FLORA.

№ 27.

Regensburg. Ausgegeben den 11. September. **1867.**

Inhalt. Dr. W. Uloth: Ueber die Wachsbildung im Pflanzenreich. Mit Tab. VII. — G. De Notaris: Cronaca della Briologia Italiana. — Gelehrte Gesellschaften. — Verzeichniss der für die Sammlungen der königl. botanischen Gesellschaft eingegangenen Beiträge.

Ueber Wachsbildung im Pflanzenreich.

Von Dr. W. Uloth in Nauheim.

Mit Tab. VII.

(Schluss.)

Der Gerbstoff scheint bereits vor dem Beginn der Wachsbildung in den unter der Epidermis liegenden Zellenschichten vollständig zersetzt zu sein, was auch schon daraus hervorgeht, dass der rothgefärbte Inhalt der Zellen Eisenlösung zwar noch färbt[1]),

1) In den letzten Jahren hat man sich viel mit der Ermitteluug der physiologischen Bedeutung des Gerbstoffes beschäftigt und zu seiner Nachweisung meist die mit Eisensalzen entstehende Färbung und Fällung benutzt. Ich lasse es dahingestellt sein, ob dies Reagens ein genügendes Kriterium für die Anwesenheit des Gerbstoffes ist. Es ist bekannt, dass eine grosse Anzahl anderer organischer Verbindungen, die recht gut gemeinschaftlich mit Gerbstoff oder für sich allein in ein und demselben Pflanzentheil vorkommen können, diese oder so ähnliche Reactionen zeigen, dass sie unter dem Mikroskop nicht zu unterscheiden sind; z. B. Gallussäure, Salicin, Salicyl und salicylige Säure und deren Verbindungen; Quercitrin u. v. a., namentlich die Glucoside. Alle diese Substanzen färben sich mit Eisensalzen blau oder grün, theilen aber namentlich nicht die wesentliche Eigenschaft der Gerbstoffe, dass sie Leim fällen.

Wir können deshalb nicht mit Bestimmtheit annehmen, dass da, wo die Färbung mit Eisensalzen auftritt, auch Gerbstoff vorhanden ist oder war.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0419-4

Leimlösung aber nicht mehr fällt, während der farblose Inhalt der tieferliegenden Zellenschichten Leimlösung fällt.

Den Winter über, wie es scheint schon nach dem Abfall der Blätter, steht der Wachsbildungsprocess still, um mit dem zweiten Frühjahr von Neuem zu beginnen und zwar ganz in derselben Weise, wie er eben beschrieben wurde. Ebenso wie im ersten Jahr die Epidermis und ein bis zwei Reihen des verdickten Parenchyms metamorphosirt wurden, so geschieht es jetzt mit einigen, in der Regel zwei, weiteren Zellenreihen. Die verdickten Membranen verwandeln sich auch von Aussen nach Innen allmälig in Wachs, mit der der Epidermis zugewandten Hälfte beginnend; es findet auch ein Zusammenfliessen der Zellen statt, so dass sie schliesslich, ebenso wie die vorjährige Production, ein breites Wachsband bilden (Fig. VI und VII).

So wiederholt sich dieser Process mit jedem Frühjahr in derselben Weise, bis das äussere, 9—12 Zellenreihen starke Parenchym metamorphosirt ist und die Korkbildung beginnt. In der Regel dauert die Wachsbildung während 8—10 Jahren fort.

Der Bildungsheerd für den Kork ist die erste Reihe des auf die Wachsschicht folgenden dünnwandigen Parenchyms. Sie beginnt an einzelnen Stellen und schreitet allmälig im ganzen Umfang der Rinde fort. So viel ich aus meinen Beobachtungen über die Entwicklung der Korkzellen schliessen kann, theilt sich die Mutterzelle durch eine horizontale Scheidewand in zwei gleich grosse tafelförmige Tochterzellen, von denen die obere verkorkt, die untere sich wieder in derselben Weise theilt, so dass die gebildeten Korkzellen in verticalen Reihen übereinander

---

Es scheint mir sehr gewagt, auf diese Reaction, welche für sich allein noch nicht einmal einen qualitativen Werth hat, ein so grosses Gewicht zu legen.

