

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und Dr. E. Selenka

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XIII. Band.

15. Oktober 1893.

Nr. 19 u. 20.

Inhalt: **Wieler**, Ueber das Vorkommen von Verstopfungen in den Gefäßen mono- und dikotyler Pflanzen (Schluss). — **Imhof**, Bemerkenswerte Vorkommnisse bei Rotatorien. — **Roux**, Ueber die Spezifikation der Furchungszellen und über die bei der Postregeneration und Regeneration anzunehmenden Vorgänge. — **Ballowitz**, Ueber die Bewegungserscheinungen der Pigmentzellen. — **Todaro**, Arbeiten aus dem anatomischen Institut zu Rom. — **Schmidt**, Zur Blutlehre. — **Ellenberger**, Handbuch der vergleichenden Histologie und Physiologie der Hansäugetiere.

Ueber das Vorkommen von Verstopfungen in den Gefäßen mono- und dikotyler Pflanzen.

Von Dr. A. Wieler,

Privatdozenten der Botanik an der technischen Hochschule zu Braunschweig.

(Schluss.)

2. b. Entstehung der gummösen Verstopfungen der Gefäße.

Die Natur und die Entstehungsweise dieser gummösen Gefäßverstopfungen ist zuerst an den Kirsch- und Aprikosenbäumen näher untersucht worden. Diese leiden bekanntlich häufig an einer Krankheit, bei welcher Gummi aus dem Stamm oder den Zweigen austritt, an Gummosis. Die Zellwände bestimmter Elemente des Holzes und der Rinde werden in Gummi umgewandelt, nachdem wenigstens im Holzkörper vorher von den normalen abweichende Elementarorgane erzeugt worden sind. Das hier gebildete Gummi, welches schließlich durch Spalten und Risse in der Rinde austritt, hat die bekannte Beschaffenheit und das Aussehen des Kirschgummis. Die Ursache dieser Erscheinung ist bisher noch vollständig in Dunkel gehüllt; es scheint, dass ein großer Reichtum an Nährstoffen und an Wasser Bedingung dieser Krankheit ist. Hand in Hand mit dieser pathologischen Erscheinung geht das Auftreten von Gummiausfüllungen der Gefäße in den kranken Holzpartien. Es ist das Verdienst Trécul's¹⁾, zuerst

1) „Production de la gomme chez le Cerisier, le Prunier, l'Amandier, l'abricotier et le Pécher“ (Procès-verbaux des séances de la Société philomatique pendant l'année 1862, séance du 12 juillet 1862 et Journal l'Institut 1862 S. 241). Zitiert nach Prillieux.

darauf hingewiesen zu haben, dass dies Gummi von dem aus der Desorganisation von Zellwänden entstehenden seiner Natur und seiner Entstehung nach durchaus verschieden ist. Das Gummi stammt nicht aus der Desorganisation der Gefäßwände, sondern wird aus den angrenzenden lebenden Zellen in die Gefäße abgesondert. Um die beiden Gummiarten verschiedenen Ursprunges zu unterscheiden, schlägt Trécul vor, das Gummi der Gefäße im Gegensatz zum Cerasin, dem sogenannten Kirschgummi, als Cerason zu bezeichnen. Diese Arbeit scheint ziemlich unbekannt geblieben zu sein, denn die klare Unterscheidung beider Gummiarten vermisst man in den späteren Arbeiten von Wigand¹⁾ und Frank²⁾, obgleich diese Forscher das in physikalischer Hinsicht abweichende Verhalten des Gefäßgummis wahrgenommen haben. Nach ihnen soll auch dies Gummi aus einer Desorganisation der Wand hervorgehen, was sie zum Teil durch Abbildungen erläutern. Frank allerdings macht diese Einschränkung, dass nur ein Teil des Gummis aus der Membran stammen könne, da die Menge zu groß sei, die übrige Masse aus den Inhaltsstoffen der Zellen herrühren müsste.

Ebenso unbekannt geblieben ist augenscheinlich eine Arbeit von Sanio, welche im Wesentlichen Trécul's Angaben bestätigt, ohne dass Sanio seine Untersuchung gekannt zu haben scheint. Sie stimmen vollständig mit den Ergebnissen der neueren Untersuchungen überein, ich lasse deshalb seine Angaben hier wörtlich folgen³⁾:

„Wigand, der diesen Stoff in den Gefäßzellen von *Prunus Avium* sah, behauptet, derselbe bestehe aus Gummi und entstehe durch Desorganisation aus den Gefäßwandungen. Dieser Stoff ist aber weder Gummi, noch entsteht er aus der Zellenwand. Wäre er Gummi, so müsste er in Wasser aufquellen oder sich gar lösen, was nicht der Fall ist. Da die innerste Verdickung der Gefäße bei den Amygdaleen spiraling ist, so müssten, wenn sich dieser Stoff aus den Verdickungsschichten der Gefäße gebildet hätte, die Spiralen zunächst dafür verbraucht werden, während sie sich stets nachweisen lassen, selbst wenn man diesen Stoff mittels chlorsauren Kalis und Salpetersäure entfernt hat. Bei *Ulex europaeus* fand ich die in Kernholz umgewandelten Spiralgefäße der Markkrone vollständig mit diesem hier karminroten Stoffe gefüllt, ohne dass die Spiralen dabei verändert gewesen wären. Dieser eigenartliche Stoff kommt meist als mehr oder weniger starker Wandbeleg vor, und bildet außerdem in größeren oder geringeren Zwischenräumen in den Gefäßen mehr oder weniger

1) „Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle, insbesondere über die physiologische Bedeutung von Gummi und Harz“. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. III, 1863.

2) „Ueber die anatomische Bedeutung und die Entstehung der vegetabilischen Schleime“. I. c. Bd. V.

3) „Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers“. Bot. Ztg., 1863, S. 126.

dicke bikonkave Scheidewände, seltener füllt er dieses oder jenes Gefäß ganz aus (*Prunus spinosa*). Manchmal findet man ihn von der Gefäßwandung aus in Form eines rundlichen Tropfens oder kleinen Zapfens ins Innere der Gefäßzelle hineinragend. Bei *Virgilia lutea* sieht man auf Längsschnitten, dass dieser Stoff über die ringförmigen Reste der die über einander liegenden Gefäßzellen trennenden Querwände aus einer Gefäßzelle in die andere kontinuierlich fortsetzt, manchmal in doppelter Lage vorkommt, als wenn ein doppelter Erguss dieses Stoffes stattgefunden hätte; stellweise findet man ihn hier auch reichlicher als halbkugelige Masse ins Innere der Gefäßzelle hineinragend. Alle diese Beobachtungen, namentlich auch die bikonkave Form der Scheidewände, welche einer in dünnen Röhren eingeschlossenen Flüssigkeit zukommt, beweisen, dass dieser Stoff, der im trockenen Zustande häufig Sprünge zeigt, anfänglich flüssig war. Bei seinem ersten Auftreten ist er farblos, später, wenn das Holz sich in Kernholz umwandelt, nimmt er verschiedene Farben an, schwefelgelb z. B. bei *Ailanthus glandulosa*, karminrot bei *Ulex europeus*, rotbraun bei *Prunus domestica*, *spinosa*, *Amygdalus communis*. Meist ist er homogen, zuweilen aber auch granulös (*Castanea vesca*). Auch in den Markstrahlen und dem Holzparenchym, desgleichen im Libriform und den Tracheiden findet man diesen Stoff. Außer bei den angeführten sah ich ihn auch bei *Zanthoxylon fraxineum*, *Rhamnus cathartica*, *Sorbus Aucuparia*, *Periploca graeca*, *Caragana arborescens*, *Gleditschia triacanthos* etc. . . . Was die Entstehung dieses eigentümlichen Inhaltes der Gefäße anbetrifft, so glaube ich nicht zu irren, wenn ich annehme, dass er sich in den Markstrahlen und dem Holzparenchym bildet und von hier aus in die Gefäße gelangt. Er findet sich übrigens nicht allein als Inhalt, sondern durchdringt auch die Membranen. Gegen Reagentien ist er sehr resistent, wird von Aetzkali nicht wesentlich verändert, dagegen, in chlorsaurem Kali und Salpetersäure gekocht, zuerst entfärbt und dann gelöst". Trotz der Uebereinstimmung der Trécul'schen und Sainio'schen Angaben, gelangte diese Ansicht doch nicht zur Herrschaft. Deshalb unterzog Prillieux¹⁾ 1875 die Frage einer erneuten Untersuchung.

Er konnte unzweifelhaft feststellen, dass die Gummimassen der Gefäße aus den Stärkekörnern der angrenzenden lebenden Zellen stammen, dass sie durch die Gefäßwand hindurch in das Lumen der Gefäße abgeschieden werden, und dass die Membranen hierbei vollständig unversehrt bleiben. Obgleich Prillieux diese Thatsache einwurfsfrei bewiesen und seine Ergebnisse durch Abbildungen veranschaulicht hatte, errang sich diese Ansicht doch nicht die allseitige Anerkennung; so beharrte z. B. Frank in seinen 1880 erschienenen „Krankheiten der Pflanze“ bei seiner früheren Meinung. Abermals sehen wir diese

1) Prillieux, „Étude sur la formation de la gomme dans les arbres fruitiers“. Annales des Sciences naturelles, 6. Sér., Bd. 1, 1875.

Frage in Angriff genommen, und zwar von zwei verschiedenen Seiten. In unabhängig von einander angestellten Untersuchungen kommen Gaunersdorfer¹⁾ und Temme²⁾ zu denselben Ergebnissen wie Trécul, Sanio und Prillieux.

Gaunersdorfer wurde zu seiner Untersuchung veranlasst durch die Wahrnehmung, dass verwundete Aeste und Zweige unter dem Einflusse äußerer Agentien nicht so leiden, als man erwarten sollte. Eine entsprechende Prüfung zeigte ihm, dass der Holzkörper durch Verstopfung der Gefäße mit gummiartigen Massen gegen die Außenwelt abgeschlossen wird. Zugleich färbt sich dieser Holzteil dunkler als das Kernholz, welches mit ihm darin noch eine weitere Uebereinstimmung zeigt, dass in ihm analoge Verstopfungen der Gefäße auftreten. Aus dem Grunde nimmt Gaunersdorfer auch keinen Anstand, das dunkler gefärbte verletzte Holz geradezu als Kernholz zu bezeichnen.

Als Temme Kirschbäume, welche nicht von der Gummosis befallen waren, verwundete, konnte er an den verletzten Stellen genau dieselben Beobachtungen machen. Dasselbe beobachtete er an *Gleditschia triacanthos*, *Quercus pedunculata*, *Pirus malus* und *Juglans regia*, welche er in analoger Weise behandelt hatte. Auf Grund seiner experimentellen Erfahrungen glaubte er sich berechtigt, seine Ergebnisse zu verallgemeinern. Demnach werden im Holze in Folge der Verwundung die Gefäße verstopft, sei es durch die erwähnten Gummimassen, sei es durch Thyllen. Er erkannte gleichfalls das Uebereinstimmende in der Beschaffenheit dieses Schutzhölzes — so nannte er es nämlich — und des Kernholzes. Hieraus schloss er, dass auch die Entstehungsweise der Gefäßausfüllungen im Kernholz die nämliche sei wie im Schutzholz, wo er sie eingehend verfolgt hatte.

Nach so vielen Untersuchungen mit übereinstimmenden Resultaten herrscht über die Entstehungsweise der Gummiverstopfungen heute kein Zweifel mehr. Sie nehmen ihren Ursprung in den an die Gefäße angrenzenden lebenden Zellen, indem das sie bildende Material aus ihnen durch die Wand in das Innere des Gefäßes hineingelangt. Um aber dem Leser eine Vorstellung zu geben, wie diese Ansicht bewiesen worden ist, so lasse ich im Nachstehenden Temme's Untersuchungen mit seinen eigenen Worten folgen. Hieran schließen sich seine Angaben über die physikalische und chemische Beschaffenheit der Gummimassen. Namentlich aus der letzteren geht hervor, dass wir es hier, trotz des in mancher Beziehung abweichenden Verhaltens gegenüber dem gewöhnlichen Gummi mit einer wirklichen Gummiart zu thun

1) „Beiträge zur Kenntnis der Eigenschaften und Entstehung des Kernholzes“. Sitzb. d. Wiener Akad. d. Wissensch., 85. Bd., 1. Abt., 1882.

