# FLORA.

## 59. Jahrgang.

№ 6. Regensburg, 21. Februar 1876.

**Inhalt.** Hugo de Vries: Ueber Wundholz. (Fortsetzung.) — Dr. H. Müller: Ueber Heliotropismus. (Schluss.) — X. Landerer: Botanische Notizen.

## Ueber Wundholz.

Von Dr. Hugo de Vries.

(Fortsetzung.)

### §. 3. Wundholz an queren Einschnitten.

*Die Versuchszweige.* Wird an zwei- bis mehrjährigen Zweigen die Rinde stellenweise bis in's Holz durchschnitten, so klafft die Wunde je nach Umständen mehr oder weniger. Ist der Einschnitt im Frühjahre gemacht und die umgebende Luft nicht zu trocken, so pflegt die entstandene Lücke durch eine Calluswucherung bald vollständig ausgefüllt zu werden. Im Hochsommer gemachte Querwunden dagegen werden gewöhnlich durch Austrocknen des Randes nachträglich erweitert; ein Verschluss durch einfache Callusbildung findet dann in ihnen nicht statt.

Auf die primäre Wundholzbildung übt dieser Umstand nur insofern einen Einfluss aus, als dieses Gewebe im ersteren Falle nur in dünner, im zweiten meist in etwas dickerer Schicht abgelagert wird, worauf ich unten zurückkomme.



Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0083-4

Die secundäre Wundholzbildung ist aber eine gänzlich verschiedene, je nachdem die Wunde sich rasch vernarbt oder längere Zeit offen bleibt. Ich theile deshalb diesen Paragraphen in drei Abschnitte, und behandle zuerst das primäre Wundholz, dann das secundäre Wundholz an rasch vernarbten Querwunden, und zuletzt dasselbe Gewebe an den klaffenden Wunden dieser Art.

Bei den zu besprechenden Versuchen waren die Einschnitte immer genau quer zur Zweigachse, und meist nur einseitig, bisweilen aber auch rings um die Zweige herum gemacht.

*Erstreckung des primären Wundholzes.* Primäres Wundholz bildet sich einem einseitigen queren Einschnitt zufolge, oberhalb und unterhalb der Wunde über einer Strecke, welche oft nur wenige Mm., oft aber auch mehrere Cm. lang ist. Es bildet, im Querschnitt betrachtet, eine mit den Jahresringen concentrische Schicht, deren Dicke mit der Entfernung von der Wunde allmählig abnimmt. Es scheint, dass die oberhalb der Wunde vorkommende Schicht in gleicher Entfernung von der Wunde gewöhnlich etwas dicker ist, als die unterhalb der Schnittstelle befindliche.

Seitlich von den beiden Enden des Einschnittes bildet sich kein Wundholz; das nach Anfang des Versuchs entstandene Holzgewebe weist an diesen Stellen den normalen Bau auf. Ebenso erstreckt sich das primäre Wundholz oberhalb und unterhalb der Wunde seitlich immer nur genau so weit, wie die Wunde selbst, nie weiter. Hieraus folgt, dass quere Einschnitte nur nach oben und unten, nicht aber seitwärts diesen Einfluss auf den Holzbau ausüben.

Ausserhalb des primären Wundholzes findet man das secundäre abgelagert, dessen Entstehung bei rasch vernarbenden Wunden anzufangen pflegt, sobald die Callusbildung in der Wundspalte soweit vorgeschritten ist, dass auch im Callus Holzneubildungen auftreten. Bei solchen Querwunden, welche sich nicht durch Callus schliessen, ist das primäre Wundholz immer reichlicher ausgebildet, als bei den sich rasch vernarbenden Einschnitten.

Dieses lehrten mich einige Versuche (u. a. mit *Evonymus europaeus*), in denen an einander ähnlichen Zweigen quere Einschnitte gemacht wurden, welche bei einigen Zweigen in der trockenen Luft der Umgebung keinen Callus machen konnten, und in den übrigen durch eine sie verhüllende Glasröhre vor Ver-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0084-0

dunstung geschützt waren, wodurch sie zur raschen Entwickelung einer vollständigen Callusausfüllung der Wundspalte befähigt wurden. In den letzteren Zweigen war das primäre Wundholz in bedeutend dünnerer Schicht ausgebildet, als in den ersteren.

