

Figur 2. Apparat II zur Bestimmung d. CO_2 in einer Atmosphäre von N_2O .

a Glockenfuss. *b* Glocke. *f* Zuleitungsrohr *v* Vorlage mit Quecksilber. *g* Wäagegläschen mit Kalilauge.

Tafel VII.

Figur 1. Apparat III zur Bestimmung d. CO_2 im Wasserstoffstrome

a und *b* Gefässe zur Aufnahme der Pflanzentheile. *l* Vorlage mit Bimsstein und Kalilauge. *A* Wasserstoffentwickler. *G* Glocke. *c* Chlorcalciumrohr. *i, h, k* Hähne. *α, β, γ* Sperrventile. *p, q* Absorptionsröhren mit Kalilauge. *m, n* Waschflaschen mit Barytwasser. *o* Waschflasche mit Kalilauge. *B* Aspirator.

Figur 2. Apparat zur quantitativen Bestimmung d. CO_2 .

a Kölbchen zur Aufnahme der Absorptionskalilauge. *e* Trichterchen zum Einfüllen der Salzsäure. *l* Vorlage mit Bimsstein und Kalilauge. *m* Waschflasche mit Schwefelsäure. *n* Winkler'sche Schlange mit Schwefelsäure. *o* U-Rohr mit Kupfervitriolbimsstein. *p* U-Rohr mit Natronkalk und Chlorcalcium. *q* Chlorcalciumrohr. *B* Aspirator.

46. B. Frank: Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung.

Eingegangen am 18. Juli 1884.

Das Gummi gehört zu denjenigen Pflanzenstoffen, welche einmal in der Pflanze gebildet, keinerlei weitere Umwandlung und Verwerthung zu anderen Stoffbildungen erfahren, also nicht als Uebergangs- sondern als Endproducte des Stoffwechsels auftreten und somit als Secrete betrachtet werden können. Es ist daher kaum zu bezweifeln, das wenn überhaupt dem Gummi ein bestimmter Dienst im Leben der Pflanze zufällt, derselbe auf den chemischen oder physikalischen Eigenschaften beruhen muss, welche dem Gummi als solchem eigen sind. Je nach dem verschiedenen anatomischen Vorkommen dieses Körpers, welches ja bekanntlich ein ziemlich mannichfaltiges ist, wird auch seine physiologische Bedeutung besonders geprüft werden müssen, und es soll hier nur von demjenigen Gummi die Rede sein, welches im Holze der Laubbäume entsteht, zu welchem ja auch die grösste Menge des von der Pflanzenwelt gelieferten Gummis, namentlich des Gummi arabicum und die ebenfalls von Mimosaceen abstammenden verwandten Gummiarten, sowie das Gummi des Kirschbaums und anderer Amygdalaceen gehören;

auch der aus den Stämmchen orientalischer *Astragalus*-Arten ausschwitzende Traganth wäre noch hierher zu rechnen. Ohnstreitig sind diese Gummibildungen was ihre Bedeutung für das Leben der Pflanze anlangt, so viel auch schon darüber geschrieben worden ist, noch immer räthselhafte Erscheinungen, und dies vor allen Dingen desshalb, weil man nach dem, was bisher bekannt war, sie ja gar nicht für allgemeine, sondern im Gegentheil als vereinzelte, auf relativ nur ganz wenige Holzpflanzen beschränkte Erscheinungen ansehen durfte. Zwar sind wir besonders durch Wigands¹⁾, meine²⁾ und Prillieux's³⁾ Arbeiten genauer aufgeklärt über die verschiedenen Vorgänge, wie das Gummi im Holze des Kirschbaums, den man hauptsächlich zu diesen Untersuchungen benutzte, entsteht. Aber dem Verständnisse der Bedeutung dieser Stoffbildung wird man erst näher treten, wenn man genauer den Bedingungen und Umständen, unter denen, und den Orten in der Pflanze, an denen die Erscheinung eintritt, nachforscht und damit vergleicht; was bei anderen Holzpflanzen unter gleichen Bedingungen und Umständen sich zeigt. Es ist auf diesem Wege gelungen, jenen Erscheinungen das Unvermittelte, das sie bisher hatten, zu nehmen und die Gummibildung in einer gewissen Form als eine allgemeine Erscheinung der Laubhölzer, die als regelmässige Folge bestimmter Bedingungen auftritt und deren Eintritt daher willkürlich überall hervorgerufen werden kann, nachzuweisen. Die Untersuchungen, welche zu diesem Resultate geführt haben und über welche ich nachstehend berichte, hat Herr F. Temme in meinem Institute unter meiner Leitung angestellt.

