff, oder sie enthalten gelbes Anthocyan, niemals aber das rothe Pigment.

So fand ich die Haupt- und Seitenwurzeln von *Fumaria*-Arten, von *Adlumia cirrhosa* und *Diclytra spectabilis*, sowie die Adventivwurzeln von *Diclytra formosa* immer pigmentfrei.

Die Adventivwurzeln von *Corydalis cava*, *pumila* und *Halleri*, die Knollen und die unterirdischen Knospen dieser Pflanzen führen in den Gerbstoffzellen gelbes Anthocyan, und zwar in solchen Mengen, dass sie schon von aussen oder auf dem Durchschnitt deutlich gelb erscheinen (Taf. 1, Fig. 1, 2, 22). Wie Taf. 1, Fig. 6 lehrt, kann das gelbe Anthocyan schon im Meristem der Wurzelspitze (Nebenwürzelchen) in den eben erst angelegten Gerbstoffidioblasten vorhanden sein.

Alle oberirdischen Theile, soweit sie dem Licht, insbesondere dem Sonnenlicht, nicht zugänglich sind, oder künstlich vor Lichteinwirkungen geschützt werden, enthalten pigmentlose oder aber durch gelbes Anthocyan tingirte Gerbstoffbehälter (gelbe: *Corydalis cava*, *pumila*, *Halleri*; farblose: *Fumaria*, *Adlumia*, *Diclytra*).

In oberirdischen, sowie in unterirdischen Organen, sofern sie der Einwirkung des Lichtes auf natürlichem Wege ausgesetzt sind, oder auf künstlichem Wege ausgesetzt werden, nehmen die farblosen sowohl, als die gelbgefärbten Idioblasten, soweit die Lichtstrahlen in die Gewebe einzudringen vermögen, rothe Färbung durch rothes Anthocyan an (Taf. 1, Fig. 24, 25).

Hierbei ist noch speciell hervorzuheben, dass sich in der Region, wo die Grenze zwischen unterirdischen und oberirdischen Theilen liegt, alle Nüancen der Umfärbung von Anthocyangelb zu Anthocyanroth resp. alle Uebergänge von hyaliner zu intensiv rother Lösung in den Behältern nachweisen lassen.

Ein instructives Beispiel hierfür bietet u. A. die Keimpflanze von *Corydalis ochroleuca*. Untersucht man die Wurzel in der Region, die noch etwas unter der Erdoberfläche liegt, so findet man in der primären Rinde sämtliche Gerbstoffbehälter noch gelb gefärbt. Ein wenig weiter nach oben, fast an der Grenze des Bodens, wo das Licht schon etwas einwirken kann, trifft man bereits einige Behälter in einem schmutzigen Tone gefärbt, der zwischen Gelb und Roth vermittelt; noch ein wenig weiter aufwärts, hart über der Erdoberfläche, also in der dem hypocotylen Glied entsprechenden, dem Licht voll ausgesetzten Region, sind bereits sämtliche Behälter schwach roth, noch weiter nach oben leuchtend blutroth tingirt.

Aber nicht blos in verticaler, sondern auch in radialer Richtung macht sich die allmähliche Umfärbung in's Roth bemerkbar. Ich wähle wieder das hypocotyle Glied von *Corydalis ochroleuca* als Beispiel. Zu einer Zeit, wo die mehr peripherisch gelegenen, also auch dem Licht am ersten zugänglichen Gerbstoffbehälter schon deutliche Röthung erfahren haben, treten die weiter nach innen zu gelegenen erst in die Umfärbung ein, einen schmutzig-orangefarbenen Ton zeigend, während die noch weiter nach innen, also im Centralcylinder liegenden sämtlich gelb erscheinen (Taf. 3, Fig. 13).

Ähnliche Verhältnisse zeigen andere *Fumariaceen*. Im hypocotylen Glied von *Fumaria officinalis* sind die dem Centrum nahe gelegenen Idioblasten farblos, die etwas weiter nach aussen hin befindlichen von schwach rother Färbung, die ganz peripherisch liegenden sehr intensiv roth gefärbt.

Aus allen diesen Beobachtungen dürfte wohl zu folgern sein, dass die Bildung des rothen Anthocyans zum Licht in irgend einer näheren oder entfernteren Beziehung steht, während die Entstehung des Anthocyangelbs vom Licht unabhängig zu sein scheint.

Für das Erstere sprechen auch die angestellten Experimente: Der eine Versuch wurde mit *Corydalis pumila* ausgeführt. Knöllchen dieser Pflanze, im Herbst ausgegraben, besitzen ein relativ stattliches, zum Austreiben im nächsten Frühjahr bestimmtes Knöspchen, dessen Schuppen blassgelblich erscheinen und ausschliesslich mit Anthocyangelb versehene Idioblasten enthalten. Ich setzte nun die Knöllchen so in Töpfe, dass die Knöspchen dem Licht zugänglich waren. Schon nach 4 trüben Tagen erschienen letztere deutlich röthlich angehaucht. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass in einer grossen Anzahl der Behälter bereits eine Umfärbung aus Gelb in ein schmutziges Gelbroth stattgefunden, bei einer mindergrossen Anzahl diese Umfärbung sogar bereits bis zu einem reinen Rosenroth vorgeschritten war. Nach 8 Tagen erschienen die Knöspchen noch viel deutlicher roth und enthielten nunmehr zahlreichere z. Th. bereits ins intensiv-Blutrothe umgefärbte Schläuche.

Ein anderer Versuch, in ähnlicher Weise angestellt, bezog sich auf das Rhizom von *Diclytra formosa*, dessen Behälter anfangs farblos, im Licht gleichfalls mit Anthocyanroth ausgestattet wurden.

Die eben mitgetheilten entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen und Experimente, soweit sie sich auf gewisse *Fumariaceen*, nämlich auf Repräsentanten der Gattung *Corydalis* beziehen, lehren, dass in den Idioblasten, welche schliesslich rothes Anthocyan enthalten, in einem früheren Stadium Anthocyangelb enthalten ist. Da sich nun, wie gezeigt, alle Uebergänge, ausgeprägt in Zwischen-

tönen, zwischen beiden Pigmenten beobachten lassen, so kann es wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass das rothe Anthocyan sich aus dem gelben entwickelt und dass dieser Process im Licht erfolgt.

Bei anderen Fumariaceen (z. B. *Fumaria officinalis*, *muralis*, *Diclytra*-Arten) fehlt bei der Bildung des rothen Anthocyans die Vorstufe des gelben Anthocyans vollständig. Man sieht vielmehr in den ursprünglich farblosen Gerbstoffbehältern nur rothe Töne, erst sehr schwache, dann intensivere bis blutrothe auftreten und zwar geschieht das in allen Organen in gleicher Weise.¹⁾ Daher findet man bei den genannten Pflanzen in den unterirdischen Organen, welche niemals Belichtung erfahren, zeitlebens pigmentlose Gerbstoffbehälter. Auch bei diesen Fumariaceen hat die Anthocyanrothbildung (siehe oben den Versuch mit *Diclytra formosa* und die sonstigen vorausgehenden Beobachtungen) deutliche Beziehung zum Licht.

Auch bei anderen Pflanzen scheint die gelbe Vorstufe des rothen Anthocyans vollständig zu fehlen. So habe ich sie z. B. bei einer Saxifragee (*Parnassia palustris*), einer Urticacee (*Parietaria diffusa*), einer Primulacee (*Cyclamen europaeum*), einer Gesneriacee (*Gesnera spec.*) und einer Labiate (*Coleus*), weder in unterirdischen, noch oberirdischen Organen aufzufinden vermocht.