Gallussäure kommt zwar — und wahrscheinlich als Spaltungsproduct des Gerbstoffes — in vielen Pflanzen vor; ebenso Verbindungen der Salicylsäure und salicyligen Säure und seitdem es Loutemann gelungen ist, Gallussäure aus Salicylsäure darzustellen, ist ein Zusammenhang des Gerbstoffes mit den Verbindungen der Salicylsäure nicht mehr zu bezweifeln. Das Quercitrin und die sog. Quercetrate (Substanzen, welche durch Fermente oder Säuren in Quercetin und eine Zuckerart spaltbar sind), die wir durch die schönen Untersuchungen von Zwenger, Hlasiwetz und Rochleder näher kennen gelernt haben, scheinen im Pflanzenreich ausserordentlich verbreitet zu sein und in einer gewissen Beziehung zum Gerbstoff zu stehen, ebenso wie viele andere Glucoside. Unsere Kenntniss des Verhältnisses dieser Stoffe zum Gerbestoff ist aber doch noch zu mangelhaft, um so wichtige Schlüsse für die Pflanzenphysiologie in Bezug auf die Deutung des Gerbstoffes ziehen zu können, wie dies von verschiedenen Physiologen geschehen ist.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0420-5

stehen. Sie enthalten anfangs einen farblosen, später einen braunen Inhalt. Ausserdem bildet sich neben der eigentlichen Korkschicht noch eine Schicht, die aus, den Korkzellen vollkommen gleichgestalteten, Zellen besteht, welche ebenso wie die Korkzellen in verticalen Reihen angeordnet sind, jene gleichsam fortsetzen und Chlorophyll und Stärkmehl, auch hier und da Krystalle enthalten. Ihre Entwickelung konnte ich nicht näher verfolgen.

Der Kork übernimmt jetzt die Functionen zum Schutz des Stengels, die bisher die dicke Wachsschicht versehen hat.

Im Eingang dieser Untersuchung habe ich bereits hervorgehoben, dass die characteristischen weissen Streifen erst mit dem zweiten Jahre auftreten. Die Entstehung derselben lässt sich jetzt, nachdem wir den Verlauf des Processes näher kennen, leichter erklären.

Die Umwandlung der Cellulose in Wachs geht, wie gezeigt worden ist, ganz allmählig, von Aussen nach Innen fortschreitend vor sich und in demselben Maasse, in dem sich die chemische Zusammensetzung ändert, ändern sich auch die physikalischen Eigenschaften. Die im Laufe der ersten Vegetationsperiode gebildete Wachsschicht besitzt immer noch Dehnbarkeit genug, um dem im Umfang beträchtlich zunehmenden Trieb, ohne zu zerreissen, folgen zu können. Beim Beginn der zweiten Vegetationsperiode des Triebes ist das in der vorhergehenden producirte Wachs weit härter und spröder geworden und kann nun der raschen und bedeutenden Zunahme jenes im Umfang, wie diese namentlich im Frühjahr stattfindet, nicht mehr folgen; sie zerreisst oder springt der Länge nach auf. Das Wachs gibt aber als spröde Masse nicht etwa einen glatten, zusammenhängenden Riss, sondern es blättert sich in sehr kleinen dünnen, dicht aufeinander liegenden Lamellen ab; jede einzelne dieser Lamellen ist für sich durchscheinend, da aber eine Menge derselben aufeinander liegt und sich die Zwischenräume zwischen diesen einzelnen Lamellen mit Luft füllen, so erscheinen sie dem Auge — ebenso wie gestossenes Glas — weiss und bilden in ihrem Zusammenhang jene weissen Streifen oder Bänder, die an jungen Trieben selbstverständlich schmal und weniger zahlreich (Fig. VIII. b), bei älteren breit sind und dicht neben einander liegen (Fig. IX), so dass der ganze Umfang des Triebes mit einem weissen Mantel umgeben ist. Durch dieses Aufspringen der Wachsschicht wird