2) „Ueber Schutz- und Kernholz, seine Bildung und seine physiologische Bedeutung“. Landw. Jahrbücher, XIV, 1885.

haben. Frank, der in den Berichten der deutschen bot. Gesellschaft¹⁾ über die Untersuchungen seines Schülers Temme berichtete, unterscheidet dies Gummi als Schutzgummi von dem andern.

Temme stellte seine Untersuchungen zunächst an *Prunus avium* an, indem er an jungen Bäumen Flachwunden anbrachte und das entstehende Schutzhölz von Zeit zu Zeit prüfte.

„Nach 8—10 Tagen nimmt das Holz im normalen Zustande von grünlichweißer Farbe, an den Wundstellen eine mehr gelbliche bis rötliche Färbung an. Ein Querschnitt durch dasselbe zeigt erstens, dass die Membranen der Holzzellen und Gefäße hier eine sehr blass-rötliche Farbe angenommen haben, aber so schwach, dass nur auf dickeren Querschnitten und besonders im auffallenden Lichte auf der Holzmasse das Kolorit hervortritt. Zweitens und hauptsächlich aber führt die Veränderung von einer sehr intensiven Färbung der Markstrahlen her. Letztere haben hier eine braune Inhaltsmasse in Form meist zahlreicher, verschieden großer, aber im Allgemeinen sehr kleiner brauner Körnchen, welche vorwiegend an der Zelle sitzen oder die Stärkekörper umgeben; an stark gebräunten Zellen sind wohl auch die Stärkekörper selbst zum Teil in diese braune Substanz verwandelt, indem sie einen Saum von solcher erkennen lassen, welcher von Jod nicht mehr violett gefärbt wird, oder sie sind auch gänzlich verschwunden und durch die braune Substanz ersetzt. Letztere erweist sich nach den unten zu beschreibenden Reaktionen als Gummi, welches hier also als Nebbildung im Zellinhalt und zum Teil als Umwandlung der Stärkekörper entsteht. Im Laufe der Zeit nimmt die Verfärbung der Markstrahlen immer mehr zu und man bemerkt nach 4—5 Wochen, dass dieselbe nun auch auf das dazwischenliegende Gewebe übergegangen ist, indem es hier und da und zwar hauptsächlich in der Nähe der Markstrahlen einzelne dunkle Punkte erkennen lässt. Bei näherer Untersuchung erweisen sich diese als die ersten Anfänge der Gummibildung in den Gefäßen und Holzzellen. Sie erscheinen als mehr oder weniger gelbliche, mitunter auch farblose, scharf umschriebene, kuglige, flache oder elliptische Tröpfchen, die in das Zelllumen ragen und in größeren oder kleineren Zwischenräumen der dabei vollständig intakten Gefäßwand aufsitzen. Mit zunehmender Größe färben sie sich meist dunkler, wodurch auch das Holz dunkler erscheint, fließen zusammen und verstopfen bei fortschreitendem Wachstum schließlich das ganze Gefäß. Mitunter löst sich der aus den zusammengeflossenen Gummitröpfchen entstehende Wandbelag stellenweise von der Membran ab und erfüllt dann in Form eines geschlängelten Bandes das Lumen. Die Gummisekretion beginnt an verschiedenen Stellen zugleich und an diesen in der Regel mit verschieden großer Energie, und zwar treten diese Verhältnisse sowohl auf der ganzen Wundfläche wie in den ein-

1) „Ueber die Gummibildung“ im Holze und deren physiologische Bedeutung“, Bd. II, 1884.

zehnen Gefäßen zu Tage. Auf dem Längsschnitt kann man öfter beobachten, wie an verschiedenen Stellen Cerasinabsonderungen die Gefäßwände zu überbrücken suchen, während an anderen ihnen dies bereits gelungen ist, wodurch ein System von Gummipropfen und Luftblasen entstanden ist, das sich treffend mit einer Jamin'schen Kette vergleichen lässt". Die Untersuchung der anderen bereits erwähnten Hölzer lieferte dasselbe Resultat, „nur sind die die Gefäßumina ausstopfenden Sekretionen nicht immer wie bei den Amygdalaceen einfache, homogene klare Tropfen, sondern oft aus vielen kleinen tropfen oder Körnchen zusammengesetzte Aggregate, die in Folge dessen weniger hell, sondern mehr trübe, grau oder schwärzlich erscheinen. Dass wir es hier überall in der That mit ein und demselben Körper und zwar mit Gummi zu thun haben, geht aus den nachfolgenden Reaktionen hervor, welche in allen untersuchten Fällen mit denjenigen des Gummi unserer Steinobstgehölze übereinstimmten. Diese Körper sind unlöslich in kaltem wie in heißem Wasser. Infolge ihrer geringen Imbibitionsfähigkeit verlieren sie auch selbst durch Kochen in Wasser nichts von ihrer ursprünglichen Konsistenz. Das Gummi erscheint dann zwar etwas heller, im übrigen aber unverändert. Es widersteht ferner den Lösungsmitteln Kalilauge, Alkohol, Aether, Schwefelsäure und bei gewöhnlicher Temperatur Salpetersäure, Königswasser; durch letztere drei, namentlich durch Schwefelsäure, wird es nur stark gebräunt. Dagegen geht es, wie überhaupt jedes Gummi, beim Behandeln mit Salpetersäure in der Wärme in Lösung, wobei es Oxalsäure und Schleimsäure liefert. Mit ligninhaltiger Cellulose hat es die Eigenschaft gemein, aus einer Fuchsinslösung den Farbstoff aufzuspeichern, sowie mit Phloroglucin und Salzsäure bei genügend langer Einwirkung intensiv rote Färbung anzunehmen. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass einzelne Ausfüllungen in beiden Fällen oftmals die Annahme der Färbung hartnäckig verweigern, selbst dann, wenn man die Schnitte längere Zeit in den Reagentien liegen lässt. Womit dies zusammenhängt, habe ich nicht näher ermitteln können; möglich ist, dass das verschiedene Alter der Gummiausfüllungen hierbei von Einfluss ist. Eine interessante und überall übereinstimmende Reaktion besteht darin, dass, wenn man genügend dünne Schnitte etwa eine Viertelstunde lang mit verdünnter Salzsäure und chlorsaurem Kali digeriert hat, das Gummi in den Gefäßen und Holzarten zwar noch nicht aufgelöst, aber in einen Zustand übergeführt ist, der in Wasser, Aether unlöslich, aber in Weingeist sehr leicht löslich ist. Dabei erscheint dieser neue Körper in bezug auf Konsistenz und Form von dem ursprünglichen gar nicht verschieden; nur seine Farbe hat etwas an Intensität verloren und die Chlorwasserstoff-Phloroglucin-Reaktion tritt nicht mehr bei ihm ein. Fügt man tropfenweise Alkohol hinzu, so sieht man ihn unter Schaumigwerden verschwinden. Setzt man aber das Digerieren mit Salzsäure und chlorsaurem Kali längere Zeit, etwa

eine halbe Stunde lang fort, so löst er sich dabei auf. Das Gummi wird also bei dieser Behandlung zunächst in einen seiner Reaktionen nach an die Harze erinnernden neuen Körper übergeführt, dessen chemische Konstitution aber wegen der Schwierigkeiten, die sich der Gewinnung einer größeren Menge desselben in reinem Zustande entgegensezten, sich bis jetzt noch nicht hat feststellen lassen. Jedenfalls handelt es sich um ein Oxydationsprodukt von Gummi^a.

Dieser chemischen Beschaffenheit entspricht die physikalische. Es sind harte feste Gummipropfen, die sich auch in Wasser mit der Präpariernadel als knorpelige Körper aufzuhören.

Später kommt Temme noch einmal auf die Frage zurück, woher das Gummi stammt, und in welcher Form es in die Gefäße hineingelangt. In bezug auf den ersten Punkt schließt er sich — und Frank mit ihm — ausdrücklich den Ansichten Prillieux's an, dass die Gummimasse aus den an die Gefäße angrenzenden lebenden Zellen stamme, und dass die Gefäßwand, welcher freilich die Gummiblötchen aufsitzen, an der Bildung dieser vollständig unbeteiligt ist. „Der Stoff, welcher zur Erzeugung des Gummis in den Elementarorganen des Holzes dient, diffundiert aus den lebensthältigen Inhalt führenden Zellen durch die Membran in das Lumen jener Organe, wo man ihn zuerst in Form ganz kleiner, meist schwach gelblich gefärbter Gummiblötchen auf der inneren Oberfläche der Membran sich sezernieren sieht. Die letztere erscheint dabei ebensowenig wie später, wo die Tropfen allmählich wachsen und zusammenfließen, in Aussehen und scharfer Begrenzung irgend wie verändert, was ich vielmals auf den dünnsten Schnitten und mit den stärksten Vergrößerungen sicher konstatieren konnte. Es bleibt also nur übrig anzunehmen, dass die Lieferanten des Materials für die Gummibildung die Nachbarzellen sind. Dass dem tatsächlich so ist, dafür spricht, außer der direkten Beobachtung, noch Folgendes: Einmal der Ort des ersten Auftretens des Sekretes. Es tritt nämlich immer zuerst auf an denjenigen Membranseiten der Gefäße, die an eine Markstrahlzelle oder eine Zelle der die Gefäße begleitenden Holzparenchymstränge angrenzen, also an Organen des Holzkörpers, welche lebensthätig sind und der Leitung der stickstofffreien plastischen Stoffe dienen; zweitens der Umstand, dass die disponibile Menge Zellstoff, wie sie in den Membranen der Gefäße zu Gebote steht, nicht ausreichen dürfte, um deren Lumen vollständig mit Gummi zu erfüllen, was bei vorgerückter Gummosis stets der Fall ist; ferner, dass solches Holz seine anfängliche Konsistenz noch besitzt und endlich, dass bei eintretender Gummosis die abgelagerte Stärke in den Organen sich verflüssigt und aus ihnen verschwindet.

Der Frage, ob die oben beschriebenen Sekretionen schon als fertiges Gummi in die Gefäße und Holzzellen diffundieren oder aber erst in denselben nach ihrem Austritt aus der Membran zu solchem umgewandelt werden — lässt sich näher treten, wenn man die Diffusions-

fähigkeit des Gummis in Betracht zieht. Von diesem weiß man, dass es als kolloidaler Stoff nur äußerst träge diffundiert, und so ist denn die Annahme gerechtfertigt, dass dasselbe erst auf der Gefäßmembran, wo es sezerniert wird, aus einem zugeleiteten diffusionsfähigen Uebergangsprodukt entsteht“.

2. c. Entstehung der anderen Ausfüllungen der Gefäße.

Ueber die übrigen Verstopfungen ist bislang zu wenig bekannt, als dass ein längeres Verweilen dabei lohnte. Von den unter e. aufgeführten Fällen können wir aus sehr triftigen Gründen vollständig absehen. Die Ausfüllungen der Gefäße durch kohlensauren Kalk sind ursächlich noch nicht befriedigend aufgeklärt. Ueberdies pflegen sie in den seltenen Fällen, wo sie gefunden wurden, aufzutreten, nachdem die Gefäße bereits gewisse Modifikationen erlitten haben, so dass sie in diesen Fällen kaum den Funktionsverlust der Gefäße bedingen. Da aber nur solche Verstopfungen ein höheres Interesse beanspruchen können, welche eine Funktionsstörung der betreffenden Organe herbeiführen, so können wir uns ein näheres Eingehen auf die Kalkablagerungen an dieser Stelle sparen und sie in den folgenden Abschnitten überhaupt außer Betracht lassen.

Die Verstopfungen durch Harz sollen in derselben Weise zu Stande kommen wie die durch Gummi. Ist das nun auch höchst wahrscheinlich, so ist das vorliegende thatsächliche Material doch nicht ausreichend, um eine solehe Anschauung sicher zu begründen. Aus diesem Grunde und mit Rücksicht auf die geringe Verbreitung der Harzverstopfungen dürfen wir im weiteren Verlauf unserer Betrachtung von ihrem Vorkommen ganz absehen. Sollte sich herausstellen, dass die Bildung der Harzverstopfungen analog ist derjenigen der Gummiverstopfungen, so würden sie unter dieselben Gesetze wie diese fallen, so dass alsdann von einer besondern Besprechung derselben gleichfalls Abstand genommen werden könnte.

