# FLORA.

## №. 25.

**Regensburg.** Ausgegeben den 27. August. **1867.**

**Inhalt.** Dr. W. Uloth: Ueber die Wachsbildung im Pflanzenreich. Mit Tab. VII. — Literatur. — Verkaufsanzeige.

## Ueber Wachsbildung im Pflanzenreich.

Von Dr. W. Uloth in Nauheim.

Mit Tab. VII.

### 1. *Acer striatum* Du Roi.

*Acer striatum* Du Roi (*A. pensylvanicum* L.) verdankt seinen Namen den weissen Streifen, welche seine Rinde der Länge nach überziehen und ihr dadurch ein eigenthümliches Ansehen verleihen.

Im hiesigen Park sind zahlreiche Exemplare dieses schönen Baumes angepflanzt und wurde es mir hierdurch möglich, ein reichliches Material zum Studium der Entwickelungsgeschichte jener Streifen zu erhalten.

Bei genauerer Betrachtung zeigte es sich, dass sich die Streifung nicht an einjährigen Trieben findet, sondern erst im zweiten Jahre auftritt und sich bis zum achten oder zehnten fortsetzt, und zwar so, dass an zweijährigen Trieben die Streifen schmal und in geringerer Anzahl mit einer gewissen Regelmässigkeit vorhanden sind, dann aber mit jedem Jahr an Zahl und Breite zunehmen, so dass die ältesten mit einem weissen Mantel umhüllt sind.

Die Substanz, aus welcher diese Streifen bestehen, erweist sich als eine der Rinde fest anhängende, dieselbe schorfartig



Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0387-5

überziehende, weisse, härtliche und spröde Masse, die sich leicht mit dem Messer abschaben lässt.

Sie löst sich weder in kaltem noch in kochendem Wasser, schmilzt aber in letzterem und kann auf diese Weise von den beigemengten Rindentheilen durch Ausschmelzen getrennt werden.

Kalter Alkohol löst wenig auf, kochender dagegen löst die Substanz vollständig; beim Erkalten scheidet sie sich in kleinen warzenförmigen Krystallmassen ab, deren Krystallform indessen nicht genau bestimmbar war. Concentrirte Lösungen erstarren zu einer gallertartigen krystallinischen Masse.

Aether und noch leichter Chloroform lösen sie schon in der Kälte und noch leichter beim Kochen.

Zur genauen Ermittelung des Schmelzpunktes und der chemischen Zusammensetzung habe ich eine grössere Menge dieser Substanz rein dargestellt und zwar ist mir dies auf zwei Wegen gelungen. Nämlich:

1) Durch wiederholtes Ausschmelzen mit Wasser. Zu dem Zwecke übergiesst man die abgeschabte oder abgeschälte und fein geschnittene Rinde in einem schmalen und hohen Gefäss mit so viel Wasser, dass dasselbe über der Rinde steht, erhitzt dies auf 80—85° C., erhält es einige Zeit auf dieser Temperatur und lässt dann ruhig erkalten. Es bilden sich hierbei zwei Schichten, von denen die untere die Rindentheile enthält, die obere aus einer grauen oder grünlichen harten wachsartigen Masse besteht. Die letztere muss dann so oft noch auf ähnliche Weise ausgeschmolzen werden, bis sie rein und farblos ist.

2) Etwas umständlicher aber sicherer und ausgiebiger ist folgende Methode.

Man kocht die Rinde mit Alkohol aus, giesst die Flüssigkeit von den Rindentheilen ab und lässt erkalten; die, durch das sich ausscheidende Wachs, mehr oder weniger gelatinöse Flüssigkeit filtrirt man und krystallisirt das auf dem Filter bleibende Wachs so lange auf ähnliche Weise um, bis es farblos ist, löst es dann in kochendem Aether, filtrirt noch heiss und destillirt den Aether bis auf $^1/_4$ des ursprünglichen Volumens ab. Der Rückstand erstarrt zu einer weissen wachsartigen Masse [1]).

