FLORA.

66. Jahrgang.

No. 6. Regensburg, 21. Februar 1883.

Inhalt. Dr. Carl Kraus: Untersuchungen über den Säftedruck der Pflanzen. (Fortsetzung.) — C. Kalchbrenner: Mycologische Mittheilung. Anzeige.

Untersuchungen über den Säftedruck der Pflanzen.

Von **Dr. Carl Kraus** in Triesdorf.

(Fortsetzung.)

III. Resultate einschlägiger Untersuchungen anderer Beobachter und Kritik derselben.

Die auf das Thema bezüglichen Angaben bestehen einmal in Annahmen und Schlussfolgerungen aus nicht eigens zum Nachweis einer Druckkraftproduction durch andere Organe als die Wurzeln angestellten Versuchen, dann in Mittheilungen über direkte Versuche und anderweitige Beobachtungen, für welche sich eine Druckerzeugung in den Stammtheilen zur Erklärung annehmen lässt.

Zuerst ist hier zu erwähnen die bekannte Arbeit Brücke's über das Bluten des Rebstocks (Poggendorf's Annal. 1844 p. 177). Er vertrat die Ansicht, beim Bluten finde kein primäres Aufsteigen des Safts in den Gefässen statt, sondern die Zellen des Holzkörpers seien bereits mit Flüssigkeit durchtränkt, zu einer Zeit, in der die Gefässe noch nichts als Saft enthielten. Die amylumführenden Zellen füllen sich strotzend mit Wasser und

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0083-0

zuletzt werde aus ihnen Saft in die benachbarten Gefässe hineingepresst.[1])

Th. Hartig hat beobachtet, dass verschiedene Holzpflanzen im Frühjahr starke Saftausscheidung aus den Knospen zeigen können. Wenn nun auch hiebei nach meinen Beobachtungen die druckerzeugende Thätigkeit der Stammtheile und Knospen betheiligt gewesen sein wird, so muss doch immerhin die Zurückführung dieser Ausscheidung auf die Thätigkeit der bezeichneten Organe deshalb zweifelhaft bleiben, weil ja die Mitwirkung oder alleinige Thätigkeit der Wurzeln nicht ausgeschlossen war. Eine Ausnahme macht eine Beobachtung an der Weissbuche (Hartig, Anat. u. Physiol. der Holzpflanzen pag. 347), bei der die nämliche Blutung aus den Knospen bei noch gefrorenem Boden stattfand.

Pitra[2]) sah Thränen bis zu reichlichem Tropfenfall an einem belaubten Weidenbaum, der dicht am Ufer eines Teiches stand. Aehnliche Angaben über Tropfenausscheidung vergl. auch bei Treviranus, Physiologie Bd. I p. 500 nach Beobachtungen von J. E. Smith. Aber hier soll der Tropfenfall bei heissem, stillem Wetter eintreten! Gegen die Verwerthung dieser Beobachtungen, im Falle sie überhaupt hieher passen, als Beweismittel für die Druckthätigkeit der Stammtheile lässt sich das Nämliche sagen wie gegen die Beobachtungen Hartig's, um so mehr, da ich wenigstens bei *Salix caprea* starke und anhaltende Blutung aus etwa 15 cm. über dem Boden abgesägten, 2 und 3 cm. dicken Stammstücken in der Zeit von Ende März bis Mitte April (1881) beobachtet habe.

Das Nämliche gilt auch von den zunächst folgenden Beobachtungen, die aber immerhin erwähnt werden mögen, weil dieselben nach den von mir beigebrachten Belegen viel wahrscheinlicher auf der Saftausscheidung der Stengelorgane selbst, als der Wurzeln beruht haben resp. beruhen dürften.