3. Vorkommen der Gefäßverstopfungen.

Auf Grund der Ausführungen im letzten Abschnitt beschränken wir uns in diesem und den folgenden Kapiteln auf die Gefäßverstopfungen, welche durch Thyllenbildung und Gummiausscheidung hervorgerufen werden. Wie aus der Verbreitung und der Entstehung der Gefäßverstopfungen durch Thyllen und Gummi hervorgeht, bieten beide manches Uebereinstimmende. So ist z. B. kein prinzipieller Unterschied in der Verbreitung der beiden Arten der Verstopfung vorhanden. Bei manchen Pflanzen kommen ganz gleichwertig beide Verstopfungsweisen vor; ihre Zahl ist freilich nur gering, sie beträgt 13 von den in unseren beiden Listen angegebenen Arten. Bei den meisten Pflanzen kommt allerdings nur eine Art der Verstopfung vor, dann ist dieselbe nach

Böhm¹⁾ aber „für die Pflanzengattung nicht minder charakteristisch wie z. B. ihr Blütenbau“. Vergleicht man die Pflanzen aus unseren beiden Tabellen, so ist es unmöglich, irgend eine Gesetzmäßigkeit zu entdecken, nach welcher sich das Auftreten der Verstopfungen bei den Gattungen und Familien richtet.

Eine zweite wesentliche Uebereinstimmung zwischen beiden Verstopfungen liegt darin, dass sie beide aus den an die Gefäße angrenzenden Parenchymzellen ihren Ursprung herleiten. Beide entstehen durch einen Akt der lebendigen Zelle. Bei denjenigen Pflanzen, welche sowohl Thyllen als Gummiausfüllungen bilden können, scheint es gleichsam in die Willkür der Zellen gelegt zu sein, was sie produzieren. Daraus darf aber geschlossen werden auch für die Pflanzen, welche nur eine Art der Verstopfung aufzuweisen haben, dass beide Vorgänge viel Verwandtes haben.

Erwägen wir diese Analogien, so drängt sich uns die Frage auf, ob dieselben sich nicht auch noch auf andere Punkte erstrecken, etwa auf das Vorkommen und die Entstehungsursache. Sind solche Analogien vorhanden, so wären wir berechtigt, beide Arten Verstopfungen gemeinsam in Bezug auf jene Punkte abzuhandeln. In der That scheinen mir die Analogien groß genug zu sein, um diese Behandlungsform zu wählen.

Wie unsere Tabellen erkennen lassen, kommen beide Verstopfungsarten bei Mono- und Dikotyledonen vor, reichlicher allerdings bei den letzteren, doch mag das vielleicht nur scheinbar sein, indem von letzteren eine viel größere Zahl Arten geprüft wurde. Die Verstopfungsweise durch Thyllen ist bei Mono- und Dikotyledonen häufiger als die durch Gummi.

Schon aus dem Abschnitt über die Entstehungsweise haben wir gesehen, dass die Verstopfungen sowohl bei Verletzungen als auch im normalen Entwicklungsgange der Pflanze auftreten. Es empfiehlt sich, das Auftreten der Verstopfungen unter normalen und pathologischen Verhältnissen getrennt zu beobachten; es empfiehlt sich ferner, in jedem dieser beiden Abschnitte mono- und dikotyle Pflanzen gesondert zu behandeln. Die Notwendigkeit einer gesonderten Behandlung beider Gruppen ergibt sich aus dem sehr ungleichartigen Bau der ihnen zugehörigen Pflanzen. Den Monokotyledonen fehlt die sogenannte sekundäre Holzbildung, das eigentliche Holz. In Folge dessen spielen sich bei ihnen manche Prozesse in ganz anderer Weise ab als bei den Dikotyledonen. Dadurch wiederum sind für beide Gruppen andere Bedingungen für das Auftreten von Verstopfungen gegeben.

Wir beginnen mit den Dikotyledonen, haben sie doch numerisch das Uebergewicht in unseren Tabellen. Ueberdies sind sie besser studiert als die Monokotyledonen. Es scheint auch, als wenn das

1) „Ueber die Funktion der vegetabilischen Gefäße“. Bot. Zeitg., 1879, Sp. 231.

Auftreten von Gefäßverstopfungen in dieser Pflanzengruppe von größerer Bedeutung ist als bei den Monokotyledonen. Bei den in unseren Tabellen aufgeführten dikotylen Pflanzen wurde vorwiegend das sekundäre Holz und zwar von Stämmen und Zweigen untersucht. Wurzeln sind aus leicht einleuchtenden Gründen nur wenig geprüft worden. So weit sie untersucht wurden (*Quercus*, *Fraxinus*, *Fagus*, *Betula* etc.) ergab sich, dass sich Thyllen bei dikotylen Bäumen nicht oder nur äußerst selten finden. In großer Menge kommen sie hingegen in Wurzeln krautiger Pflanzen wie *Pharbitis hispida* vor. Auch in jungen kräftigen Wurzeln von *Cucurbita*, *Urtica*, *Rubia* etc. wurden sie beobachtet¹⁾. In Bezug auf Verstopfungen durch Gummi sind die Wurzeln weniger geprüft worden. Gelegentlich der Untersuchung des Holzes sind auch die primären Holzteile der Axen untersucht worden; bei den krautartigen Dikotyledonen beschränkt sich, so weit keine sekundäre Holzbildung stattgefunden hat, die Untersuchung auf die primären Holzteile. Blätter, Blüten und Früchte wurden bei den Dikotyledonen nicht untersucht, oder so weit sie untersucht wurden, konnten in den relativ schwach entwickelten Holzteilen keine Verstopfungen wahrgenommen werden. Es scheint in der That, als wenn bei den Dikotyledonen die Verstopfungen auf die Gefäße der Axenorgane beschränkt sind. Bei den Monokotyledonen, denen es an einer kompakten Holzmasse fehlt, wurden die isoliert verlaufenden Gefäßbündel verschiedener Organe geprüft. So weit die Untersuchung hier reicht, konnte das Auftreten von Gefäßverstopfungen in Wurzeln, Axenteilen und Blattstielen festgestellt werden.

3. a. Verstopfungen der Gefäße im normalen Entwicklungsgange der Pflanze.

Eine nähere Erläuterung bedarf diese Ueberschrift kaum. Es sollen hier alle die Fälle abgehandelt werden, in welchen Verstopfungen auftreten in Folge normalen Verlaufes der physiologischen Funktionen. Dahin gehört also auch der Verschluss von Wunden, welche durch normalen Blatt- oder Zweigfall, also aus inneren Ursachen entstehen.

I. Dikotyledonen.

Hier sind wesentlich zwei Gruppen von Erscheinungen zu erwähnen, bei denen normaler Weise Verstopfungen auftreten:

Kernholzbildung,

Verschluss von Wunden, die durch normalen Blatt- und Zweigfall entstehen.

Bei vielen Pflanzen bemerkt man auf dem Querschnitt durch ältere Stämme und Aeste, dass das Holz nicht in allen Teilen gleiche Beschaffenheit hat. Der mittlere Teil pflegt dunkler gefärbt zu sein als

1) De Bary, vergl. „Anatomie der Vegetationsorgane“, 1877

der ihm konzentrisch umgebende äußere. Jener wird als Kern, dieser als Splint bezeichnet. Die dunklere Färbung des Kernes röhrt von einer Speicherung von Farbstoffen unbekannten Ursprungs in den Zellwänden her. Mit der Dunkelfärbung des Kernholzes geht eine Gewichtszunahme desselben Hand in Hand. Sie röhrt her von einer Ausfüllung der Gefäße durch Thyllen und Gummi, namentlich durch letzteren Stoff. Dieser Sachverhalt wurde bereits von Theodor Hartig¹⁾ ganz richtig erkannt, wenn er auch über die Natur des verstopfenden Körpers im Dunkeln blieb; er bezeichnete denselben als Xylochrom. Dasselbe ist aber identisch mit „Schutzgummi“, wie aus den übereinstimmenden Ergebnissen der Untersuchungen von Böhm²⁾, Molisch³⁾, Gaunersdorfer⁴⁾ und Temm⁵⁾ hervorgeht.

Man könnte vielleicht glauben — und im Allgemeinen ist das auch die in den Lehrbüchern herrschende Ansicht — als wenn die Umwandlung des Splintholzes in das Kernholz plötzlich stattfände; doch ist diese Ansicht irrig. Die Verstopfungen der Gefäße treten bereits im Splintholze auf und bei manchen Pflanzen sogar rechtzeitig⁶⁾. Gesellt sich dazu kein Farbstoff, so nimmt man mit unbewaffnetem Auge diese Veränderung natürlich nicht wahr. Einige Beobachtungen an älteren Stämmen werden das erläutern.

- 1) *Robinia pseudacacia*, 27 Jahresringe, von denen 4 Splintringe sind. Die Gefäße sind bereits im letzten Ringe verstopft⁷⁾.
- 2) Eine 110jährige Eiche mit 20 Splintringen. Die großen Gefäße des vorletzten Ringes waren bereits verstopft⁸⁾.
- 3) *Quercus americana*, 20 Jahresringe mit 3 Splintringen; die Gefäße sind bereits im letzten Ringe verstopft⁸⁾.
- 4) *Aesculus Hippocastanum*, 32 Jahresringe, Verstopfungen bereits im vierten Ringe von außen. Die Zahl der Splintringe ist nicht angegeben, jedenfalls ist sie größer als 4⁷⁾.

1) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1857.

2) Bot. Zeitung, 1879.

3) „Vergleichende Anatomie des Holzes der Ebenaceen und ihrer Verwandten“. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss. math.-phys. Klasse, 80. Bd., 1. Abt., 1880.

4) l. c.

5) l. c.

6) Böhm, „Ueber die Funktion der vegetabilischen Gefäße“. Bot. Ztg., 1879, Sp. 231; Ungerannter, „Untersuchungen über die zellenartigen Ausfüllungen der Gefäße“, Bot. Ztg., 1845, Sp. 250; Sanio, Bot. Ztg., 1863, S. 126.

7) A. Wieler, „Ueber den Anteil des sekundären Holzes der dikotylen Gewächse an der Saftleitung und über die Bedeutung der Anastomosen für die Wasserversorgung der transpirierenden Flächen“. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., XIX, S. 23 d. S. A.

8) A. Wieler, „Ueber den Ort der Wasserleitung im Holzkörper dikotyler und gymnospermer Holzgewächse“. Ber. d. d. bot. Ges., 1888, S. 427.

Wie zeitig diese Verstopfungen übrigens schon in den Gefäßen des Splintholzes auftreten, zeigen Untersuchungen mit kernfreien Zweigen, die zur Ermittlung dieses Zeitpunktes angestellt wurden¹⁾. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt worden. Links stehen die Pflanzennamen, in der zweiten Rubrik ist die Zahl der vorhandenen Jahresringe, in der dritten die der verstopften aufgeführt worden.

Pflanzename	Zahl der Jahresringe	Zahl der verstopften Ringe
<i>Gleditschia triacanthos</i>	5	4
<i>Robinia pseudacacia</i>	2	$\frac{1}{2}$
<i>Sambucus nigra</i>	2	$\frac{1}{2}$
<i>Juglans cinerea</i>	7,5	$4\frac{1}{2}, 2\frac{1}{2}$
<i>Quercus sessiliflora</i>	4,6	$2\frac{1}{2}, 4$
<i>Fraxinus excelsior</i>	4,7	$\frac{1}{2}, 4\frac{1}{2}$
<i>Aesculus Hippocastanum</i>	2	$\frac{1}{2}$
" "	7	3
" "	4	$2\frac{1}{2}$
" "	5	$2\frac{1}{2}$
<i>Magnolia grandiflora</i>	2	$\frac{1}{2}$
<i>Sorbus Aucuparia</i>	5	3
<i>Prunus Mahaleb</i>	7	$4\frac{1}{2}$
<i>Acer platanoides</i>	3	$\frac{1}{2}$

Diese Zusammenstellung lässt erkennen, dass das Verhältnis zwischen verstopften und unverstopften Ringen für verschiedene Arten ein ungleiches ist, ja dass dies Verhältnis nicht einmal konstant ist für verschiedene Exemplare derselben Species.

Die Verstopfung der Gefäße schreitet im Holzkörper von innen nach außen vor. Zuerst werden alle diejenigen verstopft, welche den primären Holzteilen angehörten, dann kommen die des sekundären, des eigentlichen Holzes. Das Fortschreiten dieser Verstopfungen findet aber nicht in der ganzen Länge des Baunes in zentripetaler Richtung mit gleicher Geschwindigkeit statt, sondern es treten die Ausfüllungen der Gefäße in den Spitzen der Zweige eher auf als in tieferen Regionen. Einige Beispiele mögen das Gesagte erläutern²⁾. Hierbei ist wohl zu beachten, dass nur diejenigen Ringe aus verschiedenen Höhen mit einander verglichen werden können, welche tatsächlich gleich alt sind, von der Peripherie aus gezählt die gleiche Nummer tragen würden.