*Querwände in Holzfasern.* Die äussersten, vor dem Verwunden schon angelegten Holzschichten weisen nicht selten auch einen Einfluss der Verwundung auf. Ihre Holzfasern zeigen bisweilen spärliche, oft aber zahlreiche Querwände, auch bei solchen Arten, denen gefächertes Libriform für gewöhnlich fehlt. Ich beobachtete dieses bis jetzt bei *Acer Pseudoplatanus*, *Aesculus Hippocastanum*, *Fraxinus excelsior*, *Sorbus Aucuparia*. Dass diese Erscheinung in die nämliche Kategorie zu rechnen sei, wie das häufige Auftreten von Querwänden in dem Holzparenchym des langzelligen Wundholzes (Vergl. für *Caragana* Taf. I, Fig. 4), und wie die Quertheilungen im Wundcambium selbst, scheint mir nicht zweifelhaft, doch fehlen mir hinlänglich zahlreiche Untersuchungen über diesen Punkt.

Dass die fragliche Holzschicht die letzte ist, welche im Augenblick, in dem der quere Einschnitt gemacht wurde, aus dem Cambium hervorgetreten war, schliesse ich daraus, dass das so leicht erkennbare primäre Wundholz nach aussen unmittelbar und scharf abgesetzt auf sie folgt. Vielleicht umfasst sie nur diejenigen Elementarorgane, in denen in dem Augenblick der Verwundung zwar die Längstheilungen vollständig aufgehört hatten, welche aber damals noch nicht verholzt waren. Auch hierüber haben spätere Untersuchungen zu entscheiden.

*Der anatomische Bau des primären Wundholzes.* In der Nähe von Querwunden besteht dieses Gewebe aus denselben Zonen, mit demselben Bau, wie in geringelten Zweigen. Auch oberhalb und unterhalb der Wunde besitzt es die gleiche Zusammensetzung. Das isodiametrische Gewebe schliesst sich einerseits dem Callus an, andererseits geht es allmählig in das kurzzellige Wundholz mit spindelförmigen Zellen über. In diesem sind die Markstrahlen zahlreicher und niedriger, oft auch breiter, als im normalen Holz, und die Gefässzellen zu strangartigen Gruppen vereinigt. Oft nimmt die mittlere Länge der Elementarorgane in dieser Zone nach oben ganz allmählig zu, z. B. *Ulmus campestris*, in anderen Fällen (z. B. *Alnus glutinosa*, *Carpinus Betulus*) konnte ich auf Tangentialschnitten deutlich eine Region



Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0085-6

unterscheiden, deren Zellen ungefähr die halbe normale Länge hatten. Im Radialschnitt zeigen die zahlreichen Gefässe eine deutliche, wenn auch schwach wellige Anordnung, welche bisweilen auch auf Tangentialschnitten sichtbar ist (z. B. *Corylus Avellana*).

Das langzellige faserlose Wundholz besteht aus Holzparenchymfasern und engen Gefässen, welche gewöhnlich anscheinend ohne Regel mit einander gemischt sind. Bald besteht es hauptsächlich aus Holzparenchym, mit nur wenigen Gefässen (z. B. *Fraxinus excelsior* und *Syringa vulgaris*, welche letztere Art im normalen Holz nach Sanio nur paratracheales Holzparenchym, und auch dieses nur in sehr geringer Menge besitzt). Bald herrschen die Gefässe mehr oder weniger vor, nicht selten fast bis zum gänzlichen Ausschluss des Holzparenchyms (z. B. *Ulmus suberosa*). Diese Unterschiede mögen oft in der Natur der Species begründet sein, oft aber sind sie dies entschieden nicht. So zeigte *Populus canescens* in einem, Ende Mai verwundeten Zweig fast nur enge Gefässe im faserfreien Wundholz, während ein Mitte August verwundeter Zweig desselben Baumes, in demselben Gewebe sehr viel Holzparenchym zwischen den Gefässen erkennen liess.

