Über den sog. Harzfluſs.

Von **A. Tschirch.**

Hierzu 5 Figuren im Text.

Über den „Harzfluſs“ der Pflanzen war bis vor kurzem [1]) nur so viel bekannt, daſs derselbe zu Verwundungen in Beziehung steht, jedenfalls nach Verwundungen, seien dieselben künstlich hervorgebracht oder spontan, durch Astbruch, Blitzschlag etc. entstanden, stärker hervortritt. Welche physiologischen, physiologisch-chemischen und anatomischen Veränderungen den Harzfluſs einleiten und begleiten, war unbekannt. Die groſsen Massen Sekret, welche nach Verwundungen verschiedenster Art an Stämmen und Zweigen vieler Pflanzen nach einiger Zeit austreten, lieſsen sich nicht auf Austritt normal gebildeter Sekrete zurückführen. Selbst wenn die Verwundungen alle Sekretbehälter des Stammes oder Zweiges geöffnet und diese Behälter ihren gesamten Inhalt entleert hätten, würde das Sekret doch nur einen verhältnismäſsig geringen Betrag erreichen und niemals viele Kilo betragen. Nun erhält man aber z. B. von einer Seestrandkiefer bis 10 Kilo Harzbalsam und bis 1,5 Kilo festen Barras im Jahre. Andererseits gibt es auch Pflanzen, welche entweder gar keine (Styrax Benzoin) oder nur im Jugendzustand (Toluifera) Harzbehälter führen, bei denen es also zu einem normalen Harzaustritt überhaupt nicht kommen kann. Aber auch diese zeigen nach Verwundungen Harzfluſs. Derselbe trägt also hier von vornherein einen rein pathologischen Charakter.

Welche Verhältnisse den pathologischen Harzfluſs bedingen, einleiten und begleiten, kann nur auf experimentellem Wege festgestellt werden. Ich habe diesen Weg betreten und zunächst (1896—1901) in Gemeinschaft mit den Herren Nottberg und Faber, die die

---

1) In der Literatur findet sich über den Gegenstand wenig, doch seien einige Arbeiten, die hier in Betracht fallen, genannt: Dippel, Histologie der Coniferen, Bot. Ztg. 1863; Ratzeburg, Waldverderbniſs, Berlin 1868; Mayr, Harz der Nadelhölzer, 1894; Frank, Krankheiten der Pflanzen, 1896; Hartig, Baumkrankheiten, 1889; Conwentz, Monographie der Baltischen Bernsteinbäume, Danzig 1890; Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie; Moeller, Zeitschr. d. allgem. österr. Apothekervereins 1896; Hartig, Wichtige Krankheiten der Nadelbäume; E. Mer, Recherches sur la maladie des branches de Sapin, Journ. de bot. 1893; A. P. Anderson, Über abnorme Bildung von Harzbehältern, Dissertation München 1896; Tschirch, Harze und Harzbehälter, Leipzig 1900.

Versuche nach meinem Plane durchführten, den Harzfluſs der Coniferen und die Bildung der sog. Harzgallen näher studiert.

Die Resultate, welche wir bei den 400 Versuchen an Abies pectinata DC., Picea vulgaris Link, Pinus silvestris L. und Larix europaea DC. — also sämtlich Pflanzen, die zur Harzung herangezogen werden — erhielten und die durch zahlreiche Beobachtungen an natürlich entstandenen Wunden im Walde kontrolliert wurden, lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen[1]):

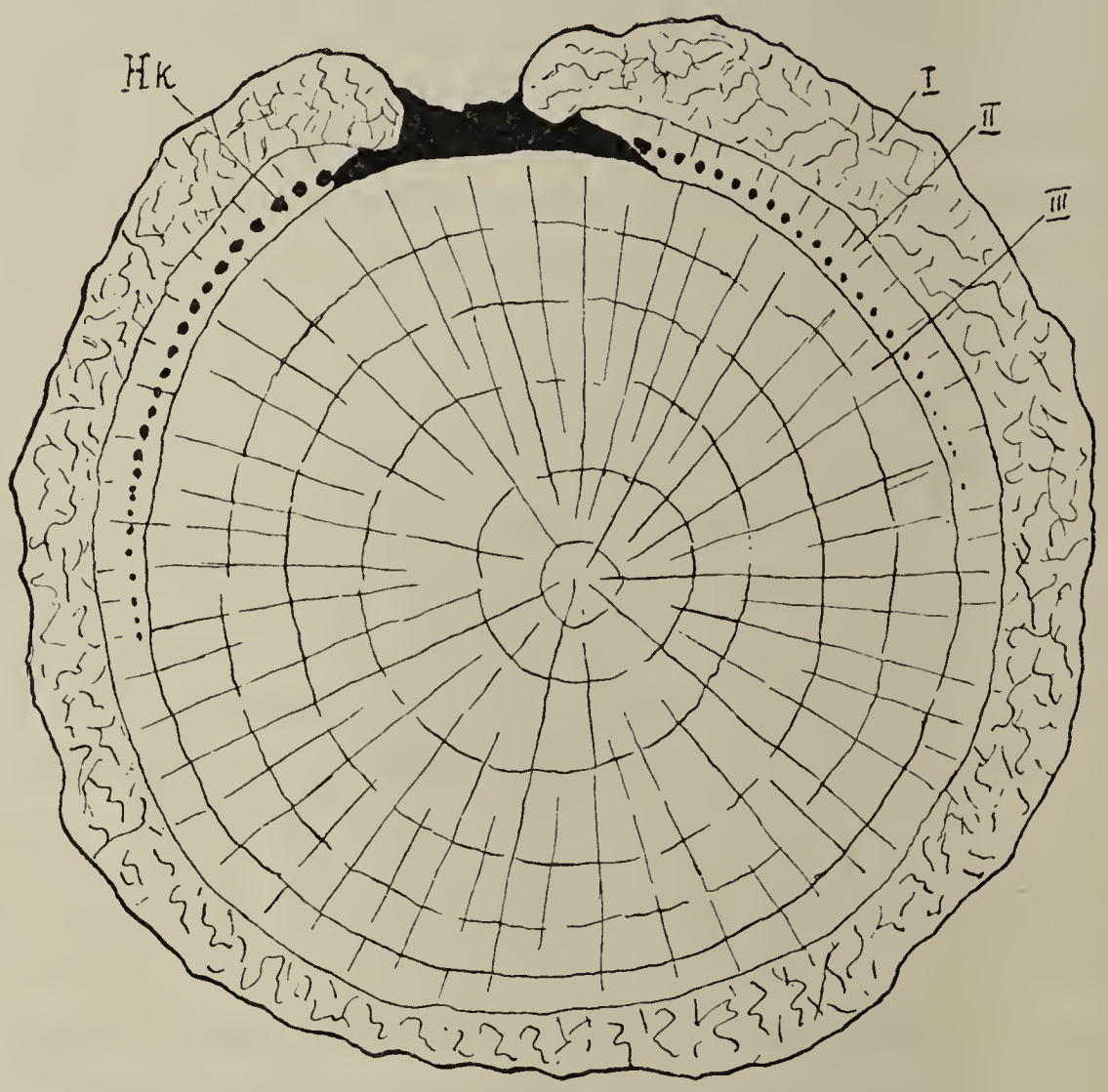

Fig. 1. Schematische Darstellung der Entstehung des Harzflusses am Stammquerschnitt. I Rinde. II Nach der Verwundung entstandenes Neuholz mit Harzkanälen (*HK*) in der Umgebung der Wunde. III Altholz. Das Harz ist schwarz gehalten.

Durch jede Verwundung, welche das Kambium verletzt, wird bei den vier Abietineen Harzfluſs erzeugt.