1) Im November 1887 ward ein Zweig von *Acer platanoides* untersucht. An der Schnittfläche mochte er 13 bis 16 Jahresringe zählen

1) A. Wieler, „Ueber den Anteil des sekundären Holzes der dikotylen Gewächse an der Saftleitung“ u. s. w.

2) I. e.

— ein exaktes Zählen war unmöglich, da die Ringe sehr schmal waren und unregelmäßig verliefen — von denen die vier ersten Ringe Verstopfungen enthielten. Ein 3jähriger Seitenzweig aus größerer Höhe zeigte den ersten Ring mit Verstopfungen erfüllt. Hier ist also ein Ring verstopft, der tief unten frei von Verstopfungen ist, ja wo sogar noch ältere Ringe keine Verstopfungen aufweisen.

2) Ein anderes Beispiel von *Acer platanoides*. 20 cm über der Schnittfläche sind drei Jahresringe vorhanden, von denen die primären Gefäßgruppen und die ersten Gefäße des sekundären Holzes verstopft sind. 66 cm über der Schnittfläche sind zwei Jahresringe vorhanden, von denen die ältere Partie des sekundären Holzes aus dem ersten Ringe verstopft ist. Hier ist also ein halber Ring verstopft, der 46 cm tiefer unverstopft ist.

3) Ein weiteres lehrreiches Beispiel bietet *Fraxinus*. 5 cm über der Schnittfläche ist von vier Ringen nicht einmal der ganze erste Ring verstopft. 43,5 cm über der Schnittfläche ist fast alles mit Ausnahme des letzten Ringes verstopft.

4) Ähnliche Verhältnisse weist *Juglans* auf. 13 cm über der Schnittfläche sind die drei letzten Ringe unverstopft; 30 cm höher sind nur der letzte Ring und das Herbstholtz des vorhergehenden unverstopft.

5) Während bei einem untersuchten *Sambucus*-Zweig im unteren Teile fast beide vorhandenen Ringe unverstopft sind, ist in höherer Region der erste derselben verstopft.

Die aufgeführten Fälle mögen zur Illustration des Behaupteten genügen.

Zu den normalen Verstopfungserscheinungen gehört auch die Verstopfung der Gefäße an allen Stellen, wo sich Blätter und Zweige normal ablösen. Die so entstehenden Wunden werden ganz analog geschlossen wie die künstlich angebrachten. „In der That findet man unter jeder Blattnarbe die hier unterbrochenen Blattspurstränge in ihren Xylelementen, besonders in ihren Gefäßen durch Gummipropfen 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 gummifizierte Zone erkennen lassen“¹⁾). Die natürlichen Zweigbruchstellen werden in derselben Weise verschlossen. An den Fruchtstielnarben des Birnbaums konnte eine Verschluss der Gefäße durch Gummi nicht beobachtet werden, indem die Wunde hier in einer ganz anderen Weise gesehlossen wurde.

Möglicherweise stehen mit dem Blattfall auch die im Holzkörper resp. in den Gefäßbündeln der Annuellen beobachteten gummösen Verstopfungen der Gefäße im Zusammenhang. Bisher hat die Wissenschaft auf diesen Punkt ihr Augenmerk noch nicht gerichtet.

1) Temme, „Ueber Schutz- und Kernholz, seine Bildung und seine physiologische Bedeutung“. Landw. Jahrb., XIV, 1885, S. 473.

II. Monokotyledonen.

Inwieweit Gefäßverstopfungen bei den Monokotyledonen normalerweise auftreten, ist unbekannt. Nach Molisch¹⁾ sollen in den Gefäßen alter Blattstiele von *Musa* Thyllen normal auftreten. Auch scheinen dieselben in den Gefäßen der Wurzel reichlich aufzutreten, denn von dem Ungenannten²⁾ werden sie für *Musa paradisiaca* und von Wittmack³⁾ für *Musa Ensete* erwähnt.

3. b. Pathologisches Auftreten der Gefäßverstopfungen.

I. Dikotyledonen.

Jede Verletzung oder Verwundung des Holzkörpers, welcher Art sie auch sein mag, ruft eine Verstopfung der Gefäße hervor. Das so veränderte Holz gleicht so sehr dem Kern, dass diese pathologischen Teile geradezu von manchen Forschern als Kern bezeichnet werden.

In Folge von Frost tritt nach Th. Hartig⁴⁾ und Nördlinger⁵⁾ pathologischer Kern auf. Letzterer beobachtete eine derartige partielle Kernbildung in Folge Erfrierens an der gemeinen *Platane*, der *Ulme* und *Colutea*. Vom *Götterbaum* und dem *Papiermaulbeerbaum* meint Nördlinger, dass aller Kern, welchen sie bei uns bilden, nur pathologischer Kern sei.

Dieselbe Wirkung haben hohe Wärmegrade, wie aus Untersuchungen von Weber⁶⁾ zu ersehen ist.

Er wollte prüfen, ob die Sachs'sche Wasserleitungstheorie, nach welcher sich das Wasser in den Wänden anstatt in den Hohlräumen der Gefäße bewegt, richtig ist. War sie es, so musste die Wasserbewegung sistiert werden, wenn die Membranen in ihrer Beschaffenheit durchaus geändert wurden, während die Anordnung der Elemente dieselbe blieb. Diese Beschaffenheitsänderung erzielte er dadurch, dass er die Zweige, während sie an den Bäumen blieben, auf eine bestimmte Strecke hin verkohlte. Fahren nach dieser Behandlung die Zweige fort, normal zu transpirieren, so musste sich das Wasser im Hohlraum der Gefäße bewegen. Nach einigen Tagen zeigte sich aber, dass die oberhalb der verkohlten Stelle befindlichen Blätter vertrockneten. Eine mikroskopische Untersuchung lehrte bald, dass dieser Versuch nicht zu Gunsten der Sachs'schen Wasserleitungstheorie gedenkt werden

1) „Zur Kenntnis der Thyllen, nebst Beobachtungen über Wundheilung in der Pflanze“. Sitzber. d. mathem.-naturw. Klasse d. Wiener Akad. d. Wiss., 97. Bd., 1. Abt., 1889, S. 226.

2) Bot. Zeitung, 1845.

3) „Musa Ensete. Ein Beitrag zur Kenntnis der Bananen“. Gött. Dissert., Halle 1867.

4) Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1857.

5) „Technische Eigenschaften der Hölzer“. Stuttgart 1860. S. 33

6) „Ueber den Einfluss höherer Temperaturen auf die Fähigkeit des Holzes, den Transpirationsstrom zu leiten“. Ber. d. d. bot. Ges., III.

durfte, denn es zeigte sich, dass in dem gesunden Teil des Holzes, wo er an den verkohlten grenzte, die Gefäße vollständig mit Verstopfungen ausgefüllt waren. So blieb also immer noch die Möglichkeit, dass nicht die unterbrochene Leitung in der Wand, sondern im Hohlräum des Gefäßes das Vertrocknen der Blätter herbeigeführt hatte.

Verletzungen des Holzkörpers durch Druck und Stoß, selbst wenn er nicht einmal bloß gelegt wird, ruft schon pathologischen Kern her vor. Beim *Perrückenstrauß* bewirkt jedes Hagelkorn, das die Rinde jüngerer Aeste trifft, das Auftreten eines Fleekchens gelben Kernes¹⁾.

Nach R. Hartig²⁾ kommt es zuweilen vor, dass bei Eichenästungen durch die Leiter ein Druck auf das Cambium durch die Rinde hindurch ausgeübt wird. Dann stirbt das Cambium an dieser Stelle ab, und im Holzkörper bildet sich ein kleines Stück pathologischen Kernes.

Aehnlich wirkt das Absterben der Wurzel auf die Verstopfung des Holzkörpers des Stammes. Als in Wasserkulturen von *Populus canadensis* und *Vicia Fabu* das Wurzelsystem, in dem einen Fall wahrscheinlich durch Alkalischwerden der Lösung, im anderen durch zu hohe Konzentration der angewandten Lösung starb, wurden die Gefäße im Stamme, resp. im hypokotylen Gliede verstopft. Beim Absterben der Eichenäste bleibt die im Stamme steckende Basis gesund, sie fährt fort in die Dicke zu wachsen. An der Stelle im Ast, an welcher gesundes und abgestorbenes Holz zusammenstoßen, werden die Gefäße nach R. Hartig³⁾ verstopft, so den Holzkörper gleichsam abschließend.

Dies ist übrigens nur ein spezieller Fall der allgemeinen Regel — worunter schließlich alle bisher aufgeführten Fälle fallen — „dass die Gefäße überall dort mit Thyllen oder einer gummiartigen Substanz gefüllt sind, wo gesundes Holz an abgestorbenes grenzt“⁴⁾. Vielleicht darf man diese Regel noch erweitern und sie auch auf absterbendes Gewebe ausdehnen. Dann würde wenigstens verständlich werden, warum bei den *Amyydaleen* die Gefäße mit dem Schutzgummi erfüllt werden, wenn der Baum an der Gummosis leidet, ohne dass eine Verwundung stattgefunden hat.

Verstopft werden die Gefäße überall dort, wo eine offene Wunde vorhanden ist. Das wird bewiesen durch die Untersuchungen von Böhm⁵⁾, Gaunersdorfer⁶⁾ und Temme⁷⁾. Auch Praël⁸⁾ und

1) Nördlinger I. c.

2) „Die Zersetzungerscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche“. Berlin 1878. S. 140.

3) I. c. Abschnitt: „Zur Eichenästung“.

4) Böhm, „Ueber die Funktion der vegetabilischen Gefäße“. Bot. Ztg., 1879, Sp. 231.

5) „Ueber Funktion der Genesis der Zellen in den Gefäßen des Holzes“. Sitzber. d. Wiener Akad d. Wiss. mathem.-naturw. Klasse, 55. Bd., 2. Abt., 1867.

6) I. c.

7) I. c.

8) „Vergleichende Untersuchungen über Schutz- und Kern-Holz der Laubbäume“. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 19, 1888.

Molisch¹⁾ haben neuerdings bestätigen können, dass Verletzungen des Holzkörpers „beschleunigend und vermehrend auf die Thyllenbildung wirken und Thyllen auch da hervorrufen können, wo in normalem jungem Holz keine Thyllen vorkommen“²⁾.

Als Molisch²⁾ 1jährige Triebe verschiedener thyllenbildender Pflanzen wie *Sambucus nigra*, *Vitis vinifera*, *Ampelopsis hederacea*, *Aristolochia Sipho*, *Robina Pseud-Acacia*, *Morus nigra*, *Maclura aurantiaca*, *Rhus typhina*, *R. Cotinus*, *Broussonetia papyrifera*, *Glycine* sp., *Dahlia variabilis*, *Boehmeria polystachia*, *Salix*-Arten und *Sparmannia africana* im Freien oder im Gewächshaus beschnitt und nach 4 bis 6 Wochen untersuchte, waren alle Gefäße oder wenigstens ein großer Teil derselben mit Thyllen, teilweise auch mit Gummi verstopft.

Natürlich ist es nur ein spezieller Fall, wenn die Stecklinge, die doch nur Zweigstücke mit zwei Schnittflächen sind, die Gefäße oben und unten verstopfen, wie bei der Weide nach Böhm³⁾, wo der Verschluss durch Thyllen stattfindet. Doch beobachtete Molisch⁴⁾ eine Beschleunigung der Thyllenbildung in dem oberen Teile des Stecklings unter der in die Luft ragenden Schnittfläche gegenüber dem in den feuchten Sand oder dem in das Wasser tauchenden Teil.

Nach dem Gesagten muss erwartet werden, dass das Bluten aus Schnittflächen blutender Gewächse mit der Zeit aufhört, weil die Schnittfläche verstopft wird. In der That gibt Böhm⁵⁾ an, dass alte Schnittflächen von Rebzweigen durch Thyllen verstopft sind. Ich⁶⁾ beobachtete, dass bei dekapitierten blutenden Holzpflanzen (*Ribes rubrum*, *Vitis vinifera*, *Ampelopsis quinquefolia*, *Salix alba*, *Populus canadensis*, *Betula alba*) Verstopfungen der Gefäße an den Schnittflächen auftreten. Die mit der Zeit eintretende Verminderung der Blutungsmengen dürfte zum Teil auf solche Verstopfungen von Gefäßen zurückzuführen sein. Bekanntlich hört ja auch mit der Zeit das Bluten aus Bohrlöchern auf, wahrcheinlich weil die Wunde in dieser Weise verschlossen wird.

