

## Historisches über den Ringelungsversuch.

Von

M. Möbius.

Es scheint eine allgemein verbreitete Ansicht zu sein, daß Hales aus seinen Ringelungsversuchen in derselben Weise, wie wir dies heute tun, geschlossen habe, der Saft steige nur im Holze in die Höhe. Um nur einige der neueren Lehrbücher zu zitieren, so nenne ich Pfeffers Pflanzenphysiologie (Band 1. 1897. S. 195), Josts Vorlesungen über Pflanzenphysiologie (1904. S. 59) und das bekannte von Strasburger, Noll, Schenck und Karsten herausgegebene Lehrbuch der Botanik, worin (7. Aufl. 1905. S. 166) Noll sogar die Figur XXXI aus Hales reproduziert mit der Unterschrift „Hales Versuch, das Saftsteigen im Holze demonstrierend“. Vielleicht werden mir die Verfasser einwenden, daß sie nur gemeint haben, Hales habe zuerst den Ringelungsversuch angestellt und der richtige Schluß daraus werde jetzt gezogen. Allein jeder unbefangene Leser wird doch durch ihre Darstellung zu dem Glauben verleitet, daß bereits Hales dasselbe wie sie aus seinen Versuchen geschlossen habe, ebenso wie man zu dieser Ansicht kommt, wenn man in Sachs Geschichte der Botanik (S. 523) den Satz liest: „daß der von den Wurzeln zu den Blättern aufsteigende Nahrungssaft, zumal das Wasser nur im Holzkörper und nicht in der Rinde emporsteigt, war aber bereits durch Hales' und andere Versuche hinlänglich bewiesen“. Demgegenüber habe ich bereits 1896 darauf aufmerksam gemacht,<sup>1)</sup> daß Hales noch nicht aus seinen Ringelungsversuchen geschlossen hat, daß das Wasser nur im Holze steige, und im Interesse der historischen Wahrheit scheint es mir nun, da meine Bemerkung unbeachtet geblieben ist, nicht überflüssig zu sein, etwas genauer auf diese Sache einzugehen, die doch in der Pflanzenphysiologie von ziemlicher Wichtigkeit ist.

Hales, dessen bekannte Schrift „*Statical essays*“ (London 1727) ich in der deutschen Ausgabe von 1748 benutze, hat zweierlei Ringelungsversuche angestellt, die hier in Betracht kommen: einmal hat er die Basis eines Wasser aufsaugenden, abgeschnittenen Zweiges geringelt, sodann hat er einen Rindenring an einem Zweig herausgeschnitten, dessen unverändertes Ende in Wasser tauchte oder der

<sup>1)</sup> Übersicht der Theorien über die Wasserbewegung in den Pflanzen. (Biolog. Centralbl. XVI. 1896. S. 563.)

an dem bewurzelten Stamm belassen war. Den ersten Versuch finden wir beschrieben in der 27. Erfahrung (S. 56). „Ich wollte wissen, ob Äste, wenn sie von ihrer Rinde entblösset wären, dennoch mit gleicher Kraft ziehen würden, als so lange sie noch Rinde haben.“ Er befestigt zwei abgeschnittene Äste, den einen mit der Basis, den andern mit der Spitze an einem Saugrohr: „beide Äste huben den Mercurium auf 8 Zoll. Also daß jeder mit gleicher Kraft als der andere, an seinem Ende zog, und zwar dieses, ohne daß sie Rinde hatten“. Hiermit ist die „Erfahrung“ zu Ende, ein allgemeiner Schluß wird nicht gezogen als der am Rande mitgeteilte: „Vom Ast ohne Rinde zieht der Stamm und der Gipfel“. Ferner wird in der 43. Erfahrung ein Experiment geschildert mit einem Zweig, der an ein Saugrohr befestigt wurde, nachdem ihm „die Rinde und der Holzansatz des vorherigen Jahres bis 3 Zoll hoch genommen war“. „Das Wasser ward vom Stamm zu  $3\frac{1}{2}$  Zoll in einer Minute eingezogen.“ „In diesem Falle gehet nun das Wasser aus der Röhre dergestalt in den Ast, daß es nothwendig das innerste Holz vom Aste durchdringen muß.“ Auch hier macht er keine allgemeine Folgerung in unserem Sinne, sondern sieht offenbar in der Erscheinung etwas Abnormes, und das mit Recht, denn aus dem Verhalten der abgeschnittenen Äste könnte man nur den Schluß ziehen, daß für die kurze Zeit, die sie frisch bleiben, das Holz, sogar das innere Holz allein, genügen kann, um die oberen Teile mit Wasser zu versorgen.

Aber viel besser über Hales Ansicht klären uns die folgenden, auch von Pfeffer zitierten Stellen auf, an denen die Versuche mit Ringelungen über der Wasserzufuhr beschrieben werden. In der 40. Erfahrung (S. 76) heißt es: „An eben diesem Tage nahm ich von einem Aste dieser Eiche, der dem vorigen gleich war,<sup>1)</sup> einen Zoll breit Rinde rings umher ab. Zehen Tage darauf waren dessen Blätter ebenso grün, als die auf allen übrigen Zweigen dieses Baumes. Allein die Blätter von diesem und vom vorher gemeldeten Aste<sup>2)</sup> fielen im Winter zeitig ab, da inzwischen alle die andern Blätter, außer die vom Gipfel, den ganzen Winter über auf diesem Baume blieben“. Nachdem dann noch ein Versuch mit Einschnitten in einen Apfelzweig beschrieben worden ist, schließt er mit den Worten: „Hier sehen wir abermals, wie frei der Saft seitwärts gehe, wenn ihm der gerade Weg mehrmals unterbrochen wird“. Noch klarer zeigen uns des Verfassers Auffassung die 45. und 46. Erfahrung. Zur ersteren gehört die von Noll kopierte Figur: der Text lautet: „Am 27. Juli nahm ich viele Aeste von rothen Johannisbeeren, Weinstock, Kirsch-, Aepfel-, Pflaumen- und Birnbäumen, setzte der Stämme Enden in gefüllte Geschirre mit Wasser, nachdem ich die Rinde von einem Zweige als in z einen Zoll breit abgenommen hatte, um zu sehen, ob die Blätter b über z ihre Grüne so lange oder länger als die Blätter der anderen Zweige a, c, d behalten würden. Ich fand aber keinen Unterschied. Denn die

<sup>1)</sup> Ein horizontaler Ast von 1 Zoll Dicke.

