

Effekt der Ringelung auf die Stoffwanderung bei *Cornus controversa* Hemsl.

Von

Shin-ichi HIBINO, *Rigakushi*.

Mit 2 Tafeln u. 19 Tabellen.

I. Einleitung.

Seit MALPIGHIS Experimenten (16) sind Ringelungsversuche vom siebzehnten Jahrhundert bis zur Gegenwart wiederholt ausgeführt worden. Derartige Versuche, die uns in grosser Anzahl vorliegen, kann man in 3 Gruppen zusammenfassen:

Die erste bezieht sich auf die Leitung des Wassers, die zweite behandelt ausschliesslich die Stoffwanderung und die letzte hat mit den Wachstumsverhältnissen zu tun.

Über den ersten Punkt liegen uns zahlreiche ältere Untersuchungen vor, welche zeigen, dass die Wasserleitungsfähigkeit der geringelten Bäume nicht im mindesten herabgesetzt wird, solange der Holzkörper des abgerindeten Teils gegen irgend einen nachteiligen Einfluss geschützt ist.

TRÉCUL (32) erwähnte als Beispiel einen geringelten Lindenbaum, welcher nach der Operation noch 44 Jahre lang lebte.*

In neuerer Zeit konstatierte URSPRUNG (33 a, b u. c) durch seine an mehreren Holzpflanzen ausgeführten Experimente, dass Wasserleitung hauptsächlich in den jungen Schichten des Holzkörpers stattfindet und die Rinde nur insofern wichtig ist als sie die peripheren Holzpartien beim Saftsteigen vor äusseren Einflüssen schützt.

*Über viele andere Beispiele vergl. man z. B. SORAUER, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 3. Aufl. Bd. I. 1909, S. 792-794.

Über den zweiten Punkt, nämlich die Stoffwanderungsvorgänge, haben die Untersuchungen von HARTIG (10), HANSTEIN (8), PFEFFER (20), HABERLANDT (9), FISCHER (7), STRASBURGER (29), CHAUVEAUD (2) und anderen den Beweis geliefert, dass die Ableitungsfähigkeit der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Assimilate durch die Ringelung sehr gehemmt wird, infolgedessen eine abnorme Stoffanhäufung an der Ringelstelle, sowie an gewissen anderen Stammteilen stattfindet.

Dabei konstatierten mehrere Forscher, dass die Siebröhren wesentlich als Ableitungsbahnen solcher Assimilate funktionieren.

SCHIMPER (26) zeigte, dass sich im Blattstiele von *Plantago major* ausser dem Rindenteile „ die Leitscheide “ daran beteiligen konnte, dagegen konstatierte CZAPECK (4), dass beim Blattstiele von *Vitis vinifera* derartige Stoffableitung durch den Rindenteil nicht in grossem Masse stattfinden konnte. LECLERC DU SABLON (15) bewies andererseits, dass bei den in der Nähe der Stammbasis geringelten Bäumen im Gegensatz zu intakten viel weniger Reservestoffe im Stammteil gespeichert wurden als im Wurzelteil. Derselbe fand ferner, dass die Blätter der geringelten Exemplare leichter in der Farbe aber reicher an Reservestoffen sind, als die Blätter der intakten.

Bei geringelten Maulbeerbäumen konstatierte MIYOSHI (17 a u. b), dass die Entleerung der Assimilationstärke in den Blättern nur unvollständig vor sich ging, infolge dessen eine abnorme Anhäufung der letzteren resultierte. In neuerer Zeit stellte SCHULTE (24) bei etwa vierzig Angiosperm- und Gymnospermbäumen Untersuchungen über die Einflüsse der Ringelung auf die Blätter und auch über die Lokalisation der angehäuften Reservestoffe an. Er kam zu dem Ergebnis, dass dabei der Gehalt der Stärke, reduzierender Substanzen und des Gerbstoffs grossenteils zunahm. Es ist besonders hervorzuheben, dass er diese Tatsache bei *Cornus alba* und *C. mas* konstatiert hat.

Was den Einfluss der Ringelung auf die Fruchternte betrifft, so beobachtete PODDOCK (21), dass bei einer Weinsorte, deren Stamm geringelt wurde, die Früchte 20 Tage früher reiften als bei den nicht geringelten. Bei geringelten Solaneen beobachtete DANIEL (5), dass sie grössere Früchte trugen als die Kontrollen, dagegen

konstatierte HEDRICK (11), dass bei Tomaten und Chrysanthemen die Ringelung nachteilig auf die Wachstumsvorgänge wirkte.

Über die durch Ringelung hervorgerufene Anthocyanbildung beobachteten LAURENT (14), KÜSTER (13), SORAUER, (28), RAVAZ (22), COMBES (3) und andere stets Anthocyanbildung in den Blättern oberhalb der Ringelstelle der geringelten Bäume.

Was den dritten Punkt, nämlich die Wachstumsvorgänge anbelangt, so haben frühere Forscher ihre Aufmerksamkeit auf die Spross-, Wurzel- und Callusbildung an der Ringelstelle gelenkt. Diese kommen in erster Linie durch Wundreiz zu Stande, doch stehen sie in zweiter Linie mit dem Stoffwanderungsvorgängen in näherem Zusammenhang.

Betreffs der Spross- und Wurzelbildung, welche oberhalb und unterhalb der Ringelstelle eines Zweiges in verschiedener Stärke auftreten, geht aus den Untersuchungen von PFEFFER (20) und DETMER (6) hervor, dass die betreffenden Stellen eine ungleichmässige Menge von Reservestoffen enthalten, und ferner, dass durch das Unterbrechen der Leitungsbahnen die Ableitung der Reservestoffe von oben nach unten nicht stattfinden kann. Über die Callusbildung zeigten TITTMANN (31) und auch SORAUER (28), dass das Callus stärker am oberen Rande der Ringelstelle auftrat als am unteren. Trotz der vielen früheren Untersuchungen sind die Stoffwanderungsvorgänge seither fast ausschliesslich bei Rindenringelung studiert worden, dagegen wurden die verschiedenen Ringelungsverfahren nicht genug berücksichtigt.

Um zu diesem Punkte einiges beizutragen und um ferner die äusseren Veränderungen der geringelten Bäume: nämlich Schädigung an den Blattorganen, abnorme Anthocyanbildung in den Blättern, Entstehung der adventiven Knospen und Callusbildung in der Nähe der Ringelstelle, sowie Dickenwachstumsverhältnis der Stämme und auch innere Beschaffenheit der letzteren, nämlich Wanderungstätigkeit der Assimilate, Stoffanhäufung im Zweigteile oberhalb der Ringelstelle, besonders Zunahme der Diastase und der oxydierenden Enzyme in den Blättern festzustellen, wurden die vorliegenden Untersuchungen auf Veranlassung und unter Leitung von Herrn Prof. Dr. M. MIYOSHI im

Laufe eines akademischen Jahres, 1912–13, im Botanischen Institut des Science College der Kaiserlichen Universität zu Tokyo ausgeführt. Ich spreche an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer herzlichsten Dank für seine vielfache Belehrung und Anregung aus. Es ist mir auch eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. K. SHIBATA für vielseitige Anregung meinen besten Dank auszudrücken.

II. Methodisches und Untersuchungsmaterial.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir hauptsächlich *Cornus controversa* HEMSL. und nebenbei einige andere Baumarten. Die Art und Weise der Ringelung war folgende:

1. Die Hauptstämme und Zweige wurden bis auf den Holzkörper rings um geringelt, wobei die ganze Rinde mit der Cambiumschicht zusammen weggenommen wurde.
2. Die Hauptstämme und Zweige wurden rings um von der Rinde und dem äusseren Splintholze befreit.
3. Die Hauptstämme und Zweige wurden halbseitig (nicht sektorisch) von der Rinde befreit.
4. Die Hauptstämme und Zweige wurden halbseitig (nicht sektorisch) von Rinde und äusserem Splintholz befreit.
5. Am unteren Teile des Stammes wurden innerhalb einer ca. 1 m breiten Zone rings um den Stamm etwa dreissig je 5 cm breite und ins Splintholz gehende Löcher gebohrt. Bei jeder Ringelung liess ich die betreffende Stelle ungeschützt.

Folgende Abkürzungen kommen in der weiteren Beschreibung vor:

1. Rinde-Rg. = ganze Rinde durch Ringelung weggenommen.
2. Holz-Rg. = ganze Rinde mit äusserem Teil des Splintholzes durch Ringelung weggenommen.
3. Rinde-Halb-Rg. = Halbseite der Rinde durch Ringelung weggenommen.
4. Holz-Halb-Rg. = Halbseite der Rinde und äusseren Teils des Splintholzes durch Ringelung weggenommen.
5. Durchbohr. = tief bis ins Splintholz durchgebohrt.

III. Äussere Veränderungen geringelter Bäume.

In seinen Untersuchungen über die Ringelung hat URSPRUNG (28c) konstatiert, dass die Blätter von *Cornus sanguinea* $1\frac{1}{2}$ –2 Monate lang nach der Ringelung selbst im oberen Teile noch frisch blieben, dass sie dann allmählich zu welken anfangen, und ferner, dass die Blätter in $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ Sektor geringelten Stämmen $4\frac{1}{2}$ Monate lang nach der Operation noch frisch blieben. Eine ähnliche Erscheinung habe ich an meinem Versuchspflanzen beobachtet.*

Die äusseren Veränderungen, die infolge der Ringelung bei meinem Versuchsbaum, *Cornus controversa*, zu Tage traten, habe ich seit Juli 1912 bis Mai 1913, ca. 300 Tage lang fortlaufend beobachtet und die Ergebnisse in Tab. I–XVI zusammengefasst.

Die Blätter welkten bei Holz-Rg. am zeitigsten, wurden schon 10 Tage nach der Operation dürr, und fingen an von oben nach unten zu allmählich abzufallen; am 25. Okt., also 90–95 Tage nach der Ringelung, waren alle abgefallen.

Bei Rinde-Rg. welkten die Blätter nach 30–60 Tagen und fielen alle nach 100 Tagen ab, bei Halb-Rg., Rinde- sowie Holz-Halb-Rg. blieben sie noch länger frisch. Bei den intakten Stämmen fielen die Blätter, wie bei Halb-Rg., erst etwa 130 Tage später (d. h. bis 31. Nov.) ab.

Bei geringelten Bäumen entwickelten sich viele adventive Knospen unterhalb der Ringelstelle. Diese traten besonders zahlreich bei Holz-Rg. auf, weniger so bei Rinde-Rg.

Die Ursachen derartiger Knospenbildung sind in erster Linie die infolge des Wundreizes an der geringelten Stelle hervorgerufenen Organbildungsvorgänge, in zweiter Linie die Anhäufung der Nährstoffe unterhalb der Ringelstelle, und schliesslich kommen hauptsächlich auch Polaritätserscheinungen in Betracht.

Dass die Polaritätsverhältnisse bei vorliegendem Falle eine bedeutende Rolle spielen, geht aus der Tatsache hervor, dass die adventive Sprossbildung stets aus dem nährstoffärmeren Apikalpole

*URSPRUNG hat die Ringelstelle manchmal ungeschützt gelassen, manchmal mit Asphalt, Lack oder Baumwachs bedeckt. In meinen Versuchen habe ich die Stelle stets ungeschützt gelassen.

der unteren Stammteile der Ringelstellen und nicht aus dem nährstoffreicheren Basalpole der oberen Stammteile stattfindet.

Ferner kann die starke Entwicklung der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle bei Holz-Rg. (weniger deutlich bei Rinde-Rg.) wohl eine Folge des Nährstoffüberschusses sein, der durch das Unterbrechen der aufsteigenden Stoffleitung zu Stande gekommen ist.

Bei Rinde-Rg. fand die Callusbildung an den Rändern der Ringelstelle schon nach 10 Tagen statt, bei Holz-Rg. war eine solche jedoch in demselben Jahre noch nicht zu sehen.

Callus wurde bei Rinde-Rg. sehr lebhaft am oberen Rande gebildet, bedeutend schwächer war der Vorgang bei Holz-Rg. (Tafel I. Fig. 1, 2, 3, 4, 5 u. 6, Tafel II. Fig. 11).

Bei Rinde-Halb-Rg. hat die Callusbildung an beiden Seitenrändern der geringelten Strecke am stärksten stattgefunden, aber in viel schwächerem Grade bei Holz-Halb-Rg.

Im nächsten Frühjahr floss der Blutungssaft aus der Ringelstelle nur bei Holz-Rg. und Holz-Halb-Rg., bei Rinde-Rg. und Rinde-Halb-Rg. jedoch nicht oder fast gar nicht.

Diese Tatsache zeigt, dass bei Holz-Rg. und Holz-Halb-Rg. die geringelte Strecke noch nicht vollständig geheilt war. KRIEG (12) beobachtete in seinem Ringelungsversuche, dass bei geringeltem *Vitis*stamme eine Wundholzbildung im Mark stattfand, und führte den Vorgang auf die Einwirkung von Zersetzungsprodukten des an der Ringelstelle abgestorbenen Holzes zurück. In unserem Versuche bei *Cornus controversa* beschränkte sich die Entstehung der Wundheilungsgewebe nur auf die Cambialschicht und die benachbarten Rinden- und Holzteile, ohne Markwundheilung.

Das Wundgewebe, welches sich aus solchen Teilen entwickelte, war, wie bei vielen anderen Fällen, sehr unregelmässig und enthielt reichliche Reservestoffe. Tafel I. Fig. 7, 10 und Tafel II. Fig. 12 zeigen derartige Callusbildung an der Ringelstelle.

Die Callusbildung ist bekanntlich vom Feuchtigkeitsverhältnis abhängig. Somit ist es begreiflich, dass bei Rinde-Rg., bei welcher die entrindeten Ränder nur mässig trockneten, stets Callusformation stattfand, wogegen bei Holz-Rg., welche eine Strecke des Stammteils

oberhalb und unterhalb der Ringelstelle vertrocknen liess, eine solche Erscheinung nicht zu sehen war.

TITTMANN(31) konstatierte durch seine Ringelungsversuche mit *Populus*-Stecklingen, dass an beiden Schnittändern der Ringelstelle Callusbildung stattfand, ebenso wie bei einem ungeringelten Stecklinge. Aus dieser Tatsache kam er zu der Auffassung, dass betreffs der Callusbildung der obere und der untere Teil der geringelten Stecklinge sich wie physiologische Individuen verhalten und hierbei die Polarität keine Rolle spielt.

Bei unseren Versuchsbäumen fand die Callusbildung sowohl am oberen als auch am unteren Rande statt, jedoch stärker bei dem ersteren, weil dort stickstofffreie und stickstoffhaltige Reservestoffe reichlicher vorhanden waren.

Im Frühjahr entfalteten sich die Blätter bei intakten Bäumen allmählich von unten nach oben; bei geringelten Bäumen, besonders bei Holz-Rg., fand dies viel später statt als bei den Kontrollen.