Wenn ich oben von der Bildung des rothen Anthocyans sagte, dass sie in Beziehung zum Licht stünde, so will ich bei dieser Behauptung keineswegs über die Familie der Fumariaceen hinausgehen, denn bei anderen Pflanzen kann sich die Sache anders verhalten. Ich habe nämlich gefunden, dass — bei der obengenannten Urticacee — lebenslang dem Licht entzogene Organe, nämlich die Wurzeln, regelmässig rothes Anthocyan in ihren Gerbstoffidioblasten erzeugen, so dass sie äusserlich schon rothbraun erscheinen. Hier kann also von einer Entstehung des rothen Anthocyans durch Lichtwirkung nicht wohl die Rede sein. Es müssen hier andere Ursachen vorliegen, welche die Pigmentbildung bedingen.

Das Anthocyan gelb der *Corydalis*-Arten hat man in Menge in dem schöngelben Auszuge, den man durch Auskochen der Knollen von *Corydalis cava* in grösseren Quantitäten erhält. Derselbe reagirt sauer. Man trennt den gelben Farbstoff von der Gerbsäure, indem man den Extract mit Alkalien oder mit Metalloxyden, Metallsalzen etc. behandelt. Der Gerbstoff wird dabei gefällt,²⁾ das Anthocyan bleibt in Lösung und ist durch die Alkalien ins Goldgelbe (Aetzkali), Olivengrüne (kohlen-saures Ammoniak) oder Olivenbräunliche (Ammoniak), durch Kaliumbichromat, salpetersaures Quecksilberoxydul, Jodjodkaliumlösung, Chromsäure etc. in rothgefärbte (meist weinrothe) durch Eisenoxydsalze in olivengrüne Verbindungen, durch Osmiumsäure in eine braune Verbindung umgewandelt. Schwefelige Säure entfärbt das Pigment.

Die mikrochemischen Reactionen sind übrigens dieselben, aber man kann die Nüancen der Umfärbungen unter dem Mikroskop genauer verfolgen, als im Extract. (Vergleiche auch die auf pag. 15 gemachten Angaben).

¹⁾ Eine Ausnahme habe ich für *Adlumia cirrhosa* constatiren können, wo ich auf Querschnitten des Stengels bisweilen, aber nicht regelmässig, im Mark gelbe Idioblasten antraf (Taf. 2, Fig. 7). Ob hier vielleicht ein abnormes Verhalten vorlag, vermochte ich nicht mit Sicherheit festzustellen.

²⁾ In dem Niederschlag wird sich ausser Gerbstoff auch wohl noch *Corydalin* finden.

Der wässrige Extract giebt mit Säuren, wie Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure keinen Niederschlag. Zusatz von Salpetersäure liefert eine schön blutrothe Lösung (bei durchfallendem Licht), die übrigen rufen keine Verfärbung hervor. Unter dem Mikroskop wird das Gelb der Idioblasten durch Salpetersäure und concentrirte Schwefelsäure in Blutroth resp. Rosenroth übergeführt. (Das Genauere auf pag. 14 u. 15.)

Die mit Alkalien, Metalloxyden etc. erhaltenen Niederschläge der Gerbsäureverbindungen lassen sich ihrer Färbung nach unter dem Mikroskop meist weniger sicher beurtheilen, als auf dem Filter.

Was das rothe Anthocyan der Fumariaceen anbetrifft, so habe ich mich auf die mikrochemischen Reactionen beschränken müssen.

Aus den makro- und mikrochemischen Reactionen scheint mir mit Bestimmtheit hervorzugehen, dass in den Gerbstoffidioblasten der Fumariaceen ausser Gerbsäuren vorhanden ist ein besonderer Farbstoff, Anthocyan; ferner kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass das als „gelbes Anthocyan“ bezeichnete Pigment der Corydalisarten sich umwandelt in ein „rothes Anthocyan.“ Die oben mitgetheilten entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen und die mitgetheilten Experimente dürften wohl genügende Beweise hierfür liefern.

Wenn wir nun nach einer Erklärung dieser Umwandlung fragen, so will es mir scheinen, als ob die Thatsache, dass der gelbe Farbstoff durch Säuren (Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure) in einen rothen umgewandelt wird, und dass sich bei diesem Prozess alle die Zwischentönen herausstellten, die bei der natürlichen Umfärbung beobachtet werden, darauf hinweist, dass auch in der lebenden Pflanze jene Umwandlung bewirkt wird durch Säuren.

Dieser Prozess kann kein Oxydationsprozess sein, denn er wird auch durch nicht oxydirende Säuren (wie Salzsäure) hervorgerufen. Er steht ferner, nach den entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen und Experimenten, unzweifelhaft in irgend einer Beziehung zum Licht. Vielleicht lässt sich diese Beziehung dahin erklären, dass in den dem Licht ausgesetzten Organen gewisse Säuren gebildet werden, welche die Umwandlung des gelben Anthocyans in rothes bewirken¹⁾.

Auch die Bildung desjenigen rothen Anthocyans, das bei anderen Fumariaceen vorkommt und nicht das gelbe Vorstadium besitzt, scheint auf Säurewirkung zu beruhen. Behandelt man nämlich die Idioblasten der Wurzel von *Fumaria officinalis* oder des Rhizoms von *Diclytra formosa*, welche in beiden Fällen farblos sind, mit einer Säure, z. B. Salpetersäure, so erhält deren Inhalt schön rothbraune bis blutrothe Tinction.

Da nun das rothe Anthocyan auch bei diesen Fumariaceen, wie ich zeigte, im Licht entsteht, so muss die die Rothfärbung bewirkende Säure auch hier im Licht erzeugt werden.

Wie man sieht, fasse ich die Säurebildung als ein Wesentliches bei der Anthocyan- Erzeugung auf, und diese Auffassung stimmt zu der schon im Vorausgehenden erwähnten Thatsache, dass bei *Parietaria diffusa* nicht bloß in den oberirdischen Theilen, sondern auch in den unterirdischen, den Wurzeln, mögen diese auch noch so tief im Boden stecken, in den Gerbstoffbehältern rothes Anthocyan

¹⁾ Es wäre z. B. nicht undenkbar, dass in den oberirdischen Organen von *Corydalis cava* die Fumarsäure es ist, die unter der Wirkung des Lichtes entsteht und die der Umwandlung des gelben Anthocyans in rothes bewirkt. Thatsächlich kommt, wie ich aus Husemann, Pflanzenstoffe pag. 794 ersehe, nach Wicke (Ann. Chem. Pharmac. Bd. 49, pg. 31) diese Säure nur im Kraut, nicht in den unterirdischen Organen (Knollen) vor.

gefunden wird in solcher Menge, dass diese Theile schon äusserlich schön rothbraun erscheinen. Von einer Lichtwirkung kann hier unmöglich die Rede sein. Wahrscheinlich ist es auch in diesem Falle eine Säure, welche zur Anthocyanbildung führt: die Wurzelsäfte reagiren deutlich sauer. Ueberdies habe ich rothes Anthocyan auch in den Wurzeln einer *Gesnera* constatiren können; hier sind die Wurzeln rosenroth.

Ich habe bereits im Vorausgehenden gezeigt, dass man durch die mikroskopische Untersuchung sowohl, als durch das Experiment bei *Corydalis*-Arten alle Zwischenstufen der Umfärbung von gelbem Anthocyan in rothes nachweisen kann, und glaube daraus schliessen zu dürfen, dass das gelbe Anthocyan eine Vorstufe des rothen darstellt.