Treviranus schreibt (l. c. pag. 502): „Die Blüthenähre von *Amomum Zerumbet* L., welche die Grösse und Form von einem Gänseei hat, wird zuäusserst durch breite, vertiefte Schuppen gebildet, so mit ihren häutigen Rändern aufeinanderdrücken und dadurch Räume einschliessen, die ein geruch- und

[1]) Die Angaben Hofmeister's über das Wurzelholz von *Vitis* siehe in der Abhandlung: „über Verbreitung und Nachweis des Blutungsdrucks der Wurzeln". Forschungen auf d. Geb. d. Agriculturphysik Bd. V. Heft 5 p. 445.

[2]) Pringsheim's Jahrb. Bd. XI p. 448.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0084-6

geschmackloses, auch chemich fast reines Wasser erfüllt. Dieses tritt auf einen Druck leicht zwischen den Schuppen hervor und ersetzt sich, wenn man es am Abend ausgeleert hat, während der Nacht zum grössten Theil wieder, indem es, aller Wahrscheinlichkeit nach am unteren und inneren Theil der Schuppe abgesondert wird." Vergl. hieher meine Beobachtungen über Saftausscheidung zwischen die Schuppen aufbrechender Knospen, in die Blattwinkel bei *Juglans* u. s. w.

Ferner l. c. pag. 135 heisst es: „Moldenhawer findet selbst in einer späteren Zeit, wo die Lücken des Pisangs und der Seerose leer scheinen, zuweilen eine wässrige Flüssigkeit in ihnen, sowie in den Stengelhöhlen von *Impatiens Nolitangere*".

„Eine Ausscheidung wässriger Flüssigkeit in innere Räume findet unter den heimischen Pflanzen, soviel ich weiss, nur bei *Cucurbita* statt, deren hohler Stengel mitunter bedeutende Wassermengen enthält" (Hartig, l. c. pag. 138). Nach meinen Beobachtungen über Blutung in Stengelhöhlen wird sich derartige Wasseransammlung in der freien Natur vielfach finden. Wahrscheinlich stammt hievon auch das Wasser, welches sich nach de Bary (Vergleichende Anatomie p. 340 u. 381) bei einer Anzahl Wasserpflanzen in den durch Zerstörung des Gefässtheils der Bündel entstandenen Gängen ansammelt.[1]) Von diesem Standpunkt aus wäre auch der Ursprung besonderer Säfte oder Substanzen in Intercellularräumen zu verfolgen.

Weiter könnte hieher gehören eine andere Angabe von Treviranus (l. c. pag. 565), dass nämlich die Höhlen der Hülsen von *Podalyria australis* Lam., wenn sie noch grün und saftvoll sind, während anhaltender Hitze und Dürre ein klares, geschmack- und geruchloses Wasser enthalten. „Da die Hülse auch in ihrem Parenchym viel wässrigen Saft enthielt, so schien hier der Ursprung jener Wasserbildung gesucht werden zu müssen: jedoch war augenscheinlich nicht die ganze innere Oberfläche des Fruchthälters das Absondernde, indem sie mit einer festen und pergamentartigen Oberhaut bekleidet ist, sondern das schwammige, mit keiner Epidermis versehene Zellgewebe des ziemlich dicken Nabelstrangs, in dessen Nähe auch immer das meiste Wasser angesammelt war . . . Aber auch

[1]) Nach eigenen Beobachtungen füllten sich die Höhlungen der Blätter unger, eingewurzelter Pflanzen von *Allium cepa* im feuchten Raum mit wasserklarem Saft.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0085-1

in den jungen, aber bereits Luft enthaltenden Hülsen von *Colutea orientalis* habe ich an sehr warmen Tagen Wassertröpfchen an der inneren Oberfläche der Schotenwand zerstreut gefunden. Sie hingen besonders da an, wo die in der Quere fortlaufenden Adern sich theilten, und das Wasser war, wie gewöhnlich, klar und geschmacklos." [1])

Freilich machen einige im Obigen enthaltene Angaben eine nähere Prüfung der thätigen Ursachen nothwendig. Das Nämliche gilt auch von anderen Ausscheidungen, die, weil allgemein bekannt, hier nicht wiederholt zu werden brauchen. Auch diese sind einer speciellen Untersuchung bedürftig. Vergl. Sachs, Lehrbuch IV. Aufl. pag. 659 u. Pfeffer, Pflanzenphysiologie Bd. I im Abschnitt „Wasserbewegung".