In den Blättern geringelter Stämme, insbesondere bei Rinde-Rg., war die Anthocyanbildung an dickstämmigen Bäumen (ca. 49 cm Durchmesser) am deutlichsten zu beobachten, während sie an weniger dicken Bäumen (ca. 30 cm Durchmesser) oder an Zweigen nur schwächer auftrat.

Bei Rinde-Rg. kamen die Bäume zeitiger und reichlicher zum Blühen, dagegen wurde die Blütenbildung bei Holz-Rg. ausserordentlich gehemmt. Tafel II. Fig. 13 zeigt einen Birnbaum, welcher infolge Rinde-Rg. reichlich Blüten trug.

An geringelten Bäumen enthielten die Blätter nicht nur geringere Mengen von Chlorophyllfarbstoff in Vergleich zu den Kontrollen, sondern sie wurden auch schrumpfend und hingen meistens abwärts. Derartige Beschädigung der Blätter zeigte sich am deutlichsten bei Holz-Rg.

In der Regel zeigten die Blätter, welche unterhalb der Ringelstelle austrieben, bei Rinde-Rg., Holz-Rg. und Halb-Rg., keine Änderung.

Der grosse Unterschied des Dickenzuwachses an den beiden Rändern der Ringelstelle war bei jüngeren Bäumen noch deutlicher

zu sehen, als bei älteren. Als einige auffallende Beispiele können ausser *Cornus controversa*, *Pirus sinensis* und *Pinus densiflora* erwähnt werden. Diese Bäume wurden im Juli 1912 geringelt; im nächsten Frühjahre waren bei einigen jungen Versuchsbäumen, deren Stämme selbst tief bis zum Splintholzteil geringelt waren, sämtliche Blätter wie bei den intakten normal, und dabei war die Stammdicke 3 cm über dem oberen Ringelrande etwa 1.3–1.6 mal so gross als 3 cm unterhalb der Ringelstelle. Dann machte ich am 20. März 1913 einen Längsschnitt und konstatierte, dass diese Stämme nur durch einen sehr schmalen Teil des inneren Splintholzes, welches nahe dem Mark lag, ihre Wasserzufuhr vom unteren Teil erhalten hatten.

IV. Relativer Wassergehalt der Blätter geringelter resp. intakter Bäume.

Im Herbst 1912 fingen die über der Ringelstelle stehenden Blätter zeitiger zu welken an (siehe Tab. IV, V, XI, XII, XIII und XIV), ohne Zweifel infolge der ungenügenden Wasserzufuhr. Dies war besonders deutlich bei Holz-Rg., weniger auffallend bei Rinde-Rg., und nicht zu sehen bei Halb-Rg.

Da es notwendig schien, den relativen Wassergehalt der Blätter sowohl bei geringelten als auch bei intakten Bäumen festzustellen, habe ich folgende Versuche angestellt.

Mehrere Blätter wurden in verschiedenen Entfernungen über der geringelten Strecke an jedem einzelnen Baume gesammelt. Um den Wassergehalt derselben miteinander zu vergleichen, führte ich zweimal (im September und Oktober) das übliche Bestimmungsverfahren in sorgfältiger Weise aus. Im September waren die Blätter bei den geringelten und intakten Bäumen noch frisch, aber bei den ersteren nahm der Wassergehalt allmählich ab, während bei den letzteren eine solche Veränderung nicht zu konstatieren war. Tab. XVII zeigt die zweimaligen Bestimmungen des Wassergehalts der betreffenden Blätter, welche alle normal entwickelt waren, eine am 13. Sept., die andere am 9. Okt. 1912, und Tab. XVIII ist eine graphische Darstellung davon, wodurch

wir das Verhältnis des Blattwassergehalts in jedem Baume während etwa 25 Tagen anschaulicher machen können.

Aus diesen Ergebnissen sehen wir, dass der Wassergehalt der Blätter in allen Bäumen zur früheren Zeit (am 13. Sept.) beinahe gleichmässig war; nämlich bei intakten um 59.4%–59.8%, bei Rinde-Rg. um 54.9%–57.0%, bei Holz-Rg. um 55.0%–55.6%, bei Rinde-Halb-Rg. um 58.4%–59.3%, bei Holz-Halb-Rg. um 57.1%–57.4% und bei Durchbohr. um 58.7%–61.0% schwankend, ein Beweis, dass die Bäume in dieser Zeit noch gesund waren. Allein man sieht auch den Wassergehalt der Blätter in geringelten Bäumen allmählich ungleichmässig werden.

Die Blätter wurden am 9. Okt. der zweiten Bestimmung unterzogen. Der Wassergehalt schwankte bei intakten um 57.4%–58.6%, bei Rinde-Rg. um 45.5%–53.0%, bei Holz-Rg. um 41.3%–52.8%, bei Rinde-Halb-Rg. um 54.2%–56.8%, bei Holz-Halb-Rg. um 54.8%–58.8%, und bei Durchbohr. um 58.9%–61.2%. Die Blätter oberhalb der Ringelstelle wiesen einen sehr geringen Wassergehalt auf, am deutlichsten bei Holz-Rg., weniger deutlich bei Rinde-Rg., während bei Halb-Rg. und Durchbohr. sich kein Unterschied von den intakten zeigte.

Als der herbstliche Laubfall allmählich eintrat, war zu beobachten, dass bei geringelten Bäumen desto weniger Wassergehalt vorhanden war, je höher die Blätter standen. Dies trat bei Holz-Rg. am deutlichsten auf, indem der Wassergehalt der zu oberst und zu unterst stehenden Blätter 41.3% resp. 52.8% betrug. Bei Rinde-Rg. war derselbe 45.5% resp. 53.0%. Ein derartiger deutlicher Unterschied des Wassergehaltes war bei Halb-Rg. und Durchbohr. nicht zu beobachten. Bei Rinde-Halb-Rg. betrug der Wassergehalt 56.8% resp. 54.2%, bei Holz-Halb-Rg. 54.8% resp. 58.8% und bei Durchbohr. 58.9% resp. 61.2%.

Die unterhalb der Ringelstelle stehenden Blätter enthielten am 9. Okt. eine beträchtliche Wassermenge, nämlich bei Rinde-Rg. 63.3%, bei Holz-Rg. 60.3%, bei Halb-Rg. etwa 59.8% und bei Durchbohr. 61.7%. Der mittlere Wassergehalt bei intakten war zu jener Zeit 57.9%.

Diese Beobachtungen zeigen, dass gesunde Blätter bei einem Baum einen beinahe gleichmässigen Wassergehalt haben.

Wenn aber der Baum durch Ringelung in seiner Wasserleitung litt, so nahm der Wassergehalt von oben nach unten allmählich ab; dies trat sehr deutlich bei Holz-Rg. wie auch bei Rinde-Rg. auf, aber bei Halb-Rg. und Durchbohr. können die Bäume mittels der übrigen Stammteile, welche ohne beträchtliche Beschädigung die unteren und oberen Teile noch verbinden, ihr Wasserbedürfnis wie intakte Bäume decken.

V. Anthocyanbildung infolge der Ringelung.

Die Ursache der Anthocyanbildung ist je nach den Pflanzenorganen sehr verschieden. Unter den von MIYOSHI (17c) angegebenen Fällen von Anthocyanbildung kommt bei unseren Versuchen die Beschädigung in Betracht. In Bezug auf Anthocyanbildung infolge mechanischer Verletzungen liegt uns eine Anzahl von Beispielen vor. So zeigte KÜSTER (13), dass Abschneiden der Blattnerven bei *Saxifraga*arten zur Entstehung von Anthocyan in den Blattteilen führte.

RAVAZ (22) stellte Versuche mit Weinstöcken an, indem er die Blattnerven durchschnitt, wodurch die ganze Blattpartie über der Schnittstelle eine rote Färbung erhielt.

LAURENT (14) ringelte einen Weinstock, und konnte in den Blättern oberhalb der Ringelstelle den roten Farbstoff entstehen lassen. SORAUER (28) erwies bei *Crataegus* die gleiche Erscheinung.

RAVAZ (22) konstatierte durch Ringelung oder Einschnürung bei Weinstöcken, dass derartige Anthocyanbildung in allen Blättern oberhalb der Ansatzstelle stattfand, und die roten Blätter immer einen grossen Überschuss an Kohlehydraten enthielten. Er wies ferner nach, dass alle oberhalb der Ringelstelle befindlichen Teile (sowohl des Stammes als auch der Blätter) sehr arm an Kalk und Magnesia waren. In neuerer Zeit beobachtete COMBES (3) bei mehreren Laubbäumen die Anthocyanbildung in Blättern infolge der Ringelung, und er wies auch nach, dass sich in diesen Blättern die organischen Substanzen anhäuften. SCHULTE (24) beobachtete

ähnliche Erscheinungen auch bei *Cornus alba* und *C. mas.* Bei unseren Ringelungsversuchen an *Cornus controversa* haben wir unsere Aufmerksamkeit auch auf diesen Punkte gelenkt, und von den Beobachtungen und Ergebnissen der Versuche soll gleich unten die Rede sein.

Bei den im Juli geringelten *Cornus*bäumen konnte ich schon nach-anderthalb Monaten in den Blättern oberhalb der Ringelstelle Anthocyanbildung bemerken. Am schnellsten fand diese bei Rinde-Rg. statt, und zwar schon Anfang September, bei Holz-Rg. aber später.

Die Blätter der Rinde-Rg., in welchen Anthocyan entstand, enthielten Anfang September noch reichlich Chlorophyllfarbstoff und erschienen dunkelrötlich. Dann zeigten sie Mitte Oktober eine schöne tiefrote Farbe, in starkem Gegensatz zu den Blättern unterhalb der Ringelstelle, welche letztere im allgemeinen noch grün und frisch waren wie bei den intakten Bäumen (Tab. IV, V und XII–XIV).

Das Anthocyan trat zuerst an kleinen Zweigen, Blattstielen, dann zunächst an Blattnerven auf und schliesslich bildete es sich allmählich auf der ganzen Blattfläche.

Die Blätter von *Cornus controversa* zeigen gewöhnlich keine derartige schöne herbstliche Rotfärbung, sie werden nur gelblich, bräunlich oder mehr oder weniger rotbraun. Dagegen sind die Blätter bei den geringelten Exemplaren durch Anthocyanbildung stets rot und fallen im Laufe eines Monats von Mitte Oktober bis Mitte November ab. Bei den Kontrollbäumen bleiben die Blätter bis Anfang Dezember und enthalten noch Chlorophyllfarbstoff. Bei geringelten Bäumen zeigte sich die Anthocyanfärbung der Blätter vielmals nicht nur oberhalb der Ringelstelle, sondern auch unterhalb derselben.

Das Anthocyan ist in den Epidermiszellen nur an der Oberseite des Blattes (Blattstiele und Blattnerve ausgenommen) vorhanden. Im Palisadengewebe findet es sich am reichlichsten. Im Blattstiele und jungen Zweigen sieht man den Farbstoff reichlich im parenchymatischen Gewebe des Rindenteils und ferner in Markstrahlen, Markgrenze und Markzellen. Im Holzparenchym tritt er nur stellenweise auf (näheres Tab. 1).

TABELLE 1.

Die Lokalisation des Anthocyans in Blättern intakter und geringelter Bäume von *Cornus controversa*.

	Gewebe	Intakt	Geringelt
Mesophyll	Epidermis der Oberseite	kein Anthocyan	kein od. wenig A.
	Epidermis der Unterseite	" "	kein A.*
	Palisadenparenchym	kein od. wenig A.	am deutlichsten
	Schwammparenchym	nicht nachweisbar	reichlich
Blattstiel	Epidermis	mehr oder weniger A.	sehr reich
	Rindenparenchym	kein A.	reich
	Holzparenchym	"	zerstreut liegend
	Markstrahlzelle	"	reich
	Mark	"	zerstreut liegend

Im nächsten Frühling wurden die Entfaltungsvorgänge der Blätter beobachtet.

Bei Holz-Rg. kamen die Blätter sehr spät zur Entfaltung und sahen gelblich aus, während sie bei Rinde-Rg. ihre normale Färbung zeigten. Die Blätter oberhalb der Ringelstelle, insbesondere bei Rinde-Rg., wurden infolge der Anthocyanbildung allmählich rot gefärbt, während sie unterhalb der Ringelstelle tief grün blieben. Nachdem Anfang Mai die oben genannten Blätter allmählich ihr Anthocyan verloren und eine grüne Färbung angenommen hatten, kam es auch vor, dass sie im Laufe der weiteren Entwicklung, also im Mai und Juni, sich wieder rot färbten (Tab. IX und XVI).

Gewöhnlich waren die Blätter bei Holz-Rg. ärmer an Chlorophyllfarbstoff und blieben gelblich. Die Blätter von Bäumen, welche im letzten Jahre Anthocyan aufwiesen, sahen im nächsten Jahre wieder rötlich aus, welkten frühzeitig und fielen Mitte September ab.

* Das Anthocyan ist immer reichlich in den Blattnervenepidermiszellen an der Unterseite der Blätter vorhanden.

Es muss bemerkt werden, dass bei *Cornus controversa*, je nach den verschiedenen Individuen das Anthocyanbildungsvermögen nicht immer gleich ist.

Wie OVERTONS Versuche (19) mit verschiedenen Pflanzenarten deutlich zeigen, ist die Anthocyanbildung in unserem Falle in erster Linie vom Zuckerreichtum in den Blättern abhängig.*

Es gibt vielleicht noch anderweitige Umstände, wie z. B. Wassermangel, die die Bildung jenes Farbstoffs begünstigen.

Da aber das Anthocyan bei Rinde-Rg. stärker auftrat als bei Holz-Rg., so müssen die Bildungsbedingungen des Farbstoffs bei erster viel vorteilhafter gewesen sein als bei letzterer.

VI. Stoffanhäufung und Wanderung der Assimilate.

Die Verhältnisse der Wanderung der Assimilate (hier vornehmlich Stärke) in den Blättern unserer geringelten Versuchsbäume sowohl bei Tag als bei Nacht aufzuhellen, wurden die normalen Blätter von geringelten *Cornusbäumen* täglich einmal um 8 Uhr vormittags, oder täglich zweimal, um 8 Uhr vormittags und um 5 Uhr nachmittags, gesammelt, in Wasser von 100°C 10 Minuten lang gekocht, mit 70%igem Alkohol behandelt, und mittelst Jod-Jodkalilösung nach SACHS (23 a u. b) jeder Blattfarbenton mit der Skala verglichen, und auch gleichzeitig der mikroskopischen Untersuchung unterzogen.

Tab. XIX. zeigt das Wanderungsverhältnis der täglichen Assimilationsstärke in Blättern, die in verschiedenen Entfernungen an Zweigen oberhalb und unterhalb der Ringelstelle standen; die Skala der Stärkemenge ist durch die Zahlen 0-5 angegeben. Folgende Tab. 2. zeigt die Lokalisation der Stärke bei Rinde-Rg. und Holz-Rg., welche mit der von intakten Bäumen vergleichend untersucht wurde.

* Vergl. S. 29 u. 30.