Weiterhin ergaben die erwähnten Untersuchungen, dass der gelbe Farbstoff sich ursprünglich in den Behältern (z. B. in den Sprossanlagen von *Corydalis pumila*, cava) noch nicht vorfindet sondern erst allmählich sich bildet, wobei alle möglichen Stufen vom kaum wahrnehmbaren Gelb bis zum leuchtendsten Gummiguttgelb durchlaufen werden.

Hiernach scheint das gelbe Pigment ein farbloses Vorstadium zu haben oder sich aus einer farblosen Pigment-Grundlage, einem Chromogen, zu entwickeln.

Der Entwicklungsgang des rothen Farbstoffes würde also bei gewissen Fumariaceen folgende drei Stadien durchlaufen: farbloses Chromogen — gelber Farbstoff — rother Farbstoff.

Ferner liess sich auch für andere Fumariaceen, wo das gelbe Anthocyan vollständig fehlt, der Nachweis führen, dass das rothe Anthocyan ursprünglich in den Gerbstoff-Behältern nicht vorhanden ist, sondern erst nach und nach auftritt, zunächst in dem zartesten Rosenroth, dann allmählich intensivere bis blutrothe Töne annehmend.

Der Entwicklungsgang dieses rothen Anthocyans scheint hiernach ebenfalls von einem farblosen Chromogen auszugehen, aber nur zwei Stufen haben: farbloses Chromogen — rothes Anthocyan.

Ich komme hier also, namentlich durch die Auffindung der Mittelstufe des gelben Pigments gedrängt, zu einer Ansicht, wie sie schon von Seiten Wigand's¹⁾ vor längerer Zeit ausgesprochen wurde. Wigand nennt das Chromogen Cyaneogen.

Das Anthocyan der Fumariaceen scheint in gewissen Beziehungen zum Gerbstoff zu stehen. Es kommt nämlich stets nur in den Gerbstoffbehältern vor und bleibt hier das ganze Leben hindurch erhalten.²⁾ Die Annahme, dass es in anderen Zellen entstünde und von hier aus in die Gerbstoffzellen einwanderte, ist nicht statthaft, weil bekanntlich der lebende Plasmaschlauch gelösten Farbstoff nicht diosmiren lässt; es kann also nur in den Gerbstoffzellen selbst gebildet sein.

Jene Beziehungen können, wie mir scheint, in dreifacher Weise gedeutet werden: Einmal so, dass man sich vorstellt, das als Grundlage des Anthocyans angenommene Chromogen ist mit dem Gerbstoff der Idioblasten identisch; hiernach würde die an sich zunächst farblose Gerbstoffverbindung übergeführt werden in eine an sich gefärbte.

¹⁾ Ueber die physiologische Bedeutung des Gerbstoffs und der Pflanzenfarbe „Botan. Ztg.“ 1862, pg. 121 ff.

²⁾ Für *Phaseolus multiflorus* hat bereits Sachs in seinen bekannten „Physiologischen Untersuchungen über die Keimung der Schminkebohne“ (Wiener Akad. Sitzungsber. Bd. 37 (1859) das gleiche Factum festgestellt.

Andererseits lässt sich denken, das farblose Chromogen würde gebildet auf Kosten eines Theiles des Gerbstoffs, und wandelte sich dann um zum Farbstoff, während der übrige Gerbstoff als solcher bestehen bliebe.

Endlich wäre es denkbar, dass der gerbstoffhaltige Inhalt der Idioblasten auf irgend eine Weise die Bildung eines neben dem Gerbstoff entstehenden Chromogens begünstigte.

Die erste und zweite Ansicht nehmen mithin genetische Beziehungen zwischen Anthocyan und Gerbstoff an, die dritte nicht. Nach der ersten würde eine totale, nach der zweiten eine partielle Anthocyan-Bildung aus Gerbstoff stattfinden.

Der ersten Ansicht scheint sich Wigand (l. c.) zuzuneigen, indem er sich mit Bezug auf das Blüten- und Frucht-Anthocyan folgendermassen ausspricht:

„Die rothen und blauen Blumen sind im Knospenzustande zwar anfangs grün, später aber stets farblos und färben sich erst beim Oeffnen roth oder blau. Der blaue Zellsaft färbt sich durch Alkalien grün, dann gelb, der rothe Zellsaft zuerst blau, dann grün, zuletzt gelb. Beide Nüancen des Anthocyans werden durch Eisensalze grün oder blau gefärbt. Dieselben Erscheinungen zeigt der farblose Zellsaft der rothen und blauen Blumen im Knospenzustande, ferner bei den weissen Varietäten derselben Art, welche sonst blaue oder rothe Blumen haben, sowie bei den meisten Arten mit durchgängig weissen Blumen. Durch Alkalien wird der Zellsaft gelb, durch Eisenoxydsalze grün oder blau.“

„Hieraus folgt, dass dem Anthocyan ein im Zellsaft gelöster farbloser Stoff zu Grunde liegt, und dass dieses Chromogen Gerbstoff, oder vielmehr, weil die durch schweflige Säure entfärbten, sowie die an sich farblosen Blumenblätter durch Säuren roth gefärbt werden, jene Modification des Gerbstoffes, welche wir oben als Cyaneogen bezeichnet haben. Die Verwandlung des Cyaneogens im Anthocyan beruht auf einer Oxydation“.

Ich selbst könnte dieser Ansicht, wenn sie auf die Fumariaceen bezogen werden sollte, aus dem Grunde nicht beipflichten, weil sich bei den Fumariaceen und den übrigen untersuchten Pflanzen mikrochemisch wie makrochemisch noch Gerbstoff neben den Anthocyan nachweisen lässt. Dieser Befund stimmt auch überein mit den Befunden anderer Botaniker z. B. Wiesner's an anderen Objecten.

Wenn Wigand angiebt, dass man den noch farblosen Gerbstoff der Gerbstoffzellen durch Säuren umwandeln kann in eine rothe Verbindung, und umgekehrt das rothe Anthocyan mit schwefliger Säure farblos machen kann, so konnte ich diese Ergebnisse für die Fumariaceen nur bestätigen. Wenn dieser Forscher aber in ersterem Vorgange einen Oxydationsprocess, in letzterem einen Reductionsprocess sieht, so geht er, wie mir scheint, doch wohl etwas zu weit. Denn ich habe einerseits gezeigt (pag. 32), dass die Rothfärbung farblosen Gerbstoffes wie gelben Anthocyans auch durch nicht oxydirende Säuren bewerkstelligt werden kann (z. B. durch Salzsäure), andererseits ist noch gar nicht ausgemacht, ob die Entfärbung des rothen Anthocyans durch schweflige Säure nicht so zu deuten ist, dass die letztere mit dem Anthocyan eine farblose Verbindung eingeht, anstatt dasselbe zu reduciren.

Was nun die beiden anderen Ansichten betrifft; so bin ich nicht Chemiker genug, um die schwierige Frage zu entscheiden, ob das angenommene farblose Chromogen aus einem Theile des Gerb-

stoffs der Idioblasten gebildet wird, oder ob es einen Körper darstellt, der zu dem Gerbstoff keine genetischen Beziehungen zeigt. Nur das will ich anführen, dass mit den gewöhnlichen Reagentien sich ein besonderer Körper, der neben dem Gerbstoff vorhanden wäre, in den farblosen Behältern nicht nachweisen liess.