<sup>2)</sup> Der Ast war mit Einschnitten versehen worden.

Blätter wurden alle zu gleicher Zeit welk. Indessen, wenn der Saft in g wäre aufgehalten worden (welches zugegeben werden muß, wenn man Saftumlauf glaubet), so wäre zu hoffen gewesen, daß die Blätter länger grün bleiben würden, als die von den andern Zweigen. Dieses aber geschah nicht, es war auch gar kein Zeichen von Feuchtigkeit in z vorhanden“. Hier handelt es sich also gar nicht darum, etwas über das Aufsteigen des Wassers zu erfahren, sondern zu beweisen, daß der Baumsaft nicht zirkuliert, auch nicht darum, ob die Blätter am geringelten Zweig früher welken als am nicht geringelten, sondern ob sie länger frisch bleiben, als die anderen! Die 46. Erfahrung beginnt folgendermaßen: „Im Monat August nahm ich einem jungen frischen Aste von einer Eiche, der nach Nordwest zu stand, einen Zoll breit Rinde ab. Die Blätter von diesem und von einem andern Aste, dem eben so viel Rinde auf gleicher Stelle und zu einer Zeit genommen war, fielen zeitig ab, ich meine gegen Ende des Oktobers, da inzwischen die Blätter von allen andern Aesten dieses Baums, die von der Spitze ausgenommen, den Winter über stehen blieben. Dieses ist wiederum ein Beweis, daß weniger Saft in Zweige, denen die Rinde genommen ist, als in die andern, gehet. Den 19. April folgenden Jahres brachen die Knospen dieses Zweiges fünf oder sechs Tage zeitiger auf, als mit andern Zweigen dieses Baums geschah. Man kann die Ursache wahrscheinlich genug darin suchen, daß diese abgeschelte Zweige viel weniger rohen Saft in sich ziehen, als die übrigen“. <sup>1)</sup> Wer nun noch zweifelhaft ist, wo Hales die Bahn des aufsteigenden Saftstroms sucht, der vergleiche die 44. Erfahrung. „Den 9. August um 10 Uhr vormittags befestigte ich, wie bei nächst vorstehender Erfahrung, einen Kirschst. 5 Fuß lang und einen Zoll im Diameter; nahm ihm aber keine Rinde noch oberste oder äußerste Holzribbe am Stamm, sondern begnügte mich, nachdem ich die Röhre mit Wasser gefüllet, 3 Zoll über des Stammes Ende ein Stück Rinde einen Zoll breit abzunehmen.“ „Es ist demnach zu vermuthen, daß der Saft zwischen Rinde und Holtz so gut aufsteiget, als in andern Theilen. Und weil wir durch andere Erfahrungen befunden haben, daß das meiste vom Saft durch die auf die Blätter fallende Sonnenwärme heran und in die Höhe gezogen wird, die eben dieserwegen so breit und dünner gemacht zu seyn scheinen: so ist es höchst wahrscheinlich, daß der Saft auch durch die der Sonne am meisten ausgesetzten Theile steige, darunter dann die Rinde gehört.“ Also trotz der oben angegebenen Versuche, bei denen der nur mit dem Holz eintauchende Zweig Wasser saugt, hält es Hales für höchst wahrscheinlich, daß der Saft durch die Rinde steige! Daß der Saft auch durch das Holz steigen kann, hat er ja sicher gewußt, sagt aber nirgends, daß es unter natürlichen Verhältnissen geschehe. Da er nun das Vorhandensein eines absteigenden Stromes überhaupt bestreitet, so wird seine Meinung ganz richtig von dem Verfasser der Einleitung (von des Pflanzwerks inwendiger Structur, S. XX)

<sup>1)</sup> Hales meint, in den saftärmeren Zweigen würde sich der rohe Saft eher verdicken, d. h. zur Verarbeitung und Organbildung geeigneter werden.

mit den Worten wiedergegeben, „daß der Saft sowohl in Rinde als Holz nur aufwärts steige“.

Hat also einerseits Hales den Ringelungsversuch in Hinsicht auf den Transpirationsstrom nicht richtig gedeutet, so hat er andererseits auch nicht das Verdienst, diesen Versuch zuerst angestellt zu haben, was wir umso eher zugestehen dürfen, als die Verdienste jenes Autors um die Pflanzenphysiologie auch ohne dies groß genug sind. Als erster vielmehr, der den Ringelungsversuch zu wissenschaftlichen Zwecken angestellt hat, ist, so lange nicht eine frühere Erwähnung des Versuches nachgewiesen werden kann, Malpighi anzusehen, der ja in so Vielem der Erste gewesen ist. Was er über diesen Punkt sagt, finden wir am Ende des zweiten Teils seiner *Anatome Plantarum* (1679, Bearbeitung in Ostwalds Klassikern, S. 118—119): „Welches der Weg des Nahrungssaftes ist und ob der Saft von den äußersten Spitzen der Pflanzen zu den untersten Theilen zurückfließt und nach Bedürfniß nach der ganzen Peripherie, nach oben und unten getrieben wird, das ist fraglich“. . . . „Einiges Licht darüber verbreiten die von mir an verschiedenen Bäumen angestellten Versuche. An einigen Sproßen und Zweigen nämlich habe ich einen horizontalen Schnitt in die Rinde gemacht und von ihr und dem Bast einen Ring abgetragen, sodaß das darunter befindliche Holz freigelegt wurde.“ Dies geschah an den Zweigen des Ahorn, der Pflaumen, Quitte, Eiche, Weide, Pappel, Hasel u. a. Das Verhalten des oberen Theiles wird nicht berücksichtigt, sondern nur die Kallusbildung beschrieben. Diese wird zunächst durch den absteigenden Saft erklärt, weiter unten aber wird die Vermutung ausgesprochen, daß sie auch durch die Wirkung des aufsteigenden Nahrungssaftes erklärt werden könne: „Denn da nach Durchschneidung der Rinde der Nahrungssaft nur durch die Röhren des Holzes aufsteigen kann, so würde er nach der engen und beschränkten Stelle über dem Schnitt das weite Gebiet der Rinde treffen und sich hier nach außen verbreiten können, daher wäre er im Stande, durch sein Verweilen an dieser Stelle ein Wachsthum der nächstliegenden Theile zu veranlassen“. Hier wird also gesagt, daß bei der Ringelung der Saft nur durch das Holz steige, daß letzteres aber die eigentliche und einzige Bahn dafür sei, hat Malpighi aus dem Versuch nicht gefolgert und überhaupt nicht angenommen, sagt er doch schon in der *Idea* (S. 23 der Übersetzung): „Ebenso läßt sich nachweisen, daß der Saft durch die Röhren des Holzes und der Rinde zu den Aesten und Blättern aufsteigt“.