1) Der von dem abgeschiedenen Wachs abfiltrirte Weingeist enthält eine Substanz aufgelöst, welche sich bei vorsichtigem Verdunsten in kleinen gelblichen Nadeln abscheidet. Dieselbe ist ein Glucosid und ist entweder Quercitrin oder ein demselben sehr nahestehender Körper. Bis jetzt ist es mir nicht gelungen, grössere Quantitäten zu erhalten.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0388-1

Diess stellt die reine Substanz dar. Sie schmilzt bei 70—72° C., verkohlt bei stärkerem Erhitzen und verbrennt ohne allen Rückstand; löst sich vollständig in kochendem Alkohol und Aether; die Lösungen sind neutral. Sie verseift weder mit kalter noch mit kochender wässeriger oder weingeistiger Kalilösung; ebenso nicht mit schmelzendem Kali oder Natron-Kali. Schwefelsäure und Salzsäure sind ohne Wirkung, rauchende Salpetersäure oxidirt das Wachs erst nach längerer Einwirkung. Beim Kochen mit Wasser entwickelt das Wachs einen angenehmen honigartigen Geruch; bei Kochen mit Wasser unter erhöhtem Druck findet weder eine Zersetzung, noch Destillation des Wachses statt.

Die Analyse gab folgende Resultate:

I. 0,572 Grm. der geschmolzenen Substanz gab mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt:

1,6049 Kohlensäure und 0,4012 Wasser.

II. 0.317 Grm. gab: 0,882 Kohlensäure und 0,223 Wasser.

Diese Zahlen geben in 100 Theilen:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Kohlenstoff: | 76,52 | 75,87 |
| Wasserstoff: | 7,79 | 7,81 |
| Sauerstoff: | 15,69 | 16,32 |
| | 100,00 | 100,00 |

Aus diesen Analysen lässt sich als der einfachste Ausdruck die Formel: $C_{16} H_{16} O_4$ berechnen.

| | In 100 berechnet: | | Gefunden: | |
|---|---|---|---|---|
| Kohlenstoff: | 156 | 76,470 | 76,52 | 75,87 |
| Wasserstoff: | 16 | 7,843 | 7,79 | 7,81 |
| Sauerstoff: | 32 | 15,685 | 15,68 | 16,32 |
| | 204 | 100,000 | 100,00 | 100,00 |

Die oben angegebenen Eigenschaften (Schmelzpunkt, Löslichkeit in Alkohol und Aether etc.) sowie die Resultate der Analyse lassen wohl keinen Zweifel darüber, dass die untersuchte Substanz ein Pflanzenwachs ist, ähnlich dem von *Ceroxilon Andicola*, *Myrica cerifera* u. A.

Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, die chemische Constitution des Wachses festzustellen.

Die mitgetheilte empirische Formel zeigt nur, dass es, wie alle anderen Wachsarten, reich an Kohlenstoff und arm an Sauer-



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0389-9

stoff ist, und — wie aus dem Folgenden hervorgehen wird — unter Abgabe von Sauerstoff aus Cellulose entstanden ist.

Durch die Untersuchungen von Kützing, Mohl, Karsten, Schleiden und namentlich von Wigand ist dargethan worden, dass die Substanzen, welche früher unter der allgemeinen Bezeichnung „Secretionsproducte" in den botanischen Lehrbüchern aufgeführt wurden, meist Producte einer Metamorphose der Cellulose sind. Sie enthalten entweder Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältniss wie im Wasser (Kohlenhydrate) und sind der Cellulose isomer zusammengesetzt (Dextrin, Gummi), haben aber durch Umlagerung der Zellstoffmolecüle andere physikalische und chemische Eigenschaften erhalten, oder sie enthalten Wasserstoff und Sauerstoff nicht in dem Verhältniss, wie im Wasser, sie sind arm an Sauerstoff und nähern sich sowohl in ihrer Zusammensetzung in ihren Eigenschaften den Kohlenwasserstoffen (wie Harz, Wachs und Fett).

Das Wachs soll sich nach dem bisher Bekannten theils im Inhalt der Zellen bilden, theis soll es die Oberfläche der Pflanzentheile überziehen. Im ersteren Eall ist das in den Zellen enthaltene Stärkmehl, sowie der im Zelleninhalt gelöste Zucker das Substrat für das Wachs, im zweiten Fall die Cellulose der Zellenmembran und deren Verdickungsschichten.