Es ist bekannt, dass bei den Amygdalaceen die Gummibildung zunächst in den Gefässen des Holzes, sowie auch in Holzzellen und Markstrahlzellen ihren Sitz hat, indem das Lumen dieser Organe ganz oder zum Theil mit jenem Stoffe erfüllt erscheint. Dadurch nimmt solches Holz eine blass röthlichbraune Farbe an, zum Unterschiede von dem gesunden Holze, welches durch bleiche, hellgelblichweisse Farbe ausgezeichnet ist, so dass man schon makroskopisch eine eingetretene Gummosis erkennen kann. Wir haben nun gefunden, dass sich diese Erscheinung jederzeit und an jedem Theile der Pflanze hervorrufen lässt, wenn man durch Verwundung eine Stelle des Holzes blosslegt; und zwar entsteht dann in der ganzen Ausdehnung der Wunde in den der letzteren zunächst angrenzenden Partieen des Holzes Gummi. Es lässt sich auf diese Weise der allmähliche Eintritt der Gummosis schrittweise studiren.

1) Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle etc. Pringsh. Jahrb. für wiss. Bot. III. p. 115.

2) Ueber die anatomische Bedeutung und Entstehung der vegetab. Schleime. Dasselbst V. p. 25.

3) La formation de la gomme etc. Ann. des sc. nat. 6. sér. Bot. T. I. p. 176.

In meinem Versuchsgarten wurden an jungen Kirschbäumen (*Prunus avium*) zu verschiedenen Jahreszeiten an völlig gesunden Zweigen von ein- und zweijährigem Alter durch tangentielle Schnitte Flachwunden von ca. 1 cm Länge angebracht. Der Erfolg war immer in der Hauptsache der gleiche, nur trat er im Herbste etwas langsamer als im Frühlinge ein. Nach 8–10 Tagen geht die Farbe des Holzes an den Wundstellen mehr ins Röthliche über. Der Querschnitt zeigt, dass die Membranen der Holzzellen, im normalen Holze völlig farblos, hier eine sehr blass bräunliche Farbe angenommen haben, aber so schwach, dass nur auf dickeren Querschnitten und besonders im auffallenden Lichte auf der Holzmasse das Colorit hervortritt. Ausserdem rührt aber die Veränderung auch von einer sehr intensiven Färbung der Markstrahlen her. Letztere haben hier eine braune Inhaltmasse in Form meist zahlreicher, verschieden grosser, aber im Allgemeinen sehr kleiner brauner Körnchen, welche vorwiegend an der Zellwand sitzen oder die Stärkekörner umgeben; an stark gebräunten Zellen sind wohl auch die Stärkekörner selbst zum Theil in diese braune Substanz verwandelt, indem sie von Jod nicht mehr violett gefärbt worden, oder auch gänzlich verschwunden und durch die braune Substanz ersetzt. Letztere erweist sich nach den unten zu beschreibenden Reactionen als Gummi, welches hier also als Neubildung im Zellinhalte und zum Theil als Umwandlung der Stärkekörner entsteht. Nach 4 bis 5 Wochen ist die Verfärbung des Holzes an der Wundstelle stärker geworden, indem die Gummibildung in den Markstrahlen zugenommen und nun auch in dem Lumen der Gefässe und Holzzellen begonnen hat in der schon durch frühere Beobachter beschriebenen Weise in Form von Gummitropfen, welche auf der Innenfläche der Membranen ausschwitzen und bei den Holzzellen das enge Lumen sehr bald ausfüllen, bei den weiten Gefässen während ihres Grösserwerdens längere Zeit als frei in das Lumen ragende Massen unterscheidbar bleiben ehe sie das letztere ganz erfüllen. Auch dieses Gummi ist von mehr oder minder gelber oder brauner Farbe oder nimmt dieselbe bald nach seiner Entstehung an, wodurch das zunehmende Dunkelwerden des Holzes an der Wundstelle sich erklärt. Zu erwähnen ist, dass in solchem Holze auch häufig Thyllenbildung in den Gefässen eintritt, so dass man oft die Gefässlumina zum Theil durch Gummimasse, zum Theil durch Thyllen ausgefüllt findet. Das sind die bisher als erstes Stadium der Gummosis bei den Kirschbäumen bekannten Erscheinungen, die sich nach Vorstehendem also als regelmässige Folge von Verwundung jederzeit willkürlich hervorrufen lassen.

Zum Vergleich wurden nun andere nicht zu den Amygdalaceen gehörige Laubhölzer gewählt. Es wurden ebensolche Flachwunden angebracht an Zweigen z. B. von *Gleditschia triacanthos*, *Pyrus malus*, *Quercus pedunculata*, *Juglans regia*. Der Erfolg war in allen wesent-