Dieser Harzfluſs setzt sich zusammen aus einem primären, unmittelbar nach der Verwundung eintretenden und nur kurze Zeit anhaltenden Harzflusse geringer Ergiebigkeit, bei dem das Sekret aus

1) Vergl. auch Tschirch und Faber, Experimentaluntersuchungen über die Entstehung des Harzflusses bei einigen Abietineen (Arch. d. Pharm. 1901 pag. 249) und Faber, Dissertation, Bern 1901, mit 2 Tafeln.

den normalen Sekretbehältern des Holzes und der Rinde (bei der Tanne nur aus letzteren, da ihr Kanäle im Holz fehlen) stammt — also physiologischer Natur ist —, sowie aus einem sekundären, ergiebigen, erst nach einiger Zeit einsetzenden Harzflusse, dessen Sekret nur aus den Kanälen des nach der Verwundung gebildeten Neuholzes stammt, die infolge des Wundreizes dort in grofser Zahl entstehen. Dies Sekret ist also pathologischer Natur.

Diese pathologischen Kanäle sind schizogen und erweitern sich lysigen. Sie bilden ein reichverzweigtes anastomosierendes Netz und ragen mit ihren offenen Enden bis an die Wundfläche heran. Sie liegen in einer Zone von Tracheidalparenchym, in welchem sich alle Übergänge von der typischen Parenchymzelle bis zur typischen Tracheide finden.

Fig. 2. Schematische Darstellung der Entstehung des Harzflusses im Stammlängsschnitt. Bezeichnung wie in Fig. 1.

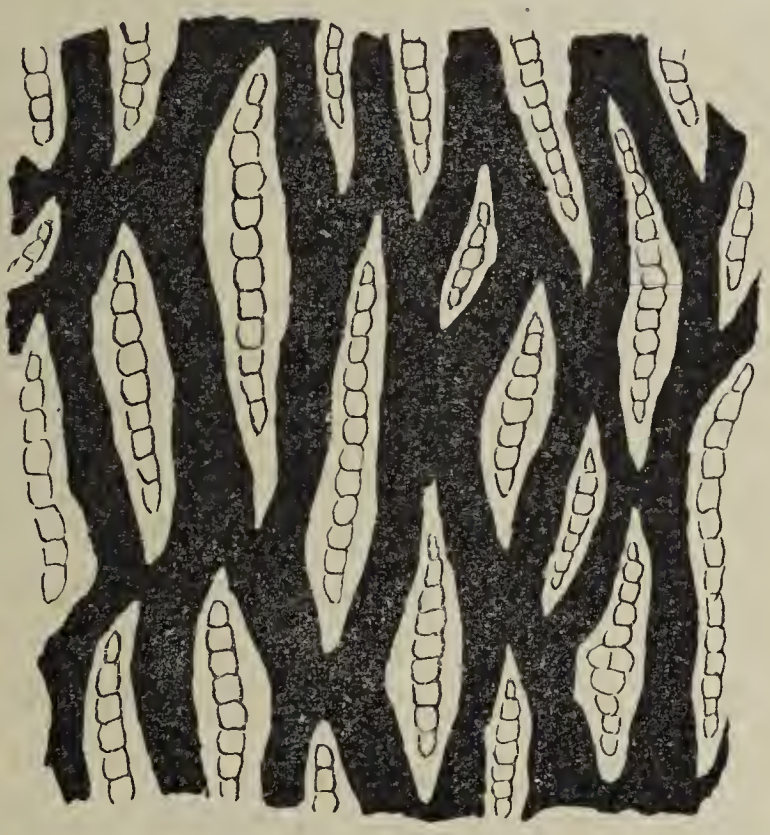

Fig. 3. Harzflufs. Tangentialschnitt durch die Harzkanalschicht, die Kanalanastomosen zwischen den Markstrahlen zeigend.

In der Rinde werden keine pathologischen Harzbehälter gebildet, daher kann sich dieselbe auch nicht am sekundären Harzflufs beteiligen.

Das Sekret ist schon in den jüngsten Kanälen vorhanden.

Der sekundäre Harzfluſs beginnt im Hochsommer etwa 3—4 Wochen nach der Verwundung und hält während der Vegetationsperiode so lange an, bis die Wunde durch Überwallung geschlossen ist. Es werden alljährlich in den neugebildeten Holzteilen neue pathologische Kanäle angelegt.

Die Intensität des sekundären Harzflusses und die Menge des austretenden Sekrets ist abhängig von der Gröſse der Wunde und von der Dauer der Einwirkung des Wundreizes.

Ist die Wunde geschlossen (z. B. durch Überwallung), so hört auch der Reiz auf und die aus dem nunmehr wieder geschlossenen Kambiumringe gebildeten Gewebselemente sind wieder völlig normal.

Der Wundreiz äuſsert sich kräftiger in dem oberhalb der Wunde befindlichen Zweigteil als in demjenigen unterhalb derselben. Infolge dessen werden oberhalb der Wunde zahlreiche und lange Kanäle, unterhalb weniger zahlreiche und kurze Kanäle gebildet. In vielen Fällen waren Kanäle oben bis 6, unten bis 2,5 cm von der Wunde entfernt zu konstatieren.

Wo man bei anatomischer Untersuchung eines Coniferenholzes auf vom Normalen abweichendes reichlicheres Auftreten von Harzgängen stöſst, kann man mit Sicherheit auf die Nähe einer Wunde schlieſsen, die zur Zeit, als diese Kanäle gebildet wurden, noch nicht geschlossen war. Denn immer ist die Bildung zahlreicher pathologischer Kanäle und damit zusammenhängend das Auftreten von sekundärem Harzfluſs als Reaktion auf Wundreiz zu betrachten. Der Harzfluſs trägt also den Charakter eines Wundbalsams.

Die Verwundungen, welche wir anbrachten, waren folgende:

Flachwunden. Abschälen der Aufsenrinde durch Schnitte in tangentialer Richtung geführt ohne das Kambium zu verletzen.

Brand- und Schwelwunden. Abtöten der Kambiumzone durch Erhitzen mit einer Flamme, ohne die Rinde von aufsen zu verletzen.

Ringelwunden. Herauslösen eines ca. 1 cm breiten Ringes.

Bohr- und Nagelwunden. Durchbohren eines Zweiges mittels eines Bohrers oder Nagels.

Fensterwunden. Herauslösen eines rechteckigen Stückes Rinde.

Kerbwunden. Herauslösen eines keilförmigen Stückes Rinde und des darunter liegenden Splintes.

Klopfwunden. Klopfen eines Zweiges mit einem hölzernen Hammer bis zur Zerfetzung der Rinde.

Schabwunden. Abschaben der Rinde mit einer groben Feile.

Bruchwunden. Knicken von Zweigen und Abreifsen von Nebenzweigen an der Insertionsstelle.

Schnittwunden. Glatte Einschnitte in radialer Richtung.

Die Folgen der Verwundung sind zwar in allen Fällen im wesentlichen stets dieselben, immerhin verhalten sich die verschiedenen Baumarten gegen einzelne Wunden ein wenig verschieden. Am empfindlichsten gegen Verwundungen ist die Lärche.

* * *

Die sog. Harzgallen, die ich anfangs glaubte für den Harzflufs mitverantwortlich machen zu können, haben damit nichts zu tun, da sie allseitig geschlossen sind. Nur insofern haben sie Beziehungen dazu, als sie ebenfalls nur infolge von Verwundungen entstehen. Speziell auf diese Gebilde gerichtete Untersuchungen[1]) haben nämlich Folgendes ergeben.

Harzgallen bilden sich nur infolge von Verwundungen und zwar nur wenn das Kambium verletzt wurde.