Die Gefässe des faserfreien Holzes sind im Querschnitt meist viereckig oder länglich viereckig und nicht erheblich weiter, als die Holzparenchymzellen. Bisweilen sind einzelne kreisrund (z. B. *Fraxinus excelsior*), dabei aber doch nur sehr eng. Ihre Zellen sind meist scharf zugespitzt und dadurch nie genau geradlinig an einander gereiht. Dieses und einige andere Merkmale deuten auf ihre Uebereinstimmung mit den „kleinen Gefässen" Sanio's im normalen Holze hin. Die weiten runden Gefässe fehlen diesem Holzgewebe durchaus.

*Secundäres Wundholz an rasch vernarbenden Querwunden.* (Fig. 16.) Nachdem die Verjüngungsschicht im Callus sich nach oben und unten an das Wundcambium angeschlossen und sich als Calluscambium constituirt hat, pflegt die Bildung des secundären Wundholzes anzufangen, wie die Vergleichung von Radialschnitten und successiven Querschnitten lehrt. Es macht dieses ganz den Eindruck, als ob die Querwunde ein Hinderniss für die normalen Vorgänge im Cambium herbeiführe und als ob erst nach allmähliger Beseitigung dieses Hindernisses durch den Callus das Cambium allmählig dem gewohnten Gange wieder folgen könne. Ebenso wie bei den Calluswülsten an Ring-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0086-2

schnitten bestehen auch hier die ersten Spuren des secundären Wundholzes in Gefässzellensträngen, welche durch den Callus verlaufen und sich nach oben und unten an die gleichwerthigen Stränge im übrigen Wundholz anschliessen. Diesen anfangs dünnen und vereinzelt auftretenden Strängen folgen bald zahlreichere und dickere; oft schliessen sie sich zu einer tangentialen Binde von gefässreichem Gewebe an einander. Den einzelnen Gruppen oder dieser Binde pflegen in der ganzen Länge des Wundholzes plötzlich Holzfasern in grosser Zahl zu folgen; sie bilden den raschen Uebergang zu einem Holzgewebe, dessen überwiegende Grundmasse aus Holzfasern besteht.

Unsere Fig. 16 giebt davon eine Vorstellung; sie ist nach einem Radialschnitt durch das Wundholz einer queren Spaltwunde in einem Zweige von *Viburnum Opulus* gezeichnet. Die Wunde drang bei $\beta$ in das schon fertige Holz; die Spalte füllte sich mit Callus ($\delta$) aus, in welchem sich eine Calluscambiumschichte bildete, welche sich allseitig an das übrige Cambium anschloss; ccc war die Lage des Cambiums, als der Zweig abgeschnitten wurde. Oberhalb und unterhalb des Callus sind die innersten Schichten kurzzelliges primäres Wundholz, die übrigen sind kurzzelliges secundäres; das langzellige Wundholz fing in dem Präparate erst ausserhalb des abgebildeten Theiles an. Im Querschnitt betrachtet, schien das secundäre Wundholz schon annähernd den normalen Holzbau zu haben; auf dem Längsschnitt zeigt es sich aber davon noch weit verschieden, da die Holzfasern und sonstigen Elementarorgane zwar die normale Form, aber eine viel zu geringe Länge besitzen. Dieser Uebelstand wird erst im Laufe langer Zeit allmählig beseitigt.