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0421-1

natürlich der Zusammenhang derselben an den betreffenden Stellen gelockert, die äusseren, ein weisses Pulver bildenden Schichten, werden durch Wind und Regen entfernt und darauf die darunterliegende Schicht blosgelegt und in derselben Weise verändert.

Auf dem Querschnitt eines mehrjährigen Zweiges beobachtet man schon mit unbewaffnetem Auge, dass radiale weisse Streifen, welche genau mit den die Rinde überziehenden Wachsbändern, correspondiren, die Rinde bis zum Holzring durchsetzen (Fig. X. a); es scheint, als setze sich die Wachsschicht in schmalen Keilen durch die ganze Rinde bis zum Holz fort, so dass man leicht Ursache und Wirkung mit einander verwechseln und annehmen könnte, das Wachs werde im Inhalt der Zellen producirt und schwitze von Innen nach Aussen aus.

Die Entstehung dieser Streifen hat indessen eine andere Ursache.

Sowie im ersten Jahr die Längsstreifen auf der Aussenseite der Rinde fehlen, so fehlen auch diese radialen Streifen im Innern der Rinde. Sie entstehen ebenfalls erst im zweiten Jahr und zwar nachdem die Längsstreifen bereits schon einige Zeit vorhanden sind.

Dadurch, dass sich die Zwischenräume zwischen den einzelnen Wachslamellen mit Luft füllen, entsteht auf den Stellen, auf denen die Wachsbänder herlaufen, ein höherer Grad von Undurchsichtigkeit und die Lichtstrahlen können nicht bis in die unter der Wachsschicht liegenden chlorophyllhaltigen Zellen dringen, wie dies in den nebenliegenden, von einer glatten durchsichtigen Wachsschicht überzogenen Stellen der Rinde der Fall ist.

Die nächste Folge davon ist die, dass hier eine Zerstörung des vorhandenen Chlorophyllfarbstoffs und keine Neubildung desselben stattfindet, wodurch die Zellen natürlich weiss erscheinen. Da die Wachsstreifen dicht aufliegen, so beschränkt sich die Zerstörung des Farbstoffs genau auf die Dimensionen jener und wenn das Wachs durch Auflösen in Chloroform oder Aether entfernt wird, so bleibt durch die gebleichten Stellen eine den Wachsstreifen entsprechende Zeichnung. Die Zellen, deren Inhalt gebleicht ist, enthalten Protoplasma, etwas Stärke und bisweilen Krystalle und zwar letztere in der primären Rinde weniger häufig, dagegen zahlreicher in der secundären. Die beschriebene Erscheinung ist ein schöner Beweis, wie wichtig die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0422-7

Durchleuchtang der Zellenschichten für die Bildung und Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffs ist.

Mit Bezug auf die anatomische Lage der Wachsstreifen kann ich hier bemerken, dass dieselben (wenigstens im ersten Jahre ihres Auftretens) zwischen je zwei Bastbündel fallen. Ich habe oben erwähnt, dass die Bastbündel nach Aussen keilförmig auseinander treten und sich die Zwischenräume zwischen den dadurch entstehenden Keilen mit Parenchym füllen. Der Holzring sowohl wie der Bastring wachsen auf der dem Cambium zugewendeten Seite, sie nehmen hierdurch bedeutend an Umfang zu und es werden so die Bastkeile gewissermassen nach aussen getrieben. Es wird hierdurch auf die den Mantel des Triebes bildende spröde Wachsschicht ein bedeutender Druck ausgeübt, dessen Intensität genau auf die Mitte der Peripherie des zwischen je zwei Bastkeilen liegenden Segmentes fallen muss.