Als erste Folge der Verwundung bildet sich ein eigentümliches Wundparenchym, welches entweder aus typischen Parenchymzellen oder aus „Tracheidalparenchym“ besteht und welches entweder ziemlich unvermittelt oder durch zahlreiche Übergänge in typisches Tracheidengewebe übergeht. In diesem pathologischen Holzgewebe, vornehmlich in dem typischen Tracheidalparenchym, bilden sich die Harzgallen und zwar, wie es scheint, rein lysigen. Einige Zellen dieses Gewebes entwickeln nämlich eine resinogene Schicht. In dieser entsteht das Sekret in ähnlicher Weise wie ich dies für die Sekretzellen überhaupt beschrieben habe.[2]) Dann beginnt die primäre und sekundäre Membran dieser Harzzellen zu verschleimen — die tertiäre Membran bleibt lange intakt — und schliefslich gehen die Zellen zugrunde und die Mitte der Harzgalle führt einen grofsen Harzklumpen. Die Randzellen der Harzgallen werden in diese Resinosis nicht einbezogen. Sie bilden überhaupt kein Sekret.

Weit über 400 Versuche an fünf verschiedenen Abietineen — Pinus silvestris, Picea vulgaris, Abies pectinata, Pinus Strobus und Larix europaea — mit denselben Verwundungsarten, die oben er-

---

1) Vergl. Tschirch und Nottberg, Experimentaluntersuchungen über die Bildung der Harzgallen und verwandter Gebilde bei unseren Abietineen (Arch. d. Pharm. 1897 pag. 256) und Nottbergs Dissertation 1897 (Abdr. aus der Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten VII) mit 1 Taf. und 10 Textfiguren.

2) Harze und Harzbehälter pag. 389.

wähnt wurden, und zahlreiche Beobachtungen an natürlich entstandenen Wunden im Walde haben ergeben, dafs Harzgallen nicht bei jeder Verwundung entstehen müssen, sondern nur unter besonderen, allerdings ziemlich häufig eintretenden Bedingungen sich bilden. Eine der häufigsten dieser Bedingungen ist die, dafs eine im Umfang beträchtliche Schicht von Tracheidalparenchym durch die Überwallung gewissermafsen „eingefangen“ wird oder gröfsere Partien Tracheidalparenchym sich zwischen normalem Holz an der Wundstelle bilden.

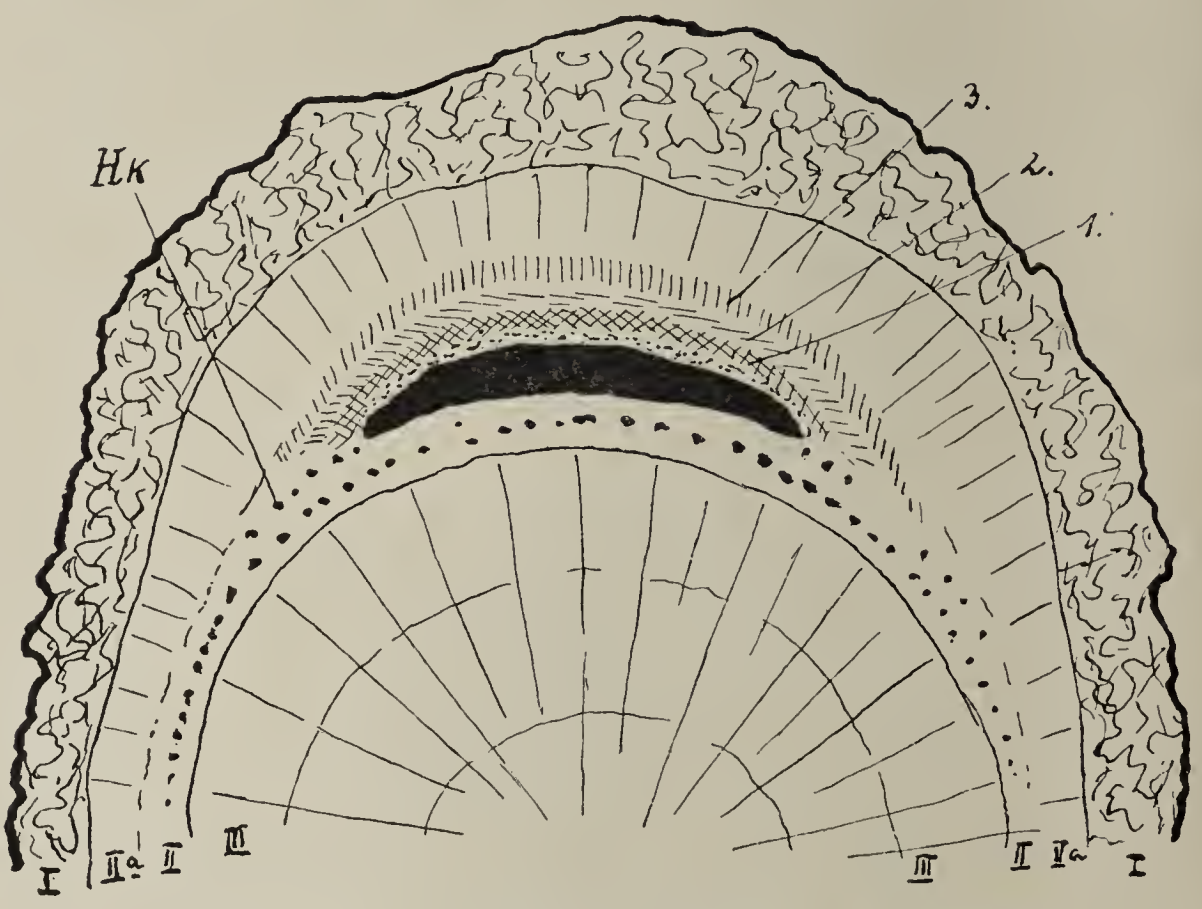

Fig. 4. Harzgalle im Stammquerschnitt (schematisch). Bezeichnung wie in Fig. 1. 1—3 die drei Randschichten der Harzgalle. 1. Tracheidalparenchym, das später der Verharzung anheimfällt; 2. Tracheidalparenchym, dessen Zellen zwar noch Harz führen, aber nicht zugrunde gehen; 3. harzfreie Randschicht des Tracheidalparenchyms.

Jedenfalls ist ihre Bildung an das Vorhandensein von Tracheidalparenchyminseln oder -Streifen relativ gröfseren Umfanges geknüpft. Gelangen aber solche durch Überwallung oder Bildung normalen Holzes in den nach aufsen folgenden Schichten in den normalen Holzkörper hinein, dann verharzen sie auch in der Regel und es entsteht eine Harzgalle. Die Harzgallenmutterzellen werden also stets bereits im Kambium als Parenchymzellen angelegt und zwar nur nach einer Verwundung.

Man kann also aus dem Vorhandensein einer Harzgalle stets auf eine Verwundung schliefsen. Oft, wenn die Harzgalle tief im Holze liegt, ist die Verwundung, welche zur Bildung der Harzgalle

den Anstofs gab, längst vernarbt. Aber noch in vielen Fällen liefs sich die Verwundung auch nach Jahren noch nachweisen, wenn wir sorgfältig darnach suchten.

Mit den pathologischen Kanälen des eigentlichen Harzflusses haben die Harzgallen nichts zu tun. Sie bilden sich bald innerhalb, bald aufserhalb der Zone, wo diese Kanäle liegen. Nun kann aber bei schweren Wunden und starkem Harzfluſs auch wohl normal der Fall eintreten, dafs die ganze Schicht, in der die pathologischen Kanäle des Harzflusses lagen, verharzt, d. h. auch die trennenden Markstrahlen des anastomosierenden Netzes mitverharzen. Dann entstehen sog. Harzfliefsen oder -Platten im Gewebe, die durch ihre flache Form sich von den im allgemeinen rundlich-ovalen eigentlichen Harzgallen unterscheiden. Der Fall scheint aber relativ selten zu sein.