Untersucht man querverwundete Zweige, welche schon eine sehr dicke Schicht Wundholz gebildet haben, auf successiven Tangentialschnitten durch dieses Gewebe, so kann man sich leicht von der allmähligen Verlängerung der Holzfasern, der Holzparenchymfasern und der Gliederzellen der Gefässe überzeugen; auch sieht man die anfangs niedrigen Markstrahlen allmählig ihre normale Höhe erreichen. Dass hierbei auch die Cambiumfasern allmählig an Länge zunehmen, ist selbstverständlich und geht aus der leicht zu beobachtenden Thatsache hervor, dass sie am äussern Rande des normal gewordenen Wundholzes normale Länge besitzen. Ebenso selbstverständlich ist es, dass dabei ihre Zahl auf einer gegebenen Fläche entsprechend abnimmt, wie dieses im zweiten Paragraphen über die Wundholzbildung an Ringwunden näher auseinandergesetzt wurde.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0087-7

Wenn die normale Länge der Cambiumfasern überall erreicht worden ist, kann man die Bildung des Wundholzes als abgeschlossen betrachten, da von diesem Zeitpunkt an über die ganze ursprünglich in Mitleidenschaft gezogene Strecke nur noch normales Holz gebildet wird. In der Höhe des langzelligen primären Wundholzes bildet das secundäre nur eine sehr schmale Uebergangsschicht zum nachfolgenden normalen Holz.

*Secundäres Wundholz an klaffenden queren Einschnitten.* Bei trockener oder nicht sehr feuchter Luft pflegen die beiden Bastränder eines queren Einschnitts auszutrocknen, wobei das lebendige Gewebe sich nach aussen durch eine Korkschicht abschliesst, oder es tritt eine geringe Callusbildung an der oberen und unteren Seite der klaffenden Wunde ein, welche jedoch nicht hinreicht, die Holzblösse zu überdecken. Bald tritt dann die schützende Korkschicht in diesem Callusrande auf und die Wunde bleibt zunächst offen. Wohl in allen Fällen entsteht an den beiden Enden, rechts und links von der Querwunde, eine geringe Callusbildung, veranlasst durch den besseren Schutz gegen Vertrocknung, den diese Stellen gewähren.

Später bilden sich an beiden Seiten der Wunde Holzwülste, welche bei ihrem weiteren Wachsthum die Wunde allmählig überwallen und endlich ganz verschliessen können. Bekanntlich ist die Richtung der Holzfasern in diesen Wülsten eine schiefe, im Ganzen genommen um die Wunde herum ausbiegende; sie wurde bis jetzt allgemein als der Richtung des sogenannten „absteigenden Saftes" folgend beschrieben.

In ähnlicher Weise wie hier, geht die Wundholzbildung und die schliessliche Vernarbung bei einer grossen Zahl der anscheinend verschiedensten Verletzungen von Bäumen vor sich. Ringwunden, bei denen an einer Stelle ein Rindenstreifen belassen ist, welcher die Wunde überbrückt, sowie die gewöhnlichen in die Versuchszweige eingeschnittenen Marken, verhalten sich ganz als breite quere Einschnitte. Liegen, wie dies bei Marken oft der Fall ist, zwei solche quere Einschnitte dicht neben einander, so pflegt die Rinde und das Cambium, wohl in Folge von Austrocknung, zwischen beiden abzusterben, und sie bilden zusammen nur eine breite Querwunde. Auch grössere Holzblössen, welche durch Ablösung von ganzen Baststücken oder breiten Längsstreifen von Bast entstanden sind, pflegen sich in ähnlicher Weise zu vernarben. Ueberhaupt gehören sehr viele zufällige und natürliche

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0088-3

Wunden, z. B. die durch Absterben oder Ausbrechen eines Astes hervorgerufenen, hierher.

*Die schiefe Faserrichtung.* Wie kommt im secundären Wundholze, das mit einer der Zweigachse parallelen Anordnung der Zellen anfängt, allmählig die schiefe Faserrichtung zum Vorschein? Die beste Antwort auf diese Frage gaben mir Versuche mit Zweigen von *Castanea vesca*, welche im August durch quere Einschnitte verwundet waren. Auf sie stützen sich hauptsächlich die folgenden Angaben; ihnen ist unsere Fig. 18 entlehnt, welche einen Theil der oberen Hälfte des Wundholzes an dem einen Ende eines queren Einschnittes im Tangentialschnitte darstellt.