Was Malpighi gesagt hat, wird fast mit denselben Worten wiederholt von John. Ray, den Strasburger zunächst zitiert, wo er in seinem bekannten Werke über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen von dem Ringelungsversuch spricht. Im ersten Buche seiner *Historia plantarum* (1686. S. 9) handelt das fünfte Kapitel von den Inhaltskörpern der Stämme und der Bewegung des Saftes nach eigenen Beobachtungen und denen des Malpighi und Grew. So finden wir denn auch als beiläufige Bemerkung folgende eigene Beobachtung über einen Ringelungsversuch: „Hier kann darauf hingewiesen werden, daß ein ringförmiges

Herausscheiden der Rinde nicht immer und nicht jeden Baum tödtet, wie man gewöhnlich meint,<sup>1)</sup> denn ich beobachtete, daß eine Stechpalme (*Agriifolium*) an der man einen Rindenring von fast Handbreite weggenommen und das Holz bloßgelegt hatte, mehrere Jahre am Leben blieb“. Nach Anführung der oben zitierten Angaben von Malpighi stellt er den Satz auf: „daß der Saft nicht nur zwischen Rinde und Holz aufsteige, sondern auch in den Gefäßen innerhalb des Holzkörpers selbst“.

Von Schriftstellern des 18. Jahrhunderts nach Hales wären zu erwähnen de la Baisse, Bonnet und Duhamel du Monceau. Des erstgenannten Schrift: *Sur la circulation de la sève des plantes* (1753) ist mir nicht zugänglich gewesen, doch gibt Bonnet einen Auszug von ihr, aus dem hervorgeht, daß er Ringelungsversuche angestellt und dem Holzkörper die Leitung des aufsteigenden Saftes zugeschrieben hat. Bonnets Schrift: *Récherches sur l'usage des feuilles dans les plantes etc.* (1754) hat mir in der deutschen Übersetzung von J. C. Arnold (Nürnberg 1762) vorgelegen und hier heißt es (S. 152): „Ich habe Zweige von Apricosenbäumen und Pappeln ringförmig geschälet und überdieß an diesen Zweigen ganze Röhren von der Schale abgelöst, sodaß das Holz bloß lag. Bald habe ich die Schale an dem unteren Ende des Zweiges, an demjenigen, welches in die Dinte gesetzt werden sollte, weggenommen, bald ein wenig über, bald ein wenig unter dem Punkte, an welchen die Oberfläche der Flüssigkeit reichen sollte. In allen diesen Fällen ist die färbende Materie so hoch gestiegen und hat die Holzfasern so stark gefärbt, als wenn ich die Rinde nicht weggenommen hätte. Wenn ich also nicht aus allen den vorhergehenden Versuchen gewußt hätte, daß die färbende Flüssigkeit in den Holzfasern, nicht aber in den Fasern der Rinde steigt, so würde mich der eben angeführte Versuch davon überzeugt haben“.