Es wäre wünschenswerth, dass die Chemiker sich dieser Frage zuwendeten und auch die in den verschiedenen Pflanzen vorkommenden Anthocyane genau untersuchten. Wahrscheinlich würde sich dabei ergeben, dass verschiedene Anthocyanfarbstoffe existiren. So vermüthe ich z. B., dass das rothe *Corydalis*-Anthocyan, das die gelbe Vorstufe besitzt, ein anderes ist, als das rothe *Fumaria*-Anthocyan, welchem diese Vorstufe fehlt, ferner dass das fuchsrothe Anthocyan von *Gesnera* spec. ein anderes ist, als das Fumariaceen-Anthocyan etc.

Ausser Gerbstoff und Farbstoff kann in den Idioblasten auch noch Chlorophyllbildung vorkommen. Das findet natürlich nur in dem Falle statt, wenn das betreffende Gewebe selbst chlorophyllhaltig ist.

Ferner können die Idioblasten Zucker enthalten. Ich habe mich hiervon an älteren, etwa fingerdicken Wurzeln und an Stengeln von *Diclytra spectabilis* (Ende Mai) überzeugt. Beim Kochen mit Fehling'scher Lösung bildete sich ein relativ grosser, düster brauner Ballen von Gerbstoff in jedem Behälter, und diesem Ballen hafteten Körnchen reducirten Kupfers an.¹⁾ (Die Gegenwart von Zucker war übrigens auch in allen übrigen Gewebeelementen jener Organe zu constatiren).

Ich muss hier noch eine Frage berühren, für die ich weiter oben keinen rechten Anschluss finden konnte. Es frägt sich nämlich, ob unter den Chlorophyll und Anthocyan führenden Gerbstoffbehältern der Rinde sich etwa auch solche finden, die nicht im Urmeristem entstehen. Ich glaube, dass diese Frage zu bejahen ist und zwar auf Grund folgender Beobachtungen. Am hypocotylen Glied, sowie am Stengel von *Fumaria officinalis* und anderer Fumariaceen, ferner an den Knospenschuppen von *Corydalis cava* kann man beobachten, dass sich meist ausserordentlich zahlreiche, in der Form nicht idioblastische Gerbstoffbehälter bilden, die jenen Inhalt führen. Sie haben gewöhnlich dieselbe Grösse wie die Parenchymzellen des Rindengewebes, in welchem sie liegen. Namentlich in der dicht unterhalb der Epidermis liegenden Schicht, werden sie öfters so zahlreich, dass man unmöglich annehmen kann, diese Zellen seien, wie die „primären“ Gerbstoffschläuche, sämmtlich schon im Urmeristem angelegt. Man muss sich ohne Zweifel vorstellen, dass dieselben gewöhnliche Parenchymzellen seien, die durch Theilung aus anderen Parenchymzellen hervorgegangen sind, und dass in ihnen erst nachträglich Gerbstoff und Anthocyan zur Ablagerung respective Bildung kämen.

Demgemäss könnte man solche Gerbstoffzellen als hystero gene bezeichnen, im Gegensatz zu den in den Meristemen erzeugten proto genen. Die letzteren sind dann, wie oben bereits geschehen, einzutheilen in primäre, die im Urmeristem entstehen, und secundäre, die erst beim secundären Dickenwachsthum gebildet werden.

Eine scharfe Scheidung zwischen proto genen und hystero genen Gerbstoffzellen ist vielfach nicht möglich. Zwar tragen die proto genen im Allgemeinen in Form und Grösse deutlich-, oft auffallend-

¹⁾ Dass ich diese Körnchen nicht etwa mit Körnchen des braunen Gerbstoff-Niederschlags verwechselte, beweist der Umstand, dass Letzterer sich bei Zusatz von Wasser vollkommen auflöst, während die Körnchen reducirten Kupfers zurückbleiben.

idioblastischen Charakter, allein in gewissen Gewebsregionen und bei gewissen Fumariaceen tritt derselbe mehr zurück.

Ob und inwieweit die protogenen Gerbstoffbehälter der Fumariaceen den Farbstoff- und Milchsaffbehältern der Papaveraceen verwandt sind, werde ich in einer späteren Arbeit darlegen, woselbst ich auch Gelegenheit nehmen werde, die physiologische Bedeutung der Gerbstoffidioblasten der Fumariaceen unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur in Betracht zu ziehen.

Es ist hier nur noch die Bemerkung zu machen, dass die rothes Anthocyan führenden Zellen der entwickelten Blätter und Stengel die Bedeutung eines Schutzmittels der Assimilationsgewebe meistens kaum haben können, denn einerseits treten sie hier im Allgemeinen zu zerstreut auf, andererseits liegen sie, und vielfach am zahlreichsten, in dem innersten Theile der Rinde, den Gefässbündeln angelagert, oder selbst im Mark, treten aber in der Epidermis, wo sie doch am ehesten das Assimilationsgewebe schützen könnten (mit nicht in Betracht kommenden Ausnahmen), gar nicht auf.

Ein Gleiches gilt für *Parietaria diffusa* (Taf. 3, Fig. 17). Die des Chlorophyllschutzes nicht bedürftigen Wurzeln sind hier mit äusserst zahlreichen Anthocyanroth führenden Gerbstoffbehältern ausgestattet.

Bei *Parnassia palustris* sind allerdings in der Epidermis den Blattflächen (der Laub- Kelch- und Blumenblätter) Blattstiele und Stengel Gerbstoffbehälter vorhanden, aber gerade in den ersteren führen sie kein Anthocyan und in den letzteren vielfach nur in den unteren, dem Boden zunächst stehenden Theilen. Hier wo nicht bloss die directen, sondern auch die reflectirten Sonnenstrahlen wirken, sind die rothen Behälter zahlreich und könnten allerdings als Schirm wirken. Auch in den unteren Stengelteilen und Blattstielen mancher Fumariaceen (*Fumaria officinalis*, *Corydalis ochroleuca*) und den jungen aus dem Boden hervorbrechenden Rhizomen von *Diclytra formosa* sind die rothen Anthocyanzellen, wenigstens wenn die Pflanzen dem Sonnenlicht stark exponirt sind, so zahlreich, dass sie wohl zum Chlorophyllschutz beitragen möchten.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1—13. *Corydalis cava*.

Fig. 1. Knolle der Pflanze mit Nebenwurzeln besetzt, in nat. Grösse. An der Stelle, wo die bräunliche Korkschicht abgelöst ist, sieht man das darunter liegende Fleisch, dessen Gelbfärbung durch die Gegenwart zahlreicher Idioblasten mit gelbem Gerbstoff bedingt wird.

Fig. 2. Knolle im Querschnitt, das Fleisch durch Gerbstoff-Idioblasten gleichfalls schwach gelb, in der Mitte die braune Höhlung.

Fig. 3. Eine etwas grössere und ältere, nach rechts geöffnete Hohlknolle, welche bei a und b zwei Seitensprosse in Form junger, solider Knöllchen zeigt (Mitte April).

Fig. 4. 180/1. Querschnitt durch eine Nebenwurzel, mit 5 gelben Gerbstoffbehältern in der Rinde.

Fig. 5. 180/1. Stück eines radialen Längsschnittes durch eine solche Wurzel, mit 3 gelben Gerbstoffbehältern in der Rinde.

Fig. 6. 180/1. Stück eines radialen Längsschnittes durch eine Nebenwurzel, mit der noch sehr jungen Anlage eines Seitenwürzelchens. Man sieht, dass schon in diesem Stadium die gelben Gerbstoff-Idioblasten vorhanden sind, in Form und Grösse von den umgebenden Rindenzellen noch nicht verschieden.