Von der oberen Zone des primären Wundholzes steigen durch das kurzzellige Holz Gefässzellenstränge in senkrechter Richtung bis nahe an den Rand der Wunde ab. Diejenigen, welche über der Mitte der Querwunde liegen, behalten diese Richtung bis da, wo sie aufhören, bei. Diejenigen aber, welche nahe über dem Ende der Wunde liegen, biegen sich an ihrem unteren Theil etwas seitlich diesem Ende zu, bevor sie endigen (Fig. 18. b.). Ganz nahe über dem Ende der Wunde sieht man einen Strang so weit ausgebogen, dass er um die Wunde herum durch das an deren Ende befindliche Callusgewebe vordrängt (Fig. 18 *a*). Dabei wird er an dieser Stelle gewöhnlich schmäler, verbreitert sich aber unterhalb der Wunde wieder und schliesst sich den dort befindlichen Strängen an. Auf der Aussenseite solcher Stränge tritt sogleich Holzfasergewebe auf; die Richtung der kurzzelligen Holzfasern folgt überall der Richtung des Stranges. Zu dieser Zeit bildeten sich auf der Aussenseite der übrigen Gefässzellenstränge, welche unten blind endigen, noch keine Holzfasern und das Dickenwachsthum erlosch im Spätsommer überhaupt ehe sich dort solche zu bilden anfingen. Dieses lässt sich in der Figur allerdings nicht sehen, da es nur durch die Vergleichung mehrerer Tangentialschnitte, besser noch durch die von Querschnitten, bewiesen werden kann.

Die einmal entstandene, um die Wunde herum laufende Holzfaserschicht nimmt rasch an Länge der einzelnen Zellen und an Uebereinstimmung mit normalem Holz zu. Oft ist der erste faserbildende Strang in der Nähe der Wunde fast senkrecht gebogen, läuft dann in horizontaler Richtung bis an das Ende der Wunde, um sich hier im scharfen Winkel abwärts zu biegen. Beim weiteren Wachsthum gehen diese scharfen Biegungen allmählig ver-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0089-1

loren, und indem das Cambium unmittelbar oberhalb und unterhalb der Wunde aufhört zu wachsen, erlangt die Wundstelle bald mehr oder weniger die Form einer Ellipse, deren längere Achse der Zweigachse parallel läuft und welche seitlich von zwei Holzwülsten begrenzt wird.

Die specielleren Vorgänge bei der Bildung des secundären Wundholzes sind gleich den in den früheren Fällen beschriebenen; hier sollten nur die Abweichungen von jenen hervorgehoben werden.

(Fortsetzung folgt.)

---

## Ueber Heliotropismus

von Dr. H. Müller (Thurgau).

(Schluss.)

6. Die Krümmungsgeschwindigkeit ist Anfangs gering, nimmt allmälig zu, erreicht ein Optimum, um dann wieder abzunehmen.

Die Grösse der gesammten heliotropischen Krümmung eines Stengels lässt sich auch ausdrücken durch den Winkel, den die obersten Stengeltheile mit den untern nicht gekrümmten bilden. Wenn wir nun an der Spitze des Stengels einen langen Zeiger befestigen, der bei der Krümmung an einem in Grade eingetheilten Bogen vorbeigleitet, so lässt sich mit ziemlicher Genauigkeit der Gang der Krümmung ablesen. Folgender Versuch möge als Beispiel für die Sätze 5 und 6 dienen.

Eine treibende *Fritillaria imperialis* wird um 9Uhr einseitig beeuchtet, der Zeiger auf 0° am Bogen eingestellt. Um 9 Uhr 30 Min. liess sich noch keine Krümmung beobachten.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 Uhr | der Zeiger auf | 0° | 0,2 per Stunde. |
| 10 „ | | 0,2° | 0,4° |
| 11 „ | | 0,6° | 0,5° |
| 12 „ | | 1,1° | 0,75° |
| 2 „ | | 2,6° | 1,1° |
| 3 „ | | 3,7° | 1,7° |
| 4 „ | | 5,4° | 2,3° |
| 5 „ | | 7,7° | **2,6** |
| 6 „ | | 10,3° | |

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0090-6

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 59

Autor(en)/Author(s): de Vries Hugo

Artikel/Article: Ueber Wundholz 64-88