Nachdem das Wachs durch die mehrfach angegebenen Lösungsmittel aus der Wachsschicht ausgezogen ist, bleibt ein, jener in Gestalt und Dimensionen genau entsprechendes, structurloses Skelett zurück. Es theilt dies nicht die Eigenschaften der Wachsschicht und unterscheidet sich namentlich durch seine Unlöslichkeit in Chloroform, Aether und Alkohol; es färbt sich mit Jod und Schwefelsäure, sowie mit Chlorzinkjod matt gelb und nach längerer intensiver Einwirkung sogar bläulich (letzteres namentlich nach vorheriger Behandlung mit Kali) und widersteht der Einwirkung mit Kali und Mineralsäuren. Dies Verhalten gegen Reagentien zeigt, dass die rückständige Masse noch nicht metamorphosirte Cellulose ist. Aeschert man ein geeignetes Präparat ein, so bleibt ein Skelett zurück, welches reich an Kieselsäure und Kalksalzen, den Einwirkungen des Wassers widersteht, in Säuren aber löslich ist.

2. *Acer Negundo.*

Die jungen ein- und zweijährigen Triebe dieser Pflanze sind mit einem weissen dünnen Reif überzogen, welcher dieselben ringsum bedeckt. Dieser Reif ist auch ein Pflanzenwachs, welches in seinem allgemeinen Eigenschaften dem von *Acer striatum* ähnlich ist. Es schmilzt bei einer etwas niedrigeren Temperatur als jenes, löst sich in Chloroform, Aether und kochendem Alkohol; in Kalilauge scheint es theilweise löslich zu sein.

Die Entwicklung dieses Wachses ist ähnlich der bei *Acer striatum* nur mit dem wesentlichen Unterschied, dass hier nur

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0423-3

die Epidermis, und nicht auch noch die unter derselben liegenden Zellenschichten, cerificirt wird. Daher tritt das Wachs auch nicht in so bedeutender Menge wie bei jener Pflanze auf und die Wachsbildung setzt sich nicht so lange fort.

Der ganz junge Trieb ist mit einer zarten Epidermis überzogen, deren Zellen höher als breit sind. Aussen sind sie von einer sehr dünnen Cuticula bedeckt. Schon bald nach der Entwicklung des Triebes aus der Knospe und bevor sich das erste Laubblattpaar vollständig entwickelt hat bekleidet sich die Aussenwand mit Verdickuugsschichten, die sich allmälig auch auf die Seitenwände erstrecken und ein deutliches schichtenartiges Gefüge zeigen.

Sie bestehen aus reiner Cellulose. Schon sehr bald findet ein Zusammenfliessen der Epidermiszellen und deren Verdickungsschichten, ganz ähnlich so wie es bei *Acer striatum* beschrieben wurde, statt. Die Cellulose verwandelt sich, allmälig von Aussen nach Innen fortschreitend, in Wachs; der Process verlauft aber weit langsamer als bei *Acer striatum*, indem zur Umwandlung der schmalen Epidermis in der Regel zwei Vegetationsperioden erforderlich sind. Die Wachsschicht überzieht den Trieb auch als ein glänzender durchscheinender Mantel, der auf dem Querschnitt als ein schmales Band erscheint. Das Abspringen des Wachses beginnt schon in der ersten Hälfte der ersten Vegetationsperiode und zwar bedeckt sich der Trieb gleichmässig auf seiner ganzen Oberfläche mit einem dünnen weissen Reif; eine Bildung von Streifen findet nicht statt, da die Anordnung der Bastbündel insofern eine andere als bei *Acer striatum* ist, als dieselben jetzt noch dicht beisammen liegen und einen geschlossenen Ring bilden, so dass der Druck auf allen Seiten gleichmässig ist.