lichen Punkten derselbe, wie bei jenen: regelmässig tritt an dem der Wundstelle angrenzenden Holze Dunkelung ein, welche ihren Grund in den nämlichen anatomischen Veränderungen wie dort hat, also Auftreten braunen körnigen Gummis in den Markstrahlzellen und gelber oder brauner Gummitropfen in den Holzzellen und namentlich in den Gefässen, deren Lumen meist sehr bald ausfüllend; auch Thyllenbildung wird hier nicht vermisst. Es wurden nun auch von verschiedenen Laubhölzern allerhand Axentheile mit grösseren oder kleineren Wunden, die von irgend welchen früheren Anlässen herrührten und noch nicht durch Ueberwallung bedeckt waren, in dieser Beziehung untersucht. Auch hier zeigte sich, dass die bekannte an jeder Holzwunde eintretende dunklere Färbung des Holzes auf der nämlichen Erscheinung beruht: einestheils eine in den Membranen der Holzelemente vorhandene sehr blasse Bräunung, andernteils und als hauptsächlich Grund dieselbe Entstehung bräunlicher Gummimassen in den Markstrahlen, Holzzellen und Gefässen wie oben beschrieben; nur sind die Gefässlumina ausstopfenden Secretionen nicht immer wie bei den Amygdalaceen einfache homogene klare Tropfen, sondern oft aus vielen kleine Tropfen oder Körnchen zusammengesetzte Aggregate, die in Folge dessen weniger hell, sondern mehr trübe, grau oder schwärzlich erscheinen.

Zum Beweise aber, dass wir es hierbei immer mit einem und demselben chemischen Stoff, und zwar mit Gummi zu thun haben, diene die Uebereinstimmung der Reactionen, welche in allen jenen Fällen durchprobt wurden und in der That überall dieselben Resultate ergaben, wie bei den Amygdalaceen. Dieses Gummi ist eine im Wasser nicht nur unlösliche, sondern auch nicht zu Schleim und nicht einmal in geringem Grade (auch nicht beim Kochen) bemerkbar aufquellende Modification. Es ist ferner unlöslich in Alkohol, Aether, Schwefelsäure, Kalilauge. Dagegen wird es, wie überhaupt jedes Gummi, durch Kochen mit Salpetersäure gelöst, wobei es in Oxalsäure und Schleimsäure übergeführt wird. Mit verholzten Zellmembranen hat es die Eigenschaft gemein, aus einer Fuchsinlösung den Farbstoff aufzuspeichern, sowie mit Phloroglucin und Salzsäure intensiv rothe Färbung anzunehmen. Eine interessante und überall übereinstimmende Reaction besteht darin, dass wenn man die Schnitte etwa eine Viertelstunde lang mit verdünnter Salzsäure und chlorsaurem Kali digerirt hat, das Gummi noch nicht aufgelöst, aber in einen anderen Körper übergeführt ist, der gestaltlich noch ebenso wie früher in den Gefässen etc. enthalten, auch in Wasser unlöslich, aber in Weingeist sehr leicht löslich ist. Erst längeres Digeriren mit Salzsäure und chlorsaurem Kali bringt den Körper zum Verschwinden. Das Gummi wird also bei dieser Behandlung zunächst in einen seinen Reactionen nach an die Harze erinnernden neuen Körper übergeführt, dessen nähere chemische Eigenschaften bis jetzt noch nicht sich feststellen liessen, mit dessen Unter-

suchung und Reindarstellung aber Herr Dr. Tschirch jetzt beschäftigt ist, und über den er seiner Zeit berichten wird. — Die braune oder gelbe Farbe, welche dieses Gummi besitzt, rührt jedenfalls von einem mit demselben gemengten Farbstoff her, vermuthlich dem nämlichen, der auch in den Membranen solchen verwundeten Holzes entsteht.

Von der profusen Gummibildung, bei welcher das Secret in oft umfangreichen Massen an der Oberfläche der Stämme und Zweige hervorquillt, ist hier nicht geredet worden. Sie besteht beim Kirschbaum bekanntlich darin, dass in der Nähe solchen Holzes, in welchem Gummibildung in den Gefässen und Holzzellen eingetreten ist, die Cambiumschicht, wenn sie noch thätig ist, ein abnormes Holzparenchym erzeugt, dessen Zellen allmählich unter vollständiger Desorganisation der Membranen in Gummi sich umwandeln, sowie darin, dass auch in der Rinde Umwandlung von Gewebe in Gummi eintritt. Dieser höhere Grad der Gummosis bleibt als eine Eigenthümlichkeit auf die Amygdalaceen, gewisse Mimosaceen und wenige andere Holzpflanzen beschränkt. Aber die oben beschriebene Form der Gummosis ist eine allgemeine und als Folge gleicher Veranlassungen eintretende Erscheinung bei den Laubbäumen. Die Gummibildung ist daher mit der Harzbildung der Coniferen genau zu vergleichen, denn wie hier das Gummi, so entsteht bekanntlich dort das Harz an jeder Stelle, wo der Holzkörper verwundet ist, indem es die Membranen der Holzzellen imprägnirend und die Höhlungen derselben mehr oder minder erfüllend die Beschaffenheit des sogenannten Kienholzes bedingt, wie es sich an jeder Wundstelle zu bilden pflegt. Der Umstand dass in der Nähe von Wunden mancher Nadelbäume die noch thätige Cambiumschicht oft Harzdrüsen durch Umwandlung abnormen Holzparenchyms entstehen lässt, auch Rinden in Harz sich umwandeln und dadurch Harzausfluss eintreten kann, macht die Uebereinstimmung mit der Gummibildung noch vollständiger.