TABELLE 2.

Lokalisation der Stärke im Blatte und Blattstiele
von *Cornus controversa*.Beobachtung 80 Tage nach der Operation, um 7 Uhr
vormittags, 11. Okt. 1912.

	Gewebe	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Blattstiel	Epidermis	keine Stärke	wenig St.	sehr wenig St.
	Rindenteil	" "	" "	wenig
			grosse Körner reichlich	ziemlich reichlich
	Siebteil	" "	wenig	keine
	Cambiumschicht	" "	keine	"
	Holzparenchym	" "	grosse Körner wenig	wenig
	Markstrahlen	kleine Körner ziemlich reichlich	grosse Körner sehr reichlich	sehr reichlich
	Markgrenze	keine od. wenig	kleine Körner reichlich	kleine Körner reichlich
Mark	wenig	kleine Körner ziemlich reichlich	kleine Körner ziemlich reich, aber weniger als bei Rinde-Rg.	
Mesophyll	Palisadenparenchym	keine od. wenig	sehr reichlich, am reichlichsten Körner grösser als bei Palisadenpar.	ziemlich reich
	Schwammparenchym	keine		reichlich

Unsere diesbezüglichen Versuche ergeben Folgendes: Bei intakten Bäumen wurde die in den Blättern produzierte Stärke nachtüber selbstverständlich immer gänzlich entleert. Bei geringelten wurde die Stärke, wie schon früher bekannt, anfangs ziemlich gut umgewandelt und abgeleitet, später aber fand allmählich eine erhebliche Anhäufung statt. Die Stärkewanderung erfolgte bei Holz-Rg. zeitiger als bei Rinde-Rg. oder Halb-Rg., während Halb-Rg. und Durchbohr. sich wie intakte Bäume verhalten. Obige Tab. 2. zeigt den mikroskopischen Befund deutlich.

VII. Die Menge und Lokalisation der Reservestoffe.

Dass die Stoffwanderung infolge des Wegschneidens der Rinde oder des äusseren Splintholzteils gestört wird, ist durch die früheren

Untersuchungen von HABERLANDT (6), CHAUVEAUD (2), CZAPEK (4) u. a. lange bekannt. LECLERC DU SABLON (15) konstatierte, dass die Reservestoffe in der Nähe der Stammbasis der geringelten Bäume an der Wurzel reichlicher, am Stamme weniger reichlich sich fanden als bei den nicht geringelten Bäumen, und dass die Blätter der ersteren viel mehr Reservestoffe enthielten und weniger grün als die der letzteren erschienen. Da er seine Ringelungsoperation im Frühjahr zur Zeit des Austreibens machte, so wurde die Leitung der in den Wurzeln aufgespeicherten Reservestoffe durch die Stämme jenseit der Ringelstelle wahrscheinlich gehindert.

Ferner stellte derselbe Forscher fest, dass das Maximum der Reservestoffe in den Wurzeln und im Stamme bei Bäumen mit immergrünen Blättern gewöhnlich im Frühling, zur Zeit des Austreibens der neuen Knospen, und das Minimum erst im Sommer auftritt. Bei laubwerfenden Bäumen konstatierte er dagegen, dass das Maximum gegen den Spätherbst erreicht wird, weil bei letzteren im Winter nur unbedeutende Assimilation stattfindet und dadurch nur ganz wenig Reservestoffe aufgespeichert werden können.

Zum Zwecke der Erörterung der Frage, welche Eigentümlichkeiten geringelte *Cornusbäume* in der Stoffwanderung zeigen, haben wir die Lokalisation der in den Zweigen während des Winters aufgespeicherten Reservestoffe mikroskopisch verfolgt.

Als Untersuchungsobjekte benutzten wir wesentlich die 2-3-jährigen Triebe der geringelten *Cornusbäume* und wandten folgende Reagentien bei der Untersuchung an. Es wurden bestimmt:

Organische Stoffe.

Stärke: durch Jod-Jodkalilösung und Chloralhydrat-Jodlösung.

Reduzierender Zucker: Die MEYER-SCHIMPER'sche Methode wurde benutzt, gelegentlich führte ich auch MOLISCH'S Furfurolreaktion aus. Auch wurde SENFT'S Methode in folgender Weise mit Vorteil benutzt: Die Schnitte wurden in einem Gemisch von je einem Tropfen Phenylhydrazin und Natriumacetat, (je in 10%-iger

Glycerinlösung) entweder kalt oder besser auf dem Wasserbade eine halbe Stunde lang behandelt. Dabei wurden die Osazone in schönen Krystallnadelbüschen oder in Sphärokrystallen abgeschieden.

Dieses Verfahren ist von GRAFE* modifiziert worden. Ich wandte aber hier die SENFT'sche originale Methode an.

Eiweisskörper: Biuretreaktion, MILLONS Reagens, Xanthoproteinreaktion, ADAMKIEWICZ'sche Reaktion und ARNOLDS Reaktion (1) wurden benutzt.

Fett und Öl: durch Sudan III. oder 1%ige Osmiumsäure.

Gerbstoff: Kaliumbichromatlösung und ätherische Lösung von Eisenchlorid wurden benutzt.

Anorganische Stoffe.

Kalium: Platinchlorwasserstofflösung wurde benutzt, dann mit absolutem Alkohol behandelt.

Magnesium: durch Ammoniumchlorid-Dinatriumphosphat-Ammoniak-Mischung.

Calcium: durch Ammoniumoxalatlösung oder Schwefelsäure.

Nitrat: durch Diphenylamin-Schwefelsäurelösung.

Phosphat: durch Magnesiumsulphat-Ammoniumchlorid-Ammoniak-Mischung; angewandt wurde auch Ammoniummolybdatlösung mit Salpetersäure.

Für anorganische Stoffe wurde die mikroskopische Analyse jedesmal sowohl am Schnitte des frischen Materials als auch mit der Asche vorgenommen. Alle Reagentien stammten aus MERKS Chemikalien „, chemisch rein.“

Stärke.

Bei intakten Bäumen war Stärke an Aussen- und Innenseiten der Rinde, Markstrahlen und Markgrenze reichlich angehäuft, in der Mitte der Rinde und im Markteil ziemlich reichlich, stets in grösseren Körnern vorhanden, im Siebteil jedoch und in der Epidermis fand sich keine oder nur wenig Stärke als kleine Körper,

* Vgl. GRAFE, V.: Studien über den mikrochemischen Nachweis verschiedener Zuckerarten in den Pflanzengewebe mittelst der Phenylhydrazin-Methode. Sitzungsber. der Kais. Akad. d. Wiss. Mathem-Naturw. Klasse, 1905. Bd. CXIV, Abt. 1.

und in der Cambiumschicht fehlte sie vollständig. Im Holzparenchym lagen die Stärkekörner allgemein zerstreut.

Bei Rinde-Rg. war die Stärke in Rinde, Markstrahlen, Markgrenze, im Holzparenchym, sowie im Mark als grössere Körner sehr reichlich vorhanden, und fand sich auch in Epidermis, Siebteil und Cambium als kleinere Körner.

Der Stärkegehalt bei Holz-Rg. zeigte einen mittleren Grad zwischen intakten Bäumen und Rinde-Rg., die Lokalisation war fast dieselbe wie bei Rinde-Rg. Folgende Tab. 3. zeigt die Stärke-lokalisation in den Zweigen.

TABELLE 3.

Lokalisation der Stärke in Zweigen von *Cornus controversa*
während des Winters.

Beobachtung am 20. Dez. 1912.

	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Epidermis	fehlend od. wenige kleine Körner	wenige kleine Körner	fehlend od. wenige kleine Körner
Rinde {	Aussenseite	sehr reichlich	wenig
	Mittelseite	reichliche grosse Körner	ziemlich reichlich
	Innenseite	ziemlich reichlich	sehr reichlich
Siebteil	fehlend	wenig	wenig
Cambium	fehlend	wenig kleine Körner	nicht nachweisbar
Markstrahlen	reichlich	sehr reichlich	reichlich
Holzparenchym	in der Nähe der Markstrahlen wenig	in der Nähe der Markstrahlen reichlich	in der Nähe der Markstrahlen ziemlich reichlich
Markgrenze	am reichlichsten unter allen Geweben, Körner sehr gross	am reichlichsten, Körner sehr gross	am reichlichsten unter allen Geweben, Körner gross
Mark	grosse Körner reichlich	grosse Körner, sehr reichlich	wie bei Rinde-Rg., aber weniger

Reduzierender Zucker.

Bei intakten Bäumen wurde Zucker in der Innenseite der Rinde, im Siebteil und in der Cambiumschicht reichlich auf-

gespeichert, aber in den Aussen- und Mittelteilen der Rinde, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und im Mark war derselbe nur mehr oder weniger nachweisbar.

Bei Rinde-Rg. wurde der Zucker auch an den gleichen Stellen, wie bei intakten aufgespeichert, aber in sehr reichlicher Menge, ebenso bei Holz-Rg., nur war die Aufspeicherung geringer als bei Rinde-Rg.

In folgender Tab. 4. ist die Zuckerlokalisation zusammengestellt, und wir ersehen daraus, dass auch der Zuckergehalt wie die Stärke sich bei Rinde-Rg. am reichlichsten und weniger reichlich bei Holz-Rg. fand.

TABELLE 4.

Lokalisation des reduzierenden Zuckers in Zweigen von
Cornus controversa während des Winters.

Beobachtung am 25. Dez. 1912.

	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Epidermis	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Rinde {	Aussenseite	manchmal nachweisbar	ziemlich nachweisbar
	Mittelseite	manchmal nachweisbar	nachweisbar
	Innenseite	ziemlich reichlich	reichlich
Sieberteile	am reichlichsten	am reichlichsten	sehr reichlich
Cambium	ziemlich reichlich	ziemlich reichlich	"
Markstrahlen	manchmal nachweisbar	reichlich	manchmal nachweisbar
Holzparenchym	"	"	"
Markgrenze	nachweisbar	nachweisbar	"
Mark	"	"	"

Eiweiss.

Bei der Prüfung auf Eiweiss fand sich bei *Cornus controversa*, dass Biuretreaktion ziemlich schwach, ADAMKIEWICZ'sche Reaktion

sehr deutlich und ARNOLD'sche Reaktion* ziemlich deutlich ausfiel, während MILLONS Reaktion nur in der Weise, dass man die Schnitte in diesem verdünnten Reagenz einige Minuten kochte, deutlich auftrat.

Bei intakten Bäumen waren Eiweisskörper nur an der Innenseite der Rinde, im Siebteil und in der Cambiumschicht nachweisbar; aber an den Aussen- und Mittelteilen der Rinde, in den Markstrahlen, im Holzparenchym, in der Markgrenze und im Mark selbst waren solche nicht zu erweisen. Bei Rinde-Rg. waren dieselben wie bei intakten lokalisiert, jedoch ziemlich reichlicher vorhanden.

Bei Holz-Rg. waren Eiweisskörper reichlich aufgespeichert, besonders war dies an der Innenseite der Rinde, und in dem Siebteil am reichlichsten der Fall, im übrigen Rindenteil und in der Cambiumschicht mässig viel, in den Markstrahlen, in der Markgrenze und im Mark selbst auch nachweisbar. Somit steht das Eiweiss im Gegensatz zu Stärke und Zucker und findet sich ferner bei Holz-Rg. am reichlichsten gespeichert (Näheres siehe folgende Tab. 5).

TABELLE 5.

Lokalisation des Eiweisses in Zweigen von *Cornus controversa*
während des Winters.

Beobachtung am 27. Dez. 1912.

	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Epidermis	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
Rinde {	Aussenseite	"	ziemlich reichlich
	Mittelseite	ziemlich nachweisbar	"
	Innenseite	ziemlich nachweisbar	reichlich
Siebteil	ziemlich reichlich	reichlich	sehr reichlich
Cambium	ziemlich nachweisbar	ziemlich reichlich	reichlich
Markstrahlen	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	ziemlich reichlich
Holzparenchym	"	nachweisbar	nur in der Nähe der Cambiumschicht nachweisbar
Markgrenze	"	nicht nachweisbar	ziemlich nachweisbar
Mark	"	"	"

* ARNOLD erklärte, dass seine Reaktion wahrscheinlich vom Dasein der Cystein-Gruppe an Eiweisskörpern abhängt.

Fett und Öl.

Bei *Cornus*, die zu den sog. „Stärkebäumen“ gehört, fanden sich Fett und Öl nicht oder nur wenig.

Bei intakten Exemplaren kamen Fett und Öl während des Winters beinahe gar nicht zum Vorschein, aber bei geringelten (Rinde-Rg.) traten sie in der Cambiumschicht, im Siebteil und in der Markgrenze reichlich auf.

In der geringelten Strecke wurde eine weit grössere Menge nachgewiesen als bei den entsprechenden Stellen der nicht geringelten Exemplare. Tafel I. Fig. 8 und 9 zeigen die oben erwähnten Beziehungen in den betr. Geweben, besonders in Bezug auf Stärke, Fett und Öl.

Gerbstoff.

Der Gerbstoff trat reichlich in gewissen Zellen des Rinde- und Holzteils, der Epidermis, des Markteils und der Markstrahlen auf. Eine grosse Anhäufung fand bei Holz-Rg. statt, weniger deutlich bei Rinde-Rg. Somit war das Verhältnis wie bei der Anhäufung des Eiweisses.

KRIEG (12) zeigte, dass der Stärke- und Gerbstoffgehalt bei den geringelten Zweigen grösser war als bei den intakten, ferner, dass die beiden Stoffe sich fast immer in gleichen Gewebepartien befanden, also am reichlichsten oberhalb der Ringelstelle. Derartige Befunde stimmen mit denen unserer Versuche bei *Cornus* grossenteils überein. Nur muss hier gesagt werden, dass der Gerbstoff in den Zweigen, deren Blätter Anthocyan bildeten, immer in grosser Menge aufgespeichert war.

Anorganische Stoffe.

Die mikrochemischen Nachweise betreffs der Lokalisation der anorganischen Stoffe in den frischen Geweben der Zweige waren etwas schwieriger auszuführen als die der organischen Stoffe. Dies war besonders der Fall bei Kalium und Nitraten, während Magnesium, Calcium und Phosphate in der glühenden Asche der

Zweige sich sehr deutlich nachweisen liessen; Calcium fand sich als Calciumoxalatkristalle in krystallführenden Zellen in grosser Menge aufgespeichert.

Calcium war bei Rinde-Rg. am reichlichsten vorhanden, weniger reichlich bei Holz-Rg. Ebenso war es im Callusgewebe und bei Rinde-Rg. auch im Rindenteile reichlich aufgespeichert.

Magnesium und Phosphat liessen sich in Rinde- und Siebteil nachweisen, und zwar reichlich bei Rinde-Rg.

Da die oben beschriebenen mikroskopischen Untersuchungen nur die Lokalisation und relativen Anhäufungen der Reservestoffe zeigen, so wurden die geringelten und intakten Zweige der quantitativen Analyse unterzogen.