Ebenso wie in den Stamm-, Ast- und Zweigstümpfen treten Verstopfungen auch in den abgeschnittenen Zweigen auf, wenn dieselben in Wasser oder in eine wässrige Lösung gestellt werden. Zum Teil darf das schon aus dem Verhalten der Stecklinge gefolgert werden, doch liegen über diesen Punkt noch spezielle Angaben vor.

1) „Zur Kenntnis der Thyllen, nebst Beobachtungen über Wundheilung in der Pflanze“. Sitzber. d. mathem.-naturw. Klasse der Wiener Akad. d. Wiss., 97. Bd., 1. Abt., 1889.

2) Molisch l. e. S. 283.

3) Bot. Zeitung, 1879, Sp. 231.

4) l. e. S. 284.

5) Bot. Zeitung, 1879.

6) Wieler, „Das Bluten der Pflanzen“; Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 6, 1892, S. 150.

Um zu ermitteln, in welchem Teil des Holzkörpers die Wasserbewegung vor sich geht, stellte ich¹⁾ zwei Reihen von Versuchen an; ich presste eine wässrige Fuchsinlösung unter bekanntem Druck durch den seiner Blätter beraubten Zweig hindurch und stellte beblätterte Zweige in eine wässrige Methylenblaulösung, die in Folge der Transpiration der Blätter im Holze aufstieg. So weit der Holzkörper Wasser leitete, färbte er sich, denn diese Farbstoffe werden von der Holzmembran gespeichert, während die nichtleitenden Teile ungefärbt blieben. Hierbei stellte sich heraus, dass im Wesentlichen nur der letzte Jahresring leitet, dieser also auch nur gefärbt ist. Ueberraschender Weise ist derselbe aber nicht in seiner Totalität gefärbt, sondern die jüngsten Teile desselben pflegen ungefärbt zu bleiben. Die Ursache des Ausbleibens der Färbung liegt wie die mikroskopische Untersuchung ergab, in dem Auftreten von Verstopfungen in den Gefäßen, welche während des Versuches entstanden sind. Von den zu den Druckversuchen verwendeten Zweigen wurden mit Sicherheit Verstopfungen nachgewiesen bei *Acer platanoides*, *Tilia europaea*, *Aesculus Hippocastanum*, *Sambucus nigra*, *Juglans cinerea*, *Sorbus Aucuparia*, nicht nachgewiesen bei *Fraxinus excelsior*, *Gleditschia triacanthos* und *Quercus pedunculata*, obgleich gewiss auch hier Verstopfungen vorhanden waren, vielleicht weiter aufwärts, an einer Stelle also, wo nicht untersucht wurde. In welcher Höhe des Zweiges die Verstopfungen auftreten ist gleichgültig, die Wirkung in bezug auf die Nichtfärbung ist die nämliche. Die Verstopfungsmasse war vorwiegend Schutzgummi, sicher bei *Acer*, *Tilia*, *Aesculus*, *Robinia* und *Sambucus*; zweifelhaft bleibt ihre Natur bei *Juglans* und *Sorbus*. Von den Zweigen aus den Transpirationsversuchen wiesen mit Ausnahme von der Buche alle untersuchten Verstopfungen auf: *Ahorn*, *Linde*, *Roskastanie*, *Vogelbeere*, *Apfelbaum* und *Magnolia*.

Diese Verstopfungen treten nicht unmittelbar über der Schnittfläche, sondern ziemlich hoch oben im Zweige auf. Sie erscheinen zuerst in den jüngsten Elementen des Holzkörpers und schreiten von dort nach dem Zentrum des Organs fort. Werden die Versuche aber lange genug fortgesetzt, so ist schließlich die ganze wasserleitungsfähige Zone verstopft, die Wasserleitung also unterbrochen und damit eine Verlassung zum Blattfall gegeben. Eine ausgezeichnete Illustration zu dem Behaupteten lieferte mir ein Versuch mit der Roskastanie. Ein großer beblätterter Zweig war zum Transpirieren in eine wässrige Fuchsinlösung gestellt worden. Nach einigen Tagen waren sämtliche Blätter abgefallen; die Gefäße in der leitenden Zone waren, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, völlig mit Schutzgummi verstopft.

1) Wieler, „Ueber den Anteil des sekundären Holzes der dikotylenon Gewächse an der Saftleitung und über die Bedeutung der Anastomosen für die Wasserversorgung der transpirierenden Flächen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XIX, 1888.

Die Gefäßverstopfungen können sehr schnell auftreten, wofür einige Beispiele angeführt werden mögen:

1) Am Morgen (etwa 10 Uhr) des 21. Augusts 1886 wurden mehrere Zweige der *Roskastanie* aus einem Garten, der von dem Institut etwas entfernt lag, geholt. Um 10 Uhr 15 Min. wurde der erste Druckversuch angestellt; er dauerte bis 12 Uhr. In dieser Zeit sind in der leitenden Region reichlich Gefäßausfüllungen gebildet. Um 12 Uhr 50 Min. wurde ein zweiter Versuch angestellt; er dauerte bis 3 Uhr 15. Min. Der leitende Teil weist reichlich Gefäßausfüllungen auf. Ein dritter Versuch dauerte von 3 Uhr 30 Min. bis 6 Uhr Abends. In den drei letzten Jahresringen sind zahlreiche Gefäßausfüllungen vorhanden. In einem kürzeren als dreistündigen Zeitraume sind bei der *Roskastanie* also die Gefäße durch Gummibildung in großer Zahl verschlossen worden.

2) Am 24. August Morgens wurden aus derselben Quelle Zweige von der *Robinie* geholt. Um 11 Uhr gleich nach Empfang derselben ward der erste Versuch mit halbstündiger Dauer angestellt. Von Gummiausfüllungen ist nichts zu bemerken. Der zweite Versuch währte von 12 Uhr 30 Min. bis 1 Uhr. In den nicht gefärbten Teilen des jüngsten Jahresringes sind Thyllen und Gummiausfüllungen vorhanden.

3) Am Morgen des 23. Augusts wurden analoge Versuche mit *Ahorn*-Zweigen angestellt. Um 11 Uhr 15 Min. wurde der erste Versuch von einstündiger Dauer angesetzt. In dem nicht gefärbten Teil des jüngsten Jahresringes sind einzelne Gefäßausfüllungen zu bemerken. Der zweite Versuch dauerte von 3 Uhr 30 Min. bis 6 Uhr. Im ungefärbten Teil des jüngsten Jahresringes sind viele Gefäße mit Gummierfüllt; auch im gefärbten Teil finden sich bereits Ausfüllungen.

4) Am 25. August Morgens wurden *Linden*-Zweige geholt und in Wasser gestellt. Von 3 Uhr 45 Min. bis 6 Uhr und von 6 Uhr 15 Min. bis 7 Uhr 15 Min. waren zwei Versuche im Gange. In beiden Fällen waren in den ungefärbten Gefäßen Ausfüllungen vorhanden.

Diese wenigen Beispiele zeigen, dass ein sehr kurzer Zeitraum genügt, um die Gefäßausfüllungen hervorzurufen. Den Prozess selbst stellt man sich vielleicht nicht unrichtig folgendermaßen vor. Sobald der Zweig aus seinem Verbande gelöst ist, wird in dem jüngsten Teil des sekundären Holzes auf eine bestimmte Strecke hin die Bildung von gummösen Massen oder von Thyllen beginnen. Ersterer Vorgang dürfte voraussichtlich ebenso verlaufen wie der von Temme für die Schutzholzbildung beschriebene. Wird ein solcher in der Gummibildung begriffener Zweig mit Fuchsinslösung injiziert, so werden zunächst in der unteren Partie die Markstrahl- und Parenchymzellen getötet; hier können also keine Gummiausfüllungen resp. Thyllen gebildet werden. In den höheren Teilen hingegen kann die Bildung ruhig forschreiten und vollendet sein, ehe das Fuchsins bis zu ihr vordringt, da es begierig von den Membranen aus der Lösung aufgespeichert wird. Sind

die Gefäße jedoch erst einmal verstopft, so ist ein weiteres Steigen der Lösung ausgeschlossen. Deshalb sind diese Ausfüllungen meistens auch nicht durch Fuchsin gefärbt. Geht jedoch der Verschluss der Gefäße etwas langsamer von Statten, oder steigt das Fuchsin in Folge stärkeren Druckes schneller in die Höhe, so treten auch gefärbte Ausfüllungen auf; doch finden sich alsdann in höherer Region immer noch ungefärbte. Dass diese Verstopfungen tatsächlich während des Versuches entstehen, ergibt sich daraus, dass beliebig abgeschnittene Zweige solche Ausfüllungen nicht aufweisen, und dass in den verstopften Gefäßen die Flüssigkeit weit hinaufgestiegen ist, was unmöglich sein dürfte, wenn die Verstopfungen bereits bei Loslösung des Zweiges von der Mutterpflanze existiert hätten.

Aus den aufgeführten Versuchen ergibt sich, dass abgeschnittene und in Wasser gestellte Zweige anfangen, derartige Verstopfungen zu bilden. Es steht zu erwarten, dass abgeschnittene Zweige, welche an der Luft liegen, gleichfalls wenigstens bis zu einem bestimmten Grade, solche Verstopfungen bilden.

Es ist schon lange bekannt, dass wenn man Wasser durch abgeschnittene Zweige filtriert, die Filtrationsmengen immer geringer werden, bis sie schließlich gleich Null sind. Werden die Zweige nicht in der Luft, sondern unter Wasser abgeschnitten, so wird die Verminderung der Wassermengen freilich auch beobachtet, aber dieselbe wird verzögert. Eine zeitweilige Vermehrung der filtrierten Mengen hat statt, wenn von der Schnittfläche aus eine Lamelle abgetragen wird. Diese letztere Beobachtung erklärt Sach's folgendermaßen. Durch die Herstellung einer Schnittfläche an den für die Versuche erforderlichen Zweigen wird eine Reihe von Zellen verletzt; ihr Inhalt verbreitet sich über die Schnittfläche, wobei Verstopfung der Gefäße unvermeidlich sein soll. Bei längerer Berührung mit Wasser findet auf diesem Boden eine üppige Bakterienentwicklung statt; der so entstehende Bakterienschleim soll sich gleich Ppropfen in die Lumina der Gefäße setzen. Stellt man nun eine neue Schnittfläche her, so entfernt man für einige Zeit diesen Bakterienschleim, wodurch die Filtration wieder etwas lebhafter vor sich gehen kann.

v. Höhnel¹⁾ hat sich bemüht, für diese Behauptung den exakten Beweis zu erbringen, und wie er glaubt mit Erfolg. Vergleicht man jedoch seine Zahlen, so kann man sich dieser Ansicht nicht anschließen. Durch geeignete Versuchsanstellung schloss er die Bakterien aus; nichts desto weniger lassen seine Zahlen eine deutliche Verminderung der Filtrationsmengen erkennen, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist. Diese müssten aber bei Ausschluss der Bakterien vollständig konstant werden, denn die durch Anschneiden lebender Zellen freiwerdenden Plasmamassen verstopfen ja sofort die Ge-

1) „Über die Ursache der raschen Verminderung der Filtrationsfähigkeit von Zweigen für Wasser“. Bot. Ztg., 1879.

fäße und können nicht erst allmählich zu einer fortschreitenden Verstopfung Veranlassung geben.