Fig. 7. 180/1. Axiler Längsschnitt durch die Spitze eines bereits 1 Millim. langen Nebenwürzelchens. (Das äusserste Ende der Spitze ist weggelassen.) R. R. Rinde, C. Centralcylinder, mm. Meristem der Rinde. In letzterem sind die gelben Behälter bereits angelegt, aber noch ganz kurz, weiter nach rückwärts (basalwärts) liegen ältere, bereits deutlich gestreckte Idioblasten.

Fig. 8. 180/1. Fragment eines Rinden-Tangentialschnittes durch den älteren Theil einer Adventivwurzel, mit 2 langen Gerbstoffschläuchen, deren einer nach den Enden zu verschmälert erscheint.

Fig. 9. 40/1. Stück eines Querschnittes, der durch das in Fig. 3 bei a. dargestellte Tochterknöllchen geführt wurde, mit seinen gelben Gerbstoffzellen. C. Cambium, B. Bastgruppe (Weichbast), X. Gefässgruppen, M. Mark. Bei S. Blattspurbündel. Die Punktirung in den Parenchymzellen deutet den Stärkegehalt an.

Fig. 10. 40/1. Stück eines ohngefähr radialen Längsschnittes durch eben dasselbe Knöllchen, R. Rinde, C. Cambium, X. Xylem, M. Mark.

Fig. 11. 180/1. Fragment eines Querschnittes durch eine alte Knolle, aus dem Xylem. g. Gefässgruppen, hp. Holzparenchym, Mst. Markstrahlen, M. Mark. In den Markstrahlen und im Holzparenchym einige intensiv gelben Inhalt führende Gerbstoffbehälter.

Fig. 12. 180/1. Fragmentchen eines Querschnitts durch die secundäre Rinde. C. Cambium, a. ältere, b. jüngere vom Cambium her gebildete Gerbstoffzellen mit gelber Tinction.

Fig. 13. 10/1. Hochblatt in Chromsäure liegend. Die gelben Linien deuten die Gefässbündel, die dunklen die schmal- und lang-schlauchförmigen Gerbstoffschläuche an, welche jenen im Ganzen parallel gelagert sind.

Fig. 14—18. *Corydalis Halleri*.

Fig. 14. Entwickelte Knolle in natürlicher Grösse.

Fig. 15. Querschnitt derselben, welcher den normalen Bau zeigt. C. Holzcylinder. Peripherisch die gelbe Zone der Gerbstoffbehälter, dicht unter der Korkhaut liegend.

Fig. 16. Abnorme Knolle im Querschnitt mit 3 Maserbündeln, deren jedes von einer gelben Zone (Zone der gelben Gerbstoffidioblasten) umgeben ist. Ausserdem ist in der peripherischen Region der Knolle die Zone der ursprünglich vorhandenen gelben Gerbstoffidioblasten zu bemerken. a. b. c. sind die Holztheile der Maserbündel.

Fig. 17. Einzelnes Maserbündel 5fach vergrössert. x. Holztheil mit den punktförmigen Gefässgruppen, c. Cambium, d. Bastregion mit den punktförmigen Weichbastbündeln, e. die das Maserbündel umgebende Zone gelber Gerbstoffidioblasten.

Fig. 18. 180/1. Stück eines Querschnitts durch die peripherische Zone der Rinde. a. oberflächliche Schicht in radialer Richtung zusammengedrückter Zellen mit verkorkter Wandung, b. und c. Gerbstoffbehälter.

Fig. 19—25. *Corydalis pumila*.

Fig. 19. 1/1. Knöllchen im entwickelten Zustande (Sommer).

Fig. 20. 1/1. Querschnitt desselben. Peripherisch eine Zone gelber Idioblasten.

Fig. 21. 1/1. Ein junges Knöllchen von *Corydalis pumila* im Herbst, mit einem Knöspchen versehen, das im nächsten Frühjahr austreiben wird.

Fig. 22. 10/1. Etwa medianer Längsschnitt durch dasselbe Knöllchen; a. vertrockneter Rest des in diesem Jahre getriebenen Laubsprosses; b. Knospe, die im nächsten Frühjahr austreiben wird. In der Mitte sieht man den schmalen Centralcylinder, der im oberen und unteren Theile reichlicher als an den übrigen Stellen gefärbte Gerbstoffidioblasten enthält und darum an diesen Stellen mit ziemlich intensivem Gelb tingirt erscheint. Rechts und links vom Centralcylinder bemerkt man die mächtig entwickelte Innen-Rinde, deren Elemente in deutliche, quer zur Längsachse gestellte Reihen angeordnet sind. In diesem als Speicherorgan dienenden, sehr stärkereichen Gewebe finden sich nur wenige gelbe Zellen eingestreut, daher fehlt selbst eine schwache Gelbfärbung dieses Gewebstheiles. Dagegen enthält die Aussenrinde G. zahlreiche Gerbstoffidioblasten mit leuchtend gelbem Farbstoff, ist daher als deutlich gelbe Schicht sofort zu erkennen.

Fig. 23. 180/1. Fragment eines extra-axilen Längsschnittes durch ein Knöllchen von den Dimensionen der Figur 1. C. C. Cambium, P. P. Holzparenchym, R. R. secundäre Rinde. Man sieht die gelben Gerbstoffidioblasten z. Th. im Holzparenchym, z. Th. in der Rinde zerstreut.

Fig. 24. 180/1. Theil eines Querschnittes durch den Stengel. Die rothen Zellen in Rinden- und Markparenchym repräsentiren Gerbstoffidioblasten.

Fig. 25. 180/1. Fragment eines Längsschnittes durch die Rinde aus der dicht über dem Boden befindlichen Stengelregion, mit 2 ziemlich bedeutend gestreckten, rothen Gerbstoffidioblasten.

Tafel II.

Adlumia cirrhosa.

Fig. 1. 180/1. Querschnitt durch ein junges, etwa 1 Millim. dickes Seitenwürzelchen unter verdünnter Chromsäure betrachtet. Es sind 9 durch das Reagens gebräunte, ursprünglich farblose Gerbstoff-Idioblasten a. im Rindentheile getroffen. Dem Centralcyliinder fehlen diese Bildungen.

(Bei b. sind 2 zufällig abnorme, im Collabiren begriffene, stark rothbraun tingirte Parenchymzellen vorhanden.)

Fig. 2. 180/1. Stück eines Querschnittes durch ein etwas älteres, bereits mit secundärem Dickenzuwachs versehenes, etwa 2 Millim. dickes Würzelchen, in Chromsäure liegend. G. G. die diametral diarchen, in der Mitte zusammenstossenden Gefässgruppen. Vor der Kante einer jeden Platte ein sehr breiter Hauptmarkstrahl, an den Flanken derselben je ein Hauptgefässbündel (H. H.) C. C. C. = Cambium, Sch. Sch. = Schutzscheide. In den Gewebstheilen zwischen Schutzscheide und Cambium liegen Gerbstoff-idioblasten verschiedenen Alters und daher verschiedener Grösse. Ausserhalb der Schutzscheide, in der primären Rinde liegen gleichfalls einige grössere primäre Idioblasten pr. I.

Fig. 3 u. 4. 180/1. Fragmente eines und desselben Tangentialschnittes durch dasselbe junge 1 Millim. dicke Würzelchen, von dem der Querschnitt in Fig. 1 genommen ist. Der Schnitt ist etwa in der Richtung der Pfeile von Fig. 1 geführt und liegt, um die Idioblasten sichtbar zu machen, in Chromsäurelösung. Man sieht die Idioblasten bei Fig. 3 u. 4 b zu mehreren in Längsreihen über einander gestellt.