Die Thatsache, dass am Kirschbaume Gummibildung als Folge von Verwundung eintritt, ist schon früheren Beobachtern nicht entgangen. Man vergleiche, was ich in meinem Handbuche der Krankheiten der Pflanzen hierüber, und besonders über Sorauer's und meine Beobachtungen gesagt habe. Aber es ist bisher noch nicht der experimentelle Beweis dafür erbracht worden, dass es ein als Folge von Verwundung regelmässig eintretender Process und in diesem Sinne auch eine bei allen Laubhölzern allgemeine Erscheinung ist. Diese Thatsache muss nun aber nothwendig ein Licht auf die physiologische Bedeutung des Processes werfen. Von der Harzbildung am verwundeten Coniferenholze wird jetzt wohl allgemein angenommen, dass sie eine Schutz Einrichtung für das unter der Wunde liegende Holz ist, ein Conservierungsmittel, welches indem es Membran und Innenraum der Holzzellen erfüllt, gleich einem Wundbalsam dem Eindringen von Luft

und Wasser in das gesunde Holz vorbeugt. Ich glaube, dass man unter Berücksichtigung aller näheren Umstände auch dem Wundgummi der Laubbäume eine ähnliche Rolle zuschreiben muss. Dem anders gebauten Laubholze mit seinen aus langen Gefässröhren bestehenden weiten Poren dürfte das Gummi hierbei einen besseren Dienst als Harz oder Terpentinöl leisten. Nach dem, was wir bis jetzt über die bei der Wasserströmung, eine der wichtigsten Functionen des Holzkörpers, thätigen Kräfte wissen, scheint die Abgeschlossenheit der Gefässluft und der damit zusammenhängende negative Druck derselben, wie er thatsächlich in der Pflanze besteht, ein wichtiger Factor bei der Functionirung des Holzes als wasserleitendes Gewebe zu sein. Eine Oeffnung von Gefässen findet aber fast bei jeder Holzverletzung statt, und auch für die nächsten nicht direct verletzten Gefässe ist bei der bekannten Communication der Elementarorgane des Holzes unter sich, ein Verlust der Luftdichtigkeit durch eine nahe Wunde unvermeidlich. Betrachtet man das Auftreten des Wundgummis genauer, so lässt sich nicht verkennen, dass dadurch wirklich ein Wiederverschluss der luftführenden Räume des Holzes nach aussen erzielt wird, weil sowohl das Lumen der Gefässe als auch dasjenige aller engeren Elemente des Holzkörpers in der ganzen Ausdehnung der Wundfläche und von da rückwärts bis zu einer gewissen Tiefe in das Holz hinein mit Gummi verstopft wird. Namentlich zeigt die Form des in den weiten Gefässen auftretenden Gummis, dass dasselbe wahre Pfropfen bildet, durch welche das Gefässrohr verschlossen wird. Auf Schnitten, die in der Richtung der Gefässe gehen, sieht man, dass ein und dasselbe Gefäss keineswegs auf längere Strecken gleichmässig mit Gummi erfüllt ist, sondern dass es nur an einem oder an einigen einzelnen Punkten inwendig eine Gummimasse trägt, wodurch offenbar der Zweck mit möglichst wenig Material erreicht wird. Entweder sieht nämlich die Gummimasse wie ein kugelförmiger Tropfen aus, der von einem Punkte aus weit in das Gefässlumen hineinragt oder wie eine in der Querrichtung in einem Bogen mehr oder weniger weit herumgreifende Wulst, oder sehr häufig wie ein vollständig das Lumen ausfüllender Querpfropf, wie er endlich entstehen muss, wenn wir uns jenen Tropfen oder jene Wulst sich nach und nach vergrössern denken. Hiermit stimmt auch überein die allmähliche Entstehungsweise der Gummiverschlüsse an den Gefässen, wie man sie schrittweise verfolgen kann, wenn man gleichzeitig eine Anzahl künstlicher Verwundungen angebracht hat, die man dann successive untersucht. Bei dieser Gelegenheit liess sich zugleich die Frage der stofflichen Herkunft des Gummis in Gefässen und Holzzellen nochmals studiren. Bekanntlich hatte Wigand dasselbe total als ein Umwandlungsproduct der Membranen der betreffenden Organe erklärt. Ich war dann in meiner Arbeit über das Gummi dem entgegengetreten und hatte geltend ge-