	<i>Ampelopsis hederacea</i>				<i>Ostrya virginiana</i>	<i>Acer Negundo</i>
1) 673,2 Kem.	2) 63,0 Kem.	3) 175,0 Kem.	4) 223,0 Kem	47,2 Kem	73,9 Kem	
303,2 "	65,2 "	86,3 "	78,8 "	30,4 "	25,4 "	
273,2 "	35,1 "	43,3 "	25,6 "	10,8 "	8,4 "	
253,2 "	12,8 "	25,2 "	17,5 "	4,5 "	4,4 "	
205,5 "	3,8 "	14,9 "	11,2 "	3,0 "	3,0 "	
192,7 "	4,0 "	11,3 "	6,7 "			
155,0 "	2,9 "	8,4 "	6,9 "			
128,0 "		7,3 "				
115,4 "						
93,0 "						
57,9 "						

Jede Zahl repräsentiert die in 24 Stunden durchfiltrierte Menge Kubikzentimeter Wasser. Nach dem ersten resp. zweiten Tage ist die Verminderung der Filtrationsmengen eine sehr erhebliche, um dann zum Teil langsamer abzunehmen. Meines Erachtens nach sind diese Zahlen nur verständlich, wenn angenommen wird, dass die Gefäße verstopft werden und zwar im Anfang sehr schnell, später langsamer. Auch ohne mikroskopische Untersuchung der Zweige kann man, glaube ich, ziemlich sicher behaupten, dass es so sein muss. Wenn sich *Acer Negundo* wie *Acer platanoides* verhält, müssen in den abgeschnittenen Zweigen Verstopfungen aufgetreten sein. Für eine ganze Reihe von Pflanzen wurde festgestellt, dass in den abgeschnittenen und in Wasser gestellten Zweigen die Gefäße verstopft werden, es ist deshalb nicht anzunehmen, dass v. Höhnel durch einen sonderbaren Zufall gerade solche getroffen haben sollte, denen diese Fähigkeit fehlt. Außerdem zeigen unsere Tabellen, dass bei *Ampelopsis* Thyllenbildung, bei *Acer Negundo* Verstopfungen durch harzartige Stoffe und bei *Ostrya vulgaris* — ihr dürfte sich *Ostrya virginiana* wohl gleich verhalten — Thyllenbildung beobachtet worden ist. Wenn nun auch nicht gelegnet werden soll, dass durch den Bakterienschleim eine Verminderung der Filtrationsmengen herbeigeführt werden kann, so muss anderseits doch entschieden behauptet werden, dass die bedeutende Verminderung in allen derartigen Versuchen mit oder ohne Ausschluss der Bakterien auf das Auftreten von Verstopfungen in den verletzten Zweigen zurückzuführen ist.

Ebenso wie die Holzgewächse verhalten sich auch die Annuellen. Wurden abgeschnittene Sprosse von *Medicago sativa* in Methylenblaulösung zur Transpiration gestellt, so trat eine Verstopfung der Gefäße ein, die dem freien Land entnommenen Sprossen fehlte.

Molisch¹⁾) konnte in Folge von Verwundung Gummiausfüllung bei:

Phaseolus multiflorus (*Hypocotyl*) *Fittonia argyroneura*

Helianthus annuus (*Hypocotyl*) *Ruellia ochroleuca*

Cineraria cruenta *Artemisia* sp.

Primula sinensis *Sansevieria* sp.

und Thyllen bei: *Boehmeria polystachya*

„ *argentea* beobachten.

II. Monokotyledonen.

Dass sich die Monokotyledonen in Bezug auf Gefäßverstopfungen als Folge von Verwundungen genau so verhalten, wie die Dikotyledonen erhellt aus den Untersuchungen von Molisch¹⁾.

Sehneidet man Stengel von *Canna*-Arten in Dezimeter lange Stücke und behandelt dieselben zwei bis drei Wochen lang im Warmhaus als Steckling, so sind die Gefäße erfüllt mit Thyllen in den verschiedensten Entwicklungsstadien. Außerdem wird auch noch Gummi in die Gefäße und in die Interzellarräume abgeschieden.

Verstopfung der Gefäße durch Gummi bei Verwundungen beobachtete er außer bei *Canna* bei *Philodendron pertusum*, *Saccharum officinarum* und *Latania bourbonica*. Ich lasse hier mit des Verfassers eigenen Worten die Darstellung der Verhältnisse beim Zuckerrohr folgen.

„Ich kehre nun wieder zur Verstopfung der Gefäße mit Gummi bei krautartigen Pflanzen zurück. Ungemein lehrreich erwies sich in dieser und noch in anderer Beziehung die Untersuchung verletzter Stengel von *Saccharum officinarum*. Wurde der Stengel einer im Gewächshause gezogenen Pflanze quer abgeschnitten, so bildete sich in der Region der Wunde nach etwa fünf Tagen ein auffallend roter, den Membranen angehöriger Farbstoff; etwa vier Wochen nach der Verletzung waren die meisten Gefäße auf weitere Strecken vollständig mit Gummi verlegt, welches sich mit Phlorogluein & HCl deutlich rot färbte. Nicht nur die Gefäße, auch Siebröhren und Bastparenchym waren verstopft. Noch eine andere, meines Wissens bisher nicht beobachtete Thatssache ließ sich feststellen; das unterhalb der Wunde liegende Parenchym nimmt nämlich in Folge der Verletzung nach und nach ein kollenchymatisches Aussehen an.“

Im normalen unverwundeten Parenchym sieht man davon nichts, hier bilden die Zellen zwischen sich luftführende, auf dem Querschnitt dreieckig erscheinende Interzellularen. Nach der Verwundung seernieren die Zellen in die letzteren Gummie und erhalten, die Interzellularen allmählich ganz verstopfend, das Aussehen von Collenchymzellen. Die gewöhnlich an den Kanten von Collenchymelementen auftretenden Verdickungsmassen werden hier durch Gummi repräsentiert“²⁾.

1) „Zur Kenntnis der Thyllen, nebst Beobachtungen über Wundheilung in der Pflanze“. Sitzber. d. math.-naturw. Klasse der Wiener Akad. d. Wiss., 97. Bd., 1. Abt., 1888.

2) l. c. S. 291.

Aehnlich wie die verletzten Stengel des Zuckerrohrs verhalten sich die Blattstieltümpfe von *Latania bourbonica*. Die weiten Gefäße werden mit Thyllen, die engen mit Gummi verstopft.

4. Die Ursachen der Entstehung der Gefäßverstopfungen.

Bisher haben wir die Verbreitung der Gefäßausfüllungen durch Thyllen und Gummi kennen gelernt, haben wir uns davon überzeugt, dass sie einem Akt der lebenden Zelle ihren Ursprung verdanken, haben wir gesehen, in welchen Pflanzenteilen sie vorkommen und unter welchen Bedingungen sie entstehen, nun haben wir uns zu fragen, wodurch sie hervorgerufen werden.

Die Fähigkeit, Thyllen oder Gummi zu bilden, ist auf bestimmte Zellen beschränkt, auf die parenchymatischen Elemente der Gefäßteile und des sekundären Holzes. Diese Fähigkeit kommt aber nicht immer zur Geltung; manche Zellen bilden während ihres ganzen Lebens weder Thyllen noch Gummi, andere bilden normaler Weise das eine oder andere, nachdem sie ein bestimmtes Alter erreicht haben. Immer jedoch kann diese Fähigkeit zur Geltung kommen als Reaktion auf gewisse äußere Eingriffe. In allen diesen Fällen muss der bis dahin existierende funktionelle Zustand der Zelle eine Änderung erleiden. Die Zelle muss also ein gewisser Anstoß treffen, Thyllen oder Gummi zu bilden. Solchen Anstoß bezeichnen wir als Reiz, auf den die Zelle in dieser bestimmten Weise reagiert. Manche Zellen werden im Laufe ihrer normalen Entwicklung nicht von einem derartigen Reiz getroffen, andere werden davon getroffen z. B. in der Kernholzbildung. In allen Fällen reagieren aber die Zellen in der angegebenen Weise, wenn sie von einem solchen Reize getroffen werden. Man darf gewiss voraussetzen, dass derselbe immer von derselben Beschaffenheit sein wird, ob die Gefäßverstopfungen unter normalen oder pathologischen Verhältnissen entstehen. Worin besteht nun dieser Reiz? Auf diese Frage ist keine befriedigende Antwort zu geben, da sie einer sorgfältigen experimentellen Prüfung bisher nicht unterzogen wurde. Es liegen weiter nichts als Mutmaßungen vor. Böhm¹⁾ geht zur Erklärung der Erscheinung zunächst von dem Auftreten der Verstopfungen an verwundeten Teilen des Holzkörpers aus. Bekanntlich führen die Gefäße außer Wasser verdünnte Luft; werden dieselben angeschnitten, so stürzt die atmosphärische Luft in sie hinein, bis der Luftdruck in den Gefäßen so groß ist, wie in der umgebenden Luft. In dieser Spannungsänderung der Luft sieht Böhm das Reizende; da aber der Stickstoff der Luft auf die lebende Zelle ohne Wirkung ist, so ist in dem plötzlichen Anwachsen der Partiärdruck des Sauerstoffs der eigentliche

1) „Ueber Funktion und Genesis der Zellen in den Gefäßen des Holzes“. Sitzber. d. math.-phys. Klasse d. Wiener Akad. d. Wiss., 55. Bd., 1867, 2. Abt.; „Ueber die Funktion der vegetabilischen Gefäße“, Bot. Ztg., 1879.

Reiz zu suchen. Die Verstopfungen des Kernholzes sollen in ganz derselben Weise zu stande kommen. Böhm will gefunden haben, dass in den Gefäßen des Kernholzes gleichfalls Luft gewöhnlicher Spannung vorhanden ist, wodurch dann auch hier wieder das Auftreten der Verstopfungen bedingt sein würde. Dieser seiner Meinung schließt sich inbezug auf die Thyllen Unger¹⁾ an: „Wir sehen hier also die Luft und wahrscheinlich vorzüglich den Sauerstoff derselben als Erringer einer Zellwucherung, als welche die Aussackung bereits gebildeter Zellen jedenfalls angesehen werden muss“. Molisch²⁾ lässt seine Ansicht auch gelten, findet sie nur nicht ausreichend, um alle Erscheinungen zu erklären.

Gegen die Böhm'sche Ansicht lässt sich Verschiedenes einwenden. Wenn durch die Steigerung des Luftdruckes in den Gefäßen Thyllen hervorgerufen werden, so müsste hierdurch ein stärkeres Wachstum veranlasst werden als unter Einwirkung der verdünnten Luft. Hierfür fehlt jeglicher Anhalt. Viel eher dürfte man das Gegenteil erwarten; denn wir wissen, dass, falls die Verdünnung nur nicht außerordentlich stark ist, eine Beschleunigung des Längenwachstums bei verdünnter Luft gegenüber dem normalen Luftdruck statthat³⁾). Wie der Luftdruck resp. der Sauerstoffgehalt der Luft auf die Produktion des Gummis aus dem Stärkemehl der Zellen wirkt, ist völlig unbekannt.

Mit Recht macht Molisch⁴⁾ Folgendes gegen die Ansicht von Böhm geltend: „In einem verletzten Zweige bilden sich Thyllen etwa $\frac{1}{4}$ —1 cm unterhalb der Wunde sehr häufig, etwas weiter unten schon bedeutend seltener, um schließlich, oft 2—3 cm tiefer gar nicht mehr zu erscheinen. Wenn die Aufhebung des negativen Luftdruckes in den Gefäßen die einzige Ursache der Thyllenbildung wäre, dann müsste dieselbe mit Rücksicht auf die bekannte Thatsache, dass die Gefäße zumeist auf viel weitere Strecken, oft meterweit in offener Kontinuität stehen, sich auch auf viel tiefere Entfernungen geltend machen. Dies ist aber wie wir gesehen haben, gewöhnlich nicht der Fall“. Nicht minder spricht gegen Böhm die Beobachtung Praël's⁵⁾), dass der Verschluss der Gefäße durch Schutzgummi unterbleibt, wenn die Wunde sofort künstlich verschlossen wird. Wenn der Experimentator auch noch so schnell verfährt, das Eindringen der Luft in die Gefäße wird er nicht hindern können.

Ebenso spricht gegen Böhm die Thatsache, dass bei manchen Pflanzen (*Musa Ensete*, *Selaginella*-Arten) an der verwundeten Stelle

1) Sitzungsber. d. mathem.-phys. Klasse der Wiener Akad. d. Wissensch., 56. Bd., 1. Abt., 1867.

2) l. c. 97. Bd., 1. Abt., 1888.

3) A. Wieler, „Die Beeinflussung des Wachsens durch verminderde Partiärpressung des Sauerstoffs“. Unters. a. d. bot. Institut zu Tübingen, I, 2, 1883.

4) l. c. 97. Bd., 1. Abt., 1888.

5) Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 19, 1888.