Zu Ende des zweiten Jahres oder mit Beginn des dritten entwickelt sich in der unter der Epidermis liegenden Reihe des Parenchyms der primären Rinde Kork und unterbricht den Wachsbildungsprocess. Die cerificirte Epidermis springt hierdurch vollständig ab.

3. *Liriodendron Tulipifera L.*

Ganz ähnlich wie bei *Acer Negundo* wird auch bei *Lir. Tulipifera* die Epidermis, nachdem sich auf der inneren Fläche ihrer Aussenwand Verdickungsschichten abgelagert haben, metamorphosirt. Jedoch findet der Process nur in der ersten Hälfte der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0424-9

ersten Vegetationsperiode statt, da die Korkbildung schon im Juli beginnt und so den Wachsbildungsprocess unterbricht.

Ausser der Epidermis der jungen Zweige wird auch die der Basis der Blattstiele cerificirt; Zweige und Blattstiele sind mit einem dünnen weissen Reife überzogen.

4. *Eucalyptus pulverulenta* Bonpl. und *Acacia cultriformis* Hooker.

Die Blätter und Stengel dieser beiden Pflanzen sind mit einem dicken weissen pulverigen Reif überzogen, der ebenfalls nichts anderes als ein Pflanzenwachs ist. Er lässt sich leicht von den genannten Theilen in hinlänglicher Quantität abschaben, um die allgemeinen Eigenschaften des Wachses festzustellen. Es schmilzt bei c. 65—70°, löst sich in kochendem Alkohol und Aether und scheidet sich aus ersterem beim Erkalten wieder ab. Es bildet sich ebenfalls durch eine Metamorphose der verdickten Epidermis der Blätter, genau so, wie es von den jungen Trieben der beiden letzten Pflanzen beschrieben wurde. Des Wachs springt in kleinen und dünnen Schuppen ab und bildet so ein weisses Pulver. Auf dem Querschnitt erscheint die Wachsschicht als ein schmales durchscheinendes und glänzendes Band, auf dessen innerer Seite man häufig noch das schichtenartige Gefüge der Verdickungsschichten erkennen kann.

Der Reif, welcher gewisse Früchte so häufig überzieht, hat seinen Ursprung auch unstreitig in einer Cerification der Epidermis. Meine Untersuchungen hierüber sind indessen noch nicht beendigt und werde ich dieselben deshalb später mittheilen.

Aus der vorhergehenden Schilderung der Umwandlung der Cellulose in Wachs geht hervor, dass dieser Process nicht als ein solcher anzusehen ist, der in den Lebensprocess der Pflanzen eingreift, sondern dass er vielmehr ein rein chemisch-physikalischer Process ist, der sich auf solche Zellenparthien erstreckt, die sich bei der physiologischen Thätigkeit der Pflanzen nicht mehr betheiligen.

Am häufigsten wird nur die Epidermis cerificirt; in seltenen Fällen auch noch die unter der Epidermis liegenden Parenchymschichten und es scheint dies namentlich da der Fall zu sein, wo das Wachs in grösserer Menge auftritt, wie hier bei *Acer striatum*, vielleicht auch bei *Klopstockia, Ceroxylon* u. A.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0425-4

Mit Bestimmtheit kann man annehmen, dass das Wachs, welches die betreffenden Pflanzentheile überzieht, theils als Reif, theils als eine dickere Schicht, da entstanden ist, wo es sich findet, dass es namentlich nicht von Innen ausgeschwitzt ist, wie man dies früher annahm und das Wachs deshalb als ein „Secretionsproduct" betrachtete.

Es ist in diesen Fällen nur das Product einer Metamorphose des Zellstoffs.