macht, dass wenigstens der weitaus grösste Theil der in den Gefässen sitzenden Gummimassen als Neubildung zu betrachten sei und nur das relativ geringe Membranstück, auf welchem dieselben sitzen in die Gummimetamorphose hineingezogen werde. Später hat Prillieux in seiner oben citirten Untersuchung jegliche, also auch die von mir noch angenommene Betheiligung der Membran an dieser Gummibildung bestritten. Neuerlich habe ich noch in meinem Handbuche (pag. 87) gegen Prillieux meine frühere Meinung vertreten; ich finde nämlich wirklich, dass namentlich unter grossen Gummisecreten die Gefässwand nicht mehr erkennbar ist. Dieses erkläre ich mir jetzt so, dass hier entweder nachträglich wirklich eine Umwandlung der Membranen in Gummi erfolgt oder dass dieselben sich so stark mit Gummi imbibiren, dass sie gleiches Lichtbrechungsvermögen wie die Gummieinschlüsse des Gefässlumens annehmen und daher optisch von ihnen nicht differenzirt erscheinen. Dagegen schliesse ich mich jetzt nach dem Befunde, welcher sich bei der Untersuchung des Beginnens der Gummibildung ergeben hat, vollständig Prillieux an und behaupte: die Substanz, welche zur Bildung des Gummi in Gefässen und Holzzellen dient, diffundirt aus den engrenzenden lebensfähigen Zellen durch die Membran in das Lumen jener Organe und tritt hier zuerst in Form ganz kleiner Tröpfchen, wie eine Ausschwitzung auf der inneren Oberfläche der Membran, auf. Die letztere erscheint dabei ebenso wenig wie später, wo die Tropfen allmählich wachsen, in Aussehen und scharfer Begränzung irgendwie verändert, was vielmals auf den dünnsten Schnitten und mit den stärksten Vergrösserungen sicher constatirt werden konnte¹⁾. Es bleibt also nur übrig anzunehmen, dass das gummiliefernde Material aus den Nachbarzellen bezogen wird. Damit steht auch im Zusammenhange, dass die Stellen der Gefässmembran, auf welchen die Gummitropfen ausschwitzen immer solche sind, welche an eine Markstrahlzelle oder an eine Zelle der die Gefässe begleitenden Holzparenchymstränge angrenzen, also an Zellen des Holzkörpers, welche lebensthätigen Inhalt führen. Entsprechen die Orte der Gummibildung dem Zwecke das verwundete Holz wieder luftdicht zu verschliessen, so kann man auch dem dazu gewählten Stoffe die Zweckmässigkeit nicht absprechen. Hier gewinnt namentlich die merkwürdige Abweichung des Wundgummi im Holze von dem frei an die Oberfläche der Pflanze ergossenen gewöhnlichen Gummi Bedeutung, nämlich dass es unlöslich und nicht einmal aufquellbar in Wasser ist, wodurch also seine Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen etwa von aussen eindringendes Wasser bedingt wird. Die in den Gefässen sitzenden Gummi-

1) Diese entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen zeigen also, dass in diesem Falle die von Beijerinck (Onderzoekingen over de Besmettelijkheid der Gomziekte bij Planten. Amsterdam 1883) behauptete allgemeine Betheiligung von Pilzen an der Gummibildung nicht zutrifft.

pfropfen lassen sich auch im Wasser mit der Präparirnadel wie feste knorpelharte Körper anfühlen. Offenbar ist ein solcher Körper, plastisch und doch resistent zugleich, zur Verstopfung der Gefässröhren und der anderen Holzelemente vorzüglich geeignet.¹⁾

Wenn die hier ausgesprochene Ansicht über die Bedeutung des Gummi richtig ist, so muss man erwarten, dass die Pflanze auch an allen Orten, wo durch welche Veranlassung auch immer der Abschluss des Holzsystems nach aussen aufgehoben oder gefährdet ist, durch Gummibildung denselben wieder herzustellen sucht. Durch das alljährlich eintretende Abfallen der Blätter, der Fruchstiele, der sich ablösenden Zweige entstehen an der Pflanze ebensoviele Wundstellen, und offene Unterbrechungen von Fibrovasalsträngen. In der That findet man unter jeder Blattnarbe die hier unterbrochenen Blattspurstränge in ihren Xylemelementen, besonders in ihren Gefässen durch Gumpfpfropfen verschlossen, die sich vorwiegend in der durch das Blattpolster im Bogen nach aussen gewendeten Strecke der Blattspurstränge bilden, so dass die letzteren hier regelmässig eine quer durch sie hindurchgehende gummificirte Zone erkennen lassen. Diese früher von mir für den Kirschbaum schon beschriebene Erscheinung erwies sich bei den erneuten Untersuchungen wirklich als ein regelmässiges und auch bei den anderen Laubbäumen zu beobachtendes Vorkommen. Dasselbe gilt auch für die natürlichen Zweigbruchstellen, wo in dem stehengebliebenen Stumpfe, soweit derselbe am Leben geblieben ist, die Gefässe sich mit Wundgummi verstopfen. Interessant ist dabei die Beobachtung, dass die Dichtung mit Gummi in den Fibrovasalsträngen solcher natürlichen Wunden unterbleibt, wenn durch ein anderes Mittel ein früherer Verschluss erreicht worden ist. Bei Untersuchung der an den Zweigen befindlichen Narben abgefallener Fruchstiele des Birnbaumes war keine Gummibildung in den Fibrovasalsträngen zu finden; statt dessen hatte die nahe unter der Wundstelle im Grundgewebe entstandene Wundkorkschicht so kräftig sich entwickelt, dass sie die durchgehenden Fibrovasalstränge nach und nach völlig durchschnürt und sich zu einer lückenlos zusammenhängenden Korkplatte ausgebildet hatte, so dass nun die Gefässbündelenden hinter dieser luftdicht schliessenden Decke sich befanden und der Verschluss durch Wundgummi unnöthig war. — Ausser bei unmittelbar mechanischer Verwundung würde aber auch überall da, wo mit der Pflanze noch in Verbindung stehende Theile absterben, Eindringen von Aussenluft, von schädlicher Feuchtigkeit in das noch lebensthätige Holz unvermeidlich sein. Thatsächlich findet auch da, wo in Folge schädlicher Einflüsse, wie Frost, Insektenfrass,