Eine nähere Erörterung ist einer bekannten Beobachtung von Sachs (l. c. p. 660) an jungen Halmstücken zu widmen, „die 6 bis 10 cm. lang und unten abgeschnitten mit dem unteren Ende in feuchtem Sand steckten; das vordere freie Ende schied im dampfgesättigten finsteren Raum wiederholt und dauernd Wassertropfen aus. Hier wirkten offenbar die Parenchymzellen des unteren Schnitts wie Wurzelrindenzellen endosmotisch aufsaugend und wahrscheinlich pressten sie das eingesogene Wasser in die Gefässe, aus denen es dann an den Schnittflächen austrat."

Wie hier nachträglich bemerkt sei (durch ein Versehen wurden die einschlägigen Beobachtungen in der ersten Abhandlung, wo sie ihren Platz finden sollten, bei der Zusammenstellung ausgelassen) habe ich Halmstücke von *Avena*, *Panicum*, *Zea* und *Sorghum* untersucht. Auf frischen Querschnitten treiben dieselben, besonders kräftig in jüngeren Regionen, Saft aus. Die genaue Erkennung des Orts für den Saftaustritt ist einigermassen schwierig. Derselbe dringt hervor aus den Siebtheilen der Bündel, dann aus den zugehörigen Faserbündeln, eventuell auch, wenn sich eine Faserscheide rings um Sieb- und Trachealtheil erstreckt, rings um diese Theile aus der Faserscheide, demnach verschieden ausgiebig, je nach der Ausbildung dieser Scheiden, besonders ausgiebig da, wo wie im unteren Theil der Blattscheiden die Bastsichel kräftigst entwickelt ist. Für die Blattscheiden gilt überhaupt dasselbe wie für die Internodien

[1]) Vergl. aber hieher die Notiz über Wasseransammlung in den Schläuchen von *Carex vesicaria* am Schluss der Nachträge.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0086-7

Da die Bündel besonders im peripherischen Theil der Internodien gedrängt stehen, so ist die Saftausscheidung auch hier besonders reichlich, wo eine hypodermale Faserscheide entwickelt ist, tritt Saft aus dieser in zusammenhängender Lage. Wie weit von den Faserscheiden aus die Saftausscheidung sich in das umgebende Gewebe erstreckt, lässt sich nicht wohl angeben. Die Blutung ist oft sehr stark z. B. bei Mais auf Querschnitten von Achselsprösschen, welche sich reichlich mit süsschmeckendem Saft bedecken.

Abschnitte solcher Halme in Sand gesteckt treiben mehr weniger kräftig, oft sehr stark und anhaltend Saft aus, besonders die jüngeren, während jüngste und ältere eher zu bluten aufhören. *Zea* liefert reichlich wenigstens anfangs süsschmeckenden Saft, bisweilen ist derselbe gallertartig (aber dabei wasserklar und farblos), noch mehr zeigt sich diese letztere Beschaffenheit bei *Sorghum*, wo im wässrigen Saft einzelne, oft sehr grosse klare durchsichtige Tropfen gallertiger, ziemlich consistenter Substanz erscheinen, besonders deutlich auf Querschnitten von Blattscheiden, wo sich öfter erkennen lässt, dass diese Tropfen aus dem Gewebe zwischen den Gefässbündeln kommen. — Ob, wie Sachs angiebt, der Saft aus den Gefässen kommt, lässt sich nicht sicher ermitteln, mir ist es nach der Beobachtung selbst und nach Analogie anderer Pflanzen, wo die Verhältnisse besser zu übersehen sind, sehr unwahrscheinlich, und besonders wenn der ganze Trachealtheil von einem Faserring umscheidet ist, ist die Thätigkeit der Zellen des Grundgewebes in der angedeuteten Richtung wenig wahrscheinlich, weil dann der Saft erst durch die selbst saftausscheidenden Fasern hindurch bewegt werden müsste.