Fig. 5. 180/1. Stückchen eines Tangentialschnittes durch die primäre Rinde einer Wurzel von der Grösse der in Fig. 2 im Querschnitt abgebildeten. Man sieht, wie die Gerbstoffidioblasten gegen das jüngere Stadium (Fig. 3 u. 4) in tangentialer Richtung viel stärker geweitet sind (in Chromsäure liegend).

Fig. 6. 180/1. Stück eines radialen Längsschnittes durch eine 3½ Millim. dicke Wurzel. G. Gefäss, C. Cambium, B. Bastparenchym mit durch Chromsäure gebräunten Gerbstoff-Idioblasten. Beiderlei Elemente sind mit Streifung versehen.

Fig. 7. 180/1. Stück eines Querschnitts durch den Stengel von *Adlumia* mit einem Gefässbündel. R. primäre Rinde mit einem grossen rothen Idioblasten. S. S. Schicht verdickter, dem Gefässbündel nach aussen vorgelagerter Zellen. B. B. Phloemtheil. H. Xylemtheil des Gefässbündels. C. C. Markscheide. M. Mark. In Mark und Markscheide gelbe, im Bast englumige rothe Idioblasten.

Fig. 8. 180/1. Stück eines Tangentialschnittes durch die primäre Rinde des Stengels mit mehreren rothen Idioblasten.

Fig. 9. 180/1. Tangentialschnitt aus der Region B. B. der Fig. 7 mit langen und schmalen rothen Idioblasten.

Fig. 10 u. 11. 180/1. Idioblasten aus dem Mark des Stengels, farblos, durch Chromsäure gebräunt.

Fig. 12. 180/1. Idioblast von gelblicher Färbung aus der Markkrone des Stengels.

Fig. 13. ca. 40/1. Junges Blatt mit zahlreichen blutroth gefärbten Idioblasten.

Tafel 3.

Fig. 1—6. *Fumaria officinalis*.

Fig. 1. 180/1. Stück aus dem Assimilationsgewebe vom Blattstiel eines Cotyledons mit einem anthocyanrothen Idioblasten, der die umgebenden Parenchymzellen an Länge und Dicke übertrifft.

Fig. 2. 180/1. Stück aus dem Mesophyll der Blattspreite eines Cotyledons mit 2 anthocyanrothen Idioblasten, die die umgebenden Parenchymzellen an Grösse nur wenig übertreffen.

Fig. 3a. 180/1. Idioblast aus dem Mesophyll des Laubblattes.

Fig. 3b. 180/1. Hälfte eines lang zugespitzten Idioblasten ebendaher.

Fig. 4. 20/1. Oberes äusseres gesporntes Blumenblatt.¹⁾ Die langen roth gefärbten Linien, welche von der Basis ausgehend im Bogen sich nach dem Ende zu wenden, bezeichnen den Verlauf der sehr langen rothen Gerbstoffidioblasten, die schwarzen Linien die Gefässbündel.

Fig. 5. 20/1. Das untere äussere Blumenblatt von der Seite gesehen, mit mehreren sehr langen rothen Gerbstoffidioblasten ausgestattet.

Fig. 6. Stückchen eines der langen Gerbstoffschläuche der Fig. 6 stärker vergrössert, mit den darüber liegenden Epidermiszellen.

Fig. 7—13. *Corydalis ochroleuca*.

Fig. 7—10. 180.1. Fragmente von Radialschnitten durch die primäre Rinde eines jungen, etwa 1½ Millim. dicken Hauptwürcelchens, die verdickten und gefärbten Gerbstoffidioblasten zeigend. In Fig. 7 ein sehr langer, an beiden Enden zugespitzter, mit dicker, poröser, geschweift-gezählter Wandung versehener, gelber und ein kurzer nicht verdickter rother Schlauch.

Fig. 8. Drei kürzere, dickwandige Idioblasten in eine Reihe gelagert. Fig. 9. an einem Ende zugespitzter, am andern abgestutzter Schlauch. Fig. 10. prismatischer Schlauch.

Fig. 11. 300/1. Querschnitt durch einen ziemlich bedeutend verdickten Idioblasten mit Porenkanälen.

Fig. 12. 20/1. Querschnitt durch einen 5 mill. dicken Stengel, die Anordnung der farbstoff-führenden Gerbstoffschläuche zeigend. Die mit dunklem Contour umzogenen sind die verdickten. Sie

¹⁾ Das lippenförmige Ende ist so gezeichnet, wie es sich in Folge des Auflegens des Deckglases präsentirte, in natürlicher Lage hat es etwas andere Form.

liegen in einer annähernd ringförmigen Zone, gehen aber auch in die grossen Markstrahlen und ins Mark hinein.

Fig. 13. 40/1. Hälfte eines Querschnitts durch das bereits mit secundärem Zuwachs versehene hypocotyle Glied einer jungen Pflanze. E. E. Epidermis. R. R. primäre Rinde mit zahlreichen rothen Gerbstoffbehältern; die in der Nähe der Epidermis gelegenen sind zartwandig, die mehr nach innen gelegenen verdickt. S. S. Schutzscheidenregion. Innerhalb derselben beim Dickenwachsthum aus dem Cambium entstandene gelbe Gerbstoffbehälter.

Fig. 14. *Fumaria muralis*.

Fig. 14. 80/1. Stück eines Idioblasten aus dem Mark des Stengels, mit verdickter, poröser Wand.

Fig. 15—16. *Dielytra spectabilis*.

Fig. 15. 180/1. Radialschnitt aus der Partie dicht unterhalb des Vegetationskegels. G. G. Blattspuren. Die dunkeln Zellen junge Gerbstoffidioblasten.

Fig. 16. 180/1. Radialschnitt durch ein noch sehr junges, kaum erst durch die Rinde der Mutterwurzel durchgebrochenes Seitenwürzelchen, in Goldchloridnatrium liegend. Der Schnitt zeigt, dass die Gerbstoffschläuche schon in dem jüngsten Theil der Würzelchen angelegt werden, und dass sie hier schon, wie in den späteren Stadien des Organs, theilweise continuirliche, zwei bis mehrgliedrige Reihen bilden. Bei a und b sind die Reihen nur 2gliedrig, bei c d e 3gliedrig, bei f 4gliedrig. Ausserdem sind einige isolirte Behälter getroffen.

Fig. 17—18. *Parietaria diffusa*.

Fig. 17. 60/1. Querschnitt durch ein etwa 1 Mill. dickes Stengelchen. Man sieht, dass die rothes Anthocyan führenden Gerbstoffidioblasten zum grossen Theil im Grundgewebe, vorzugsweise in der Nähe der Gefässbündel, z. Th. aber auch in diesen selbst liegen.

Fig. 18. 260/1. Etwa radial geführter Schnitt durch ein 2 Millim. dickes Stengelchen, nur theilweis gezeichnet. In der Rinde R eine Gerbschlauchreihe, aus 4 Zellen bestehend. S. verdickte weithumige Zelle der Scheide, an welche sich nach innen zu eine schmalere Gerbschlauchreihe a anschliesst. B aus dem Bast, mit 2 Idioblasten von schmaler Form. H. Gruppe von Tracheiden (t) und Holzzellen (h), von welchen letzteren zwei Gerbstoff und rothes Anthocyan führen.

Fig. 19—22. *Parnassia palustris*.

Fig. 19. 180/1. Stück von der Epidermis der Unterseite eines Laubblattes. Es zeigt 4 farblose, stark lichtbrechende Gerbstoffidioblasten, welche an Volumen die umgebenden gewöhnlichen Epidermiszellen ums Zwei- bis Mehrfache übertreffen und auch im Ganzen auffälligere Buchtungen erkennen lassen.