1) Dagegen wird man demjenigen Gummi, welches nur bei wenigen Holzpflanzen in grossen Quantitäten nach aussen abgesondert wird, gleich den übrigen nach Verwundungen hervorfliessenden Secreten, wohl mit de Vries (Landw. Jahrb. X. Heft 4) die Bedeutung äusserer schützender Wundenüberzüge zuschreiben müssen.

mangelhafter Ernährung etc., ein Dürwerden von Zweigen, Aesten oder Stammtheilen eintritt, gegen die leidenden Theile hin in den noch lebensthätigen Partien Bildung von Wundgummi statt, wie es ja bei den Amygdalaceen längst bekannt ist, so dass auch der Eintritt des Processes unter diesen Verhältnissen sich, was die Bedeutung der Gummibildung anlangt, mit unter den allgemeinen Gesichtspunkt einfügen würde. Endlich sind wohl auch die Veränderungen mit hierher zu rechnen, welche das Holz unter normalen Verhältnissen jedesmal bei der Umwandlung in Kernholz erleidet. Der mikroskopische Befund zeigt hier als nächste Ursache der Dunkelung des Holzes wiederum Farbstoffe, welche in der Membran der Holzelemente auftreten, meist von brauner oder gelbbrauner Farbe, bei manchen Pflanzen, wie bekanntlich bei den Farbhölzern, auch von anderen Farben. Zugleich aber findet man auch hier allgemein Verschluss der Gefässlumina durch Gummi oder durch Thyllen. Dass man dem Prozesse auch hier wieder dieselbe physiologische Deutung geben darf, liegt auf der Hand, denn bei der früher oder später eintretenden Zerstörung der centralen Partien des Holzkörpers, welche zum allmählichen Hohlwerden des Baumstammes führen, kann dem Verluste des luftdichten Abschlusses des Gefässsystemes des Splintes nach innen nur durch einen Mantel solchen Kernholzes vorgebeugt werden. Querschnitte hohler Baumstämme oder Aeste zeigen mir auch immer eine zusammenhängende Kernholzscheide, welche das Holz nach innen zu von der Höhlung abschliesst und überhaupt immer so orientirt ist, dass sie alle inneren Wunden des Holzkörpers auskleidet.

Es lässt sich auch durch einfache Versuche nachweisen, dass das Holz durch die hier beschriebenen Verstopfungen seiner Elemente in der That seine Durchlüftungsfähigkeit verliert. Man nimmt lebende Zweige, die vor einiger Zeit an ihrem oberen Ende geköpft worden waren und nun daselbst in einer Strecke von 1—2 cm ihr Holz gebräunt haben, zieht die Rinde vollständig ab und setzt nun den Holzkörper mittelst eines durchbohrten Pfropfens in das untere Ende eines verticalstehenden Glasrohres so ein, dass er mit der organisch unteren Hälfte in dem Glasrohre, mit der anderen durch das gebräunte Ende bezeichneten Hälfte auswendig in der Luft sich befindet. Der Pfropfen, sowie die ganze Oberfläche des auswendig befindlichen Holzes mit Ausnahme des gebräunten Endes werden mit Wachs-Collophonium luftdicht überzogen. Füllt man nun in die Röhre soviel Wasser, dass das Holz davon bedeckt ist, und saugt mittelst der Wasserstrahlpumpe am oberen Ende des Glasrohres Luft aus demselben, so dauert das Entweichen von Gasblasen aus der Schnittfläche des Holzes nur so lange, bis das Holz ausgepumpt ist. Dann lässt das Entweichen von Blasen allmählich bis zum Aufhören nach. Schneidet man nun, während die gleiche Saugkraft der Pumpe fort dauert, von der unteren offenen Wundstelle

des Holzes eine Scheibe nach der anderen ab, so bleibt alles ziemlich unverändert, so lange man noch in der gebräunten Region sich befindet; in dem Augenblicke aber, wo das Messer das weisse Holz erreicht hat, stürzt ein lebhafter Blasenstrom aus der oberen Schnittfläche hervor und geht nun ununterbrochen Stunden lang mit gleicher Lebhaftigkeit fort, so lange die Pumpe arbeitet, zum Beweise, dass im weissen Holze Durchlüftung stattfindet, welche durch die Bedeckung mit dem gebräunten Holze aufgehoben wird.