Für diesen Zweck kamen etwa 3- od. 4-jährige Zweige, welche über der Ringelstelle standen, als Untersuchungsobjekte zur Anwendung.

Als Kontrollmaterial dienten die ebenso hoch stehenden Zweige des intakten Baumes. Alle diese Untersuchungsmaterialien wurden eingesammelt, als sich unsere Versuchsbäume in Winterruhe befanden und die grösste Menge Reservestoffe enthielten. Diese Zweige wurden samt der Rinde, dem Holzteil und Mark zu dünnen Streifen geschnitten und langsam bei 100°C getrocknet, dann zerkleinert und gepulvert. Das so bereitete Holzmehl wurde zuerst an der Luft, dann im Trockenschrank bei 105°C 5 Stunden lang getrocknet und zuletzt in den Exsiccator gelegt, bis das Gewicht sich konstant zeigte. Dieses Material wurde nun zu folgenden quantitativen Analysen verwendet.

Stärke: Im Autoklav verzuckert, dann nach ALLIHN'scher Gewichtsmethode bestimmt.

Reduzierender Zucker: Nach ALLIHN'scher Methode bestimmt.

Nicht reduzierender Zucker: Mittelst verdünnter Salzsäure hydrolisiert, dann nach ALLIHN'scher Methode bestimmt.

Ätherextrakt: Durch SOXHLETS Apparat bestimmt.

Eiweisskörper: Der Gesamtstickstoff nach DUMAS' Methode

bestimmt, und die gewonnene Zahl 6.25 mal genommen zeigt die Menge der gesamten Eiweisskörper.

Rohfaser: Nach HOLDEFLEISS' Methode bestimmt.

Gerbstoff: Nach der von SCHRÖDER modifizierten LÖWENTHAL'schen Methode, mittelst MERKS chemisch reinen Hautpulvers bestimmt.

Alle Bestimmungen wurden immer dreimal wiederholt. Um den Wassergehalt der Zweige genau zu bestimmen, habe ich das folgende Verfahren am geeignetsten gefunden. Jeder frische Zweig wurde schnell in kurze Stückchen geschnitten, sofort in eine Feuchtkammer gestellt, nachdem zuerst das Frischgewicht festgestellt war. Diese Stückchen wurden danach während 5 Tagen an der Luft, dann im Trockenschrank auf 105°C 10 Stunden lang aufbewahrt und schliesslich etwa 20 Tage über Schwefelsäuregetrocknet. Um uns aber des vollständigen Austrocknens unseres Versuchsmaterials zu versichern, wurde es noch bei 105°C 10 Stunden lang getrocknet. Tab. 6. zeigt den Wassergehalt der Zweige des geringelten und intakten Baumes, und Tab. 7. den Reservestoffgehalt derselben.

TABELLE 6.

Trockensubstanz der Zweige von *Cornus controversa*

während des Winters.

Bestimmung am 8. Januar 1913.

	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Trockensubstanz %	48.05	50.66	52.50
Wassergehalt %	51.94	49.33	47.49

TABELLE 7.

Menge der Reservestoffe in Zweigen von *Cornus controversa*
während des Winters.

Zweige wurden am 8. Januar 1913 gesammelt.

Trockensubstanz=100	Intakt	Rinde-Rg.	Holz-Rg.
Stärke	10.53	18.41	14.50
nicht reduzierender Zucker	0.21	0.66	0.73
reduzierender Zucker	3.48	4.13	3.86
Eiweiss (N×6.25)	5.74	6.31	7.81
Ätherextrakt	1.07	1.12	0.95
Gerbstoff	1.12	1.83	2.63
Rohfaser	49.90	54.74	57.09
Aschenbestandteil	1.45	1.75	1.32

Die Mengenverhältnisse der verschiedenen Stoffe bei intakten und geringelten Bäumen sind wie folgt:

Wassergehalt:	Intakt > Rinde-Rg. > Holz-Rg.
Stärke:	Rinde-Rg. > Holz-Rg. > Intakt
Reduzierender Zucker:	Rinde-Rg. > Holz-Rg. > Intakt
Nicht reduzierender Zucker:	Holz-Rg. > Rinde-Rg. > Intakt
Ätherextrakt:	Rinde-Rg. > Intakt > Holz-Rg.
Eiweiss:	Holz-Rg. > Rinde-Rg. > Intakt
Rohfaser:	Holz-Rg. > Rinde-Rg. > Intakt
Gerbstoff:	Holz-Rg. > Rinde-Rg. > Intakt
Aschenbestandteil:	Rinde-Rg. > Intakt > Holz-Rg.

Wie man hieraus ersieht, hatte der Wassergehalt des Zweiges bei Holz-Rg. sehr abgenommen.

Die Reservestoffe, mit Ausnahme des Eiweisses und nicht reduzierenden Zuckers, waren hauptsächlich bei Holz-Rg. in auffälliger Menge vorhanden und bei Rinde-Rg. am reichlichsten angehäuft.

Ferner sehen wir, dass wichtige Reservestoffe bei Rinde-Rg. zur Anhäufung kommen, im Vergleich zur Holz-Rg. und intakten Bäumen.

Bei Rinde-Rg. führten die Blätter die Assimilationsfunktion ohne nennenswerte Beschädigung aus, und die Assimilate kamen in den Zweigen oberhalb der Ringelstelle deutlicher zur Anhäufung. Dagegen stellten die Blätter bei Holz-Rg. ihre Funktion infolge des starken Wassermangels schon zeitig ein, weshalb keine so beträchtliche Stoffanhäufung stattfand. In der Regel war die Reservestoffanhäufung in den Zweigen bei Halb-Rg. wie bei intakten Bäumen ein Beweis, dass bei ersteren die Assimilate durch den ungeringelt bleibenden Halbteil des Stammes an der Ringelstelle leicht abgeleitet werden konnten, während bei Totalringelung der Siebteil an der Ringelstelle gänzlich weggenommen und die Stoffleitungsfähigkeit nach unten dort gehindert wurde.

Ähnliche Versuche führte ich im selben Sommer (1912) an *Cryptomeria japonica* und *Prunus mutabilis* aus.

Diese geringelten Objekte (insbesondere Rinde-Rg.) wurden im nächsten Frühling über der Ringelstelle sehr reich an Reservestoffen gefunden und erlitten Bohrkäferfrass (Tafel II. Fig. 14), während eine solche Beschädigung bei den an derselben Stelle stehenden intakten, sowie halb-geringelten Bäumen nicht zu finden war.

VIII. Veränderung des Enzymgehalts in Blättern infolge der Ringelung.

Durch Wegnehmen der Rinde oder des äusseren Holzteils können Assimilate nicht über die Ringelstelle abwärts gehen. Dadurch werden nicht bloss die Assimilate angehäuft, sondern es kommen auch möglicherweise gewisse Enzyme zur Anhäufung.

Dass eine derartige Erscheinung bei der Schrumpfkrankheit des Maulbeerbaumes zu konstatieren ist, geht aus den Unter-

suchungen von MIYOSHI (17a,b), SHIBATA (27) und SUZUKI (30) hervor. In den kranken Blättern fand sich eine erhebliche Menge von Diastase, sowie Oxydase, Peroxydase, Katalase und Eiweisspaltende Enzyme. SHIBATA zeigte, dass die Oxydase keineswegs die Diastasewirkung in Blättern hemmt, und die abnorme Oxydasezunahme ein Symptom kranker Blätter sein kann. Um ähnliche Erscheinungen bei unserem Versuchsobjekt zu konstatieren, habe ich die geringelten und intakten *Cornusbäume* auf ihren Gehalt an Diastase, Oxydase und Peroxydase untersucht.

a) **Diastase.**

VERSUCH I.

Um den Diastasegehalt quantitativ zu vergleichen, wurden die Blätter der intakten und geringelten *Cornusbäume* am 20. Sept. 1912 in gleichmässiger Entfernung oberhalb und unterhalb der Ringelstelle gesammelt. 10 Gramm Frischgewicht der ausgewachsenen normalen Blätter wurden von ihren Mittelnerven befreit, und nachdem sie mit ein wenig Sand im Porzellanmörser zerrieben worden waren, wurden sie mit 75 ccm Wasser extrahiert, und durch Baumwolle filtriert. Je 5 ccm des Extrakts wurden nun mit 50 ccm 0.2%igem Stärkekleister gemischt und nach Zusatz von 2-3 Tropfen Toluol unter 20-22° C im ERLLENMEYER'schen Kolben stehen gelassen, je 10 ccm des Kolbeninhalts wurden nach 24 Stunden und 48 Stunden auf den Zuckergehalt untersucht.

Die Versuchsergebnisse sind in unten stehender Tab. 8. zusammengefasst.

TABELLE 8.

Diastasegehalt der Blätter geringelter und durchbohrter resp.
intakter Bäume von *Cornus controversa*.

Bestimmung am 20. Sept. 1912.

Lage der Blätter		Reduzierte Menge FEHLING'scher Lösung		
		nach 24 Stunden	nach 48 Stunden	
Kontrolle	normale Blätter	0.57 ccm	0.89 ccm	} V
	alte Blätter	0.53 ..	0.88 ..	
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	2.06 ..	} V
		Mittelteil	0.86 ..	
		Unterteil	0.34 ..	
	Unterhalb der Ringelstelle	0.26 ..	1.16 ..	
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.86 ..	} V
		Mittelteil	0.54 ..	
		Unterteil	0.43 ..	
	Unterhalb der Ringelstelle	0.30 ..	0.70 ..	
Rinde-Halb-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.53 ..	} A
		Unterteil	0.55 ..	
Holz-Halb-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.67 ..	} V
		Unterteil	0.60 ..	
Durchbohr.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.70 ..	} V
		Unterteil	0.51 ..	

VERSUCH II.

Im nächsten Jahre, am 27. Mai 1913, wurden je 8 Gramm Blattstücke mit 100 ccm Wasser 24 Stunden lang extrahiert und je

15 ccm des Extrakts mit 50 ccm 0.3%igem Stärkekleister gemischt und bei 20°C stehen gelassen. Die Untersuchung von je 10 ccm Kolbeninhalt auf den Zuckergehalt ergab die in untenstehender Tab. 9 aufgeführten Resultate.

TABELLE 9.

Diastasegehalt der Blätter geringelter resp. intakter
Bäume von *Cornus controversa*.
Bestimmung am 27. Mai 1913.

	Lage der Blätter		Reduzierte Menge FEHLING'scher Lösung nach 24 Stunden	
Kontrolle		Oberteil	0.60 ccm	} (durchschnittlich) = 0.49 ₅
		Mittelteil	0.51 „	
		Unterteil	0.36 „	
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	1.79 „	} = 1.42 ₃
		Mittelteil	1.49 „	
		Unterteil	0.99 „	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.42 „	
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	0.37 „	} = 0.59 ₉
		Mittelteil	0.54 „	
		Unterteil	0.88 „	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.47 „	

Aus den oben erwähnten Versuchen gelangen wir zu folgenden Schlüssen: Der Diastasegehalt der Blätter geringelter Objekte war erheblich grösser als derjenige der intakten; und zwar war er bei Rinde-Rg. 2-3.5 mal, bei Holz-Rg. 1-2 mal grösser als bei den intakten. Bei Halb-Rg. und Durchbohr. ist aber kein merklicher Unterschied im Vergleich mit den intakten.

Ferner war die Lage der Blätter von einiger Bedeutung; je höher die Lage, desto grösser der Diastasegehalt.

Diese Tatsache war bei Rinde-Rg. sehr auffallend; bei Holz-Rg. jedoch nur im ersten Stadium, indem in späteren Stadien die höher gelegenen Blätter einen weniger reichlichen Diastasegehalt aufwiesen.

Der Diastasegehalt der Blätter unterhalb der Ringelstelle war sowohl bei Rinde-Rg. als auch bei Holz-Rg. stets schwächer als der von Blättern intakter Bäume.

Ferner hatten die Anthocyan enthaltenden Blätter der intakten und geringelten Bäume eine grössere Menge Diastase und Zucker als grüne Blätter. (Siehe folgende zwei Tab. 10 und 11.)

TABELLE 10.

Diastasegehalt der grünen und anthocyanhaltigen roten
Blätter geringelter resp. intakter Bäume
von *Cornus controversa*.

Bestimmung am 6. Okt. 1912.

	Blatt	reduzierte Menge der FEHLING'schen Lösung nach 24 Stunden
Kontrolle	grüne Blätter	0.54 ccm
	anthocyanhaltige Bl.	0.63 „
Rinde-Rg.	grüne Blätter	2.06 „
	anthocyanhaltige Bl.	2.41 „
Holz-Rg.	grüne Blätter	0.86 „
	anthocyanhaltige Bl.	1.32 „

TABELLE 11.

Menge des reduzierenden Zuckers in grünen und anthocyanhaltigen roten Blättern geringelter resp. intakter Bäume von *Cornus controversa*.

Bestimmung am 6. Okt. 1912.

	Blatt	Menge des Zuckers in 10 g Frischgewicht der Blätter
Kontrolle	grüne Blätter	0.10 g
	anthocyanhaltige Bl.	0.11 „
Rinde-Rg.	grüne Blätter	0.23 „
	anthocyanhaltige Bl.	0.26 „
Holz-Rg.	grüne Blätter	0.11 „
	anthocyanhaltige Bl.	0.14 „

Die Blätter, die oberhalb der Ringelstelle standen, hatten eine sehr reichliche Menge Zucker, und dies war besonders der Fall bei Rinde-Rg., weniger deutlich bei Holz-Rg. Bei Rinde-Rg. war der Zuckergehalt der Blätter über der Ringelstelle je nach der Höhe verschieden, je höher der Stand der Blätter bei Rinde.-Rg., desto grösser war der Zuckergehalt.

Dieser betrug bei Rinde-Rg. ca. 1.5–2 mal mehr als bei den intakten, während der Zuckergehalt der unterständigen Blätter des Versuchsobjekts viel geringer war als bei den intakten. Folgende Tab. 12 zeigt den Zuckergehalt der Blätter des geringelten, sowie des intakten Baumes.

TABELLE 12.

Menge des reduzierenden Zuckers der Blätter geringelter
und intakter Bäume von *Cornus controversa*.

Bestimmung um 10 Uhr vormittags am 8. Okt. 1912.