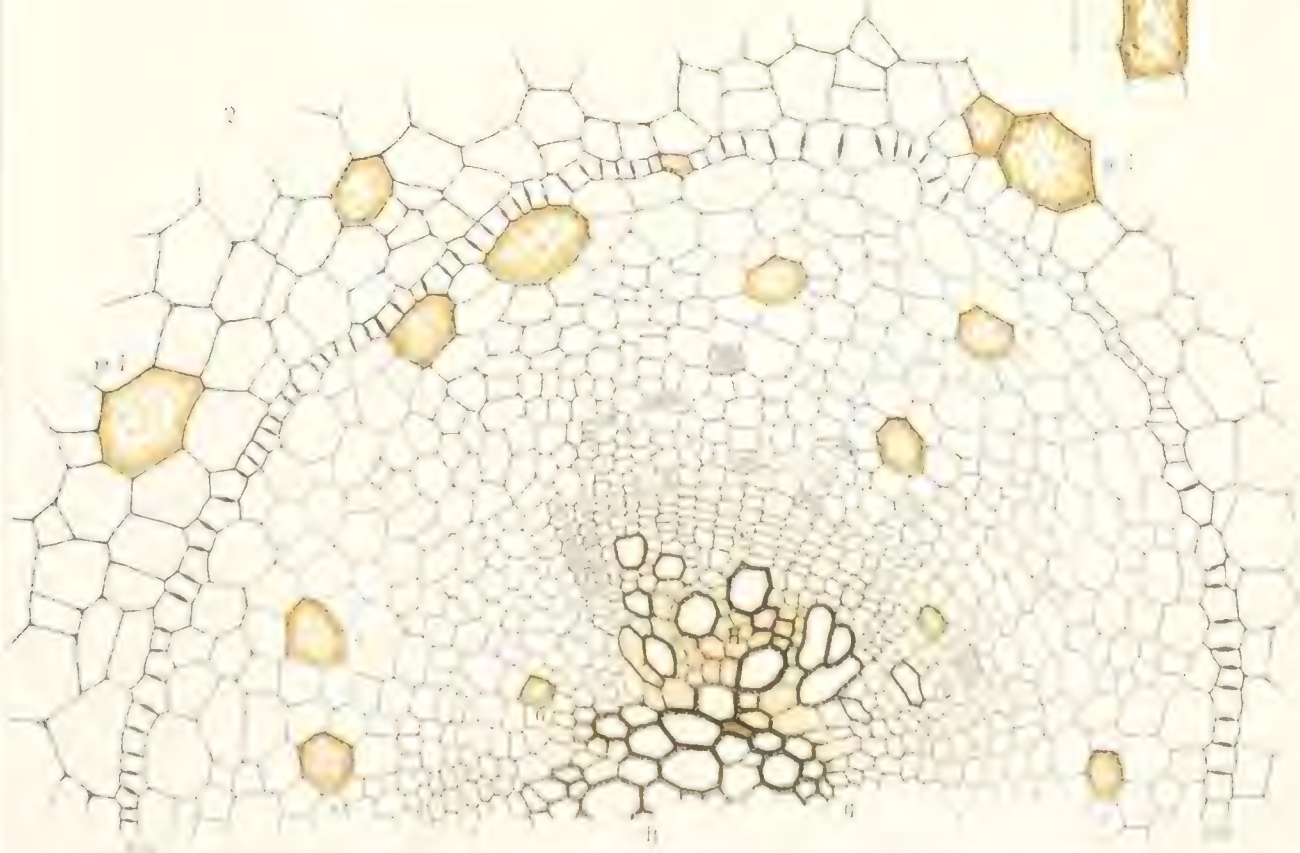
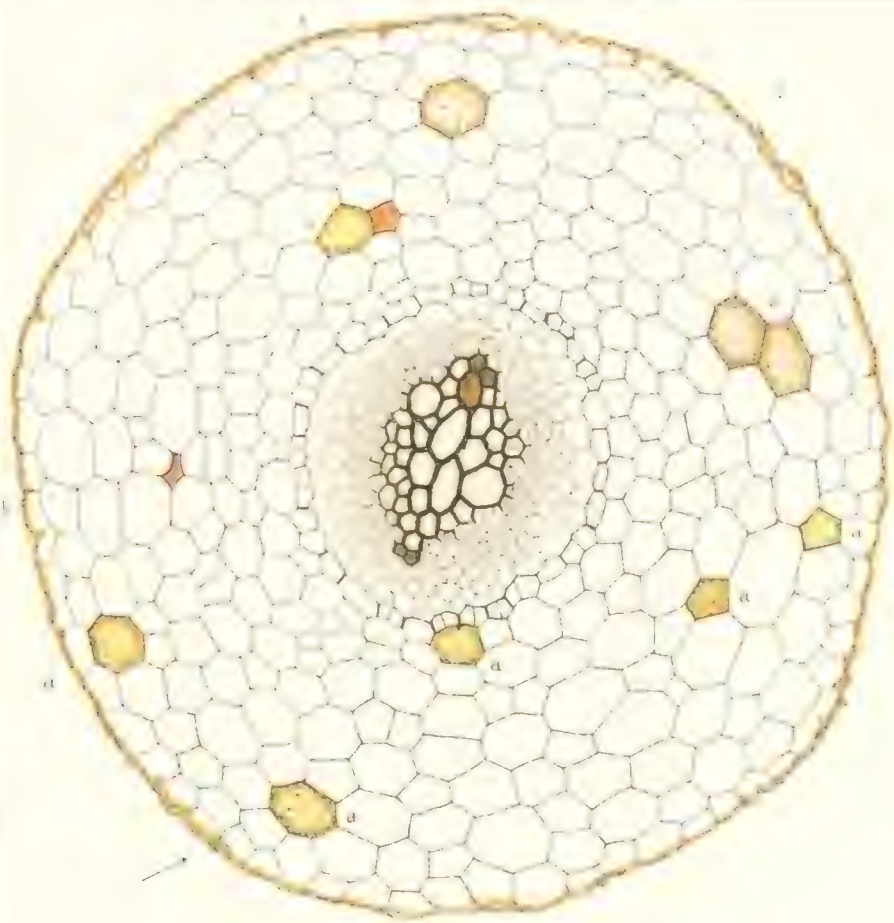
Fig. 20. 180/1. Stück von der Epidermis der röthlich gefärbten Fruchtknotenwand. Die Gerbstoffidioblasten sind voluminöser, als die umgebenden Elemente und besitzen rothen Gerbstoff.