Nach Wigand verwandelt die Cuticula sich unter Umständen in Wachs. Karsten fand, dass der aus Harz und Wachs bestehende Ueberzug von *Ceroxylon* und *Klopstockia*, ebenso wie der der Früchte von *Myrica caracasana* aus einer Umwandlung der Cuticula und den Cuticularschichten hervorgehe.

Ich gehe nun zu der Mittheilung meiner Beobachtungen über die Wachsbildung bei *Acer striatum* über.

Ein junger kaum aus der Knospe entwickelter Trieb zeigt auf dem Querschnitt nach Aussen die Epidermis als eine einfache Reihe ovaler Zellen, deren Aussenwand mit einer zarten Cuticula überzogen ist. (Fig. 1).

Die innere Hauptmasse bildet ein Parenchym, dessen äussere Reihen aus ziemlich regelmässigen sechsseitigen und chlorophyllhaltigen Zellen, dessen innere aber aus grösseren rundlichen und mehr oder weniger stärkmehlhaltigen Zellen bestehen; beide Schichten werden durch in einem Kreise stehende hellere Flecken, die Cambialstränge, von einander getrennt und durch diese in ein axenständiges und ein peripherisches Parenchym getheilt. Bei weiterer Entwicklung findet bald eine deutlichere Differen-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0390-2

zirung der Gewebeschichten statt; die Cambialstränge verwandeln sich nach der Axe des Triebes hin in Holzbündel, welche das centrale Parenchym als Mark umschliessen und nach der Peripherie hin in Bastbündel, die von dem peripherischen Parenchym als Rinde umschlossen werden. In der vorliegenden Untersuchung werden uns nur die Zellen der grünen zelligen Rindenschicht beschäftigen und will ich daher auch nur deren Veränderungen während des Wachsthums beschreiben, mit Bezug auf die weitere Eetwicklung der übrigen Gewebeschichten aber nur im Allgemeinen bemerken, dass dieselbe von der bei ähnlichen Holzgewächsen nicht abweicht. Von anderen Ahornarten findet nur eine Abweichung in der Anordnung und dem Wachsthum der Bastbündel statt; dieselben entwickeln sich in weit grösserer Menge; die Gruppen des zuerst gebildeten Bastrings sind kleiner an Umfang und liegen weiter auseinander, als die der inneren Ringe, bei denen sie namentlich länger sind und sich einander mehr nähern, so dass die innersten geschlossene Ringe bilden. Durch die fortwährende Erzeugung neuer Bastringe rücken die äusseren immer weiter nach Aussen und werden gleichzeitig weiter von einander entfernt; hierdurch entstehen keilförmige Bastmassen, deren Spitzen nach Aussen gerichtet sind.

Auf der inneren Fläche der primären Aussenwand der Epidermis lagern sich ziemlich rasch und zwar schon, bevor das erste Internodium vollständig entwickelt ist, dem Verlauf der Membran parallele secundäre Verdickungsschichten ab, die aus einer farblosen, weichen Cellulosemasse bestehen. Anfangs erstrecken sie sich nur auf die Aussenwand, später aber aueh auf die Seitenwände.

In diesen ersten Stadien zeigen die secundären Ablagerungen ein schichtenartiges Gefüge, welches namentlich nach Behandlung mit Mineralsäuren deutlich hervortritt (Fig. II). Die Schichten neigen sich über die Nähte der zusammenstossenden Seitenwände und häufig umschliessen die äusseren Schichten zwei ineinandergeschachtelte Generationen (Fig. III a u. b), die dadurch entstanden sind, dass sich die Mutterzelle, nachdem ihre Aussenwand bereits sich zu verdicken begonnen hatte, nochmals theilte. Von Porenkanälen sind sie nicht durchzogen.

Die Umrisse der einzelnen Zellen sind jetzt noch deutlich zu erkennen, namentlich auch die Fortsetzung der primären Seitenwände durch die Verdickungsschichten (Fig. II).