	Stand der Blätter		Gewichtsprozent des red. Zuckers in frischen Blättern	
Kontrolle		Oberteil	1.02	} (durchschnittlich) 1.02
		Mittelteil	0.92	
		Unterteil	1.10	
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	2.33	} 2.07
		Mittelteil	2.10	
		Unterteil	1.86	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.92	
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	1.29	} 1.07
		Mittelteil	1.09	
		Unterteil	0.87	
	Unterhalb der Ringelstelle		0.89	

Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Zunahme der Diastase mit der Stärkeanhäufung Hand in Hand geht. Hierzu liegt uns ein Beweis bei der Schrumpfkrankheit der Maulbeerbäume vor. Bei derartig erkrankten Bäumen hat MIYOSHI gezeigt, dass ein reichliches Auftreten der Diastase in den Blättern der Stärkeanhäufung zuzuschreiben ist. Ähnlich scheint dies in unserem Falle zu sein, denn bei geringelten Bäumen würde die Wanderungsfähigkeit der Assimilate gehindert und die daraus resultierende Stärkeanhäufung führte zu einer abnormen Zunahme des Diastasegehalts.

b) *Oxydase.*

10 Gramm Frischgewicht der Blätter, ohne Mittelnerven, wurden in üblicher Weise zerrieben, mit 100 ccm Wasser extrahiert, 3 Stunden lang ruhig stehen gelassen. Je 5 ccm der dekantierten Flüssigkeit in Probierröhren wurden nun mit 10 Tropfen 1%iger Guajakharztinktur behandelt, um nach 5 Minuten die Blaufarbtöne durch Hinzufügung von Alkohol zu vergleichen. Die Resultate sind in folgender Tab. 13 zusammengefasst.

TABELLE 13.

Oxydasegehalt der Blätter geringelter resp. intakter
Bäume von *Cornus controversa*.
Bestimmung am 2. Okt. 1912.

	Stand der Blätter	Guajakharzreaktion	
Kontrolle	Oberteil	±	
	Mittelteil	—	
	Unterteil	—	
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	+
		Mittelteil	+
		Unterteil	+
	Unterhalb der Ringelstelle		±
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	++
		Mittelteil	++
		Unterteil	+
	Unterhalb der Ringelstelle		±

— nicht nachweisbar, ± sehr schwach, + schwach, ++ ziemlich deutlich.

Bei intakten *Cornus*bäumen war die Oxydasereaktion verhältnismässig undeutlich, bei geringelten, d. h. Holz- und Rinde-Rg., ziemlich deutlich, besonders bei der ersteren.

Die unterhalb der Ringelstelle stehenden Blätter, sowohl bei Holz-Rg. als auch bei Rinde-Rg., zeigten fast keine Verschiedenheit im Vergleich mit denen intakter Bäume.

Der Oxydasegehalt der über der Ringelstelle stehenden Blätter ändert sich nicht regelmässig nach dem Standort.

c) *Peroxydase.*

Je 10 Gramm Frischgewicht der Blätter, ohne Mittelnerven, üblicherweise zerreiben, mit 100 ccm Wasser extrahiert, 3 Stunden lang stehen gelassen und dann dekantiert. Je 10 ccm dieser Lösung wurden nun im Probierrohre auf Peroxydase untersucht.

Um die Oxydasewirkung möglichst zu zerstören, wurde die Probelösung zuerst bei 85°C 5 Minuten lang erhitzt. Nachdem sie sich abgekühlt hatte, wurden ihr 10 Tropfen 1%iger Guajakharztinktur und 10 Tropfen 2%iger Wasserstoffsuroxydlösung zugesetzt, um nach 5 Minuten mittelst Alkohol die Blattfarbentöne miteinander zu vergleichen. Wie man aus folgender Tab. 14 sieht, war die Peroxydasereaktion bei *Cornus*bäumen, im Gegensatz zu Oxydase, deutlich nachzuweisen.

TABELLE 14.

Peroxydasegehalt der Blätter der geringelten resp. intakten Bäume von *Cornus controversa*.

Bestimmung am 2. Okt. 1912.

	Stand der Blätter	H ₂ O ₂ und Guajakharzreaktion
Kontrolle	Oberteil	++
	Mittelteil	+
	Unterteil	±

	Stand der Blätter		H ₂ O ₂ und Guajakharzreaktion
Rinde-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	+++
		Mittelteil	++
		Unterteil	++
	Unterhalb der Ringelstelle		+
Holz-Rg.	Oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	++++
		Mittelteil	+++
		Unterteil	+++
	Unterhalb der Ringelstelle		±

± sehr schwach, + schwach, ++ deutlich usw.

Der Peroxydasegehalt der Blätter steht in demselben Verhältnis wie bei Oxydase, am reichlichsten bei Holz-Rg., weniger so bei Rinde-Rg., und am geringsten bei den intakten. Auch nahm der Peroxydasegehalt mit der Höhenlage der Blätter über der Ringelstelle zu.

Somit ergibt sich aus unseren Versuchen, dass bei den geringelten *Cornusbäumen* nicht bloss die Diastase, sondern auch Oxydase und Peroxydase im Vergleich zu intakten einen grösseren Gehalt aufweisen.

Wie in vielen anderen Fällen, so ist auch hier die Ursache der Zunahme der Oxydase und Peroxydase nicht klar und sie könnte wohl eine durch Ringelung hervorgerufene Reaktion sein.

X. Zusammenfassung.

Die wesentlichen Resultate der vorstehenden Arbeit lassen sich folgendermassen kurz zusammenfassen:

1. Die Leitung des Wassers im Stamme von *Cornus controversa* wurde durch Rinde-Rg. nur wenig, dagegen durch Holz-Rg. stark beeinträchtigt, Rinde- und Holz-Halb-Rg. und Durchbohrung verursachten beinahe keine Änderung.
2. An den Blättern der geringelten Bäume wurde eine ab-

norme Anthocyanbildung beobachtet, und zwar nicht nur an den Teilen über der Ringelstelle, sondern auch am unteren Teile.

3. An geringelten *Cornusbäumen*, besonders bei Holz-Rg., entfärbten sich die oberhalb der Ringelstelle befindlichen Blätter allmählich und fielen früher als bei intakten ab, indem sie die Trennungsschicht zeitiger aufbildeten, und die Assimilate wanderten nur unvollkommen aus.
4. Die Blätter bei geringelten Bäumen entfalteten sich im nächsten Frühjahr viel später als diejenigen der intakten und blieben kleiner an Gestalt und gelblicher in der Farbe. Die geringelten Exemplare blühten früher und reichlicher als die intakten. Die Fruchternte war bei geringelten auch bedeutend reichlicher als bei intakten.
5. An geringelten *Cornusbäumen* wurde adventive Sprossung aus dem Stamme gerade unter der Ringelstelle deutlich hervorgerufen, am meisten bei Holz-Rg., weniger bei Rinde-Rg.
6. Aus beiden Rändern der geringelten Stelle entwickelte sich Callusgewebe, und zwar am deutlichsten bei Rinde-Rg., schwächer bei Holz-Rg. Das Callus wurde am oberen Rande der Ringelstelle leichter entwickelt als am unteren, mit Ausnahme der Halb-Rg., wo das genannte Gewebe nicht nur am oberen und unteren Rande, sondern auch an beiden Seitenrändern gebildet wurde.
7. Während die adventive Sprossbildung dicht unter der Ringelstelle durch Polarität verursacht war, kam die stärkere Callusbildung am oberen Rande durch die reichlichere Stoffversorgung zu Stande.
8. Der Wassergehalt war in allen Blättern der geringelten Bäume anfänglich gleich, dann verminderte er sich allmählich von oben nach unten. Dies war besonders deutlich bei Holz-Rg., bei welcher die Blätter über der Ringelstelle bald vertrockneten.
9. In den Zweigen oberhalb der Ringelstelle häuften sich mehrere organische und anorganische Reservestoffe an.

- Bei Rinde-Rg. waren nämlich Stärke, reduzierender Zucker, Ätherextrakt und Aschenbestandteile, und bei Holz-Rg. nicht reduzierender Zucker, Proteinstoffe, Rohfaser und Gerbstoff in grosser Menge vorhanden.
10. In den Blättern oberhalb der Ringelstelle wurden bei Rinde-Rg. immer reichliche Stärke und ein übermässig grosser Diastasegehalt nachgewiesen, jedoch weniger auffällig bei Holz-Rg.
 11. Bei geringelten (besonders bei Rinde-Rg.) sowie intakten Bäumen war der Diastasegehalt in anthocyanhaltigen Blättern stets grösser als in grünen.
 12. Die anthocyanhaltigen Blätter enthielten reduzierenden Zucker immer reichlicher als die grünen.
 13. Neben Diastase waren Oxydase und Peroxydase übermässig in Blättern der geringelten Bäume vorhanden.
 14. Bei Halb-Rg. war keine der oben genannten Erscheinungen zu konstatieren.
 15. Sehr charakteristisch zeigten geringelte *Cryptomeria japonica* und *Prunus mutabilis* in allen ihren Zweigen sowie in den Stämmen oberhalb der Ringelstelle auffallende Bohrkäferfrassgänge, während unterhalb der Ringelstelle solche sich nicht finden liessen.
Diese Erscheinungen wurden besonders deutlich bei Rinde-Rg. beobachtet.

Tokyo, Juni 1913.

Literaturverzeichnis.

- 1) **Arnold, V.**, Eine Farbenreaktion von Eiweisskörpern mit Nitroprussidnatrium. *Ztschr. f. physiol. Chemie.* 1911, Bd. LXX, S. 300.
- 2) **Chauveaud, M.G.**, Sur le rôle des tubes cribles. *Rev. gen. d. bot.* 1897, Bd. IX, p. 427.
- 3) **Combes, R.**, Formation de pigments anthocyaniques déterminée dans les feuilles par la decortication annulaire des tiges. *Ann. sc. nat. 9^e Serie. Bot.* XVI, p. 1, 1912.
- 4) **Czapeck, Fr.**, Über die Leitungsgewebe der organischen Paustoffe im Pflanzenkörper. *Bot. Centrbl.* 1897, Bd. LXIX, S. 317.
- 5) **Daniel, L.**, Effets de la decortication annulaire chez quelques plantes herbacees. *Compt. rend. Paris.* 1900, Bd. CXXXI, p. 1253.
- 6) **Detmer, W.**, Pflanzenphysiologisches Prakticum. 2. Aufl. 1895. S. 293.
- 7) **Fischer, A.**, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. *Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot.* 1891, Bd. XXII, S. 73.
- 8) **Hanstein, J.**, Versuche über die Leitung des Saftes durch Rinde und Folgerung daraus. *Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot.* 1860, Bd. II, S. 393.
- 9) **Haberlandt, G.**, Physiologische Pflanzenanatomie. 3. Aufl. 1904, S. 307.
- 10) **Hartig, Th.**, Über die Bewegung des Saftes in den Holzpflanzen. *Bot. Ztg.* 1858, Bd. XVI, S. 329.
- 11) **Hedrick, T. u. W.**, Ringing herbaceous plants. Arb. d. landwirtsch. Versuchstation des Staates New York zu Geneva. *Bull. No. 288*, 1906, S. 1.
- 12) **Krieg, A.**, Beiträge zur Kenntnis des Callus und Wundholzes geringelter Zweige und deren histologische Veränderungen. 1908. (Ref. in **Just's** Jahresb. 1909. Bd. XXXVII, 1, S. 750.)
- 13) **Küster, E.**, Pathologische Pflanzenanatomie. 1903, S. 39 u. 58.
- 14) **Laurent, E.**, Influence de la radiation sur la coloration des raisins. *Comp. rend. Soc. Roy. Bot. Belgique*, 1890 T. XXIX, 2, p. 71-231. (Ref. in **Just's** Jahrb. 1890, Bd. XVIII, 1, S. 94.)
- 15) **Leclerc du Sablon**, Recherches physiologiques sur les matières de reserves des arbres. *Revue generale de Bot. t. XVIII*, 1906, p. 5 und p. 82.
- 16) **Malpighi, M.**, *Anatomia plantarum.* 1679. (**Ostwalds** Klassiker d. Nr. 120. S. 118 u. 119.)
- 17a) **Miyoshi, M.**, Berichte über die Schrumpfkkrankheit des Maulbeerbaumes. 1901, Bd. V. p. 465 (Japanisch).
- 17b) **Do.** — Untersuchungen über die Schrumpfkkrankheit (Ishikubyō) des Maulbeerbaumes. *Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo.* 1901, Vol. XV. S. 459.
- 17c) **Do.** — Über die Herbst- und Trockenröte der Laubblätter. *Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo.* 1909, Vol. XXVII, Art. 2.
- 18) **Mobius, M.**, Historisches über die Ringelungsversuche. *Beih. z. Bot. Centrbl.* 1907. Bd. XXI, Abt. 1, S. 42.

- 19) **Overton, E.**, Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. 1899, Bd. XXXIII, S. 171.
 - 20) **Pfeffer, W.**, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1904, Bd. I, S. 324.
 - 21) **Poddock, W.**, Experiments in ringing grape vines. New York Agric. Exp. Stat. Bull. 1898, No. 151.
 - 22) **Ravaz, L. et Roos, L.**, Sur le rougeot de la vigne. Compt. rend. 1905, CXLI, p. 366.
 - 23a) **Sachs, J.**, Experimentalphysiologie der Pflanzen. 1865, S. 320.
 - 23b) **Do. —**, Vorlesung über Pflanzenphysiologie, 1882, S. 373.
 - 24) **Schulte, W.**, Über die Wirkungen der Ringelung an Blättern. Inaugural-Dissertation Göttingen, 1912.
 - 25) **Senft, E.**, Über den mikroskopischen Zuckernachweis durch essigsäures Phenylhydrazin. Sitzungsber. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math. nat. Klasse, 1904, Bd. CXIII, Abt. 1. S. 3.
 - 26) **Schimper, A.F.W.**, Über Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. Bot. Ztg. 1885, 43. Jahrgang. S. 736, 753, u. 761.
 - 27) **Shibata, K.**, Die Enzymbildung bei der Schrumpfkrankeheit der Maulbeer-bäume (Japanisch). Bot. Mag. Tokyo. 1903, Bd. XVII, p. 157.
 - 28) **Sorauer, P.**, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 3. Aufl. 1909, Bd. I, S. 125 u. 503.
 - 29) **Strasburger, E.**, Über den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen. 1891. S. 286.
 - 30) **Sudzuki, U.**, Chemische und physiologische Studien über die Schrumpfkrankeheit des Maulbeerbaumes, eine in Japan sehr weit verbreitete Krankheit. Zeitschr. Pflanzenkrh. 1902, Bd. XII, S. 203.
 - 31) **Tittmann, H.**, Physiologische Untersuchungen über Callusbildung an Stecklingen holziger Gewächse. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. 1895, Bd. XXVII, S. 164.
 - 32) **Trécul, M.A.**, L'influence des cortications annulaires sur la végétation des arbres dicotylédones. Ann. d. sc. nat., IV. Serie, t. III, Bot. 1855, p. 341.
 - 33a) **Ursprung, A.**, Untersuchungen über die Beteiligung lebender Zellen am Saftsteigen. Beih. z. Bot. Centrbl. 1904, Bd. XVIII, Abt. 1, Heft 1, S. 1.
 - 33b) **Do. —**, Beteiligung der lebenden Zellen am Saftsteigen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1906, Bd. XLII, Heft 4, S. 503.
 - 33c) **Do. —**, Abtötung und Ringelungsversuche an einigen Holzpflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1907, Bd. XLIV, S. 287.
-

Inhaltsverzeichnis.