Der Umwandlung der Cellulose in Wachs geht nicht etwa eine Cuticularisirung voraus, so dass jene gleichsam eine Fortsetzung der letzteren wäre. Beide Processe haben meiner Ansicht nach nichts mit einander gemein; es sind zwei parallel neben einander herlaufende Processe, die je nach der Beschaffenheit der Cellulose bei verschiedenen Pflanzen unter gewissen Umständen eintreten. Die eigentliche Cuticula wird, wie ich schon oben angegeben habe, nicht in Wachs verwandelt, sondern frühzeitig abgestossen.

Abgesehen davon, dass die Wachsmetamorphose einen eigenthümlichen Zustand der Cellulose zu erfordern scheint, ist es wahrscheinlich, dass hierbei die Mitwirkung des Lichts, sowie einer gewissen höheren Temperatur von grosser Bedeutung ist. Zunächst darf man dies wohl deshalb annehmen, weil der Process nur während des Sommers stattfindet, also in einer Zeit, in der die Sauerstoff raubende Gewalt des Lichts und der Wärme am meisten zur Wirkung kommt.

Da wir die Zwischenstufen, aus welchen als Endproduct der Umwandlung der Cellulose, das Wachs entsteht, nicht kennen, so lässt sich der Verlauf des Processes nicht durch chemische Formeln versinnlichen.

Erklärung der Abbildungen.

1. *Acer striatum.*

Fig. 1. Querschnitt durch einen ganz jungen Trieb, kaum aus der Knospe entwickelt. a. Cuticula, b. Epidermis, c. Parenchym.

Fig. II u. III. Etwas ältere Zustände. a. Verdickungsschichten. Bei Fig. III. hat die Verschmelzung der Verdickungsschichten auf der äusseren Seite bereits begonnen.

Fig. IV. Die Epidermis ist bereits cerificirt und theilweise auch

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0426-0

die darunter liegende Parenchymschicht. a. Die Wachsschicht.

Fig. V und VI. Querschnitte von einjährigen Trieben, und

Fig. VII. von einem zweijährigen Trieb.

Fig. VIII. Stück eines Zweiges in natürlicher Grösse. a. Einjähriger Trieb; die Rinde ist hier und da von Lenticellen durchbrochen, in deren Umgebung das Wachs in Form kleiner weisser Ringe abgesprungen ist. b. Zweijähriger Trieb mit weissen Wachsstreifen.

Fig. IX. Ein Stück Rinde eines 7—8-jährigen Triebes mit beginnender Korkbildung.

Fig. X. Querschnitt vom zweijährigen Trieb (Fig. VIII b), dessen Rinde von radialen, den Längsstreifen der Aussenseite entsprechenden, Streifen (a) durchsetzt ist. $^3/_4$ natürlicher Grösse.

2) *Acer Negundo.*

Fig. XI. Querschnitt durch einen einjährigen Trieb. a. Wachsschicht.

Fig. XII. Querschnitt durch einen zweijährigen Trieb.