Ich fasse hiernach die Bildung von Wundgummi und von Thyllen im gefässführenden Holze als einen allverbreiteten Lebensprocess auf, dazu bestimmt eine Schutz Einrichtung zu schaffen, welche den Abschluss des lebensthätigen Holzes gegen die Aussenluft herbeiführen und die dadurch bedingte Funktionsfähigkeit desselben ungestört erhalten soll.

Es ist von Interesse, zu sehen, dass zwei ihrer Natur nach sehr verschiedene Prozesse, wie es Thyllen- und Gummibildung sind, doch denselben physiologischen Zweck haben. Dass die Gummibildung gerade so wie die Entwicklung der Thyllen wirklich eine Lebenserscheinung, kein rein chemischer Zersetzungsprozess ist, geht auch schon aus dem Umstande hervor, dass sie in abgeschlagenen Zweigen und Aesten und im gefällten Holze, sobald dasselbe abgestorben ist, nicht eintritt. Auch die Farbstoffe, welche in der Membran der Elemente des verwundeten Holzes wie des Kernholzes auftreten und sehr häufig auch in dem Wundgummi enthalten sind, entstehen offenbar durch einen Lebensprocess; auch sie geben wahrscheinlich solchem Holze gewisse physiologisch vortheilhafte Eigenschaften, die neben der luftdichten Verstopfung der Gefässe und Holzzellen eine Rolle spielen, vielleicht conservirende Kraft haben, nur fehlen in dieser Beziehung noch die nöthigen Erfahrungen. Es wird sich empfehlen, den hier charakterisirten Zustand des Holzes, zu welchem auch das Kernholz gehören würde, mit Rücksicht auf seine physiologische Function, allgemein als Schutzholz zu bezeichnen.

Zuletzt darf nicht unerwähnt bleiben, dass der hier behandelte Gegenstand auch schon von anderen Forschern berührt worden ist. Gelegentlich seiner Untersuchungen über die Function der vegetabilischen Gefässe macht Böhm¹⁾ die Bemerkung, dass an der Grenze von gesundem und abgestorbenem Holz, z. B. an Aststumpfen die Gefässe mit Thyllen oder „einer gummiartigen Substanz“ erfüllt seien, und dass auch im Kernholze solche Ausfüllungen der Gefässe entstehen; auch spricht er hier direkt die Meinung aus, es habe dies den Vortheil, dass dadurch „die grössten Gefässe alsbald wieder verschlossen und so das Pflanzeninnere vor der Einwirkung schädlicher äusserer Agentien geschützt werde.“ Wenn dagegen Böhm die Ursache der Entstehung

1) Bot. Ztg. 1879, p. 229.