Bei *Avena* und *Panicum* trat auch und oft sehr reichlich Saftausscheidung in das Innere der Stengelhöhlen ein, auch dann, wenn der Querschnitt keinen Saft trieb. Die Internodialgegend der Knotennähe zeigte sich bei allen untersuchten Arten besonders befähigt zur Saftausscheidung, ebenso trat aus Querschnitten der Blattscheiden dieser Region oft sehr starke Blutung ein. Dass sich an der Saftausscheidung auf Querschnitten auch die Zellen des Grundgewebes zum mindesten betheiligen, ist nach anderweitigen Beobachtungen vorauszusetzen, bestimmt aber bei der Saftausscheidung in die Stengelhöhlen der Fall.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0087-3

— Bei *Sorghum* wurde auch Saftaustritt aus den Längsrändern von Blattscheiden beobachtet.[1])

Baranetzki (über die Periodizität des Blutens 1873 p. 53) beobachtete Saftausscheidung aus Aesten verschiedener *Acer*-Arten. Die fraglichen Aeste wurden mit dem unteren Ende in ein Gefäss mit Wasser gestellt, die untere Schnittfläche mit Kautschukplatte und Ochsenblase überbunden, „um den Ausfluss des Wassers aus den offenen Gefässen zu verhindern", dann über dem unteren Zweigende, 20 cm. entlang, die Rinde abgenommen, hiedurch der Holzkörper entblösst. Im Holzkörper waren in verschiedener Entfernung Einschnitte gemacht, aus welchen Saft floss, zuerst aus der untersten, dann aus der obersten Wunde, aus den oberen schwächer als aus den unteren. Die Blutung aus einem Aste wurde drei Wochen fort beobachtet, sie erlosch Ende März. Der Saft war anfangs süss, später bitter und zusammenziehend schmeckend.

Nach meinen Beobachtungen konnte bei diesem Resultate sehr wohl die Druckkrafterzeugung des Stammes selbst betheiligt gewesen sein, aber auch der Einfluss der Erwärmung durch die Sonne (die Versuchsäste waren von $10^1/_2$ Uhr Vormittags bis 4 oder 5 Uhr Nachmittags fortwährend besonnt) musste ebenso mitgewirkt haben, einerseits durch Steigerung der osmotischen Thätigkeit, andererseits durch Ausdehnung der in den Hohlräumen des Holzes enthaltenen Luftblasen. Letzterer Umstand war gewiss bei der Fortbewegung des durch die osmotisch thätigen Elemente in die Gefässe gepressten Safts und seinem Austritt an der Wundstelle wesentlich mitbetheiligt. — Birkenzweige zeigten unter gleichen Bedigungen keine Blutung.

Die eingehendste Aufmerksamkeit hat Pitra (l. c.) der aufgeworfenen Frage „über Druckerzeugung durch Stammorgane auf dem Wege osmotischer Thätigkeit der Stammzellen" gewidmet. Er führte Versuche aus 1) mit Zweigen, an welchen sich krautige Triebe befanden. Diese wurden ganz unter Wasser getaucht, so dass nur das dicke (morphologisch) untere Ende über dem Wasser blieb. Auf dies wurde eine Steigröhre aufgesetzt. Es trat Blutung ein bei Versuchen mit Linde, Kiefer, Eiche, Sauerkirsche, Birke, *Salix alba*; Apfel blutete nicht. 2) Es sollte nachgewiesen werden, wie sich die verschiedenen Organe bei der Saft-