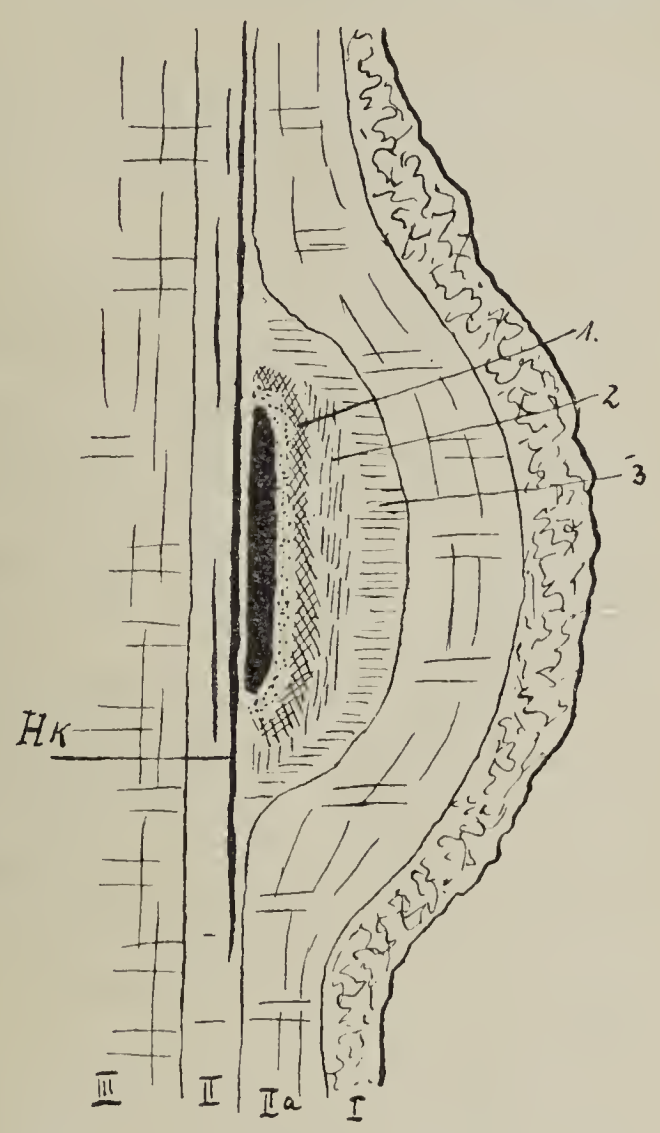

Fig. 5. Harzgalle im Stammlängsschnitt (schematisch). Bezeichnung wie in Fig. 4.

Vergleicht man die an rezenten Coniferen erzielten Resultate mit den Befunden, die Conwentz[1]) beim Bernstein beschreibt, so findet sich fast überall Übereinstimmung und ich stimme vollständig Conwentz bei, dafs wir berechtigt sind anzunehmen, dafs kein Baum des Bernsteinwaldes gesund war, sondern alle mehr oder weniger tiefgreifende Wunden gezeigt haben müssen.

Als „falsche Harzgallen“ möchte ich eine Bildung bezeichnen, die mir einige Male, allerdings sehr selten, begegnet ist und deren Entstehung in allen Punkten von den echten Harzgallen abweicht. Bei nicht sehr grofsen Wunden an Pflanzen, die die Neigung besitzen starke Überwallungswülste zu bilden, kann es vorkommen, dafs der Harzbalsam über der Wunde eintrocknet und dann von dem Überwallungswulst eingeschlossen, gewissermafsen eingefangen wird. Das Harz liegt in diesem Falle der Wunde so fest auf, dafs weder

1) Monographie der baltischen Bernsteinbäume, Danzig 1890, pag. 145.

der Überwallungswulst noch die Neuholzschichten es beiseite schieben können. Die Pflanze läfst es alsdann liegen, und so gelangt die Harzinsel schliefslich im Laufe der Jahre tief ins Holz hinein, eine echte Harzgalle vortäuschend. Derartige Bildungen sind aber von den echten Harzgallen leicht zu unterscheiden, denn sie zeigen an ihrem Rande niemals den für die typischen Harzgallen charakteristischen dreifachen Saum: zu innerst in Auflösung begriffene Zellen, dann harzführendes Tracheidalparenchym und endlich Tracheidalparenchym, dessen Zellen leer sind.

* * *

Damit war die Frage, soweit sie die Gymnospermen, speziell die Coniferen betraf, beantwortet und ich konnte mich zu den Angiospermen wenden.

Mittlerweile hatte jedoch Jos. Moeller eine inhaltreiche und wichtige Arbeit über die Entstehung des Harzflusses bei Liquidambar veröffentlicht[1]), welcher ebenfalls auf Grund von Experimenten die Frage des Harzflusses zu lösen sucht. Die Versuche wurden von L. Planchon in Montpellier und von Mohr in Mobile (Alabama) ausgeführt. Jos. Moeller kommt bei Liquidambar zu folgendem Resultate:

„Weder in der Borke noch in der Rinde bildet sich Balsam, sondern einzig und allein im jungen Holze. Hier entstehen infolge von Verletzungen zunächst intercellulare, später lysigene Balsamgänge, die quer angeschnitten werden müssen, wenn sie ihren Inhalt entleeren sollen. In den Markstrahlen entsteht primär kein Balsam, doch können die Markstrahlen sekundär in die Balsambildung einbezogen werden.“

Moeller hat für Liquidambar die Frage gelöst. Er war der erste, der erkannte, dafs nicht die Rinde, sondern das Neuholz der Ort ist, von dem der Harzfluſs ausgeht. Da sich nun herausgestellt hatte, dafs die Coniferen sich ganz wie Liquidambar verhielten, lag die Vermutung nahe, dafs die Bildung des Harzflusses bei den Pflanzen überhaupt nach einem einheitlichen Gesetze erfolgt, welches sowohl für die Gymnospermen wie für die Angiospermen gilt. Es blieb nunmehr zu untersuchen, ob sich die übrigen Angiospermen, bei denen wir Harzfluſs beobachten, ebenso verhalten wie Liquidambar und die Coniferen.

---

1) Jos. Moeller, Über Liquidambar und Storax. Zeitschr. d. allgem. österr. Apoth.-Ver. 34 (1896).

Ich hatte bereits während meines Aufenthaltes in Indien (1888/89) eine Anzahl von Verwundungen an harzliefernden Bäumen unternommen, die mich über eine Reihe von Fragen, den Harzfluſs bei den Angiospermen betreffend, vorläufig orientierten. Doch blieb noch vieles unklar. Ich habe daher vor einigen Jahren Herrn Prof. Treub gebeten, einige Versuche in Buitenzorg anzustellen und mir das Material zu senden. Mit gewohnter Liebenswürdigkeit und Bereitwilligkeit ist derselbe auf meine Wünsche eingegangen, hat die Versuche genau nach dem Programm durchgeführt und mir die verwundeten Zweige alsdann gesandt.

Das Programm enthielt folgende Punkte:

1. Als zu verwundende Pflanzen wurden bezeichnet: Styrax Benzoin Dryand. (liefert die Benzoe), Canarium commune L. (liefert das Manila-Elemi), Shorea stenoptera Burck (liefert ein Copal-Dammar), Toluifera Balsamum L. (liefert den Tolubalsam) und T. Pereirae Baillon (liefert den Perubalsam).
2. Die Wunden wurden in folgender Art angebracht:
   a) Fensterwunden. Entfernen gröſserer rechteckiger Rindenstücke bis an das Kambium.
   b) Ringelungswunden. Entfernen eines ringförmigen Rindenstückes.
   c) Schwelwunden. Anbrennen einer circumscripten Partie mittels einer Flamme.
   d) Kleinere Schnitt- und Kerbwunden, teils nur bis zum Holz, teils in dieses hinein.

Die verwundeten Zweige wurden etwa nach drei Monaten abgesägt und mir übersandt.

Von den für die Versuche ausgewählten Pflanzen enthält Styrax Benzoin Dryand., wie ich bereits früher festgestellt hatte [1]), in keinem seiner Organe Sekretbehälter. Die Toluiferaarten enthalten zwar in der primären Rinde der Zweige schizogene Gänge, dieselben werden jedoch später mit der primären Rinde abgeworfen.