Ebenso wie in den Epidermiszellen beginnt auch eine Ver-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0391-8

dickung der Wandungen der Zellen der grünen zelligen Rindenschicht; dieselbe erstreckt sich namentlich auf die 9—12 äussersten Zellenreihen, wodurch sich diese dann ziemlich scharf von dem der Bastschicht naheliegenden, aus dünnwandigen, rundlichen und grösseren Zellen bestehenden Parenchym abgrenzen.

Gegen chemische Reagentien verhalten sich die Verdickungsschichten der Epidermis sowohl wie die übrigen Zellen wie Cellulose; Schwefelsäure und Jod oder Chlorzinkjod färbt sie nach kurzer Einwirkung blau; in verdünnten Mineralsäuren quellen sie etwas auf und lösen sich vollständig in concentrirten. Salpetersäure färbt nur matt gelb. Alkalien bringen keine Veränderung hervor.

Mit Bezug auf den Inhalt dieser Zellenschichten will ich bemerken, dass sie ausser Chlorophyll und Stärkmehl noch viel Gerbstoff und gerbstoffartige Verbindungen enthalten und zwar sind diese letzteren namentlich in den äusseren Zellenreihen enthalten.

Die geschilderten Verhältnisse bleiben dieselben, bis etwa zu der Zeit, in der die ersten Laubblätter sich vollständig entwickelt haben, dann beginnt zunächst in den Epidermiszellen eine auffällige Veränderung.

Die einzelnen Umrisse der Zellen verschwinden allmälig, ebenso wie das schichtenartige Gefüge der Verdickungsschichten, welches, selbst bei Anwendung von Säuren oder Alkalien, nicht mehr zu erkennen ist; es findet eine vollständige Verschmelzung der Zellenwandungen und deren Verdickungsschichten statt. Das Zellenlumen wird immer enger und verschwindet bald ganz, gleichsam als ob die ganze Masse zusammenflösse. Durch genaue Messungen habe ich mich überzeugt, dass dieser Prozess von einem Aufquellen der einzelnen Theile begleitet ist. Die Epidermis erscheint jetzt auf dem Querschnitt als ein breites, zusammenhängendes, farbloses, glänzendes und durchscheinendes Band (Fig. IV und V). Die die Epidermis überziehende eigentliche Cuticula wird nicht in Wachs verwandelt, sie kann dem Dickenwachsthum des Triebes nicht folgen, reisst deshalb auf und wird abgestossen.

Die Umwandlung der Epidermis schreitet von Aussen nach Innen allmälig fort und zwar mit der Aussenwand beginnend, sich dann auf die Seitenwände und schliesslich auf die untere Zellenwand erstreckend. Man kann diesen Prozess, obgleich er ziemlich rasch verlauft, recht gut verfolgen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0392-4

Nachdem nun die Epidermis in dieser Weise cerificirt worden ist, erstreckt sich der Process auch auf die ersten Reihen des unter der Epidermis liegenden dickwandigen Parenchyms. In der ersten Vegetationsperiode werden in der Regel, ausser der Epidermis, noch zwei, seltener nur eine oder drei, Reihen des Parenchyms in Wachs umgewandelt und zwar schreitet auch hier der Prozess von aussen nach innen fort, jedoch langsamer als im Anfang.

Genau in dem Verhältniss in dem die vorherbeschriebene sichtbare Metamorphose in dem betreffenden Zelfenschichten statt findet, ändern sich auch die physikalischen und chemischen Eigenschaften derselben. Die Cellulose nimmt immer mehr die Eigenschaften des Wachses an, sie wird schmelzbar, löslich in kochendem Alkohol, in Aether und Chloroform, sie wiedersteht der Einwirkung starker Säuren und Alkalien, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure oder Chlorzink-Jod in ihrem äusseren bereits metamorphosirten Schichten gar nicht oder geblich, in ihrer inneren, der Rinde zugewendeten Seite nach längerer Einwirkung blau. Eisensalze färben das gebildete Wachs nicht.