[1]) Auf die weiteren Beobachtungen von Sachs über Saftausscheidung auf Querschnitten und die Reaction dieser Säfte (Bot. Ztg. 1862) werde ich speziell eingehen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0088-9

ausscheidung betheiligen, ob die Blätter nur aufsaugend wirken oder selbst Druckkräfte entfalten, eventuell wie gross ihre Leistungsfähigkeit sei; ob die jungen diesjährigen Triebe mehr Druckkraft enthalten als die vorjährigen und älteren Zweigstücke. Birkenzweige lieferten nach Beseitigung der Blätter keinen Saft, was auf 2 mögliche Ursachen zurückgeführt wird: entweder dass die Blätter allein die Druckkraft geleistet hätten oder dass die entlaubten Zweige den Saft nicht halten, sondern diesen durch die Schnittflächen der Blätter ausfliessen liessen. *Rumex crispus* lieferte Saft aus der unbeblätterten Inflorescenz, ebenso gaben Fruchtstände von *Sorbus aucuparia* auch ohne Blätter Saft, dann viel mehr bei Vorhandensein einer geringeren Früchtezahl, wonach Früchte keine Druckkraft erzeugen sollen u. s. w. 3) Versuche mit mehrjährigen Aststücken ohne Knospen und Blätter. Hiebei erhielt Verf. erst Resultate, als er nachfolgende Behandlung der Aststücke in Anwendung brachte: die untere Schnittfläche wurde durch Kautschukkappen oder Collodiumplatten verschlossen, ein Rindenring abgelöst und auch das Periderm von der grünen Rindenschicht abgenommen. Die Triebstücke waren ganz unter Wasser getaucht. Der Verschluss der unteren Schnittflächen sollte das Ausfliessen von Saft verhindern, das Abnehmen des Rindenrings die Wasseraufsaugung durch das entblösste Holz befördern. Die vollständige Untertauchung des Aststücks sei nothwendig, um das Austrocknen zu verhindern; für die Nothwendigkeit des Abschälens des Periderms, welche eine wesentliche Bedingung des Gelingens sei, wird kein bestimmter Grund angegeben, wahrscheinlich könne durch die grüne Rinde kein oder nur sehr wenig Wasser aufgenommen werden. Es sind 6 Versuche mit Birke, 4 mit *Prunus cerasus*, 1 mit *Quercus robur*, 1 mit *Salix alba* ausgeführt und bei allen Saftausscheidung beobachtet. 4) Versuche nach Analogie der Versuchsreihe 1, aber bei noch ruhenden Knospen, zur Zeit des Beginns der Saftströmung. Die anfänglichen Versuche im Herbst und Winter, besonders mit Linde, gaben keinen Erfolg. Resultate gaben blos die Versuche mit Birke, dagegen nicht jene mit 3 Weidenarten (worunter *S. caprea*), *Populus tremula*, *Corylus avellana*. 5) Vergleichende Beobachtungen zwischen Stamm- und Wurzeldruck. Es wurden Topfpflanzen in Stamm und Wurzel getrennt. Der Stamm war über dem Wurzelhals durchschnitten, auf den Wurzelhals ein Steigrohr aufgesetzt, ebenso auf die Schnittfläche des Stammes, welcher im belaubten

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0089-7

Zustande, das untere Ende nach aufwärts, unter Wasser gebracht wurde. Die Töpfe mit den Wurzeln wurden in Wasser gestellt. Bei einer Reihe von Pflanzen blutete weder Stamm noch Wurzelstock, bei anderen nur die Wurzel, bei anderen blutete die Wurzel stärker als der Stamm, manche zeigten gleiche Druckkraft von Stamm und Wurzel, bei anderen besass der Stamm grössere Druckkraft als die Wurzel, endlich blutete bei verschiedenen Pflanzen bloss der Stamm. 6) Beobachtungen in Betreff der Saftschwankungen (Periodizität des Saftausflusses). Im Allgemeinen wurden solche nicht beobachtet, 2 Versuche ausgenommen. — Der Verf. zieht aus seinen Versuchen in ganz entschiedener Weise den Schluss, dass von den Stammorganen eine Druckkraft erzeugende Wirkung, verursacht nach Art des Wurzeldrucks durch osmotische Thätigkeit der Zellen, ausgehe, resp. dass der bei seinen Versuchen beobachtete Saftausfluss auf diesen Ursachen beruht habe. „In Betreff der Hauptaufgabe, des Nachweises, ob die Stamm- oder Wurzeltheile gleich den Wurzeln bei gewissen Bedingungen die Erscheinungen des Blutens verursachen können, bin ich der Ueberzeugung, dass durch die angeführten Versuche diese Frage unbedingt entschieden ist.“ (l. c. pag. 516.)