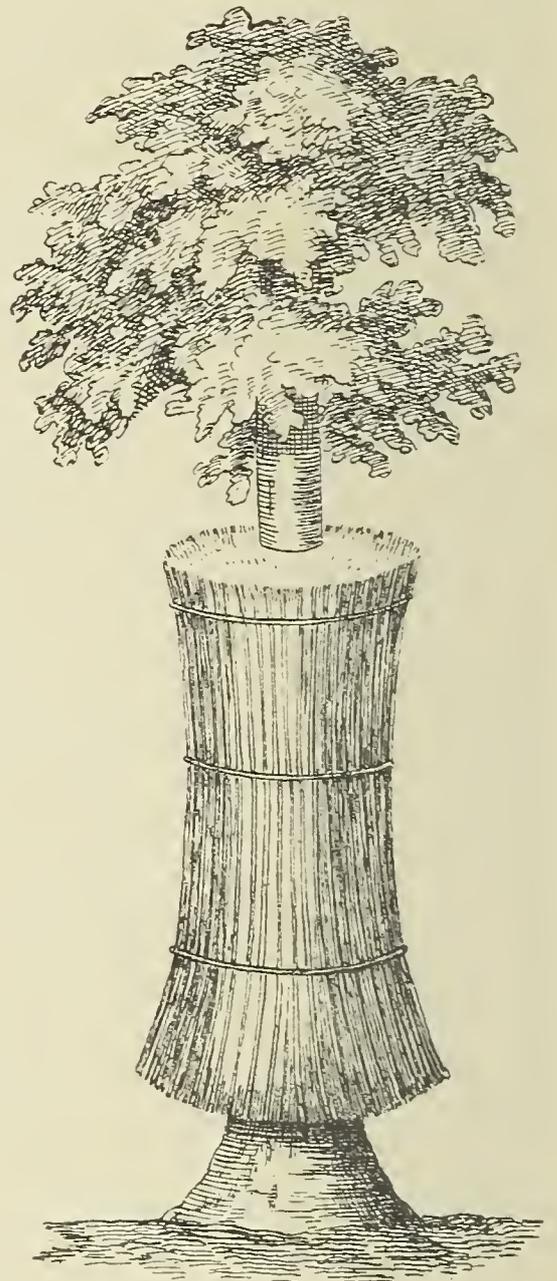
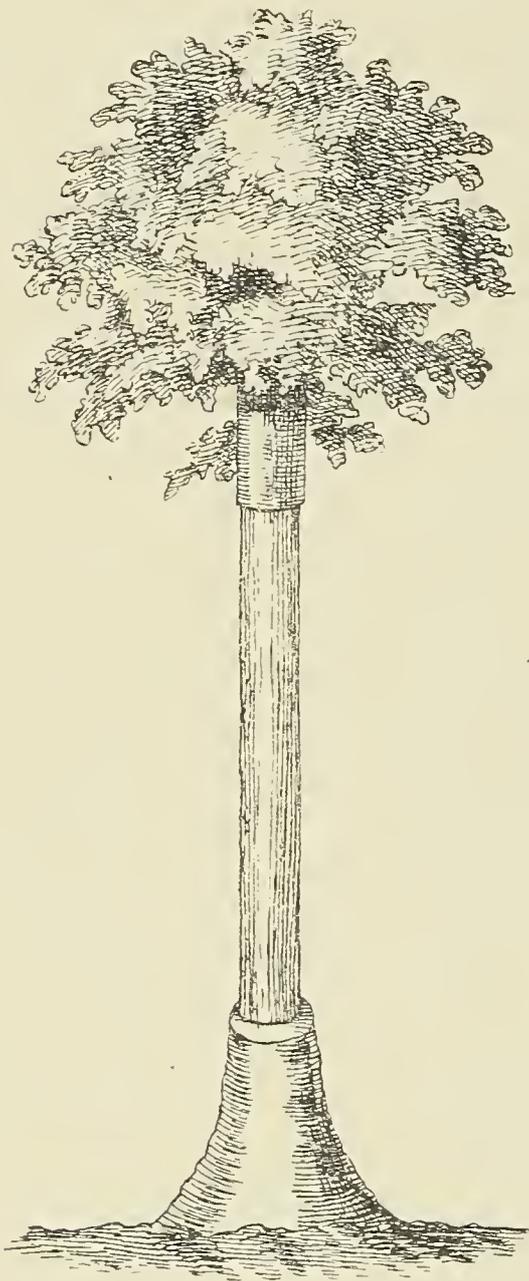
Daraus ergibt sich also, daß schon de la Baisse und Bonnet den Ringelungsversuch anders als Hales und richtig gedeutet haben, indem sie die nächstliegende Erklärung benutzten und schlossen, daß der Saftstrom durch das Holz geht, da ja der Versuch zeigt, daß er durch das Fehlen der Rinde nicht beeinträchtigt wird. Bonnet hat dies durch die gleichzeitige Färbung des Holzes bestätigt und von nun an sehen wir das Aufsaugenlassen von gefärbten Lösungen eine große Rolle bei den Untersuchungen über die Saftbahnen in der Pflanze spielen. Daß das Wasser im Holze aufsteige, folgern auch Duhamel du Monceau und Knight aus ihren Ringelungsversuchen, aber ich will doch etwas näher auf deren Darstellung eingehen, einesteils schon deshalb, weil sie von Pfeffer neben Hales zitiert werden, andernteils weil ich glaube, daß es Manchen interessieren dürfte, zu erfahren, wie diese älteren Autoren die Ringelungen angestellt und sich darüber ausgesprochen

<sup>1)</sup> Beim Nachsuchen, ob ältere Anleitungen zur Pflanzenkultur etwas über die Ringelung enthalten, habe ich nur folgende Stelle im *Praedium rusticum* (1554) gefunden, das nach Pritzels Thesaurus von Charles Estienne (Carolus Stephanus) geschrieben ist: „Corticis in orbem detractio, quam decorticationem vocant, communis omnium arborum aut certe plurimarum interitus est“ (l. c. S. 290).

haben. Zu verwundern ist es nur, daß keiner von ihnen hervorhebt, daß sie bei dieser Sache zu den entgegengesetzten Resultaten kommen wie Hales, dessen Schrift sie doch gekannt haben und zitieren; Duhamel beschreibt sogar ausführlich einen Versuch von Hales, den wir oben (vgl. 43. Erfahrung) auch erwähnt haben. Jedenfalls wird von den beiden folgenden Autoren die Frage nach der Bahn des aufsteigenden Saftes mit besonderer Gründlichkeit behandelt.

Duhamel spricht über den Gegenstand in seinem bekannten Werke *Physique des arbres* (1758). Im 5. Buch des zweiten Bandes ist der Artikel IX eigens der Frage gewidmet: „ob der Saft, der in den Bäumen emporsteigt, zwischen Holz und Rinde oder durch das Holz oder durch die Rinde in die Höhe geht?“ Verfasser macht darauf aufmerksam, daß bei hohlen Weiden der Stamm zwar manchmal nur noch aus Rinde zu bestehen scheint, daß aber in Wirklichkeit noch einige Lagen gesunden Holzes vorhanden sind. Sodann zu den Experimenten übergehend sagt er: „Die Versuche, die de la Baisse, Bonnet und ich mit Injectionen gemacht haben, beweisen ganz unbestreitbar, daß der Saft in den Bäumen durch das Holz und in den krautigen Pflanzen durch die verholzten Stränge steigt: sie scheinen sogar festzustellen, daß der Saft nicht durch die Rinde steigt und daß nur sehr wenig Saft zwischen Holz und Rinde steigt. Uebrigens muß man sich erinnern, daß, wie wir oben, Buch IV, Cap. III, gesagt haben, dicke Eichen, die wir total entrindet hatten, nichts destoweniger mehrere Jahre weitergelebt hatten und daß diejenigen, die so entrindet und vor der Gluth der Sonnenstrahlen und dem Angriff des Windes bedeckt gehalten waren, eine neue Rinde gebildet hatten“. Nachdem er hervorgehoben, welche große Quantitäten von Wasser zur Ernährung der oberen Teile und zur Transpiration verbraucht werden, schließt er diesen Abschnitt mit den Worten: „trotzdem mußte in den Bäumen, die ich entrindet hatte, dieser ganze Saft durch das Holz gehen, ja noch mehr, er mußte durch das ausgebildete Holz (*formé*) gehen, denn der Splint dieser Bäume war abgestorben und vertrocknet“. Die Ringelung ist an einer früheren Stelle beschrieben und abgebildet, sie ist ausgeführt, um zu untersuchen, ob sich nach der Entfernung der Rinde neues Holz bildet. So sagt er (Bd. II, S. 42 der französischen Ausgabe): „In dieser Absicht entfernte ich zur Zeit des Saftes einen Rindenring von 3 bis 4 Zoll Breite rings um den Stamm junger Bäume, Ulmen, Pflaumenbäume etc.“ Wie aus der weiteren Beschreibung und Zeichnung hervorgeht, wurde aber der Stamm, in einiger Entfernung über der Ringelungsstelle abgeschnitten, um über die entrindete Stelle einen Glaszylinder schieben zu können, der dort befestigt wurde und das Austrocknen des Holzes verhüten sollte. Während also dieser Versuch nicht für die Frage des Saftaufstiegs verwendbar ist, dient ihr um so besser der folgende. Im Frühjahr, als die Kirschbäume im vollen Saft standen, wurden an einigen derselben die Rinde in der ganzen Länge des Stammes entfernt, wie man es bei jungen Eichen zur Gewinnung der Gerberlohe macht. Die entrindeten Stämme wurden