Canarium commune L. enthält in der Rinde und in den Siebteilen der markständigen Gefäſsbündel Harzkanäle, Shorea stenoptera Burck. führt dergleichen im Mark.

Auſser diesen Pflanzen wurde alsdann noch Liquidambar orientalis und styraciflua zum Vergleich herangezogen, von denen ich Material verwundeter Zweige Herrn Prof. Jos. Moeller

---

1) Ber. d. d. Bot. Ges. 1890, pag. 48.

verdanke, der ja die Verhältnisse bei dieser Gattung eingehend studiert und beschrieben hat.

Die Untersuchungen wurden von mir in Gemeinschaft mit Herrn Svendsen durchgeführt.[1])

* * *

Styrax Benzoin. Der unverwundete Zweig enthielt weder in der Rinde noch im Holzkörper Sekretbehälter.

An einem Zweige von ca. 7 cm Durchmesser war durch eine Ringelungswunde ein 2,5 cm breiter Rindenstreifen abgelöst worden, so dafs der Holzkörper in der ganzen Ausdehnung der Wunde freigelegt war. An der Oberseite der Wunde hatte sich ein kräftiger Überwallungswulst gebildet, an der Unterseite derselben ein kleinerer. Dort, wo der Rindenwulst dick war, war auch viel Neuholz gebildet, an den anderen Stellen weniger. Das Neuholz war scharf gegen das Altholz abgegrenzt und führte reichlich Harzkanäle, die sich an einzelnen Stellen bis 5 cm von der Wunde entfernt verfolgen liefsen. Im Neuholz war „Tracheidalparenchym“ gebildet, die Zellen waren wenig verdickt, die Markstrahlen undeutlich, das Tracheidalparenchym zeigte alle Übergänge zwischen Parenchym mit wenig deutlichen Hoftüpfeln und sehr kurzen Tracheiden mit kaum schräg gestellten Querwänden. Bisweilen traten auch Sclereiden auf. Stärke war reichlich vorhanden. Das Neuholz trug also den Charakter von „pathologischem Holz“. In diesem Gewebe hatten sich nun die Harzkanäle gebildet und zwar in der dem Altholz benachbarten Partie. Die Harzkanäle waren in ihrer Anlage schizogen und zeigten im jüngsten Stadium eine deutliche resinogene Schicht. Der fertige Kanal ist im Querschnitt von ca. 5—8 sezernierenden Zellen umgeben. Verhältnismäfsig frühzeitig beginnt die lysigene Erweiterung der Kanäle, so dafs die Kanäle nun schizolysigen werden. Die Auflösung der Zellen erfolgt in der gleichen Weise, wie ich dies für die Rutaceen beschrieben habe.[2]) Bemerkenswert erscheint, dafs aus der Membran, bevor sie sich löst, zunächst das sog. Lignin verschwindet. Die Membranen der die Harzlücken umgebenden Zellen reagieren daher nicht auf Phloroglucinsalzsäure. Die Kanäle erweitern sich schliefslich so stark, dafs sie von Markstrahl zu Markstrahl reichen, ja häufig werden sogar die Markstrahlen ergriffen; die Auflösung beginnt bei diesen an

---

1) Betreffs der Einzelheiten sei auf die Dissertation von Svendsen verwiesen (Bern 1904).

2) Harze und Harzbehälter, pag. 371.

den keilförmigen Enden. Oft ragen, wenn der Kanal über mehrere Markstrahlen hin sich erstreckt, die Reste der Markstrahlzellen von den entgegengesetzten Seiten des Kanals in diesen hinein. In der Nähe der Wunde sind die Kanäle am gröfsten. An den Stellen, wo der Überwallungswulst am dicksten ist, sind zwei Reihen von Kanälen gebildet, die aber nicht untereinander kommunizieren. Der Überwallungswulst liegt dem Altholz nicht fest auf, sondern es befindet sich zwischen beiden eine Spalte. In diese münden die Harzkanäle des Neuholzes und ergiefsen von hier aus ihren Inhalt über die Wundfläche. Der der Rinde benachbarte Teil des Neuholzes pflegt keine Kanäle zu enthalten, zeigt aber oft Maserbildung.

Die Kanäle, welche über der Wunde liegen, stehen mit der Wundfläche durch den Spalt zwischen Überwallungswulst und Altholz in offener Kommunikation. Sie stehen aber auch untereinander in Verbindung. Denn, wie ein Tangentialschnitt lehrt, bilden alle Kanäle schliefslich ein reich verzweigtes anastomosierendes Netz, in dem die Markstrahlen oder Markstrahlreste wie Inseln liegen. Auch die Kanäle unterhalb der Wunde münden auf die Wundfläche, aber begreiflicherweise ist hier der Balsamaustritt ein geringerer, erstlich da unterhalb der Wunde weniger Harzbehälter liegen und ferner der Balsam hier nur dann austritt, wenn er herausgepreſst wird, während er aus dem Kanalnetz oberhalb der Wunde einfach ausfliefst, der eigenen Schwere folgend. Aber auch an den Seitenrändern der Wunden kann wegen der reichen Anastomosen Balsam austreten. Er wird aber hier nur an einzelnen Stellen in Form von Tröpfchen austreten, während er von oben her als breiter Strom die Wunde überfluthet und von unten her als schmaler Streifen hervorquillt. Die Beobachtung lehrt, dafs dies in der Tat sich so verhält.

Auch in der Rinde, besonders im äufseren Teile derselben, finden sich Harzlücken. Dieselben stehen nicht selten durch in den Markstrahlen verlaufende Radialspalten mit den Kanälen des Neuholzes in Verbindung und zwar mit der gröfsten und in der Erweiterung am meisten vorgeschrittenen. Die radialen Verbindungskanäle entstehen ebenfalls zunächst durch Auseinanderweichen benachbarter Zellen, also schizogen, erweitern sich aber ebenfalls lysigen. Sie setzen sich über das Kambium hin, wo sie ziemlich schmal sind, in der Rinde fort und erreichen, die sekundäre Rinde durchsetzend, die äufsere Grenze derselben. Besonders hier entstehen die Rindenlücken. Diese sind meist keilförmig, mehr hoch als breit. Ihre Bildung beginnt in den Markstrahlen (Rindenstrahlen). Allmählich wird aber das ganze um-

gebende Gewebe ergriffen, sogar die mechanischen Elemente, wie ich dies schon früher beschrieben habe.[1])

Die Bildung der Rindenlücken wird also gewissermafsen vom Holz her angeregt, wenn in diesem die Resinose weit vorgeschritten ist.

Je weiter man sich von der Wundstelle entfernt, um so seltener werden die Kanäle und auch das Tracheidalparenchym geht allmählich durch zahlreiche Zwischenformen in normales Holz über. Diese Rückkehr zur Normale erfolgt unterhalb der Wunde rascher als oberhalb derselben.

Der Zweig, an dem sich eine „Fensterwunde“ befand, verhielt sich im grofsen und ganzen gleich, ebenso ein solcher, aus dem ein keilförmiges Stück herausgeschnitten worden war.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden dann noch an Harzstücken der Droge kontrolliert, denen Gewebsreste anhingen. Man findet nämlich in der Siambenzoe des Handels — selten bei der in Tränen, fast regelmäfsig bei der in Platten — anhängende, fest mit dem Harz verklebte und vom Harz durchtränkte Gewebsreste. Die Tränen werden nämlich von der Wundfläche abgelöst, während die Platten aus der Rinde und zwischen Rinde und Altholz herausgelöst werden.

Von 12 beiderseits mit Gewebsresten bedeckten Harzstücken waren 7 beiderseits mit Rinde, 2 beiderseits mit Holz und 3 einerseits mit Rinde, andererseits mit Holz bedeckt. Von 27 einseitig mit Gewebsresten bedeckten Harzstücken waren 19 mit Rinde, 8 mit Holz bedeckt. Ähnliche von mir schon früher gemachte Beobachtungen hatten mich damals zu dem Schlusse geführt[2]), dafs die Benzoe vornehmlich in der Rinde entstehen müsse.