Ebenso entschieden hat sich Böhm (Botanische Zeitung 1880 Nr. 3) gegen diese Schlussfolgerung ausgesprochen. Er wiederholte die Versuche Pitra's und fand dessen Resultate bestätigt, er führte aber die Aufnahme von Wasser durch die Versuchsstücke zurück auf die geringe Tension der in den Hohlräumen des Holzes enthaltenen Gase und deren Absorption durch das Wasser, die spätere Saftausscheidung auf eine in den Versuchszweigen unter den Versuchsbedingungen eintretende Gasentwicklung. Unter den Versuchsbedingungen sei ein Mangel an Sauerstoffzufuhr zu den lebenden Zellen der Versuchszweige vorauszusetzen, in diesem Falle aber müsste durch intramolekulare Athmung Kohlensäure erzeugt werden, dann müsste sich sich auch eine Gasentwicklung als Folge von Buttersäuregährung in den Zweigen einstellen. Nach früheren Versuchen des nämlichen Verfassers variirt der Zeitraum, innerhalb dessen Landpflanzen oder Theile derselben durch innere Athmung sich lebendig erhalten können, je nach Art und Qualität der sie constituirenden Zellen und nach der Beschaffenheit des sauerstofffreien Mediums, in welches sie gebracht werde. „Von 11 fingerdicken, 50 cm. langen Stecklingen der Bruchweide,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0090-1

welche vom 20. bis 24. Apzil mit ihrem unteren Ende in Wasser gestellt und dann bei Lichtabschluss und einer Temperatur von 14—31° C. bis 7. Juni über Kalilauge und Quecksilber in Wasserstoff gebracht wurden, erwiesen sich noch 9 mehr weniger entwicklungsfähig, während andere bei gleicher Temperatur in einem verdunkelten Cylinder ganz unter Wasser eingesenkte Zweige nach längstens 5 bis 6 Tagen stets völlig abgestorben waren. In letzterem Falle rochen die Stecklinge sowie das Wasser stark nach Buttersäure. Hieraus erklärt sich auch die Ursache, warum sich die Zweige in indifferenten sauerstofffreien Gasen weit länger lebend erhalten, als wenn dieselben unter Wasser getaucht werden. Bei diesen erfolgt der Tod zunächst nicht in Folge von Sauerstoffmangel, sondern in Folge von Buttersäuregährung, deren Fermente sich auf Kosten organischer Substanz nur in einem flüssigen Medium entwickeln."

Die eben gegebene Erklärung gilt nach Böhm zunächst für jene Versuche, welche lange Zeit dauerten und bei denen erst nach langer Zeit der Saftausfluss begann. Für solche bei denen die Blutung schon nach verhältnissmässig kurzer Zeit z. B. schon nach 20 Minuten anhob, erwähnt Verf., dass, „wenn die nach oben gekehrte Schnittfläche der Zweigstücke nicht mit einem Steigrohr, sondern mit einer kurzschenkeligen U-Röhre verbunden wird, der bei einer Temperatur über 20° C. nach einigen Tagen in eine Eprouvette abfliessende Saft gelb bis dunkelbraun gefärbt sei, ein Umstand, der sicher nicht zu Gunsten der Ansicht spricht, dass derselbe, sowie bei blutenden Wurzeln gesunder Pflanzen in Folge endosmotischer, in lebenden Zellen sich abspielender Prozesse ausgeschieden werde." Um eine osmotische Leistung könne es sich bei den Versuchen Pitra's auch deshalb nicht gehandelt haben, weil die Stärke, welche Pitra als Quelle der osmotisch wirkenden Substanz betrachtet, in lebenden Zellen bei Abschluss von Sauerstoff jedenfalls nur in sehr geringer Menge gelöst werden könne.