sofort mit Stroh umhüllt und auf der Mittagsseite noch durch eine Strohmatte vor der Sonne geschützt. Der entrindete und der mit Stroh umgebene Stamm ist Fig. 66 und 67 (Pl. 8 du livre IV.) abgebildet (vgl. unsere Figur) und hierauf bezieht sich auch das oben angeführte Zitat, wobei Verfasser offenbar nur an die vergleichsweise erwähnten Eichen, nicht an die wirklich zum Versuche benutzten Kirschbäume gedacht hat. Diese blühten etwas später als die unversehrten und setzten Früchte an, obgleich sie einen Teil



der Blätter und viele dünne Zweige verloren hatten. „Im folgenden Jahre schien der Baum noch etwas kränklich, aber im dritten fand ich ihn wieder ganz hergestellt, nahm daher die Strohülle ab und fand ihn mit einer neuen Rinde bedeckt.“ Wie lange der Baum mit Unterbrechung der Rinde gelebt hat, geht also aus diesem Versuche nicht ohne weiteres hervor.

Daß Duhamel den Ringelungsversuch zunächst anderer Beobachtungen wegen angestellt hat, kommt nicht in Betracht, jedenfalls ist er der erste, der aus diesem Versuche, ohne Benutzung farbiger Lösungen, den Schluß zieht und mit deutlichen Worten ausspricht, daß der Saft nur durch das Holz emporsteigt. Freilich verwendet

er zur Bestätigung dieses Satzes auch farbige Lösungen und schreibt ihnen sogar eine noch stärkere Beweiskraft zu, wie aus den Worten hervorgeht (l. c. S. 299): „es gibt bisher nur die farbigen Lösungen, die man in die Gefäße der Pflanzen eindringen läßt, um zu beweisen, daß der Saft nur in dem verholzten Theile des Holzes aufsteigt“. So sind wir in der Lage, die Verdienste Duhamels um die Pflanzenphysiologie etwas höher anschlagen zu können, als dies Sachs in seiner Geschichte der Botanik tut, wo (S. 529) nur erwähnt wird, daß Duhamel erkannt habe, daß in der Rinde ein wachstumsfähiger Saft sich abwärts bewegt, wo aber die zu richtigen Ergebnissen führenden Untersuchungen jenes Autors über die Bahn des aufsteigenden Saftes übersehen worden sind.

Knight veröffentlicht seine Versuche in einem Aufsatz in den Philosophical Transactions von 1801 (Vol. 91, S. 333—353, Pl. 24—27): „Nachricht von einigen Versuchen über das Aufsteigen des Safts in den Bäumen“. Es ist wohl um so eher gestattet, aus diesem Aufsätze einiges zu zitieren, als er nicht mit in die von Ambrohn besorgte Ausgabe der physiologischen Arbeiten Knights in Ostwalds Klassikern aufgenommen ist; eine deutsche Übersetzung findet sich in den „Beyträgen zur Pflanzenphysiologie“ von L. C. Treviranus (Göttingen 1811), der 10, die Pflanzenphysiologie betreffende Abhandlungen von Knight übersetzt hat.

Der genannte Autor beschreibt nach einigen einleitenden Worten den Ringelungsversuch, zu dem er eine Anzahl junger Holzäpfelbäume seines Gartens verwendet: an der einen Hälfte der Stämme, die mehr als 2 Zoll im Durchmesser und gleich kräftig waren, machte er im Frühjahr 1799 zwei kreisförmige Einschnitte durch die Rinde in der Entfernung von etwa  $\frac{1}{2}$  Zoll und beseitigte die Rinde zwischen den Schnitten vollständig. Die andere Hälfte der Stämme wurde unversehrt gelassen. „Zu der gewöhnlichen Jahreszeit stieg der Saft bei allen in gleicher Menge und ihre Zweige sproßten während des ganzen Frühlings in gleicher Üppigkeit.“ Wenn nun auch weitere modifizierte Versuche zu demselben Resultat führen, so wird doch der sich ergebende Schluß, daß das Wasser nur im Holze steigt, noch nicht gezogen, wenigstens nicht klar ausgesprochen und zwar weil zugleich immer das Verhalten des Teiles unter der Ringelung und die Ernährung durch den absteigenden Saft berücksichtigt wird. Wir sehen dann weiter, wie Verfasser den Ringelungsversuch mit Versuchen über das Aufsaugen von Farbstofflösungen verbindet: „Da ich mit den Kanälen, durch die der Saft in das Blatt geleitet wird, noch unbekannt war, so machte ich mir einen dunkeln Aufguß durch Macerirung der Schalen sehr dunkeler Weintrauben in Wasser, präparirte einige einjährige Triebe vom Apfelbaum und von der Roßkastanie in der oben erwähnten Weise,<sup>1)</sup> schnitt sie dann einige Zoll unter den Einschnitten ab und stellte sie für einige Stunden in die gefärbte Lösung. Durch Querschnitte fand ich nun, daß das gefärbte Wasser durch die Poren

<sup>1)</sup> Es wurden 2 Ringelungen übereinander gemacht, sodaß zwischen beiden an der stehen gelassenen Rinde ein Blatt entsprang.