In allen Fällen liefs sich feststellen, dafs das Harz in den Geweben gebildet war, zwischen deren Resten es lag, denn die das Harz unmittelbar umgebenden Zellen zeigten die Auflösungserscheinungen und die Reaktionen ihrer Wände, von denen oben die Rede war. Anatomisch stimmten die Gewebe ganz mit denen von Styrax Benzoin Dr. aus Buitenzorg überein. Um das sehr brüchige Gewebe schneidbar zu machen, wurden die mit Ätheralkohol entharzten Stücke an der Wasserstrahlpumpe mit verdünntem Glyzerin imbibiert.

Die Untersuchung des Drogenmateriales ergab vollständige Übereinstimmung mit den oben beschriebenen Untersuchungen in Buiten-

---

1) Über die Entwicklungsgeschichte einiger Sekretbehälter und die Genesis ihrer Sekrete. Ber. d. d. bot. Ges. 1888, pag. 2; vgl. auch Wiesner, Mikroskop. Untersuch. pag. 89, und Rohstoffe, 2. Aufl., pag. 331.

2) Ber. d. d. bot. Ges. 1888, pag. 10.

zorg verwundeter Zweige, so dafs, da die Droge aus Siam, das Buitenzorger Material aber von aus Sumatra stammenden Pflanzen herrührte, nunmehr erwiesen ist, dafs die Bildung der Siam- und der Sumatrabenzoe in gleicher Weise vor sich geht.

* * *

Canarium commune L. In der primären Rinde der Zweige liegen in Ausbuchtungen von Bastzellgruppen grofse schizogene Sekretbehälter, kleinere in der sekundären Rinde. Gleichgebaute Harzgänge finden sich auch im Siebteil der markständigen Bündel. Die Kanäle sind hie und da lysigen erweitert. Das Holz enthält keine Sekretbehälter.

Von einem ca. 6 cm dicken Zweige war ein ca. 5 cm breiter Rindenstreifen entfernt worden. Das Zweigstück wurde 112 Tage nach der Verwundung abgeschnitten. Oberhalb der Wunde hatte sich ein fast zentimeterdicker sehr regelmäfsiger Überwallungswulst gebildet. Unter dem Überwallungswulst war Harzfluſs zu bemerken. Unterhalb der Wunde war der Überwallungswulst kleiner, der Harzfluſs geringer.

Im inneren Teile des nach der Verwundung gebildeten Neuholzes lag ein einfacher Kreis von Sekretbehältern, eingebettet in eine breite Parenchymzone, deren Zellen fast reinen Parenchymcharakter besafsen und kaum zum Tracheidalparenchym gerechnet werden können. Die Zone war etwa 12 Zellen breit. Nach aufsen ging sie in fast normales Holz über. Doch waren die Elemente dieses Neuholzes durchweg kürzer.

Die Sekretbehälter werden schizogen angelegt und erweitern sich lysigen zu oft beträchtlichen Lücken. Sie bilden auch hier ein anastomosierendes Netz und münden in den Spalt zwischen Überwallungswulst und Altholz.

Die Rinde zeigte keine Veränderungen, selbst die Sekretbehälter waren unverändert geblieben, neue nicht angelegt.

Im Überwallungswulst des Holzes war Maserbildung zu bemerken.

Auch hier bei Canarium zeigte es sich, dafs der Wundreiz sich viel stärker in der oberhalb der Wunde liegenden Partie bemerkbar macht als in den unterhalb derselben liegenden. Die Kanäle verschwinden früher, bleiben kleiner und ihre Zahl ist geringer, das Neuholz weicht in seinem Bau weniger vom Altholz ab, der Überwallungswulst zeigt schwächere Maserbildung.

Ein Zweigstück war durch „Anschwelen“ verwundet. Die Rinde war aufsen rissig und verkohlt, aber an keiner Stelle vom Aste ab-

gelöst. Harzfluſs war nicht eingetreten. Unter der geschwelten Rindenstelle war das Holz dunkel gefärbt, das Kambium war abgestorben. Das Neuholz zeigte wenig Abnormes, Kanäle waren nicht gebildet. Doch zeigten die Gefäſse des Neuholzes sowie auch des benachbarten Altholzes Thyllenverschluſs, der bei Canarium überhaupt den sonst so verbreiteten Gummiverschluſs ersetzt. Nur in der unmittelbaren Nähe der Wunde fand sich Tracheidalparenchym.

Auch bei einer Kerbschnittwunde wurden keine Harzkanäle im Neuholz gefunden, obwohl auch hier Tracheidalparenchym auftrat. Doch waren „Harzgallen“ in verschiedenen Entwicklungsstadien zu bemerken. Dieselben zeigten ganz die gleiche Entwicklungsgeschichte und das gleiche Verhalten wie die Harzgallen von Pinus.[1])

Aus vorstehend skizziertem Verhalten ergibt sich, daſs bei Canarium commune nur bei groſsen Wunden Harzfluſs eintritt.

* * *

Shorea stenoptera Burck. Schizogene Sekretbehälter finden sich im Mark und im Zentrum der Blattspurstränge, sowie bei älteren Zweigen auch im Holzkörper und zwar in den Holzparenchymbändern.

Die verwundeten Stücke zeigten „Fensterwunden“, Kerb- und Schwelwunden. Die Zweige waren 110 Tage nach der Verwundung geschnitten worden.

Die Fensterwunde war ca. 20 cm^2 groſs. Rings um dieselbe hatten sich Überwallungswülste gebildet. Am stärksten war der obere Wulst, geringer die Seitenwülste, am geringsten der Basalwulst. Harzfluſs war reichlich, besonders oben eingetreten.

In der Nähe der Wunde war im Neuholz Tracheidalparenchym und in demselben eine Reihe Harzbehälter gebildet, die um so kleiner waren je weiter sie von der Wunde entfernt lagen. In der Wundnähe waren sie groſs und lysigen erweitert. Auch das Tracheidalparenchym wird allmählich schmäler, wenn man sich von der Wunde entfernt. Oberhalb der Wunde sind noch 4 cm von der Wundstelle entfernt Harzkanäle um $^3/_4$ des Zweigumfanges nachzuweisen, im letzten, der Wunde abgekehrten Viertel fehlen sie. Unterhalb der Wunde findet man sie fast nur noch an der der Wundstelle entsprechenden Partie des Zweigquerschnittes.

Auch die Wundfläche zeigte einige Harztröpfchen. Dieselben entstammten horizontalstreichenden, zu den Blattspuren führenden

1) Harze und Harzbehälter pag. 393.

Radialkanälen, waren also primärer Harzfluſs. Die Kanäle, welche diese Tröpfchen geliefert hatten, waren durch Thyllen verschlossen, die durch Auswachsen von Sezernierungszellen zustande kommen, wie ich dies schon früher bei Balsamea Myrrha beschrieben habe.[1])

Im Altholz tritt reichlich Thyllenbildung in den Gefäſsen ein. Die Rinde zeigt keine Veränderung.

Bei kleineren Wunden wurden im Wundholze keine Sekretbehälter gebildet. Auch bei einer Schwelung, bei der die Rinde erhalten blieb, waren solche nicht zu bemerken, wohl aber Tracheidalparenchym und kurze, abnorme Holzelemente.