I.	Einleitung.	1
II.	Methodisches und Untersuchungsmaterial.	4
III.	Äussere Veränderungen geringelter Bäume.	5
IV.	Relativer Wassergehalt der Blätter geringelter resp. intakter Bäume ...	8
V.	Anthocyanbildung infolge der Ringelung.	10
VI.	Stoffanhäufung und Wanderung der Assimilate.	13
VII.	Menge und Lokalisation der Reservestoffe.	14
VIII.	Veränderung des Enzymegehalts in Blättern infolge der Ringelung. ...	24
	a) Diastase.	25
	b) Oxydase.	31
	c) Peroxydase.... ..	32
IX.	Zusammenfassung.	33
	Literaturverzeichnis.... ..	36

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

- Fig. 1.** Ein tief geringelter Stamm (Holz-Rg.) von *Firminia plataniifolia*. Keine Callusbildung. $\times \frac{2}{3}$.
- Fig. 2.** Ein tief geringelter Stamm (Holz-Rg.) von *Pinus densiflora*. Callusbildung am oberen Rande. Der Dickenzuwachs über der Ringelstelle 6 cm unterhalb derselben nur 2.5 cm. $\times \frac{2}{3}$.
- Fig. 3.** Ein geringelter Stamm (Rinde-Rg.) von *Firminia plataniifolia*. Callusbildung am oberen Rande. $\times \frac{1}{4}$.
- Fig. 4.** Ein tief geringelter Stamm (Holz-Rg.) von *Cornus controversa*. Keine Callusbildung. $\times \frac{1}{4}$.
- Fig. 5.** Ein geringelter Zweig (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. Callusbildung am oberen Rande. $\times \frac{1}{4}$.
- Fig. 6.** Ein geringelter Stamm (Rinde-Rg.) von *Pirus sinensis*. Callusbildung am oberen Rande. $\times \frac{1}{4}$.
- Fig. 7.** Längsschnitt des Wundholzes im Callusgewebe von *Cornus controversa*. Stärkeanhäufung in Wundholzparenchymzellen. $\times 195$.
- Fig. 8.** Radialer Längsschnitt des inneren Splintholzes an der Ringelstelle (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. Stärkekörner und Ölkugeln im Holzparenchym. $\times 195$.
- Fig. 9.** Radialer Längsschnitt des äusseren Splintholzes an der Ringelstelle (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. Stärke und andere Reservestoffe nicht nachweisbar. $\times 195$.
- Fig. 10.** Radialer Längsschnitt des Randes der geringelten Strecke (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. $\times 50$.
- w. Wundgewebe.
 - s. Schnitttrand der Ringelstelle.
 - b. Bastbündel.
 - h. Holzteil.

Tafel II.

- Fig. 11.** Zwei halb-geringelte Stämme von *Cornus controversa*. $\times \frac{2}{13}$.
- links: Holz-Halb-Rg.
 - rechts: Rinde-Halb-Rg.
- Fig. 12.** Das Callusgewebe am oberen Rande der geringelten Strecke. (Rinde-Rg.) von *Cornus controversa*. Stärke in der Rinde und dem Holzteil, mittelst Jodlösung gefärbt (schwarze Teile). $\times 60$.
- k. Korkschicht.
 - r. Rindenteil.
 - c. Cambiumschicht.
 - wh. Wundholzteil.
 - sc. Sclerenchymzellen.

- Fig. 13. Ein geringelter junger Stamm (Rinde-Rg.) von *Pirus sinensis*, in voller Blüte oberhalb der Ringelstelle.
- Fig. 14. Geringelte Stämme (Rinde-Rg.) von *Cryptomeria japonica*. ×4. Die Frassgänge des Bohrkäfers sind nur oberhalb der Ringelstelle zu sehen.
- A. derselbe ; ganze Rinde geschält.
 - B. derselbe ; zahlreiche Löcher an Stammoberfläche.

TABELLE I.

Hauptstämme von *Cornus controversa* 20.–23. Juli 1912.

		Operationsdatum	Umkreis der Stammbasis	Baumhöhe	Entfernung der ger. Strecke vom Boden
Kontrollbäume	Nr. 1		45 cm	7.5 m	
	Nr. 2		59 „	9.0 „	
Rinde-Rg.	Nr. 1	23. Juli 1912	38 „	6.0 „	3 m
	Nr. 2		28 „	6.0 „	3 „
	Nr. 3		68 „	9.5 „	½ „
	Nr. 4	20. Juli „	15 „	4.5 „	½ „
	Nr. 5		32 „	6.0 „	½ „
Holz-Rg.	Nr. 1	20. Juli „	31 „	6.0 „	3 „
	Nr. 2	23. Juli „	30 „	6.0 „	3 „
	Nr. 3		37 „	6.5 „	½ „
	Nr. 4		49 „	7.5 „	½ „
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	22. Juli „	30 „	6.0 „	3 „
	Nr. 2		49 „	8.5 „	½ „
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	22. Juli „	30 „	6.0 „	3 „
	Nr. 2		43 „	7.5 „	½ „
Durchbohr.	Nr. 1	22. Juli „	73 „	10.5 „	1 „
	Nr. 2		38 „	7.0 „	1 „

Breite der Ringelstelle ist ca. 5 cm in jedem Stamme.

TABELLE II.

Beobachtung nach 10 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungsdatum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1				} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2					
Rinde-Rg.	Nr. 1	2. Aug. 1912	} an oberem Rande wenig	3	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2			2		
	Nr. 3			0		
	Nr. 4	} 30. Juli „		0		
	Nr. 5			0		
Holz-Rg.	Nr. 1	30. Juli „	} keine	4	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2	2. Aug. „		3		
	Nr. 3			3		
	Nr. 4			1		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} 1. Aug. „	} an oberem Rande wenig	2	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2			2		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} 1. Aug. „	} keine	2	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2			2		
Durchbohr.	Nr. 1	} 1. Aug. „	} keine	0	} dunkelgrün	} Blätter frisch
	Nr. 2			0		

TABELLE III.

Beobachtung nach 30 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungsdatum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der ger. Strecke	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2				dunkelgrün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	22. Aug. 1912	an oberem Rande stark, an unterem Rande schwach	11	wenige Blätter etwas hellgrün	Blätter frisch, Blattspitze ziemlich rötlich gefärbt
	Nr. 2			5		
	Nr. 3			0		
	Nr. 4	19. Aug. "		3	etwas gelblich grün	
	Nr. 5			0		
Holz-Rg.	Nr. 1	19. Aug. "	keine	23	gelblich grün	Blätter ziemlich welk
	Nr. 2	22. Aug. "		20		
	Nr. 3			21		Blätter welk
	Nr. 4			5		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	21. Aug. "	an oberem und Seitenrände sehr stark	7	dunkelgrün	Blätter frisch
	Nr. 2			9		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	21. Aug. "	an Seitenrändern stark, am oberen und unteren schwach	4	dunkelgrün	Blätter frisch
	Nr. 2			4		
Durchbohr.	Nr. 1	21. Aug. "	am Umkreis der Löcher stark	0	dunkelgrün	Blätter frisch
	Nr. 2			0		

TABELLE IV.

Beobachtung nach 50 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungsdatum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2				dunkelgrün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	11. Sept. 1912	wie TAB. III.	11	wenige Bl. rötlich gelblich grün	Blätter ziemlich welk
	Nr. 2			4		
	Nr. 3			0		
	Nr. 4	8. Sept. "		5	wenige Bl. rötlich grün	
	Nr. 5			0		
Holz-Rg.	Nr. 1	8. Sept. "	"	26	gelblich grün	Blätter welk
	Nr. 2	11. Sept. "		23		
	Nr. 3			22		
	Nr. 4			14		gelblich grün, wenige Bl. ziemlich rötlich
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	10. Sept. "	"	9	tief grün	Blätter frisch
	Nr. 2			12		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	10. Sept. "	"	4	tief grün	Blätter ziemlich welk
	Nr. 2			4		
Durchbohr.	Nr. 1	10. Sept. "	"	0	tief grün	Blätter frisch
	Nr. 2			0		

TABELLE V.

Beobachtung nach 80 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungsdatum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2				tief grün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	11. Okt. 1912	an oberem Rande stark, an unterem schwach entwickelt	11	ganz hellrot, die unterhalb der ger. Strecke stehenden Blätter noch grün	Die an Krone stehenden Blätter fielen ab, junge Bl. krümmig und welk. Die unterhalb der Ringelstelle stehenden Bl. frisch
	Nr. 2			4	dunkelrot	
	Nr. 3			0		
	Nr. 4 Nr. 5	8. Okt. "		6	hellrot und grün	Die Bl. unterhalb der Ringelstelle rötlich, viele Bl. fielen von oben nach unten ab
				0	ziemlich hellrot viele Blätter grün	
Holz-Rg.	Nr. 1	8. Okt. "	keine Callusbildung	30	ganz gelblich, die unterhalb der ger. Strecke stehenden Blätter grün	Blätter welk, dürr und zum grossen Teile abgefallen. Die unter der ger. Strecke stehenden Bl. frisch
	Nr. 2	11. Okt. "		26	gelblich grün	Blätter welk, krümmig und zum grossen Teile abgefallen, die unter der Ringelstelle stehenden Bl. frisch
	Nr. 3			23	rötlich	Blätter dürr und viele abgefallen
	Nr. 4			16	rötlich und gelblich	Blätter dürr
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	10. Okt. "	an Seitenrändern stark, am oberen stärker als am unteren	9	grünlich gelb od. gelblich grün	wenige Bl. abgefallen, Mehrzahl ganz frisch
	Nr. 2			14		Blätter frisch
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	10. Okt. "	am oberen Rande schwach entwickelt	5	gelblich grün	Blätter welk
	Nr. 2			5		
Durchbohr.	Nr. 1	10. Okt. "	aus Umkreis der Löcher stark entwickelt und einige verstopft	0	grün	Blätter frisch
	Nr. 2			0		

TABELLE VI.

Beobachtung nach 100 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungsdatum	Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2				} grün	Alle Bl. bis 30. Nov. abgefallen
Rinde-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3	} 31. Okt. 1912	} wie TAB. V.	11 4 0	} Die an Unterseite der ger. Strecke stehenden Bl. grün	} Bis zum 20. Okt. wurden alle Bl. sehr rötlich, und fielen dann ganz bis 30. Okt. ab Alle Bl. fielen bis 25. Okt. ab
	Nr. 4 Nr. 5					
Holz-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	} 28. Okt. „ } 31. Okt. „	} keine	30 20 23 23	— — — —	} Bl. fielen bis 15. Okt. ab. Die unter der ger. Strecke stehenden Bl. fielen bis 2. Nov. ab } Bl. fielen bis 20. Okt. ab
	Nr. 3 Nr. 4					
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	} 30. Okt. „	} wie TAB. V.	9 14	} gelblich grün	} Bl. fielen bis 20. Nov. ab, ohne Anthocyanbildung
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	} 30. Okt. „	} „	15 6	} gelblich grün	} Bl. fielen bis 15. Nov. ab, ohne Anthocyanbildung
Durchbohr.	Nr. 1 Nr. 2	} 30. Okt. „	} „	0 0	} grün	} Bl. fielen bis 30. Nov. ab

TABELLE VII.

Beobachtung nach 230 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobachtungsdatum	Zeit, in welcher der Blutungssaft aus der Ringelstelle auszufliessen begann	Zustand der Ränder der Ringelstelle	Zustand an nackter Holzoberfläche der Ringelstelle
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2		— —	— —	— —
Rinde-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3	} 10. März 1912	} Die Ringelstelle von Callus bedeckt, kein Blutungssaft ausgeflossen	} trocken	} ziemlich nass } trocken
	Nr. 4 Nr. 5				
Holz-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	} 7. März „ } 10. März „	} 8. März } 5. März } 6. März	} nass } ziemlich nass } nass	} nass } trocken } nass
	Nr. 3 Nr. 4				
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	} 9. März „	} Die Ringelstelle von Callus bedeckt, kein Saft ausgeflossen	} trocken	} trocken
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	} 9. März „	} 6. März } 8. März	} Saft in Menge geflossen	} ziemlich nass } trocken
Durchbohr.	Nr. 1 Nr. 2	} 9. März „	} 9. März	} Saft in Menge geflossen	— —

TABELLE VIII.

Beobachtung nach 250 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobach- tungsdatum	Blutungssaft	Austreiben der Knospen des ganzen Baumes	Austreiben der adventiven Knospen unter der Ringelstelle	Bemerkungen			
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2			noch nicht ausgetrieben					
Rinde-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3	30. März 1913	die Schnitträn- der mit Callus über deckt, kein Ausfliessen des Saftes	noch nicht aus- getrieben mit Ausnahme des Kronenteils ziemlich ausge- trieben	nicht aus- getrieben ausgetrieben	die über der ger. Strecke unten stehenden Knospen ausge- trieben			
	Nr. 4 Nr. 5						27. März „	ausgetrieben nicht ausge- trieben	wenige Knospen ausgetrieben ausgetrieben
	Holz-Rg.	Nr. 1 Nr. 2		27. März „	in Menge aus beiden Rändern ausgeflossen				
		Nr. 3 Nr. 4					30. März „	wenig ausge- flossen in Menge ausge- flossen	ausgetrieben noch nicht ausgetrieben
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	29. März „	nicht ausgeflossen	noch nicht ausgetrieben	ausgetrieben	Knospen unterhalb der ger. Strecke schon ausgetrieben			
	Holz-Halb-Rg.						Nr. 1 Nr. 2	29. März „	geringelte Stre- cke wenig nass in Menge ausge- flossen
Durchbohr.		Nr. 1 Nr. 2	29. März „	ausgeflossen	noch nicht ausgetrieben				

TABELLE IX.

Beobachtung nach 300 Tagen. *Cornus*-Hauptstämme.

		Beobach- tungsdatum	Blütezeit	Callusbildung	Zahl der gesamten adven- tiven Knospen	Dickenzuwachs* der oberen und unteren Seite der Ringelstelle		Bemerkungen
						oben	unten	
Kontrolle	Nr. 1 Nr. 2		im höch- sten Grade geblüht					Blätter tief grün frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3 Nr. 4 Nr. 5	19. Mai 1913	vorüber	an oberem Rande stärker als an unterem	18	32.5 cm	32.0 cm	Blätter hellgrün, frisch. Sie verloren einmal Knospen- anthocyan, doch bildeten sie es nach völligem Austreiben wieder und wurden sehr rötlich
					15	19.5 „	18.5 „	
		7			60.5 „	60.0 „		
		5			14.0 „	12.0 „		
		12			28.0 „	27.0 „		
Holz-Rg.	Nr. 1 Nr. 2 Nr. 3 Nr. 4	16. Mai „	noch nicht geblüht	wenig am oberen Rande	35	21.0 „	21.5 „	Blätter bildeten wenig Anthocyan, mangelten an Chlorophyll und schrumpften. Blattgestalt sehr klein
					30	20.0 „	20.5 „	
		24		33.5 „	33.5 „			
		9		46.5 „	46.0 „			
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	18. Mai „	wie Kontrolle	am stärksten an Seiten- rändern, nächst an oberem Rande gebildet	12	20.0 „	20.0 „	Blätter tief grün frisch
					12	46.5 „	46.0 „	
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1 Nr. 2	18. Mai „	wie Kontrolle	weniger als Rinde-Halb- Rg.	13	19.5 „	19.5 „	Blätter tief grün frisch
					18	37.5 „	37.5 „	
Durchbohr.	Nr. 1 Nr. 2	18. Mai „	wie Kontrolle	die Löcher zum grossen Teil verstopft	0	65.0 „	65.0 „	Blätter tief grün frisch
					0	34.5 „	34.0 „	

* Relativer Dickenzuwachs zwischen oberhalb und unterhalb der Ringelstelle wurde ca. 3 cm von jedem Rande entfernt gemessen.