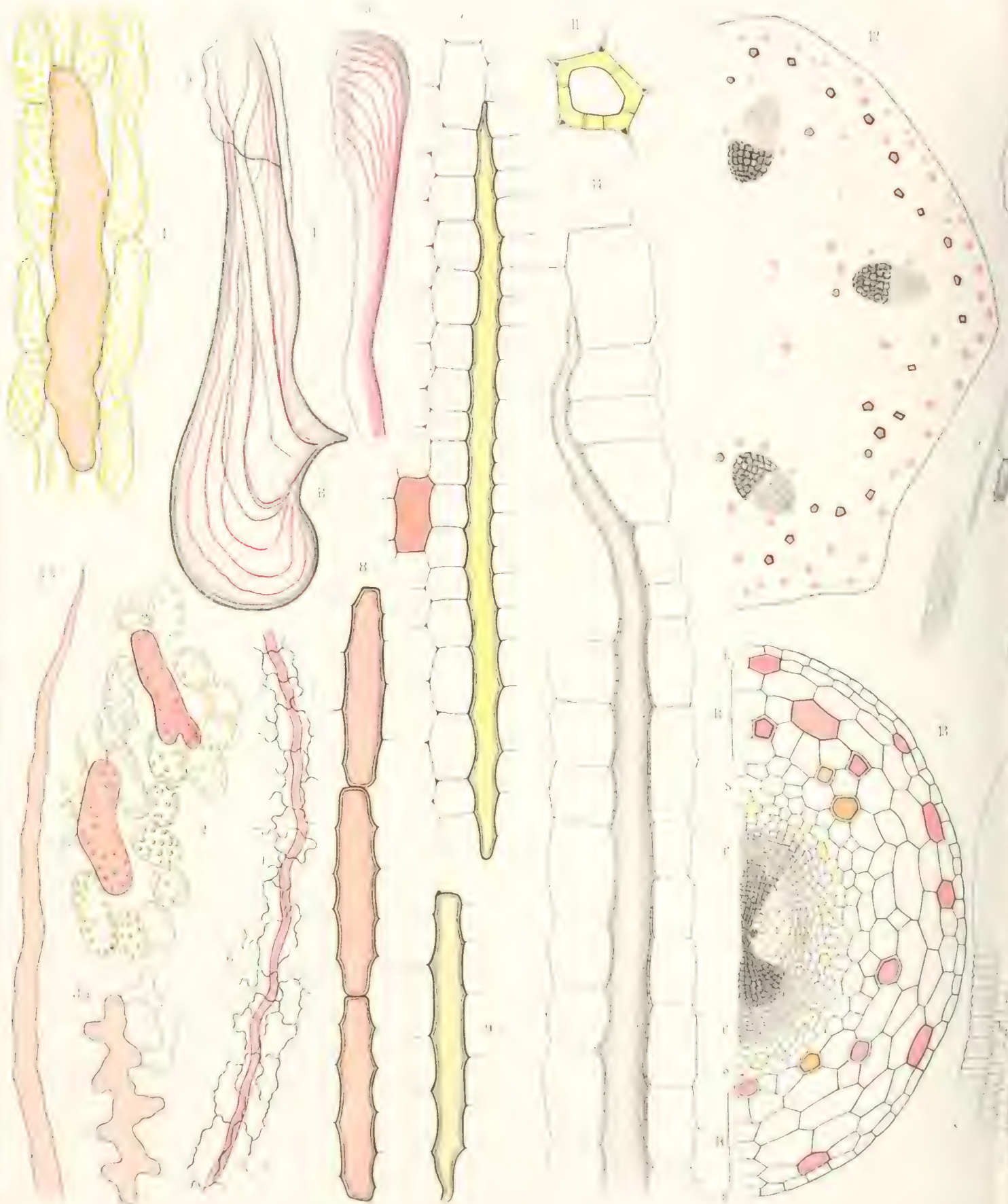
Fig. 21. 180/1. Epidermisstück von der rothgefärbten Basalregion des Blüthenschaftes mit rothgefärbten Gerbstoffidioblasten, die untersten bei A kurz, die weiter oben gelegenen bei B strecken sich etwas mehr.

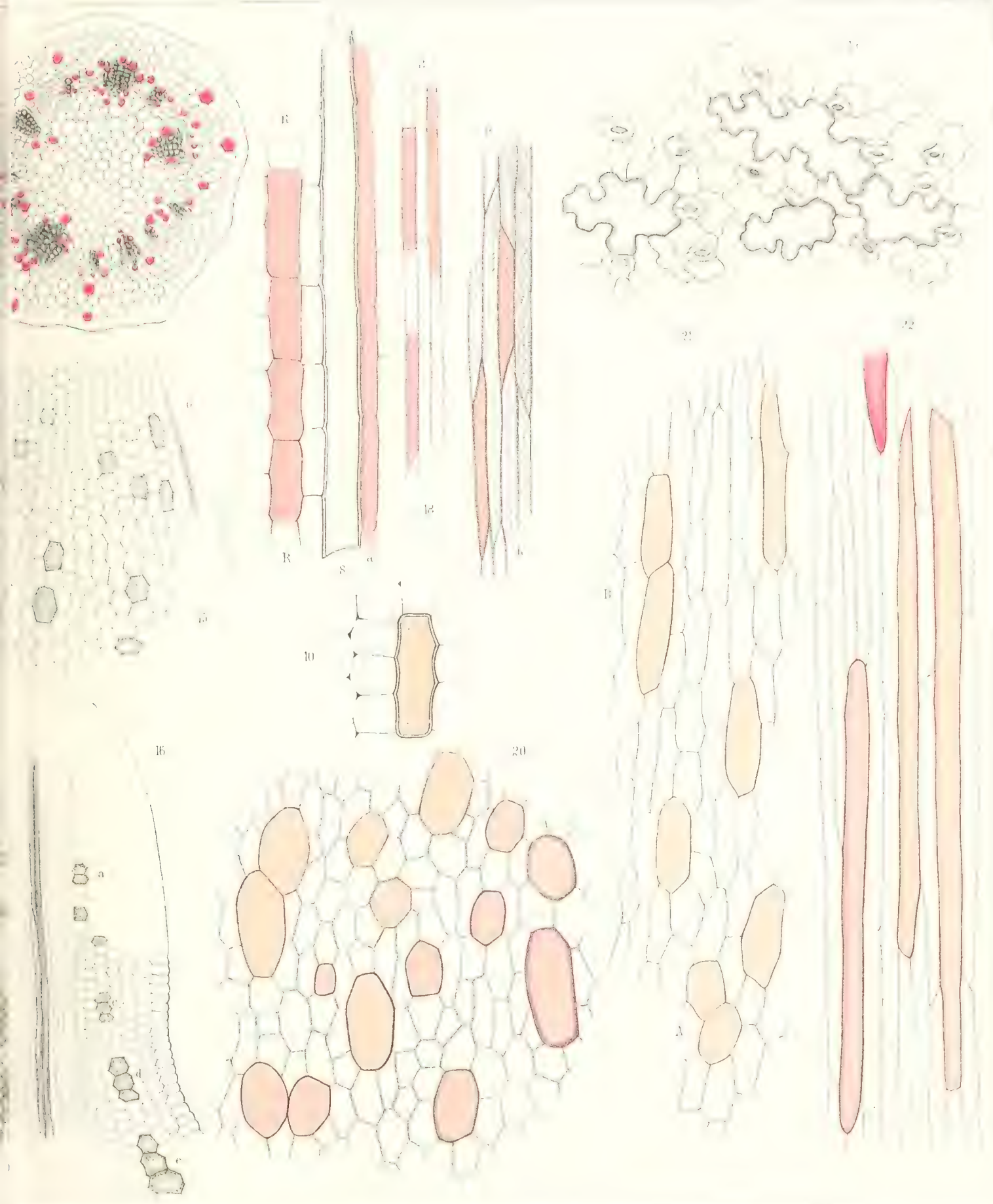
Fig. 22. 180/1. Epidermisstück von einer mehr nach dem Laubblatte zu gelegenen Region des rothgefärbten Blüthenschaftes. Gerbstoffidioblasten mit rothem Gerbstoff und, entsprechend den übrigen Epidermiselementen, von starker Streckung.











ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bibliotheca Botanica - Original-Abhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Botanik](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Zopf Wilhelm Friedrich

Artikel/Article: [Über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen und einiger anderen Pflanzen 1-40](#)