In dem Vorhergehenden ist der Wachsbildungsprozes beschrieben, soweit er mikroskopisch wahrnehmbar ist; für das unbewaffnete Auge ist er in dieser ersten Periode kaum bemerkbar, indem man nur bei ganz genauer Betrachtung sieht, dass die Wachsschicht den jungen Trieb (a) als ein zusammenhängender, glatter und glänzender Cylinder überzieht, welcher alle Theile desselben mit einer schützenden Hülle umgiebt, die ihm dieselben Dienste leistet, wie die Korkhülle bei anderen Gewächsen. Nur hier und da, wo vereinzelte Korkwärzchen (Lenticellen) die Rindenschichten durchbrechen, springt die spröde Wachsschicht in deren nächster Umgebung ab und umgibt sie mit einem schmalen weissen Ring (Fig. VIII. a).

Fast gleichzeitig mit dem Beginn der Wachsbildung färbt sich die bisher grüne Rinde der jungen Triebe an den Stellen braunroth, auf welche das Licht direct einwirken kann; auf dem Querschnitt zeigt es sich, dass diese Färbung dadurch veranlasst wird, dass der Zelleninhalt der drei bis vier äussersten Zellenreihen braunroth gefärbt ist.

Bevor jene Färbung eingetreten und so lange die Rinde also noch grün gefärbt ist, enthalten diese Zellen sogenannten eisenbläuenden Gerbstoff.

Wird ein weingeistiger Auszug der Rinde mit einer wein-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0393-0

geistigen Bleizuckerlösung gefällt, der Niederschlag nach dem Auswaschen, in Alkohol vertheilt und mit Schwefelwasserstoff zerlegt, das Schwefelblei abfiltrirt und das Filtrat bei gelinder Wärme und möglichster Abhaltung der Luft zur Trockne abgedampft, so erhält man den Gerbstoff schon ziemlich rein als eine gelbliche amorphe Masse. Bei Behandlung mit Mineralsäuren scheidet sich ein rother harzartiger, in Wasser nicht, in Alcohol und Aether leicht löslicher Körper ab, welcher dem ähnlich zu sein scheint, den Rochleder aus dem Gerbstoff der Rosskastanie durch Behandlung mit Mineralsäuren erhalten hat; derselbe soll keine Spaltung in mehrere Producte erleiden, sondern es sollen Sauerstoff und Wasserstoff als Wasser auftreten.

Der Gerbstoff des *Acer striatum* scheint sich ähnlich zu verhalten; Zucker tritt wenigstens bei der Behandlung des Gerbstoffs mit Säuren neben dem rothen, harzigen Körper nicht auf. Beim Eindampfen des Gerbstoffs mit Aetzkali tritt unter den Zersetzungsproducten Phloroglucin auf. Durch Einwirkung des Sonnenlichts scheint dieselbe Zersetzung wie durch Mineralsäuren hervorgebracht zu werden. Es finden sich nämlich nur die Stellen der Rinde braunroth gefärbt, welche der Morgen- und Mittagssonne ausgesetzt sind, während die der untergehenden Sonne zugekehrten Stellen oder die untere Seite der Triebe völlig grün oder — bei älteren — nur schwach gefärbt sind. Da wo ein Blatt oder eine Knospe dicht aufliegt, wodurch also der Einfluss des Lichts auf die betreffende Stelle abgeschwächt wird, ist die Färbung ebenfalls unterbrochen. Wird ein Zweig so gebogen, dass seine grüne Seite dem Sonnenlicht ausgesetzt wird, so findet dann auch hier die Färbung statt.