Endlich spricht nach Böhm gegen eine osmotische Druckleistung der Stammtheile 1. dass bei Stecklingen, welche im dunstgesättigten Raum nur mit dem unteren Ende in Wasser tauchen, 2. bei grünberindeten Zweigen und Aststücken, welche ganz unter Wasser versenkt, aber dem vollen Tageslicht ausgesetzt und deshalb gesund und lebensfähig bleiben, keine Blutung stattfindet. In der That hatte auch Pitra unter den Bedingungen von 1) keine Saftausscheidung erhalten und er

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0091-7

gibt auch an, wenn auch nicht bestimmt behauptend, dass bei Abhaltung des Lichts raschere und stärkere Blutung eintrete. Zu erwähnen ist aber, dass Böhm auch positive Resultate erhielt, wenn die Aststücke unverletzt waren und deren untere Schnittfläche offen blieb, wenn nur die Aststücke ziemlich dick und recht lang waren. Es ist auch zu constatiren, dass Böhm (wie andere Forscher) vorausgesetzt, wenn durch irgend welche Kräfte Saft aus einem Aststück gepresst werde, dieser zunächst aus den Gefässen stamme.

Während sich die letzteren Einwendungen wohl durch den Hinweis auf meine Beobachtungen erledigen lassen,[1]) ist es im Uebrigen gewiss nicht in Abrede zu stellen, dass die Einwendungen Böhm's gegen die Schlussfolgerungen von Pitra einen thatsächlichen Hintergrund haben und wenigstens zum Theil berechtigt sind. Dies zeigt sich auch, wenn man die näheren Erläuterungen, welche Pitra mehreren Versuchen beigegeben hat, erwägt, z. B. bei Versuch 13 (mit *Vitis*), wo am Schlusse des Versuchs, welcher vom 8. bis 17. Juli dauerte, die grünen Triebe „aufgeweicht" waren, oder bei Versuch 15 a und b, wo während der Saftausscheidung Luftblasen auf der Schnittfläche erschienen. Dazu kommt die Länge der Dauer der meisten Versuche, nicht bis die Saftausscheidung überhaupt begann,[2]) sondern bis eine erkleckliche Steigung der Saftschichte in der Röhre erreicht wurde. Man muss sich wohl vorstellen, es möchte eine tagelang bei warmer Witterung in Berührung mit den Zweigstücken stehende Saftschichte selbst Veränderungen erleiden (gerade die Cambialschichten und Weichbastelemente werden unter diesen Umständen rasche Zersetzung erleiden und können dann nach meinen Beobachtungen eine bedeutende Menge Zersetzungssaft liefern, ohne dass eine gleichzeitige Entwickelung von Gasblasen stattfindet[3])) und diese möchten auf die lebenden Zellen der Versuchsstücke ungünstig einwirken und so Erscheinungen hervorrufen, welche nichts weiter als Folge von Zersetzungen sind. Es liegt klar am Tage, dass die Versuchsbedingungen für Aeusserung normaler Fähigkeiten so ungünstig wie möglich gelagert waren. Wie schon erwähnt,

[1]) Auf einige Punkte komme ich noch zurück.

[2]) Nach neueren Versuchen trifft dies auch öfter überhaupt nicht zu.