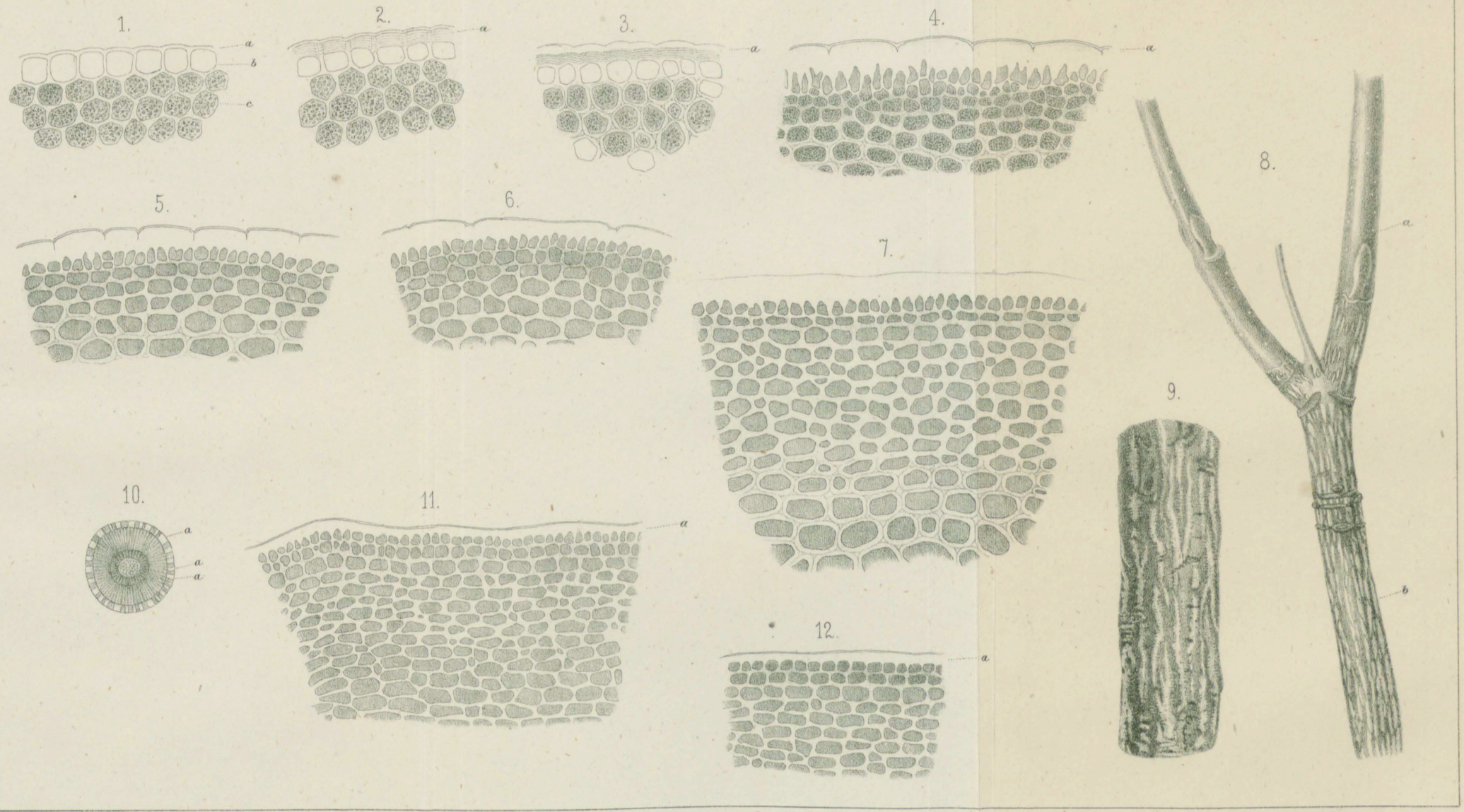
Cronaca della Briologia Italiana per G. De Notaris. I, 1866. II, 1867.

(Fortsetzung.)

Unter diesen Umständen haben wir der weiteren Zerlegung der *Lamprophylli* in Hauptgruppen u. s. w. nichts hinzuzufügen, indem wir nun dem Leser im Auszuge die Charaktere der Notarisischen Genera vorführen, erlauben wir uns einige Bemerkungen in solchen Fällen, in denen ihre Fassung beträchtlich von der Schimper'schen abweicht. Wo sie sich decken, unterlassen wir, mit Rücksicht auf den Raum der Flora, ihre Anführung.

Rhynchostegium. Segmenta endostomii ad unumquodque jugum hiantia, l. fenestrata, l. demum diffracta. Operculum rostratum. Das Zellnetz der hier vereinten Arten ist so mannigfaltig, dass — abgesehen von jenen beiden Charakteren — fast alle *Lamprophylli* hier Platz fänden. Bei diesem Genus, das aus *Eurhynchium* und *Rhynchostegium* Schimper zusammengesetzt

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05982-0427-6



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 416-425