* * *

Toluifera Pereirae Baillon und T. Balsamum L. Der anatomische Bau der Achsenorgane dieser beiden Pflanzen stimmt vollständig überein. Bei jungen Zweigen finden sich kleine schizogene Sekretbehälter in der primären Rinde. Aber schon bei einem 6 mm dicken Zweige sind dieselben gewöhnlich samt der primären Rinde durch Borkenbildung abgestoſsen.[2]) Doch kommt es auch vor, daſs sie noch bei 4 cm dicken Ästen erhalten sind. In der sekundären Rinde, im Holz und Mark fehlen die Sekretbehälter ganz. Daſs der Balsam ein rein pathologisches Produkt sein muſs, habe ich schon früher auf Grund chemischer und mikroskopischer Untersuchungen hervorgehoben.[3])

Leider lagen von diesem Material nur Stücke vor, die verhältnismäſsig kleine Wunden (Ringelung, Kerbschnitt, Kreuzschnitt) erhalten hatten. Bei keinem derselben war Bildung von Kanälen im Wundholz und dementsprechend Harzfluſs zu beobachten. Keines der Stücke war geschwelt worden. Und so läſst sich leider nicht sagen, ob Toluifera dem Gesetze folgt. Ich zweifle übrigens nicht daran, daſs auch hier die Verhältnisse ähnlich liegen werden, wenn groſse Wunden (ähnlich wie bei der Tolubalsamgewinnung) hergestellt oder gar kräftiges Schwelen angewandt und tiefgreifende Verletzungen (wie bei der Perubalsamgewinnung) angebracht werden. Denn bei kleinen Wunden sehen wir ja auch bei Canarium und Shorea die Kanalbildung unterbleiben.

* * *

---

1) Angewandte Pflanzenanatomie pag. 481 Fig. 565.

2) Harze und Harzbehälter pag. 396.

3) Tschirch und Trog, Studien über den Perubalsam und seine Entstehung. Arch. d. Ph. 1894 pag. 93.

Liquidambar orientalis und styraciflua. Beide Pflanzen zeigen im Bau des Stammes keine Unterschiede. Sie führen nur im Mark schizogene Harzkanäle.[1])

Das untersuchte Material verdanke ich Herrn Prof. Moeller. Wir suchten namentlich noch einige ergänzende Fragen zu lösen, da bereits von Moeller die Grundfrage dahin beantwortet worden war, dafs bei Verletzungen pathologische Harzkanäle im Neuholz entstehen. Wir haben besonders den Fragen: wie entstehen und erweitern sich die Kanäle? — wie ergiefst sich der Balsam über die Wundfläche? — und stehen die Kanäle in Kommunikation untereinander? — unsere Aufmerksamkeit geschenkt.

Von Liquidambar styraciflua lagen Stücke vor, die von dem verwundeten Stamme in der nächsten Nähe der „Gürtelung" losgelöst waren und deutlichen Harzfluss zeigten.

Von Liqu. orientalis lag ein Zweigstück von 4 cm Durchmesser vor mit einer 4:3 cm messenden Fensterwunde. Am oberen Teile der Wunde war ein Überwallungswulst gebildet. Unterhalb desselben war Harzfluss zu bemerken.

Liquidambar styraciflua. Hier führt der Wundreiz zu sehr ausgiebiger Harzkanalbildung. In der Nähe der Wunde lagen im Neuholz drei konzentrische Reihen von Harzkanälen. Am entgegengesetzten Ende war aber nur eine zu sehen. Die Kanäle entstehen auch hier in einer schmalen Zone von Tracheidalparenchym, wie dies bereits Moeller beschreibt. Die Kanäle zeigten sehr schön die „resinogene Schicht" [2]), die leicht identifiziert werden konnte, auch noch schön zum Quellen und Kontrahieren gebracht werden konnte. Auch die lysigene Erweiterung ist hier sehr gut zu verfolgen. Sie erfolgt etwa in der Weise wie bei den Anacardiaceen [3]) und beginnt mit einem Vakuoligwerden des Zellinhalts und einer Verschleimung der Zwischenwand, die zur Herauslösung der Zellen führt. Übrigens werden bei der lysigenen Erweiterung schliefslich auch die Markstrahlen ergriffen und zwar zunächst an ihren Enden, bisweilen aber auch an den Seiten. Auch hier wird der Zellinhalt zunächst vakuolig. Schliefslich ragen die Reste der Markstrahlen in die Harzlücke zapfenartig hinein. An guten Tangentialschnitten durch die kanalführende Zone läfst sich auch leicht die von Moeller als fraglich hingestellte Kommunikation der Harzkanäle feststellen. Sie bilden ein reichana-

1) Vergl. auch Moeller a. a. O.
2) Harze und Harzbehälter pag. 359.
3) Harze und Harzbehälter pag. 372.

stomosierendes Netz, wie dies von uns auch für die übrigen Pflanzen mit Harzfluſs nachgewiesen war.

Ob die Rinde sich, etwa in der Weise wie bei Styrax Benzoin, in späteren Stadien der Entwicklung an der Harzproduktion beteiligt, lieſs sich an dem Materiale, das zu früh vom Stamme gelöst war, nicht entscheiden. Durch mechanisches Zerreiſsen des Rindengewebes gelangt bisweilen etwas Balsam an die Oberfläche der Rinde, Kanäle waren aber nicht zu beobachten. Doch deuten Moellers Beobachtungen an Drogenmaterial darauf, daſs auch hier radial verlaufende Verbindungen der Harzkanalschicht mit der Rinde und in dieser Harzlücken vorkommen können. Dieselben treten aber offenbar erst in späteren Stadien auf.

Der Erguſs des Balsams über die Wundfläche erfolgt ganz wie bei Styrax Benzoin. Das Kanalsystem steht mit der Spalte zwischen Überwallungswulst und Altholz in offener Kommunikation.

Liquidambar orientalis. Von dieser Pflanze lag nur Material der jüngeren Entwicklungsstadien vor. Die Verhältnisse lagen genau so wie bei L. Styraciflua, nur waren die Zellen des Neuholzes kleiner und auch die Harzkanäle zeigten einen geringeren Durchmesser.

* * *

Somit ist nunmehr erwiesen, daſs es ein einheitliches Gesetz für den Harzfluſs gibt, welches sowohl für die Gymnospermen wie die Angiospermen gilt. Der primäre Harzfluſs ist scharf von dem sekundären, dem eigentlichen Harzfluſs, zu trennen. Er ist nie ergiebig und erfolgt stets unmittelbar nach der Verletzung. Er stellt den Harzaustritt aus den normalen Kanälen dar, die bei jeder Verletzung, die ihre Wand trifft, ihren Inhalt ausflieſsen lassen. Nur verhältnismäſsig wenige Harzsekrete sind Produkte des primären Harzflusses, z. B. Mastix, Sandarak, Straſsburger Terpentin. Er wird stets ganz unterbleiben bei Pflanzen, die keine Sekretbehälter enthalten, z. B. Styrax Benzoin, und bei den anderen abhängig sein von der Zahl der vorhandenen und der durch den Schnitt getroffenen Kanäle, sowie auch von ihrem Durchmesser und ihrer Länge. Viel ergiebiger ist der sekundäre Harzfluſs. Für diesen allein muſs das Wort Harzfluſs reserviert werden, denn nur hier handelt es sich um einen „Fluſs“, um ein andauerndes Flieſsen. Er setzt erst einige Zeit nach der Verletzung ein und ist in seiner Ergiebigkeit im allgemeinen abhängig von der Gröſse

der Wunde. Infolge des Wundreizes entsteht ein pathologisches Neuholz und in diesem bilden sich schizolysigene Harzkanäle oft in sehr grofser Zahl in einer oder mehreren konzentrierten Reihen. Diese meist in einer Zone von pathologischem Tracheidalparenchym gebildeten Kanäle entstehen auch bei den Pflanzen, die sonst im Holze keine Harzkanäle (Abies, Liquidambar), ja sogar bei denen, die überhaupt keine Sekretbehälter enthalten (Styrax Benzoin). Wo Harzkanäle vorhanden sind, beteiligen sich dieselben nicht am Harzfluſs. Die pathologischen Kanäle bilden ein meist reichverzweigtes anastomosierendes Netz, das in offener Kommunikation steht mit dem Spalte zwischen Überwallungswulst und Altholz.