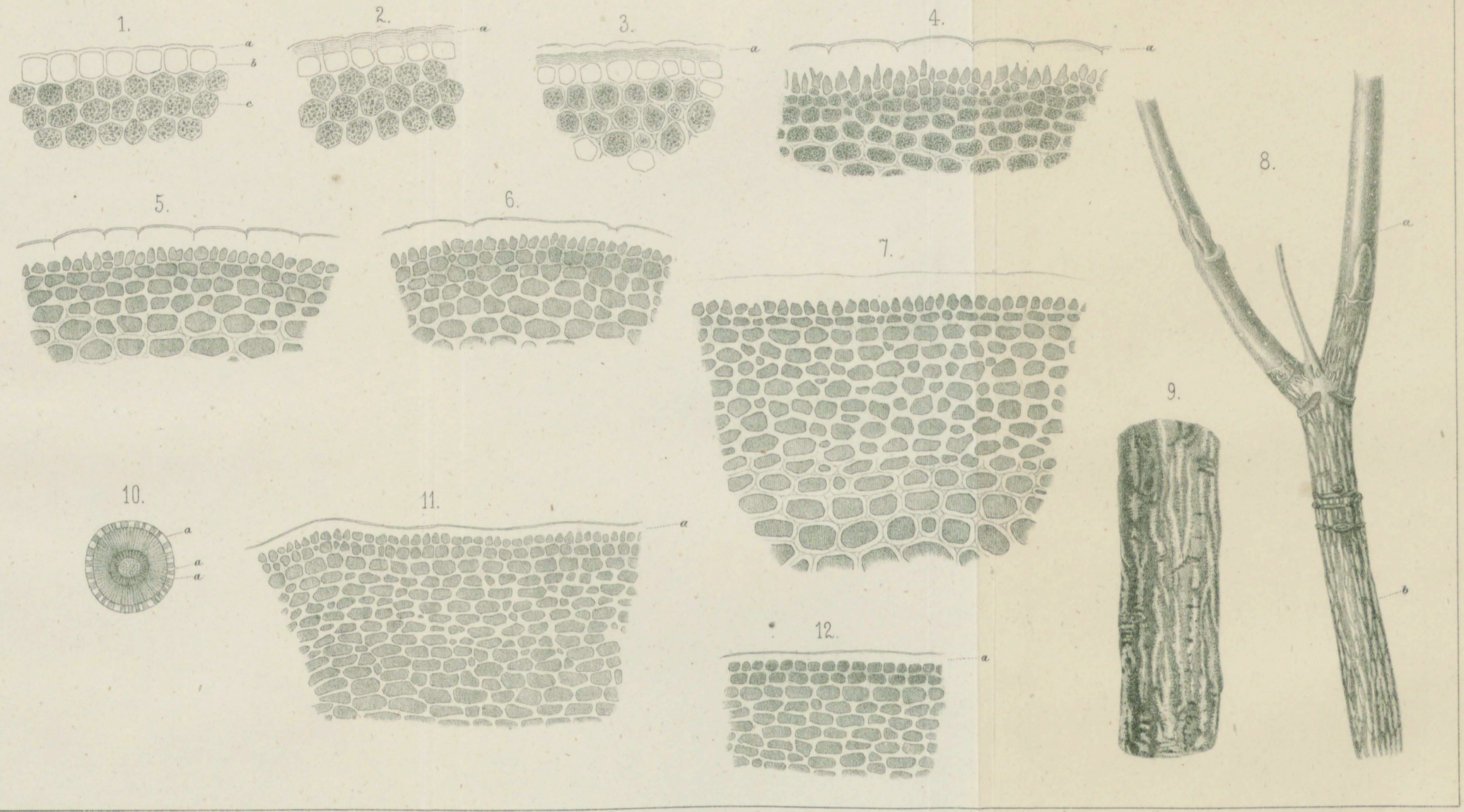
Es scheint mir nicht, als ob der Gerbstoff sich in irgend einer Weise bei der Wachsbildung betheilige, wie diess Blondeau [1]) von der Fettbildung im Fruchtfleisch der Oliven und neuerdings Wiessner [2]) von der Umwandlung der Cellulose in Harz vermuthete.

1) Erdmann und Marchand, Journal f. pract. Chemie Bd. XLVII. S. 411.

2) Ueber die Entstehung des Harzes im Innern der Pflanzenzellen. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissenschaften.

(Schluss und Tafel folgt.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0394-6




Uloth del.

A. Rauschenbach's lith. Anst. Rgsbg.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0581-1

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1867

Band/Volume: 50

Autor(en)/Author(s): Uloth Walter

Artikel/Article: Ueber Wachsbildung im Pflanzenreich 385-392