TABELLE X.

Zweige von *Cornus controversa*. Beobachtung am 22. Juli 1912.

		Operationsdatum	Umkreis der Zweige	Länge der Zweige
Kontrolle	Nr. 1	22. Juli 1912		1.7 m.
	Nr. 2	"		2.6 "
Rinde-Rg.	Nr. 1	"	4.0 cm	1.0 "
	Nr. 2	"	4.5 "	1.3 "
	Nr. 3	"	6.3 "	2.4 "
	Nr. 4	"	4.0 "	1.5 "
Holz-Rg.	Nr. 1	"	5.0 "	2.0 "
	Nr. 2	"	4.0 "	1.5 "
	Nr. 3	"	6.3 "	2.6 "
	Nr. 4	"	5.2 "	2.1 "
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	"	4.6 "	1.5 "
	Nr. 2	"	4.7 "	2.0 "
	Nr. 3	"	4.0 "	1.0 "
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	"	4.2 "	1.2 "
	Nr. 2	"	4.5 "	1.3 "
	Nr. 3	"	5.0 "	1.7 "

Breite der Ringelstelle = 3 cm.

TABELLE XI.

Beobachtung nach 10 Tagen, am 6. Aug. 1912. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle				tief grün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	} nur am oberen Rande wenig	1	} tief grün	} Blätter frisch
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		0		
	Nr. 4		1		
Holz-Rg.	Nr. 1	} keine	1	} tief grün, wenige Blätter ziemlich gelblich	} wenige Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		1		
	Nr. 4		1		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} am oberen u. Seitenrändern wenig	0	} tief grün	} Blätter frisch
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		0		
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} an Seitenrändern wenig	0	} tief grün	} Blätter frisch
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		0		

TABELLE XII.

Beobachtung nach 30 Tagen, am 26. Aug. 1912. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle				tief grün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	} an oberem Rande deutlich, an unterem schwach	1	} gelblich grün, mehrere Blätter hellrot, andere gelblich grün	} mehrere Blätter ziemlich welk
	Nr. 2		1		
	Nr. 3		0		
	Nr. 4		1		
Holz-Rg.	Nr. 1	} keine	1	} gelblich grün	} mehrere Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		1		
	Nr. 4		1		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} an oberem Rande deutlich, an unterem schwach, an beiden Seitenrändern am deutlichsten	0	} wenige Blätter gelblich grün	} wenige Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		2	} tief grün	
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} an oberem und unterem Rande schwach, an beiden Seitenrändern ziemlich merklich	0	} wenige Blätter grünlich gelb	} wenige Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		1		

TABELLE XIII.

Beobachtung nach 50 Tagen, am 15. Sept. 1912. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle				tief grün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	} am oberen Rande deutlicher als am unteren	1	} rötlich	} Blätter ziemlich welk
	Nr. 2		1		
	Nr. 3		0	} hellrot	
	Nr. 4		1		
Holz-Rg.	Nr. 1	} keine	3	} grünlich gelb	} Blätter welk od. dürr
	Nr. 2		2		
	Nr. 3		3	} grünlich gelb, wenige rötlich	
	Nr. 4		1	grünlich gelb	
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	} am oberen Rande deutlich, am unteren schwach, an beiden Seitenrändern am deutlichsten	0	} gelblich grün	} Blätter ziemlich welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		2	} grün	
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	} wie Rinde-Halb-Rg. aber weniger	0	} ziemlich grünlich gelb	} Blätter welk
	Nr. 2		0		
	Nr. 3		1		

TABELLE XIV.

Beobachtung nach 80 Tagen, am 15. Okt. 1912. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle	Blattfarbenton	Bemerkungen
Kontrolle				tief grün	Blätter frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	am oberen Rande sehr stark, am unteren ziemlich schwächer	1	sehr rötlich	wenige Blätter abfallend
	Nr. 2		1		
	Nr. 3		0		
	Nr. 4		1		
Holz-Rg.	Nr. 1	am oberen Rande ziemlich deutlicher als am unteren, aber allgemein sehr arm	5	grünlich gelb	Blätter nach Operation bis 1.-5. Aug. ganz abfallend
	Nr. 2		4	hellrot	
	Nr. 3		5		
	Nr. 4		3		
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	an beiden Seitenrändern am stärksten und am oberen deutlicher als am unteren	0	gelblich	mehrere Blätter welk
	Nr. 2		0	gelblich grün	
	Nr. 3		0	gelblich	
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	wie Rinde-Halb-Rg. aber schwächer	0	gelblich grün	mehrere Blätter sehr welk
	Nr. 2		1	gelblich	
	Nr. 3		1		

TABELLE XV.

Beobachtung nach 250 Tagen, am 3. April 1913. *Cornus*-Zweige.

		Blutungssaft	Austreiben der Knospen an oberem Zweigteile über der Ringelstelle	Austreiben der Knospen der anderen nicht geringelten Zweige	Austreiben der adventiven Knospen unterhalb der Ringelstelle
Kontrolle				nicht oder ziemlich ausgetrieben	
Rinde-Rg.	Nr. 1	geringelte Strecke mit Callus bedekt, Blutungssaft nicht ausgeflossen	wenig ausgetrieben	nicht od. wenig ausgetrieben	nichtausgetrieben
	Nr. 2				
	Nr. 3				
	Nr. 4				
Holz-Rg.	Nr. 1	geringelte Strecke nicht geheilt, daraus Saft geflossen	nicht ausgetrieben	nicht od. wenig ausgetrieben	ausgetrieben
	Nr. 2				
	Nr. 3*				
	Nr. 4	Ringelstelle nass	nicht oder ziemlich ausgetrieben	nicht od. wenig ausgetrieben	ausgetrieben
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	nicht ausgeflossen	wenig ausgetrieben	nicht od. wenig ausgetrieben	wenig ausgetrieben
	Nr. 2				
	Nr. 3				
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	Ringelstelle wenig nass	nicht ausgetrieben	nicht od. wenig ausgetrieben	wenig ausgetrieben
	Nr. 2				
	Nr. 3				

* Dieser Zweig ist abgestorben.

TABELLE XVI.

Beobachtung nach 300 Tagen, am 23. Mai 1913. *Cornus*-Zweige.

		Callusbildung an ger. Strecke	Zahl der gesamten adventiven Knospen	Dickenzuwachs* der oberen und unteren Seite der Ringelstelle		Bemerkungen
				oben	unten	
Kontrolle						Blätter tiefgrün, frisch
Rinde-Rg.	Nr. 1	an oberem Rande deutlich, an unterem Rande ziemlich deutlich	3	11.0 cm	10.0 cm	Blätter hellgrün od. rötlich, manchmal tief grün und mehr od. weniger schrumpfig
	Nr. 2		1	5.5 „	4.2 „	
	Nr. 3		3	7.5 „	6.5 „	
	Nr. 4		0	5.0 „	4.2 „	
Holz-Rg.	Nr. 1	nur am oberen Rande arm	13	4.7 „	4.0 „	Blätter gelblich grün, od. grünlich gelb, manchmal rötlich, Blattgestalt viel kleiner als; Kontrolle und deutlich schrumpfig
	Nr. 2		4	5.0 „	4.6 „	
	Nr. 3		6	5.0 „	4.7 „	
	Nr. 4		4	5.0 „	4.8 „	
Rinde-Halb-Rg.	Nr. 1	an beiden Seitenrändern am deutlichsten, am oberen Rande deutlicher als am unteren	2	5.5 „	4.4 „	Blätter tief grün, frisch
	Nr. 2		1	4.9 „	4.6 „	
	Nr. 3		2	4.8 „	4.0 „	
Holz-Halb-Rg.	Nr. 1	allgemein schwächer als Rinde-Halb-Rg.	3	4.8 „	4.2 „	Blätter grün, frisch
	Nr. 2		2	5.0 „	4.5 „	
	Nr. 4		2	5.8 „	5.2 „	

* Relativer Dickenzuwachs oberhalb und unterhalb der Ringelstelle wurde ca. 3 cm entfernt von jedem Rande gemessen.

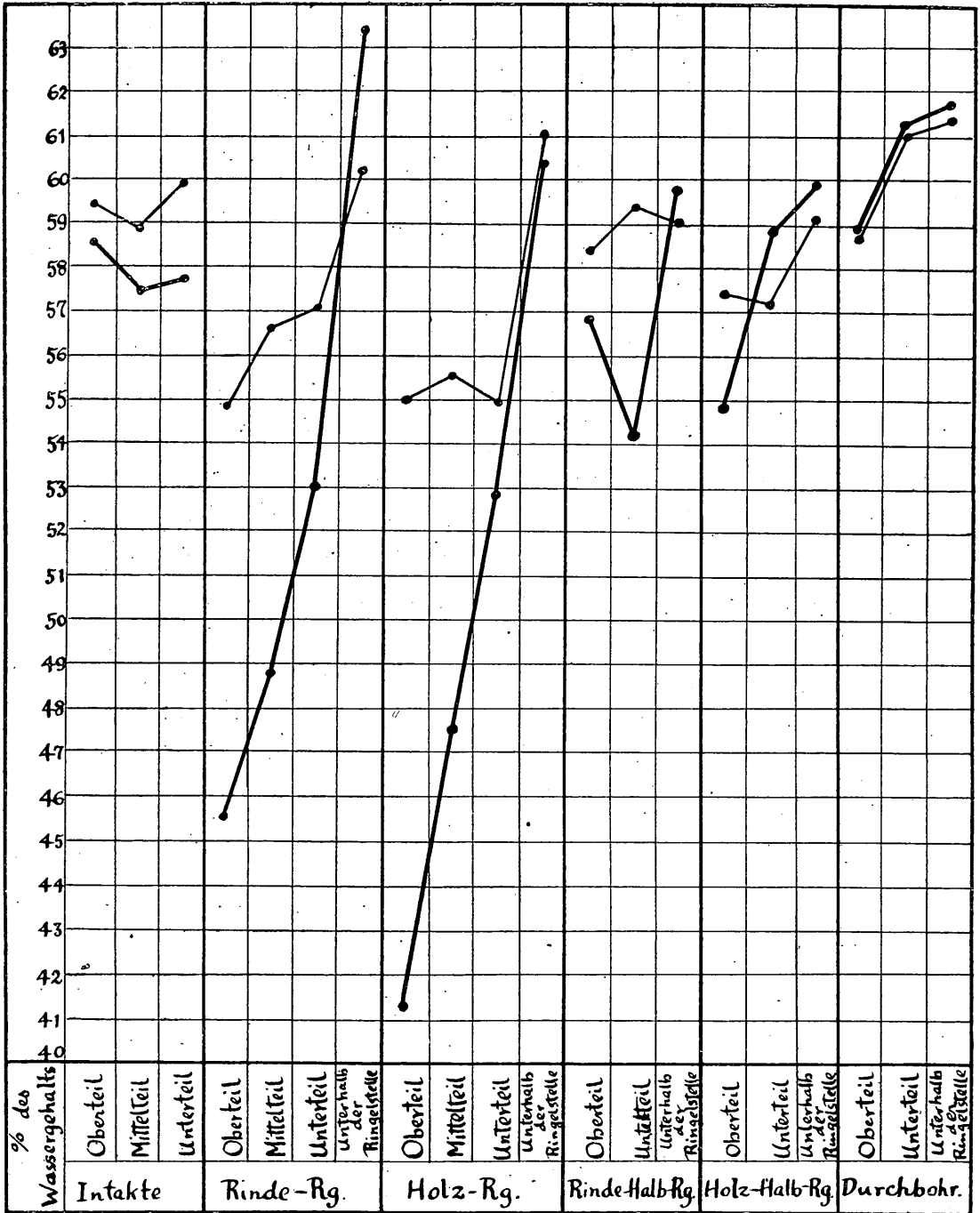
TABELLE XVII.

Der Wassergehalt der Blätter geringelter resp. intakter Bäume von *Cornus controversa* HEMSL. am 13. Sept. und 9. Okt. 1912.

	Stand der Blätter		am 13. Sept.		am 9. Okt.	
			% des Wassergehalts	% des mittleren Wassergehalts	% des Wassergehalts	% des mittleren Wassergehalts
Kontrolle	Oberteil		59.4 ₇	} 59.4 ₁	58.6 ₅	} 57.9 ₄
	Mittelteil		58.9 ₄		57.4 ₇	
	Unterteil		59.8 ₂		57.6 ₃	
Rinde-Rg.	oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	54.9 ₈	} 56.2 ₄	45.5 ₅	} 49.1 ₅
		Mittelteil	56.7 ₁		48.8 ₅	
		Unterteil	57.0 ₄		53.0 ₃	
unterhalb der Ringelstelle			60.2 ₁		63.3 ₉	
Holz-Rg.	oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	55.0 ₄	} 55.2 ₄	41.3 ₂	} 47.2 ₄
		Mittelteil	55.6 ₃		48.8 ₅	
		Unterteil	54.9 ₈		52.8 ₅	
unterhalb der Ringelstelle			61.0 ₁		60.3 ₂	
Rinde-Halb-Rg.	oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	58.4 ₂	} 58.8 ₇	56.8 ₈	} 55.5 ₅
		Mittelteil	59.3 ₂		54.2 ₈	
		Unterteil				
unterhalb der Ringelstelle			59.0 ₅		59.7 ₀	
Holz-Halb-Rg.	oberhalb der Ringelstelle	Oberteil	57.4 ₄	} 57.3 ₁	54.8 ₂	} 56.8 ₂
		Mittelteil	57.1 ₈		58.8 ₃	
		Unterteil				
unterhalb der Ringelstelle			59.1 ₂		59.9 ₀	
Durchbohr.	oberhalb der Durchbohrungsstelle	Oberteil	58.7 ₅	} 59.8 ₈	58.9 ₂	} 60.0 ₇
		Mittelteil	61.0 ₁		61.2 ₃	
		Unterteil				
unterhalb der Durchbohrungsstelle			61.3 ₄		61.7 ₀	

TABELLE XVIII.

Graphische Darstellung der Veränderung des Wassergehalts in Blättern geringelter, durchgebohrter und intakter *Cornusbäume* in der Zeit vom 13. Sept. zum 9. Okt. 1912.



—•— Bestimmungen am 13. Sept. 1912.