Der Wundreiz äufsert seine Wirkung nur ein Stück weit, welches Stück wohl bei den einzelnen Pflanzen verschieden ist. Jedenfalls reicht die Wirkung des Wundreizes einige Zentimeter. Aufserhalb der Zone des Wundreizes werden keine pathologischen Kanäle und schliefslich auch kein Tracheidalparenchym gebildet. Das Neuholz zeigt normale Beschaffenheit. Der Wundreiz äufsert seine Wirkung stärker oberhalb der Wunde wie unterhalb und an den Seiten. Oberhalb der Wunde ist die Bildung von pathologischem, Harzkanäle führendem Neuholz viel weiter hinauf zu verfolgen wie z. B. nach unten. Oft zeigt die der Wunde abgekehrte Seite des Stammquerschnittes gar keine Kanäle mehr. Die Rinde beteiligt sich nur selten und nur bei einigen Pflanzen in vorgerückteren Stadien des Harzflusses an der pathologischen Harzproduktion. Für gewöhnlich deckt das pathologische Neuholz den ganzen Bedarf.

Da der Harzfluſs Folge eines Wundreizes ist, so wird er vermehrt werden können, wenn die Verwundungen wiederholt werden, also ein neuer Reiz geschaffen wird. Eine solche Wiederholung an der gleichen Stelle wird zudem die etwa verstopften Kanalmündungen von neuem öffnen. Deshalb darf das im Departement des Landes geübte Harzungsverfahren der Seestrandkiefer und das in Amerika übliche an Pinus Taeda, bei denen die Wunde nach oben hin vergröfsert, also über Jahre hinaus offen gehalten wird, als besonders rationell bezeichnet werden.

Trifft man irgendwo im normalen Holze Reihen von Harzkanälen an Stellen, wo sonst normalerweise keine Kanäle liegen, so kann man mit Sicherheit darauf schliefsen, dafs in der Nähe dieser Stelle eine Wunde liegt oder lag.

Dafs der ausfliefsende Harzbalsam physiologisch betrachtet als „Wundbalsam“ bezeichnet werden mufs, unterliegt keinem Zweifel.

Er stellt eine Form des Wundverschlusses dar. Ebenso ist der Vergleich des Wundbalsams mit dem Eiter zutreffend. Wie denn überhaupt auch die Art der Wundheilung bei Tieren und Pflanzen manches Übereinstimmende zeigt.

* *
*

Zum Schlusse noch einige Worte über die Stammpflanzen einiger der behandelten Harzprodukte. Wir begegnen hier drei Paaren.

1. Die Stammpflanze der Siambenzoe, angeblich Styrax Benzoin Dr. oder eine verwandte Art.
   Die Stammpflanze der Sumatrabenzoe, sicher Styrax Benzoin Dr.
2. Die Stammpflanze des Perubalsams, Toluifera Pereirae Klotzsch (Baillon).
   Die Stammpflanze des Tolubalsams, T. Balsamum L.
3. Die Stammpflanze des orientalischen Styrax, Liquidambar orientalis Miller.
   Die Stammpflanze der amerikanischen Sweet gum., L. styraciflua L.

Durchmustert man die Literatur, so findet man, dafs die Unterscheidung der beiden zu einem Paare gehörigen Pflanzen auf ziemlich schwachen Füfsen steht [1]) und dafs einige Autoren sie zusammenziehen. Als Hauptgrund für die Trennung der Arten wird stets die Verschiedenheit der Harzprodukte angegeben. Ich habe nun in letzter Zeit sehr einläfsliche Untersuchungen über diese Harzprodukte angestellt und gefunden, dafs diese Verschiedenheit eine geringe ist. Am

---

1) So bemerkt Schumann in Berg-Schmidts Atlas der offizinellen Pflanzen: „Nach einem äufseren Merkmale ist der orientalische Storaxbaum von dem amerikanischen (Liquidambar styraciflua) zuweilen nur sehr schwer zu unterscheiden“, und über den Peru- und Tolubalsambaum: „Wenn es auch keine Schwierigkeiten macht, den Peru- und Tolubalsambaum zu unterscheiden nach den typischen Exemplaren — —, so wird es in gewissen Fällen keineswegs leicht sein, ein Urteil über getrocknete Exemplare abzugeben. Baillon hat deswegen auch beide Arten vereinigt, indem er Toluifera Pereirae als Varietät des Tolubalsambaumes betrachtet.“ „Die Verschiedenheit der Balsame spricht doch auch sehr stark für die Wahrung der spezifischen Differenz. Sollte sich indes herausstellen, dafs das Produkt seine andere Natur nur der Verschiedenheit in der Gewinnung verdankt, so wird der Gedanke an eine Verbindung beider Arten mehr Gewicht erhalten.“ Die Stammpflanze der Siambenzoe ist nach Erkundigungen, die ich in Siam einzog (bei dem Direktor des siam. Museums in Bangkok, Dr. Haase), Styrax Benzoin Dryand. Die Sumatrabenzoe wird, wie ich in Indien feststellte, sicher von Styrax Benzoin gesammelt.

gröfsten ist sie bei der Siam- und Sumatrabenzoe [1]), von denen die erstere nur Benzoesäure, die zweite neben Benzoesäure auch Zimmtsäure produziert; auch die Tannole weichen voneinander ab und einige der aromatischen Ester der Sumatrabenzoe fehlen der Siambenzoe oder sind in geringerer Menge darin enthalten. Viel gröfser ist schon die Übereinstimmung zwischen dem orientalischen Styrax und dem Sweet gum.[2]), die nur im Resinol etwas differieren, und zwischen Tolu- und Perubalsam [3]) besteht überhaupt, was die Bestandteile betrifft, mit einziger Ausnahme des Tannols gar kein Unterschied, nur die relativen Mengenverhältnisse differieren. Aber selbst wenn die Harzprodukte viel stärker differierten, scheint mir darin noch kein Grund zu liegen die Pflanzen deshalb botanisch zu trennen.

Ich glaube man hat einer im Pflanzenreiche vielleicht weitverbreiteten Erscheinung bisher nicht die genügende Aufmerksamkeit gewidmet. Ich meine den Begriff der physiologischen Varietät. Dafs Cannabis indica im botanischen Sinne nicht spezifisch verschieden ist von Cannabis sativa ist eine ausgemachte Sache, und doch liefern sie beide chemisch verschiedene Produkte. Sollte nun nicht das Gleiche auch bei den oben erwähnten Pflanzen der Fall sein?

Ich stelle die Frage zur Diskussion, ob nicht der Baum der Siambenzoe nur eine physiologische Varietät des Baumes ist, der die Sumatrabenzoe liefert, der Perubalsambaum nur eine physiologische Varietät des Tolubalsambaumes und Liquidambar styraciflua nur eine solche von L. orientalis.

Gewisse Differenzen in den Harzprodukten mögen übrigens auch auf die verschiedene Art der Gewinnung zurückzuführen sein, denn es ist natürlich nicht gleichgiltig ob ein Baum stark oder schwach verwundet, ob er nur durch Einschnitte verletzt (Tolubalsambaum) oder geklopft und geschwelt wird (Perubalsambaum). Ob chemische Unterschiede zwischen den nach verschiedener Methode von der gleichen Art gewonnenen Harzprodukten wirklich bestehen, werde ich durch Versuche zu ermitteln suchen.

---

1) Tschirch und Lüdy, Studien über die Sumatrabenzoe, Arch. d. Ph. 1893 pag. 43, und Studien über die Siambenzoe, ebenda pag. 461.

2) Tschirch und van Itallie, Über den orientalischen Styrax, Arch. d. Pharm. 1901 pag. 506, und Über den amerikanischen Styrax, ebenda pag. 532.

3) Tschirch und Trog, Studien über den Perubalsam und seine Entstehung. Arch. d. Pharm. 1894 pag. 70. — Tschirch und Oberländer, Über den Tolubalsam. Arch. d. Pharm. 1894 pag. 559.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: 93

Autor(en)/Author(s): Tschirch Alexander

Artikel/Article: Über den sog. Harzfluss 179-198