des Holzes über die beiden Ringelungsstellen hinaus und in die isolirten Blätter gestiegen war; aber weder die Rinde noch der Saft zwischen ihr und dem Holze hatten Farbe angenommen, auch das Mark nicht, oder doch sehr wenig und nur an den Ecken“. Was sodann Knight über die den Saft leitenden „Central-Gefäße“ sagt, ist ziemlich unklar und teilweise irrtümlich und wird von Treviranus recht gut kommentiert. Es sollte nun noch die Beteiligung des Markes an der Saftleitung geprüft werden und zu diesem Zwecke machte Knight an einem Rebensproß einen Einschnitt von  $\frac{1}{2}$  Zoll Länge und einer Linie Breite und zerstörte hier das Mark vollständig. „Der Trieb wuchs fast eben so gut fort, als die andern, deren Mark unbeschädigt geblieben war, und die Wunde heilte bald.“ Nach einem andern ähnlichen Versuch ist unser Autor „völlig überzeugt, daß das Mark zur Fortbewegung des Saftes nicht nothwendig sei,“ aber er wünscht zu sehen, „ob Holz und Blatt ihre Aufgabe erfüllen können, wenn sie zugleich der Rinde und des Markes beraubt sind. In dieser Absicht machte ich zwei Ringschnitte durch die Rinde über und unter einem Blatt und entfernte die ganze Rinde zwischen ihnen mit Ausnahme einer schmalen Stelle rings um die Basis des Blattes. Indem ich dann das Holz da, wo ich meine beiden Einschnitte in die Rinde gemacht hatte, durchbohrte, zerstörte ich das Mark an beiden Stellen wie bei den früheren Versuchen. Das Blatt indessen blieb frisch und kräftig und es bildete sich eine dünne Lage von neuem Holz um seine Basis soweit als die Rinde übrig gelassen worden war“.

Wir sehen hier also insofern einen Fortschritt, als Knight zu der Rindenringelung noch die Entfernung des Markes fügt, um sich zu überzeugen, daß das Wasser nur im Holze geleitet wird. Er untersucht auch, welches die Ursache des Saftsteigens sei. „Die Gewalt, mit der, wie Hales bewiesen, der Saft aufsteiget, macht es unmöglich, hierbei an eine bloße capillare Attraction zu denken.“ Auch die Temperatur ist keine direkte, sondern höchstens eine entfernte Ursache. „Die unmittelbare Ursache aber ist in einer inneren bewegenden Kraft, die vom Pflanzenleben unzertrennlich ist, zu suchen und ich hoffe, ein Mittel angeben zu können, wodurch die erforderliche mechanische Gewalt wahrscheinlicher Weise ausgeübt wird.“ Aus verschiedenen Umständen nun wird geschlossen, daß die Markstrahlen, wenn sie sich bei verschiedener Temperatur ausdehnen und zusammenziehen, den in den Gefäßen enthaltenen Saft gegen die Spitzen der Zweige forttreiben. Hier haben wir also eine neue, wenn auch verfehlte Theorie des Saftsteigens: wenn in ihr die Markstrahlen als die bewegenden Kräfte angesehen werden, so werden wir dadurch, natürlich nur ganz oberflächlich an die von Godlewski aufgestellte Theorie erinnert. Wir wollen Knights Untersuchungen nicht verlassen, ohne zu erwähnen, daß er bereits wußte, daß der Saft nur im Splintholz aufsteigt und daß dies um so besser dazu dienen kann, als sich seine Gefäße von den Spitzen der Zweige bis zu den Enden der Wurzeln erstrecken. Die oben erwähnten Zentralgefäße fangen erst im jährigen Triebe und am Grunde der Knospen an zu wirken. Ein ganz kurzes Resumé

seines hier besprochenen Aufsatzes gibt der Autor selbst in dem folgenden Aufsatz über den absteigenden Saft (Philosoph. Transactions 1803) mit den Worten: „Ich hatte aus den Ergebnissen den Schluß gezogen, daß der Saft, nachdem er von der Wurzelrinde aufgesogen ist, durch den Splint oder das weiße Holz der Wurzel, des Stammes und der Zweige aufwärts steigt und, indem er durch die sogenannten Centralgefäße fortgeleitet wird, in die saftigen Theile des jungen Sprosses, des Blattstieles und des Blattes eintritt“.

Hier sehen wir also trotz des mangelhaften anatomischen Verständnisses einen Standpunkt erreicht, von dem die neuesten physiologischen Untersuchungen ausgehen könnten, und wir sehen den Ringelungsversuch richtig gedeutet, sodaß spätere Schriftsteller gar nicht angeführt zu werden brauchten, wenn sich nicht bei einigen derselben wieder ein Rückschritt zeigte und wenn es nicht zur Vervollständigung der Geschichte des Ringelungsversuches gehörte: so mögen wenigstens die Angaben einiger bedeutender Physiologen über diesen Punkt hier noch Platz finden.

Wenn ich soeben von einem Rückschritt sprach, so denke ich besonders an Schleiden und Schacht. Der erstere hat sich die höchst sonderbare Theorie zurecht gelegt, daß der Saft eigentlich überall gleichmäßig von Zelle zu Zelle auf endosmotischem Wege ströme und daß infolge dieses beständigen Stromes sich gewisse Reihen von Zellen in Gefäße umwandeln.<sup>1)</sup> Warum an den Stellen, wo später Gefäße entstehen, schon vorher der Saftstrom stärker sein soll, als an anderen Stellen, das sagt er uns freilich nicht. Nun sollen aber die entstehenden Kanäle gar nicht der Saftleitung dienen, sondern sich mit Luft füllen. Bei einer solchen Anschauung hat die Frage nach der wirklichen Bahn des Wassers in der Pflanze wenig Interesse für ihn. Er erwähnt zwar den Ringelungsversuch, aber nur um ihm eine Beweiskraft für das Vorhandensein eines absteigenden Saftstromes abzusprechen.