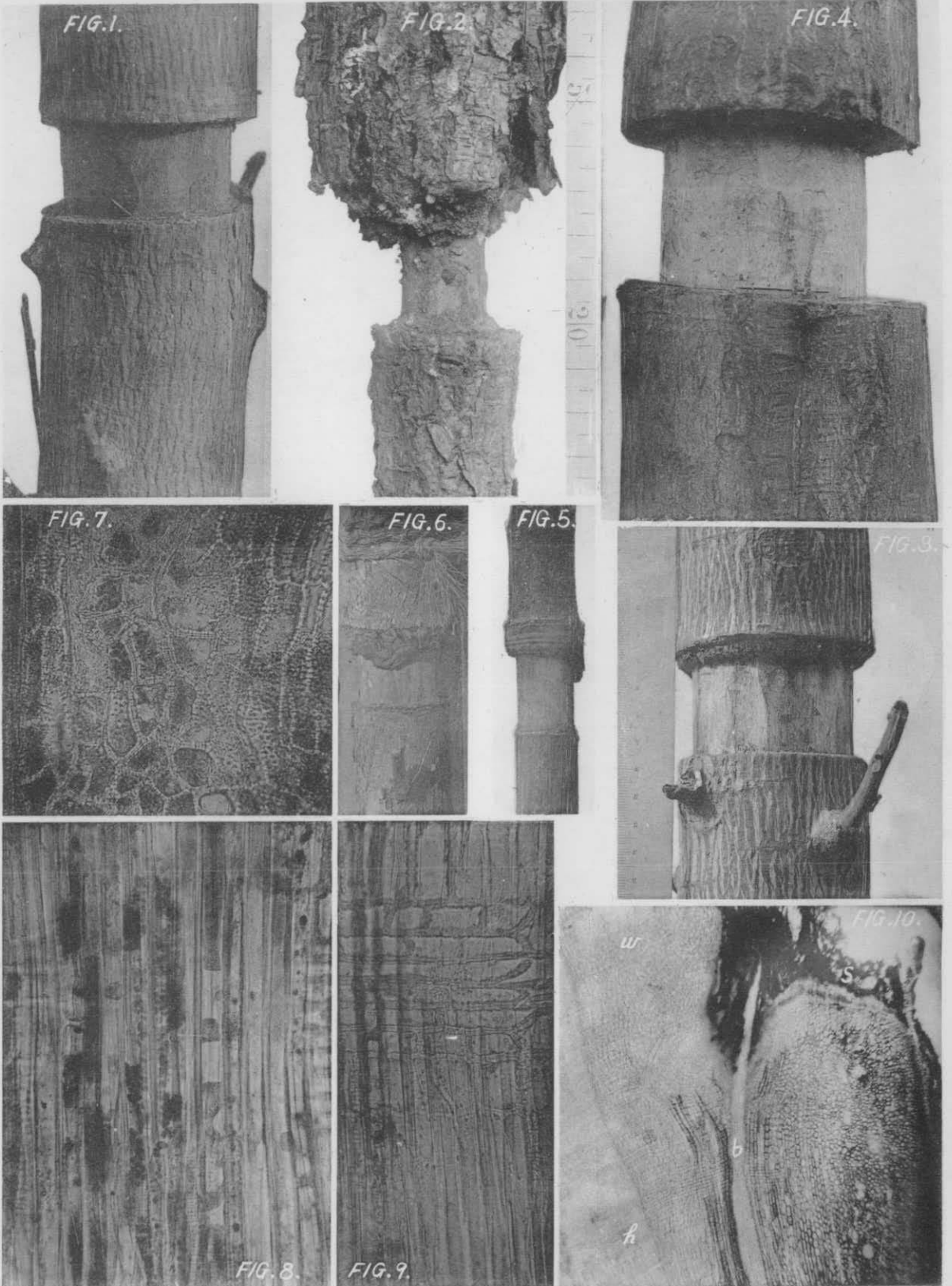
—•— Bestimmungen am 9. Okt. 1912.

TABELLE XIX.

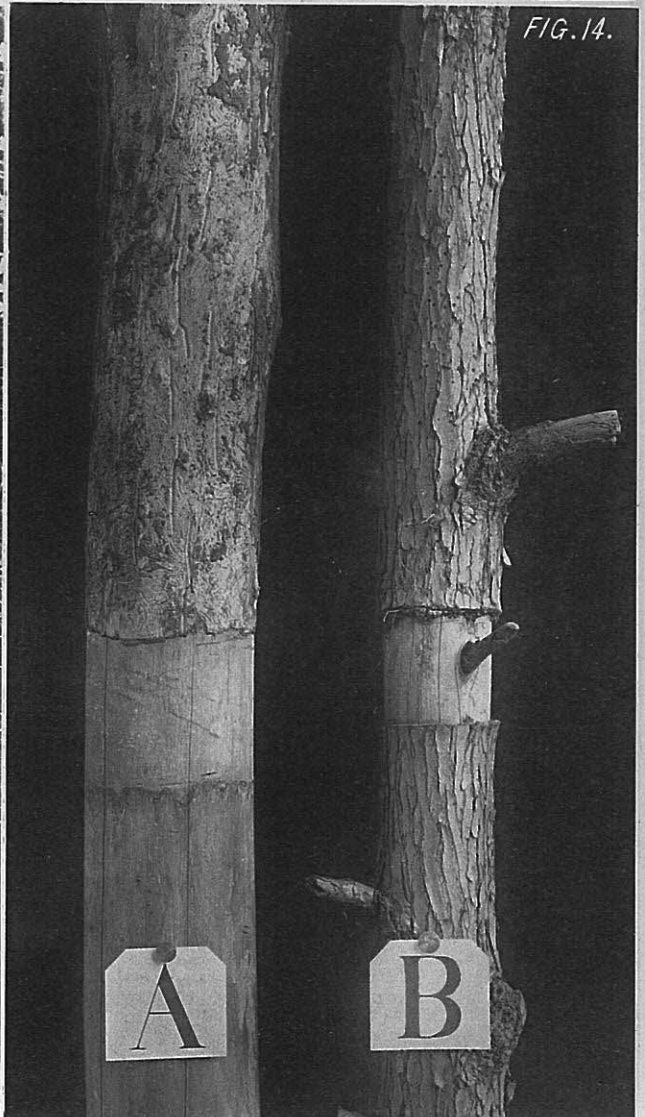
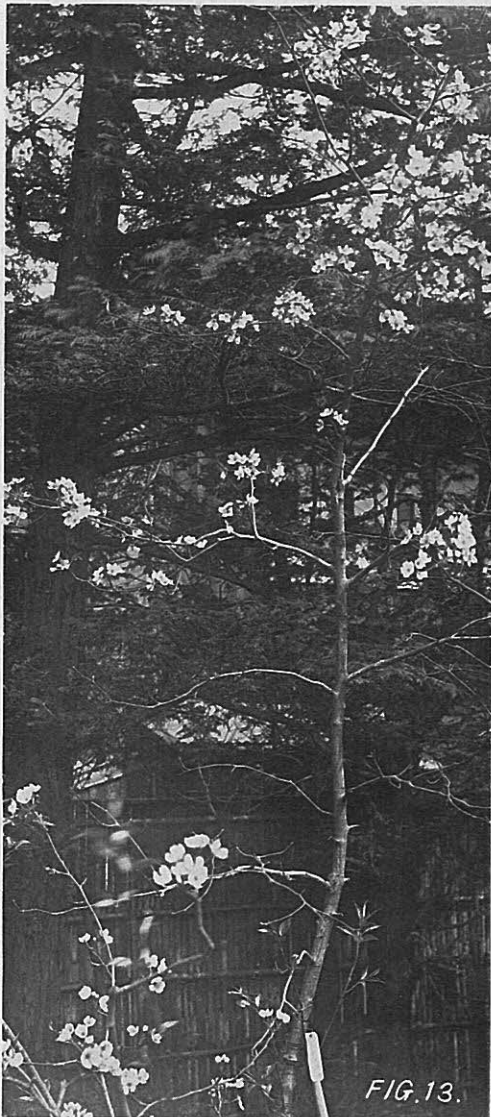
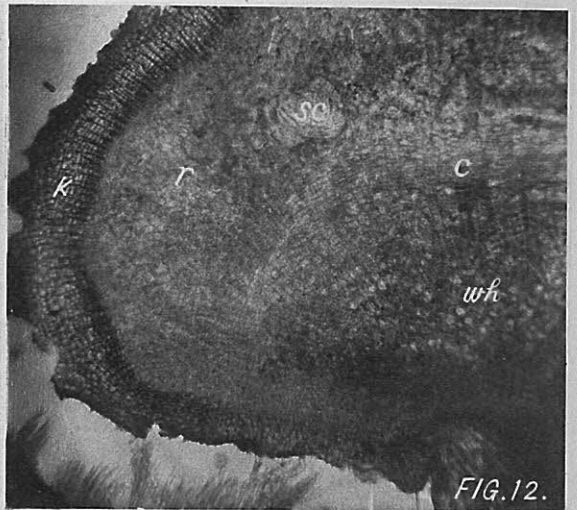
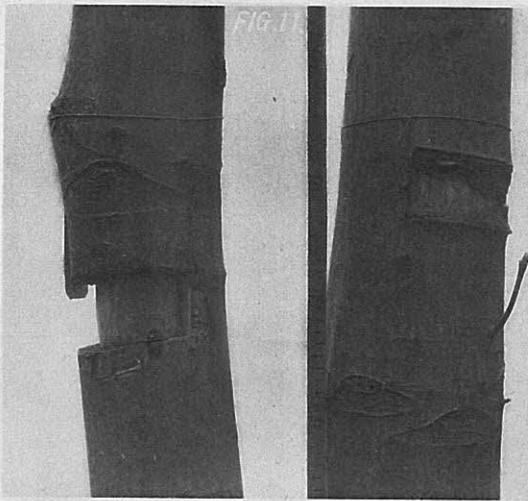
Relative Menge der Assimilationsstärke nach Jodprobe vom 25. Juli bis 11. Okt. 1912.

Cornus controversa HEMSL.

Stand der Blätter oberhalb und unterhalb der Ringelstelle		Jodprobe, um 8 Uhr vormittags 25. Juli—19. Sept.																								Jodprobe, um 8 Uhr vormittags und 5 Uhr nachmittags 21. Sept.—11. Okt.																		
		nach der Opera- tion 2 Tage	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	15	20	21	22	25	30	32	34	36	38	40	50	52	54	56	58	nach 60 Tagen		nach 61 Tagen		nach 62 Tagen		nach 63 Tagen		nach 69 Tagen		nach 75 Tagen		nach 78 Tagen		nach 80 Tagen	
			A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V	A.M. VIII	P.M. V						
Kontrolle	oben	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0-1	0-1	0-1	0	0	0	0	0-1	0	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0	1	3-5	0-1	2	1	4	0	3-4	0-1	2-3	0-1	4-5	0	4-5	0	4		
	Mitte	0-1	0-1	0	0	0	0	1	0	0-1	0-1	0	0	0	0-1	0	0	0-1	1	1	0-1	0-1	0	0-1	0	0	0	0	3-5	0-1	2-3	0-1	3-4	0	4-5	0	4-5	0	4-5	1	4-5			
	unten	0-1	0	1	0	0	0	0	0	0-1	0-1	1	0	0-1	0	1	0	0	0-1	0	0	0-1	0-1	0	0	1	0-1	0	3-5	0-1	2	0	4	0	4	0	4-5	1	4-5	0	4			
Rinde-Rg.	oben	0-1	0	1	0	0-1	0-1	0-1	0	0-1	1	0	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	3	2	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3-4	3	4	3	4-5	4-5	4-5	
	Mitte	0-1	0	1	0	0-1	0-1	1	0	0-1	0	1	0-1	1	1-2	1	1	1	1-2	1-2	1-2	2	2	2	2	2	2	3	3	2-3	3	4	4	3	4	3	3-4	2-3	4	2	5	3	4	
	unten	1	0	0-1	0	1	0-1	0	0	0	0-1	0-1	0-1	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	2	2	2	2	2	2	3	3	2-3	3	2	4	2-3	4	3	3-4	3-4	4	3-4	4	2	4	
	unterhalb der Ringelstelle	0-1	0	0	0	1	0-1	0	0	0-1	0-1	0	0	0	0	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0-1	0-1	1	0-1	0-1	0-1	1	2	0	2	0-1	0-1	0-1	2	0-1	3	0-1	3	0-1	4	0-1	3-4		
Holz-Rg.	oben	0-1	0	0-1	0	0	0-1	1	0-1	1	0-1	1	1	0-1	1-2	1-2	0-1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1-2	4	2	4	2	4								
	Mitte	0-1	0	1	0	1	0-1	1	0-1	1	0-1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1	2	1-2	2	2	1-2	2	2	3	3	3	3	2	3-4	2	3	3	3									
	unten	0-1	0	0-1	1	1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	1-2	1-2	1	1-2	1	1	1-2	1	1-2	1-2	1-2	2	2	2	2	2-3	2	3-4	2	3-4	1-2	4	2	4-5	3	4						
	unterhalb der Ringelstelle	0-1	1	0	0	0	0-1	0-1	0-1	0	0-1	0-1	0	0	0	0	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0-1	0-1	0-1	2	0-1	2	3-4	2	4	1-2	3	0	4	0	3	0-1	3-4	1-2	4	2	3		
Rinde-Halb-Rg.	oben	0-1	1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	1-2	0-1	0-1	1	0-1	1	0-1	0	0	0-1	2-3	0	3-4	0	3-4	0-1	3-4	0	3-4	0	3-4	0-1	4	0	4		
	unten	0-1	1	1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0	1	1	0-1	0-1	0-1	0-1	1	0	0	0-1	0	4	0-1	3-4	0	4	0-1	3-4	0-1	3-4	0-1	4-5	0-1	3-4	0	4	
Holz-Halb-Rg.	oben	0-1	0-1	1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	1	0-1	0-1	1	1	0-1	1	0-1	1	0-1	0	1	0-1	0-1	1	1	0-1	0-1	3	0-1	4	0-1	4	0-1	3	0	4	0-1	4-5	0-1	4	0-1	5		
	unten	0-1	0-1	0	0-1	1	0-1	1	0-1	1	0-1	0	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	1	0	1	0	1	1	1	0-1	2-3	1	4	1	4	1	4	0-1	4	0	4	0-1	4-5	0	4-5	
Durchbohr.	oben	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0	0-1	0-1	0-1	1	0-1	1	0-1	0-1	1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	3-4	0	4	0-1	5	0	4	0-1	4	0	4	0	4	0-1	3-4	
	Mitte	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0-1	0-1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	3-4	0	3	0	3-4	0	3-4	0-1	4-5	0-1	4	0	4	0-1	3-4	
	unten	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0	0	0-1	0-1	0	0	0-1	0-1	0-1	0	0	0	0-1	0	0	0	0	0	0	0	3-4	1	4	0	4	0-1	3-4	0	5	1	4-5	1	5	0	4	



Hibino photo.



Hibino photo.