Parenchymzellen in die Intercellulargänge hineinwachsen, wo sich der Luftdruck durch die Verwundung nicht geändert hat¹⁾. Bei einer *Anthurium*-Art beobachtete Molisch sogar ein Hineinwachsen der Parenchymzellen in die Schleimgänge¹⁾. Auch werden bei *Saccharum* nach seinen Angaben die Intercellulargänge an der Wundfläche durch Gummi verschlossen¹⁾. Also tritt die Gummibildung auch an einer Stelle auf, wo ein Wechsel im Luftdruck nicht stattgefunden hatte.

Nach alledem scheint es mir höchst fraglich, ob auch nur in einem einzigen Falle die Änderung in der Partiärpressung des Sauerstoffs in den Gefäßen als Reiz für die Bildung unserer Verstopfungen wirkt. Definitiv kann diese Frage erst durch eine experimentelle Untersuchung entschieden werden.

Trotzdem Molisch die schwerwiegenden Einwände gegen die Böhm'sche Ansicht geltend gemacht hat, lässt er dieselbe doch gelten, sucht sie sogar durch Hinzunahme eines „Wundreizes“ für die Fälle, wo sie nicht zutrifft, zu stützen. „Der Wundreiz wirkt auf das in der Nähe der Wunde befindliche Plasma und wird von demselben auf entferntere Regionen von Zelle zu Zelle übertragen. Wenn wir uns auch vorläufig über die Natur eines solchen Wundreizes noch keine plausible Vorstellung machen können, so wird uns doch wenigstens einigermaßen begreiflich, warum die Thyllen in der Nähe der Wunde so häufig, entfernter davon aber immer seltener entstehen“. Hiermit wird nichts gewonnen; dass ein Reiz vorliegt, versteht sich von selbst, und es thut nur wenig zur Sache, wenn man ihn „Wundreiz“ nennt. Dass er von der verwundeten Stelle ausgeht, musste gleichfalls vorausgesetzt werden. Hier handelt es sich darum, worin besteht dieser Reiz. Wenn ich Molisch richtig verstehe, so will er sagen, dass in den Fällen, wo die Thyllen als Reaktion auf eine Verwundung entstehen, die Natur des Reizes noch unbekannt ist, dahingegen in den Fällen, wo sie ohne solchen äußeren Eingriff entstehen, durch die Änderung der Partiärpressung des Sauerstoffs hervorgerufen werden. Aus dem oben Gesagten kann ich mich dieser Ansicht nicht anschließen. Obendrein behandelt Molisch ausschließlich die Thyllen, und doch sind die Verstopfungen durch Gummi nicht von diesen zu trennen und unterliegen in bezug auf ihre Bildung denselben Gesetzen wie jene.

Derjenige, welcher diese ganze Frage einer erneuten Untersuchung unterziehen sollte, mag auf eine Beobachtung aufmerksam gemacht werden, welche ich gelegentlich meiner Untersuchung²⁾ über den Ort der Wasserbewegung in sekundärem Holz wahrnahm. In den Druckversuchen traten die Verstopfungen viel eher ein als in den Transpirationsversuchen. Jene wurden mit Fuchsin-, diese mit Methylenblaulösung angestellt. Möglicherweise hat die Natur dieser Stoffe auf die Geschwindigkeit des Auftretens der Stopfungen einen Einfluss gehabt.

1) Molisch l. c.

2) Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 19, 1888.

5. Folgen der Verstopfungen der Gefäße.

Bei Besprechung der Folgen der Gefäßverstopfung können wir von der Natur dieser Verstopfungen Abstand nehmen außer, wenn sie in Wasser löslich sind; wir brauchen uns deshalb nicht mehr so ängstlich auf die genauer beschriebenen Thyllen und Gummiverstopfungen zu beschränken. Die Verstopfungen durch kohlensauren Kalk kommen auch hier aus den früher angeführten Gründen nicht in Betracht.

Die ersten Verstopfungen, welche man kennen lernte, waren die Thyllen; da man die anderen sehr viel später kennen lernte und so das Gleichartige in diesen Erscheinungen nicht zu würdigen vermochte, so konnte es nicht fehlen, dass man die Thyllen als ganz besondere Gebilde betrachtete und sich über ihren Zweck den Kopf zerbrach. Der Ungenante aus der Botanischen Zeitung¹⁾, welcher zum ersten Male die Thyllen umfassender und eingehender untersuchte, schrieb denselben die Funktion der Stärkespeicherung zu. Sie sollten also gebildet werden, damit die Pflanze an diesen Stellen über mehr Raum zur Speicherung verfügen könnte. Dem gegenüber betonte Böhm²⁾ dass die Funktion der Thyllen darin bestehe, die Gefäße zu verstopfen, damit die durch die Verletzung aufgehobene Luftverdünnung, seiner Meinung nach ein wesentlicher Faktor für die Wasserbewegung, in ihnen wieder hergestellt werden könnte. In der That ließen nach seinen Versuchen die so verstopften Gefäße weder Luft noch Wasser unter Druck durch. An dieser Ansicht hielt Böhm trotz des Widerspruches von Reess³⁾ fest und dehnte dieselbe auch auf die Gummiverstopfungen aus, nachdem er sie kennen gelernt hatte⁴⁾. Die späteren Untersuchungen von Gaunersdorfer⁵⁾, Temme⁶⁾, Praël⁷⁾ und mir⁸⁾ bestätigten lediglich, dass die Verstopfungen durch Thyllen und Gummi einen luft- und wasserdichten Verschluss bilden. Hiernach mutet es etwas sonderbar an, wenn Molisch⁹⁾ gelegentlich seiner Untersuchungen über die Thyllen wieder die Frage nach der Funktion derselben aufwirft. Hierbei kommt er zu dem Schluss, dass den Thyllen eine doppelte Funktion zufällt. Auf Grund seiner nach dem Muster von Böhm angestellten Versuche muss er zugeben, dass sie Verstopfungen der Gefäße sind; anderseits möchte er ihnen auch die Funktion der Stärkespeicherung vindizieren, da sie häufig reichlich mit Stärke erfüllt sind. Mir scheint die Berechtigung zu fehlen, von

1) 1845.

2) Sitzb. d. math.-phys. Klasse d. Wien. Akad. d. Wiss., 55. Bd., 2. Abt., 1867.

3) Bot. Zeitung, 1868.

4) Bot. Zeitung, 1879.

5) Sitzb. d. math.-phys. Klasse d. Wien Akad. d. Wiss., 85. Bd., 1. Abt., 1882.

6) Landw. Jahrbücher, 14. Bd., 1885.

7) Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 19, 1888.

8) Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 19, 1888.

9) Sitzb. d. math.-phys. Klasse d. Wien Akad. d. Wiss., 97. Bd., 1. Abt., 1888.

einer besonderen Funktion der Stärkespeicherung bei den Thyllen zu sprechen. Da diese nur einen Teil der Parenchymzellen der Gefäßteile oder des Holzes bilden, die Zellen aber die Fähigkeit besitzen, Stärke zu speichern, so wäre es sonderbar, wenn nicht auch in ihnen Stärke auftreten würde. Dass aber Thyllen gebildet werden, damit das Gewebe im Stande wäre, mehr Stärke zu speichern, was allein berechtigen würde, von einer speichernden Funktion zu reden, ist durchaus unwahrscheinlich und ist auch nicht von Molisch bewiesen, ja nicht einmal behauptet worden.

Sicher feststeht auf Grund einwandsfreier experimenteller Untersuchungen, dass die bisher bekannt gewordenen Gefäßverstopfungen die Gefäße luft- und wasserdicht zu verschließen vermögen. Zweifelhaft kann nur bleiben, ob der von Böhm vorausgesetzte Zweck der richtige ist, ob die Gefäßverstopfungen entstehen, um eine Wiederherstellung der Luftverdünnung zu ermöglichen. Dies ist nicht wahrscheinlich, denn wir sehen die Verstopfungen auch im Kernholz auftreten; in ihm wird aber die frühere Luftverdünnung nicht wieder hergestellt. Wir haben die Verstopfungen ausschließlich als die Folge gewisser Vorgänge aufzufassen; werden dadurch Verhältnisse geschaffen, welche wieder eine Luftverdünnung in den Gefäßen herbeiführen, so kann das der Pflanze nur nützlich sein, wenn die Wasserbewegung davon wirklich wesentlich abhängen sollte. Für die wissenschaftliche Betrachtung kommt aber einzig das Verhältnis von Ursache und Wirkung in Betracht, und auch nur hierfür sind Gesetzmäßigkeiten ausfindig zu machen. Das Hineinragen von Zweckmäßigkeiten richtet immer Verwirrung an. Wir haben uns deshalb auch hier ausschließlich die Frage vorzulegen, welche Folgen sich für die Pflanze aus dem Auftreten der Verstopfungen in den Gefäßen ergeben.

Sind Gefäße verstopft, so ist der Wassertransport durch sie hindurch unmöglich geworden oder stark vermindert, wenn der Verschluss etwa nicht vollkommen sein sollte. In allen den Teilen der Gefäßbündel oder des sekundären Holzes findet ein Wassertransport nicht mehr statt, wo die Gefäße verstopft sind. Das Kernholz ist also von der Wasserleitung ausgeschlossen, ebenso das Splintholz, soweit es verstopfte Gefäße besitzt. In Folge dessen ist bei unseren Holzgewächsen die Wasserbewegung auf den letzten Jahresring, resp. auf wenige der letzten Jahresringe beschränkt. Es ist demnach die leitende Zone der Teil des Holzkörpers, welcher in unmittelbarer Verbindung mit den Blättern steht, denen ja das Holz das Wasser zuzuleiten hat¹⁾.

Entsteht irgendwo im Holzkörper eine Verletzung, sei es im normalen Entwicklungsgange der Pflanze etwa durch Blatt- oder Zweigfall, sei es unter pathologischen Verhältnissen, so werden an dieser Stelle die Gefäße verschlossen. Hierdurch wird das Eindringen von Parasiten

1) Wieler, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 19, 1888.

verhindert, und die Gewebe werden vor der unmittelbaren Einwirkung der Atmosphärierilien geschützt.

Als notwendige Folge des Auftretens von Gefäßausfüllungen ergibt sich also bei den Dikotyledonen je nach dem Ort des Auftretens eine Verhinderung der Wasserleitung und ein Abschluss des Organs gegen äußere schädliche Einwirkungen. Dass dieser im Allgemeinen vorteilhafte Selbstschutz in manchen Fällen für die Pflanze verhängnisvoll werden kann, ergibt sich aus Beobachtungen an transpirierenden Zweigen, welche in Wasser resp. in wässrige Farbstofflösungen gestellt worden waren. Durch den Verschluss der Leitungsbahnen ist freilich der schädliche Einfluss von außen abgewehrt, zugleich aber auch die Wasserzufuhr abgeschnitten; in Folge dessen fallen bei diesen Zweigen die Blätter vor der Zeit ab. Besonders schön konnte ich das an einem *Roskastanienzweig* beobachten, der in Fuchsinlösung transpirierte¹⁾. Ausführlicheres über vorzeitigen Blattfall bei abgeschnittenen Zweigen findet sich bei Wiesner²⁾. Er wollte feststellen, ob bei in Wasser gestellten Zweigen normale Entlaubung stattfindet. Aus der folgenden Tabelle, welche der Wiesner'schen Publikation entnommen ist, ergibt sich, dass die Blätter der abgeschnittenen Zweige eher abfallen als die der an den Pflanzen verbliebenen Kontrollzweige.

Abgeschnittene Zweige von	Beginn des Versuches	Abfalltermin der Blätter	Zeitraum bis zum Abfall der Blätter an den Kontrollzweigen	Differenz		
				Zeitraum bis zum Abfall der Blätter	Zeitraum bis zum Abfall der Blätter	Differenz
<i>Ptelea trifoliata</i>	16. Sept.	3.—5. Okt. (4)	24. Okt.	18 Tage	38 Tage	20 Tage
<i>Viburnum opulus</i>	17. "	24. Sept.	14. "	7 "	27 "	20 "
" <i>lantana</i>	17. "	25. "	20. "	8 "	33 "	25 "
<i>Celtis occidentalis</i>	17. "	4. Okt.	20. "	17 "	33 "	16 "
<i>Staphylea pinnata</i>	17. "	2.—7. " (5)	18. "	18 "	31 "	13 "

Wie aus diesen Zahlenangaben ersichtlich ist, sind die Blätter abgefallen von *Ptelea* in 18, *Viburnum* 7—8, *Celtis* 17, *Staphylea* 18 Tagen, wenn sie sich an abgeschnittenen Zweigen befanden; an den Kontrollzweigen trat dieser Zeitpunkt 13—25 Tage später ein. Auf die Wiesner'sche Erklärung dieser Erscheinung wollen wir hier nicht näher eingehen. Der vorzeitige Blattfall erklärt sich meines

1) Wieler, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 19, 1888.