von Thyllen und Gummi in dem Umstande zu finden meint, dass in solchen Gefässen anstatt Luft von geringerem Drucke wie in den unversehrten Gefässen, solche von gewöhnlicher Tension enthalten sei, so scheint mir dies nicht zu erklären, warum jene Vorgänge gerade nur in der Nähe der Wundstellen eintreten. Ich halte dafür, dass es nicht so einfach sein wird, die drei hierbei zu unterscheidenden Prozesse, nämlich die Bildung neuer farbstoffartiger Verbindungen in den Membranen der Holzelemente, die Erzeugung von Gummi und die Entwicklung von Thyllen, ursächlich zu erklären. Mir scheinen sie am nächsten mit denjenigen Neubildungen vergleichbar, welche als sonstige Folgen von Verwundungen nur in der Nähe der Wunden eintreten, wie die Bildung von Kallus und von Wundkork. Auch Sanio¹⁾ und de Bary²⁾ haben im Kernholze Ausfüllungen der Gefässe mit einem homogenen oder granulösen Körper beobachtet. — Mit den Veränderungen, welche im verwundeten Laubholze eintreten, hat sich auch R. Hartig beschäftigt. In seinem Buch über die Zersetzungserscheinungen des Holzes (Berlin 1878) spielen die hier in Rede stehenden an allen Wundstellen des Holzkörpers eintretenden Bräunungen eine wichtige Rolle und werden als erstes Stadium von „Zersetzung des Holzes“ oder von „Wundfäule“ bezeichnet. Dass sie diese Benennungen nicht verdienen, sondern etwas ganz anderes sind, als wofür sie Hartig gehalten, wird aus den vorstehenden Untersuchungen sich ergeben haben. Vollends fehlerhaft ist aber das feinere anatomische Detail von Hartig behandelt und gedeutet worden. Da er Laubhölzer, insbesondere Eiche untersuchte, so konnte ihm zwar nicht entgehen, dass die Elemente solchen Holzes mit einer sonst nicht vorhandenen Substanz erfüllt sind. Dass dieselbe Gummi ist, hat Hartig nicht erkannt. Nach den pag. 66 und 140 gemachten Bemerkungen soll die schwarzbraune Färbung des „wundfaulen Holzes“ ihren Grund darin haben, dass eine gelbe oder bräunliche Flüssigkeit im Innern der Organe des Holzes enthalten ist, welche von dem Eindringen des Aussenwassers herrührt und „nach dem Austrocknen sich als Kruste auf der Wandung ablagern oder als brüchige nach verschiedener Richtung beim Trocknen rissig gewordene gelbe oder bräunliche Substanz das ganze Innere fast ausfüllt.“ Wir haben oben gesehen, dass die hier gemeinten Ausfüllungen der Holzorgane einen Aggregatzustand besitzen, der nichts weniger als den Namen einer Flüssigkeit verdient, und auch schon von seinem ersten Entstehen an die nämliche hart knorpelige Consistenz und vollständige Unlöslichkeit in Wasser besitzt wie späterhin. Ebenso willkürlich und ohne jede nähere Prüfung hingestellt ist Hartig's Deutung der chemischen

1) Bot. Ztg. 1863, p. 126.

2) Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane, p 524.

Natur dieser Ausfüllungen. Es werden nämlich die in abgestorbenen Zellen häufig eintretenden Bräunungen der Membranen und des Protoplasmas ohne Weiteres auf diese Ausfüllungen übertragen und letztere als „Humuslösung“ ausgegeben; es seien Zersetzungsproducte des Zellinhaltes, welche durch das eindringende Aussenwasser gelöst und weiter in das Holz fortgeführt werden. Diese ganz unbegründeten und wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, unrichtigen Annahmen, beherrschen zum nicht geringen Theile die Hartig'sche Theorie der Wundfäule des Holzes und sehen das, was wir hier als eine durch eigene Lebens-thätigkeit des Baumes geschaffene Schutz Einrichtung auffassen, schon als eine Zerstörung an. Zur Bestätigung seiner Meinung, man habe hier schon einen Fäulnißprocess vor sich, bemerkt Hartig, dass in den Theilen, wo solche braune Ausfüllungen sich finden, „eine Ablagerung von Stärkemehl nicht mehr erfolgt, also der Tod der Zellen angenommen werden muss.“ Dieser Schluss ist nicht berechtigt. Wir können sehr wohl begreifen, dass in denjenigen Holzpartien, welche durch ihre Ausfüllungen gewissermassen die Rolle einer Wunddecke übernommen haben, alle sonstigen Lebensfunctionen des Holzes, als durch die veränderte Beschaffenheit unmöglich gemacht und auch als zwecklos unterbleiben. Die dadurch erst entstandenen Eigenschaften des Holzes und diejenigen, die dasselbe vorher hatte, wo jene Neubildungen in ihm eingeleitet wurden, können doch nicht für gleich gehalten werden. — Ich darf nicht verschweigen, dass ich in meinem Handbuche „Die Krankheiten der Pflanzen“, pag. 143, die in Rede stehenden Erscheinungen noch ganz im Hartig'schen Sinne als erstes Stadium der Wundfäule dargestellt habe. Erst späterhin widmete ich der Sache eigene Untersuchung und musste desshalb damals in dieser Frage nach dem Principe verfahren, welches man immer befolgen muss, wenn man ein Lehrbuch über eine ganze Wissenschaft schreibt, nämlich allen anderen Forschern, denen man allgemein Vertrauen schenkt, das Wort über die nur von ihnen bearbeiteten Fragen zu lassen. Dass man durch ein solches Vertrauen doch auch getäuscht werden kann, lehrt der vorstehende Fall, und es ist ein eigenes Zusammen-treffen, dass gerade R. Hartig in seinem neueren Buche „Lehrbuch der Baumkrankheiten, Berlin 1882“, in welchem betreffs der Wundfäule des Holzes genau dieselben Irrthümer wiederkehren (vergl. pag. 140 bis 141), meinem Handbuche den Vorwurf glaubt nicht ersparen zu können (vergl. p. 3), dass darin die Arbeiten Anderer „nicht immer mit der wünschenswerthen kritischen Sichtung zusammengestellt worden sind.“

Pflanzenphysiologisches Institut der landwirthschaftl.
Hochschule zu Berlin.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Frank B.

Artikel/Article: [Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung. 321-332](#)