Schacht läßt sich in seinem Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse (1. Teil 1856, S. 403) folgendermaßen vernehmen: „Das eine Gewebe kann auch vielleicht, bei Störung in einem anderen, dieses vertreten; die beim Ringeln der Zweige unterbrochene Rinden- und Cambium-Verbindung kann vielleicht durch die Markstrahlen oder durch das Markparenchym ersetzt werden“. Darauf aber bekommen wir folgendes zu hören: „Alle Stämme, welche man ringelt, vergehen alsbald; eine Eiche, deren Stamm in seinem Umkreis entrindet wird, stirbt ohne Rettung: der geringelte Zweig würde vielleicht auch sterben, wenn sein Mark nicht Saft führte, wenn seine Markstrahlen nicht eine Verbindung mit der Rinde unterhalten könnten“. Abgesehen von der Unverständlichkeit des Schlußsatzes scheint hier also das Gegenteil von dem behauptet zu werden, was bisher alle Physiologen bei der

<sup>1)</sup> Grundzüge der wissenschaftl. Botanik. (4. Auflage 1861.) S. 625 § 203. Weiter unten, S. 632, wird „der Zauberring (das Ringeln der Obstbäume)“ erwähnt. Die Theorie über die Entstehung der Gefäße durch den Saftstrom finden wir in Kürze dargestellt in der Physiologie der Pflanzen und Tiere (Braunschweig 1850) S. 115.

Anstellung des Ringelungsversuches beobachtet haben, und was Jedermann in jedem Sommer dabei beobachten kann; freilich, wenn man einen Stamm seine ganze Rinde nimmt und sein Holz bloß liegen läßt, wird er bald zu Grunde gehen, aber da man das doch nicht unter Ringelung versteht, so ist es zum mindesten unklar, was der Autor gemeint hat, und ist eine derartige Darstellung als ein Rückschritt anzusehen.

Dagegen stimmen nun die jetzt noch kurz anzuführenden Physiologen mit dem überein, was Knight und seine Vorgänger über den Ringelungsversuch und die Bahn des Saftes ermittelt hatten. Zunächst spricht es mit klaren Worten aus Kurt Sprengel in seinem Lehrbuch: Von dem Baue und der Natur der Gewächse (Halle 1812 S. 463): „In geschälten Bäumen, wo der Gang der Natur unterbrochen und kein Bildungssaft bereitet wird, steigt doch der Saft im Holzkörper und zwar in der Mitte desselben auf, der Umkreis bleibt trocken“. In demselben Jahre, wie Sprengels Buch sind Moldenhauers „Beyträge zur Anatomie der Pflanzen“ erschienen (Kiel 1812) und hier heißt es (S. 323): „Das im Frühjahr rund umher abgeschälte nackte Holz ernährt oft bis zum Herbst den Stamm mit allen seinen Zweigen und würde ihn noch länger ernähren, wenn nicht das Organ entfernt wäre, welches die Erzeugung neuer Gefäße bewirkt, die nur für die Dauer eines Jahres berechnet sind“. Eine für ihre Zeit recht gute Darstellung der Saftbewegung gibt Treviranus in seiner „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte“ (4. Bd. Göttingen 1814, S. 46—68). Er sucht nachzuweisen, daß der Saft sich in den Räumen der Holzgefäße aufwärts bewegt und weist darauf hin, daß nur durch diese Annahme die Menge und Geschwindigkeit der Wasserbewegung erklärt werden kann. Das Ergebnis des Ringelungsversuchs verwertet er in ganz richtigem Sinne, indem er S. 53 sagt: „Aus H. D. Moldenhauers Erfahrungen ergibt sich auch, daß die in den großen Gefäßen eingesogene Flüssigkeit wirklich zur Ernährung der Pflanze dient, indem ein Zweig, an dessen unterem Ende man alles Zellgewebe bis auf die Bündel der großen Gefäße weggenommen hat und wovon man bloß diese in Wasser taucht, allein durch diese eine Zeitlang frisch erhalten wird“. Ferner sagt er S. 63: „Hingegen kann man rings um einen blätterreichen Ast die Rinde und einen beträchtlichen Theil des Holzes wegschneiden: der Ast fährt fort in allen Theilen zu grünen, wenn nur eine Lage von Holz um das Mark übriggeblieben ist“. Offenbar haben also bei diesem Versuch solche Bäume gedient, die kein Kernholz ausbilden, also auch in den älteren Jahresringen Wasser leiten.

A. P. De Candolle sucht in seiner Pflanzenphysiologie (1832, deutsche Übersetzung von Joh. Röper, Stuttgart und Tübingen 1833, 1. Band, S. 66) den Weg des aufsteigenden Nahrungssaftes im Holze durch die mit farbigen Lösungen erhaltenen Resultate nachzuweisen, macht aber auch auf den Versuch von Hales mit Zweigen des Apfelbaums, denen man gegen ihr unteres Ende die Rinde genommen hat und die das Wasser ebenso gut einsaugen als solche, denen man die Rinde gelassen hat, aufmerksam. Den

„unter dem Namen Rinden-Zirkelschnitt (section annulaire de l'écorce) bekannten Hauptversuch“ bespricht er im Kapitel über den absteigenden Saft (S. 121), wo er sagt, daß auf ihn „Duhamel und in neuerer Zeit Du Petit-Thouars, Beauvois, Knight und andere ihre Aufmerksamkeit vorzüglich gerichtet haben“.

Als die letzten möchte ich nun noch Meyen, Mohl und Sachs zitieren, die sich in gleichem Sinne und mit gleich klaren Worten aussprechen. Meyen sagt (Neues System der Pflanzenphysiologie, 2. Band, 1838, S. 47): „Bei den vollkommensten Pflanzen, wo Rinde und Holzkörper getrennt auftreten, da zieht sich der rohe Nahrungssaft von den Wurzeln bis zu den entferntesten Theilen nur durch den Holzkörper; denn entrindet man einen Baum und schützt den entrindeten Holzkörper desselben gegen Trockenheit durch zu starke Verdunstung, so kann der Baum mehrere Jahre lang fortleben“. Auf H. v. Mohl beruft sich auch Sachs, dem eine andere Ausgabe der zitierten Schrift vorgelegen haben muß.<sup>1)</sup> Ich benutze „Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle“ (Aus Rud. Wagners Handwörterbuche der Physiologie besonders abgedruckt, Braunschweig 1851) und finde daselbst S. 72 folgende Stelle: „Hier (d. h. bei den Phanerogamen) kennen wir wenigstens bei den Dicotylen den Weg, welchen der Saft beschreibt, etwas genauer. Wenige einfache Experimente lassen über denselben keinen Zweifel übrig. Die wässerigen Flüssigkeiten werden, wie wir gesehen haben, von den oberflächlich gelegenen Zellen der Wurzelrinde aufgenommen, sie fließen dagegen nicht in der Rinde weiter, sondern treten schon in den kleinen Wurzeln in das Holz über und steigen in diesem durch den Stamm und die Aeste in die Höhe. Der Beweis hierfür liegt in zwei Thatsachen: Schneidet man die Rinde einer Pflanze, am besten eines Baumes, ringförmig bis auf das Holz durch, so leidet die Zuführung der Säfte zu den über der Wunde gelegenen Theilen der Pflanze keine Unterbrechung, schneidet man dagegen mit möglichster Schonung der Rinde das Holz quer durch, so vertrocknet der oberhalb der Wunde gelegene Theil der Pflanze sogleich“.