2) „Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse“. Sitzb. d. math.-phys. Klasse d. Wiener Akad. d. Wiss., 1871, 64. Bd., 1. Abt.

Erachtens nach aus dem Auftreten von Gefäßverstopfungen. Allerdings hat Wiesner seine Zweige daraufhin nicht untersucht; eine Nachprüfung seiner Experimente mit anschließender mikroskopischer Untersuchung würde unstreitig meine Ansicht rechtfertigen. Zufälliger Weise ist von den fünf vorstehenden Pflanzen nur *Celtis occidentalis* auf das Vorkommen von Verstopfungen untersucht worden, und hier kommen sie in der That vor. Es kann kaum erwartet werden, dass sie in den anderen vier Species fehlen, dann dürften sie aber gewiss auch in unseren Fällen aufgetreten sein.

Im Wesentlichen muss das hier für die Dikotyledonen Entwickelte auch für die Monokotyledonen gelten mit den Abweichungen, welche sich aus dem verschiedenen anatomischen Bau beider Pflanzengruppen ergeben. Schon oben habe ich darauf hingewiesen, dass über Beziehungen zwischen dem Auftreten von Verstopfungen und bestimmten physiologischen Funktionen bei der unverletzten monokotylen Pflanze nichts bekannt sei. Treten Verstopfungen in sämtlichen Gefäßen aller Gefäßbündel, welche in ein Blatt führen, auf, so muss dasselbe vertrocknen; bei partieller Verstopfung mag ein Teil des Blattes vertrocknen oder die Menge des zugeführten Wassers gerade ausreichen, um den Transpirationsverlust zu decken. Bei noch im Wachstum begriffenen Blättern muss unter diesen Umständen in Folge der verminderten Wasserzufluss das Wachstum verlangsamt werden, weshalb die Pflanze alsdann Blätter von geringerer als der normalen Größe hervorbringen würde.

In Bezug auf die pathologischen Verhältnisse muss natürlich für die monokotyledonen Pflanzen dasselbe gelten wie für die dikotyledonen. Wunden werden hier in derselben Weise geschlossen, wodurch die darunter befindlichen Gewebe gleichfalls gegen schädliche Einwirkungen von außen geschützt werden.

Unsere Abhandlung über das „Vorkommen von Verstopfungen in den Gefäßen mono- und dikotyler Pflanzen“ zeigt, dass diese Verstopfungen in beiden Abteilungen weit verbreitet sind. Sie dürften vielleicht bei jeder mono- und dikotylen Pflanze zu finden sein, wenn auch nicht immer unter normalen Verhältnissen, so doch wenigstens unter pathologischen. So erwähnt Molisch¹⁾ z. B., dass er Thyllen bei *Fagus silvatica* im Holze niemals normaler Weise, sondern nur im Wundholz (Schutzhölz) beobachtet habe. Aehnlich dürften sich andere Pflanzen verhalten. Die Verstopfungen selbst können in zwei Gruppen eingeteilt werden, in solehe, welche durch die Lebenstätigkeit der an die Gefäße angrenzenden Parenchymzellen hervorgerufen werden, und in solehe, welche auf rein physikalischem Wege entstehen. Zu letzteren gehören die Ablagerungen von kohlensaurem Kalk, zu den ersten die Thyllen, die Verstopfungen durch Gummi und harzartige

1) Sitzb. d. math.-phys. Klasse d. Wien. Akad. d. Wiss., 97. Bd., 1. Abt., 1888.

Stoffe. Von physiologischer Bedeutung sind nur die drei letzteren. Die Verstopfungen treten entweder als normale Bildungen auf, so im Kern- und Splintholz vieler Holzgewächse und als Verschluss der durch normalen Laub- und Zweigfall entstehenden Wunden, oder als pathologische Bildungen zum Verschluss zufälliger Wunden. In diesem Falle ist von Molisch¹⁾ die Beobachtung gemacht worden, dass eine analoge Verstopfung durch Gummi auch in den Siebröhren von *Saccharum officinarum* vorkommt. Etwas Aehnliches gibt Arth. Meyer²⁾ für die Rhizome von *Veratrum album* und *V. nigrum* an. Hier treten derartige Verstopfungen außer in den Gefäßen auch in den obliterierten Siebröhren auf. Ob dies Vorkommen verbreiterter ist, entzieht sich der Beurteilung, da für Monokotyledonen derartige Untersuchungen nur in sehr beschränktem Maße ausgeführt worden sind. Für Dikotyledonen liegen keine einschlägigen Angaben vor, doch hat sich ihr Vorkommen hier möglicherweise der Beobachtung entzogen, da die räumliche Entfernung zwischen Gefäßen und Siebröhren bedeutend größer ist als im Gefäßbündel. Immerhin wäre künftig auf diesen Punkt zu achten. Was für Konsequenzen sich daraus für die Pflanzen ergeben, lässt sich nicht übersiehen, wo nur eine einzige Angabe bisher vorliegt. Die Folgen der Gefäßverstopfungen für die Pflanze sind sehr klar; durch sie werden einerseits die Wasserbahnen gesperrt, anderseits durch Verschluss der Wunden die Gewebe gegen schädliche Einwirkungen von außen geschützt.

Die gummosen Verstopfungen sind in chemischer Hinsicht noch außerordentlich ungenügend bekannt. Von den einen wird dieser Körper als Gummi angesprochen, weil er beim Behandeln mit Salpetersäure in der Wärme Schleim- und Oxalsäure liefert, von anderen (namentlich von Sanio und Arth. Meyer) wird seine Zugehörigkeit zu den Gummarten angezweifelt, da er in Wasser unlöslich ist und kaum quillt. Zum Unterschied von den gewöhnlichen Gummarten und dem Holzgummi wurde es von Frank als Schutzgummi, von Trécul als Cerasin bezeichnet. Eine chemische Untersuchung dieses Körpers ist dringend erwünscht.

Die Verstopfungen durch Thyllen, Gummi und harzartige Stoffe entstehen durch die Thätigkeit lebender Zellen des betreffenden Gewebes; Mikroorganismen sind an ihrer Bildung vollständig unbeteiligt. Dasselbe steht zu erwarten von den Verstopfungen unbekannter Natur. An der Bildung der Ablagerungen von kohlensaurem Kalk sind sie gleichfalls nicht mitthätig. Nur in einem einzigen Falle werden außer den erwähnten Verstopfungen solche durch Bakterienschleim wahrgenommen, und dies ist ein Fall, der in der Natur gar nicht vorkommt, nämlich wenn abgeschnittene Zweige in Wasser transpirieren. Auf

1) Sitzungsber. d. math.-phys. Klasse d. Wien. Akad. d. Wiss., 97. Bd., 1. Abt., 1888.

2) Ber. d. d. bot. Ges., II, 1884.

den Plasmamassen, welche beim Anschneiden der Zellen hervorquelle[n] finden die Bakterien einen guten Nährboden, auf welchem sie sich reichlich entwickeln. Dieser Bakterienschleim wird zusammen mit dem Wasser durch den Druck der Luft in die Gefäße getrieben und trägt zu ihrer Verstopfung bei. Das das wirklich der Fall ist, geht aus den Experimenten v. Höhnel's¹⁾ hervor. Er konnte die Filtrationsmengen vermindern, wenn er solchen Bakterienschleim auf frische Schnittflächen strich. Die Kenntnis dieser Verhältnisse ist natürlich für die Methodik notwendig, für die physiologischen Verrichtungen der Pflanze existieren sie aber nicht; denn sie sind etwas rein Zufälliges und Nebensächliches.

Die Hauptergebnisse unserer Betrachtung lassen sich in folgende Sätze kurz zusammenfassen:

- 1) Verstopfungen der Gefäße kommen bei Mono- und Dikotyledonen vor.
- 2) Alle Arten Gefäße können verstopft werden: Ring-, Spiral- und Tüpfelgefäß.
- 3) Die Verstopfungen sind sehr verschiedener Art:
 Thyllen
 Gummi
 harzartige Massen
 Ablagerungen von kohlensaurem Kalk
 Verstopfungen noch unbekannter Art.
- 4) Die Verstopfungen durch Thyllen und Gummi entstehen durch einen Lebensvorgang der an die Gefäße angrenzenden Parenchymzellen. Die Verstopfungen durch harzartige Massen sollen eine analoge Entstehung wie die gummösen haben. Ebenso dürften sich die Verstopfungen noch unbekannter Natur verhalten. Dahingegen entstehen die Ablagerungen durch kohlensauren Kalk wahrscheinlich rein physikalisch.
- 5) Bakterien sind an der Bildung der Verstopfungen nicht beteiligt.
- 6) Die Gefäßverstopfungen sind entweder normal oder pathologisch.
- 7) Normal sind die im Entwicklungsgange der Pflanze auftretenden Verstopfungen in den Gefäßbündeln, dem Kern- und Splintholz, in den Narben abgefallener Blätter und Zweige; pathologisch die Verstopfungen, welche in Folge von außen wirkender Verhältnisse auftreten.
- 8) Die Verletzungen treten vorwiegend in den Axenorganen auf, selten in Wurzeln und Blattstielen.
- 9) Die Ursachen der Gefäßverstopfungen sind noch vollständig unbekannt.

¹⁾ Bot. Zeitung, 1879.

- 10) Die Verstopfungen machen die Gefäße zum Wassertransport ungeeignet. In Folge dessen wird bei den Holzgewächsen die Wasserbahn im Holz auf den letzten Ring oder auf wenige der letzten Jahresringe eingeengt und fallen die Blätter an abgeschnittenen und in Wasser gestellten Zweigen eher ab als am unversehrten Gewächse.
- 11) Die Verstopfungen schließen an verwundeten Stellen die Gewebe gegen die Außenwelt ab und schützen sie vor den schädlichen Einflüssen der Atmosphäriten und dem Eindringen von Parasiten.
- 12) Bei *Saccharum officinarum*, *Veratrum album* und *V. nigrum* sind auch Verstopfungen der Siebröhren durch Gummi an verwundeten Halm beobachtet worden.
- 13) Wo in den Siebröhren Verstopfungen auftreten, ist natürlich ihre Leistungsfähigkeit gleichfalls aufgehoben oder wenigstens vermindert.

Hamburg, den 10. Oktober 1892.

Bemerkenswerte Vorkommnisse von Rotatorien.

Eurhyaline Rotatorien der Alpenseen.

Von Dr. Othmar Emil Imhof.

Aus der ersten Ordnung der *Rotatoria*, *Rhizota* habe ich zwei Species zu nennen, die bis jetzt wohl nur in England aus den ersten Fundorten bekannt sind. Nämlich:

Floscularia regulis Hds. Aus Torfwasser bei Robenhausen beim Pfäffikersee. Hudson gibt als Aufenthalt: Seen und klare Gewässer, selten, Birmingham, an. Diese Art kommt danach in Wasserbecken von sehr verschiedener Natur vor.

Melicerta Janus Hds. Katzensee. Torfgebiet.

Hudson und Gosse trennen die Arten des Genus *Anuraea* in zwei Gattungen: *Anuraea* s. str. und *Notholca*. Die kritische Vergleichung der Diagnosen dieser zwei Geschlechter ergibt als einziges unterscheidendes Merkmal die Struktur der Körper-Rückendecke. Die Species der Gattung *Anuraea* haben danach den Rückenpanzer getäfelt oder gefeldert; die Arten des neuen Genus besitzen eine mit längslaufenden Rippen und zwischenliegenden Rinnen und Furchen ausgestattete Rückenoberfläche.

Die Formen *squamula* Eb.g., *biremis* Eb.g. und *hypelasma* Gss., deren Rückenfläche glatt und die Species *falculata* Eb.g. und die noch näher zu charakterisierende *tuberosa* Imh., deren Rücken gleichmäßig gekörnt oder mit anderen Erhabenheiten gleichmäßig rauh erscheint, passen danach in keine der beiden Gattungen. Die systematische Trennung der *Anuraeadae* in mehrere Gattungen bedarf wohl einer neuen Bearbeitung, die ich anderwärts versuchen werde.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Wieler Arwed

Artikel/Article: [Ueber das Vorkommen von Verstopfungen in den
Gefäßen mono- und dikotyler Pflanzen 577-607](#)