Sachs behandelt den Gegenstand in seinem Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen, das bekanntlich als 4. Band des großen Hofmeister'schen Handbuches (Leipzig 1865) erschienen ist, und zwar sagt er S. 211: „Die Beweise dafür, daß der Holzkörper das leitende Organ für die Wasserströmung ist, sind durchaus schlagend und erschöpfend: 1. Die Unterbrechung aller Gewebe (Rinde und Mark) an einem mit kompaktem Holzkörper versehenen Stamm an irgend einer Stelle, legt dem aufsteigenden Saftstrom kein Hinderniß in den Weg, der Transpirationsverlust der Blätter wird, wenn unterhalb der Unterbrechungsstelle aller übrigen Gewebe dem Stamme Wasser zugeführt wird (durch Wurzeln, durch Stammquerschnitt in Wasser), vollkommen gedeckt; dagegen wird durch Unterbrechung der Continuität des Holzkörpers mit Schonung aller übrigen Gewebe der Wasserstrom unterbrochen, die transpirirenden Blätter oberhalb der Unter-

<sup>1)</sup> Sachs zitiert nämlich „S. 253“ und meine Ausgabe hat nur 152 Seiten.

brechung vertrocknen aus Mangel an Ersatz für ihren Verdunstungsverlust.“ Die beiden anderen angeführten Beweise gehen uns hier nichts an. In der weiteren Ausführung des Gegenstandes bemerkt er noch (S. 214), daß an der Funktion des Holzkörpers als eines wasserleitenden Organes nicht mehr zu zweifeln ist: „Die Sache ist durch die Arbeiten von Hales und Duhamel vollständig erledigt“. Damit sind wir zu unserm Ausgangspunkt gekommen, indem wir wieder auf die Behauptung stoßen, daß Hales den Ringelungsversuch in derselben Weise wie Sachs gedeutet habe. Daß Hales das nicht getan hat, glaube ich durch Anführung seiner Worte nachgewiesen zu haben, die folgende Darstellung aber zeigt, wie sich allmählich die richtige Auffassung des Ringelungsversuches, dessen erste Anwendung wir Malpighi zuschreiben müssen, Bahn gebrochen hat.<sup>1)</sup> Weiter auf die moderne Literatur einzugehen halte ich nicht für nötig, da ich in dieser Hinsicht auf die oben zitierten Werke von Strasburger und Jost verweisen kann.<sup>2)</sup> Ich möchte deshalb zum Schluß nur noch auf eine interessante praktische Anwendung der Ringelung aufmerksam machen, die F. Garbnay in einem Vortrag vor der ungarischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Budapest am 9. April 1902 behandelt hat.<sup>3)</sup> Im Marmaroser Komitat nahe der galizischen Grenze versucht man die Buchenwälder in Fichtenwälder umzuwandeln und zu diesem Zwecke die Buchenbäume zu töten, „was mit geringem Aufwand durch regelrecht ins Werk gesetzte Ringelung der Baumstämme geschieht. Es hat sich gezeigt, daß dabei der Schnitt bloß durch das Cambium dringen darf, ohne das Splintholz zu verletzen. Dadurch wird nämlich die Aufsteigung des Saftstromes im Baum nicht behindert, aber der Stamm stirbt langsam unterhalb des Schnittringes infolge Nahrungsmangels bald ab und der ganze Baum geht zugrunde, wogegen im entgegengesetzten Falle, wenn nämlich auch das Splintholz durchschnitten wird, der Baum bloß vom Schnittring aufwärts rasch abstirbt, im untern Teil dagegen die Adventivknospen einen starken Saftzufluß erhalten und kräftig austreiben“. Warum man diese Methode anwendet anstatt die zu entfernenden Buchenbäume einfach zu fällen, wird leider nicht gesagt.

<sup>1)</sup> Daß beim Austreiben der Bäume auch ein Aufsteigen des Nahrungsaftes in der Rinde stattfindet, hat Leclerc du Sablon in neuester Zeit durch seine Ringelungsversuche nachgewiesen, indem er fand, daß bei im Anfang Februar geringelten, 3–4jährigen Bäumen die Reservestoffe aus der Wurzel nicht in gleichem Maße in den Stamm übergehen wie bei den nicht geringelten Kontrollpflanzen. (Compt. rend. de l'Acad. de Paris 1905, I. S. 1553–1555.)

<sup>2)</sup> In diesem Sommer habe ich zwei Ringelungsversuche gemacht und zwar an einem 2jährigen Ast von *Caragana Altagana* und an einem 3jährigen Ast von *Cytisus Adami*; bei beiden wurde am 29. Juni ein Rindenring von ca. 2 cm Breite herausgeschnitten und die Wundstelle gut mit Staniol umwickelt. Am 7. September wurden die Äste abgeschnitten, um in der Vorlesung zu zeigen, daß ihre über der Ringelungsstelle befindlichen Blätter noch vollständig frisch waren. Bei *Caragana* hatte sich am oberen Schnittrand ein starker Callus gebildet, bei *Cytisus* war der Callus weniger stark.

<sup>3)</sup> Vgl. Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. 20. Band, 1902 (Leipzig 1905) S. 357.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [BH\\_21\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Möbius (Moebius) Martin

Artikel/Article: [Historisches über den Ringelungsversuch 42-54](#)