[3]) Die Ansicht Pfeffers (Physiol. I p. 158), als müsste bei den von Zersetzungen rührenden Saftausscheidungen immer Gasentwicklung stattfinden, ist irrthümlich.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0092-3

ist aber eine lebende Zelle sehr erheblich von einer mit osmotischer Substanz gefüllten Schweinsblase verschieden, und Aeusserungen ihrer normalen Fähigkeiten setzen mehr voraus, als Zufuhr von Wasser.

Aber nach den Beobachtungen, welche ich selbst angestellt habe unter gewiss sehr viel weniger schädigenden Umständen geht Böhm zu weit, wenn er gänzlich in Abrede stellt, dass bei den Versuchen Pitra's überhaupt keine osmotische Leistung von Stammzellen stattgefunden habe, wenn sich auch die Tragweite und Grösse dieser Betheiligung nicht näher bestimmen lassen, unter Umständen auch die ganze Saftausscheidung auf Zersetzungsvorgängen beruht haben wird. Der Werth einer nach dieser Methode festgestellten Höhe der Druckerzeugung ist, abgesehen von anderen Ursachen, schon aus den eben angegebenen Gründen ein sehr problematischer, oder ich will gleich sagen, diese Druckhöhen lassen gar keinen Schluss auf normale Fähigkeiten der einzelnen Versuchsobjekte zu.

Der erste Punkt, welcher gegen die Art und Weise, wie Pitra verfuhr, spricht, ist demnach der Umstand, dass die Möglichkeit zu nahe liegt, es kämen blos Zersetzungserscheinungen zum Ausdruck, günstigen Falls weiss man nicht, was man hievon einer eventuellen osmotischen Thätigkeit der ausscheidenden Gewebe oder einer Zersetzung zuschreiben soll, besonders da die Mittheilungen Pitra's für einen kritischen Einblick nicht genau genug sind. Zweitens kann auf diesem Wege überhaupt kein genügender Einblick in die inneren Vorgänge erhalten werden, also auch eine Verwerthung der constatirten Erscheinungen für die Aufklärung der Vorgänge in den lebenden Pflanzen, was ja doch der Endzweck ist, nicht erlangt werden. Wie oben gezeigt wurde, scheiden auch andere Schichten als das Holz Saft aus und zwar oft sehr viel mehr als dieses, es verhalten sich jüngere und ältere in verschiedenen Schichten sehr von einander abweichend u. s. w., dies Alles und vieles andere ist aber bei der Versuchsanstellung nicht zu erkennen, dieselbe könnte höchstens zu einer ganz oberflächlichen Einsicht führen.

Dazu kommt, dass aus vielen Versuchsobjekten auch Säfte austreten, welche Secretbehältern entstammen, die sich nach der Beobachtungsweise Pitra's dem eventuell ausgeschiedenen Saft beimengen,[1]) seine Masse vermehren, unter Umständen auch,

[1]) Diese Fehlerquelle hat auch Wilson (Pfeffer's Physiol. I p. 156) bei seinen Beobachtungen an *Ampelopsis* übersehen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0093-9

wenn selbst genügend osmotisch wirksam, in ausgiebigem Masse Wasser aus dem Zweige nachsaugen müssten, z. B. wenn Gummischleim bei *Tilia*-Aesten hervordringt. Uebrigens ist zu bemerken, dass die Verwendung langausgedehnter, mit vielen Verzweigungen versehener Aststücke keineswegs ohne Weiteres als für das Resultat günstig gehalten werden muss. Nach dem, was mir selbst in dieser Beziehung bekannt, auch zum Theil in den oben mitgetheilten Untersuchungen enthalten ist, ist die Möglichkeit viel näher liegend, dass von den osmotisch thätigen Zellen nur ein kleiner Theil die saftliefernde Fähigkeit gerade auf dem oberen Querschnitt zum Ausdruck bringt, während die tiefer liegenden, dann die der Oberfläche näheren ihren Saft auf einem anderen Wege fortbefördern werden. Es ist z. B. sehr unwahrscheinlich, dass ein an einem Zweigstück sitzendes Blatt, dessen Druckleistung auf dem Querschnitt des zugehörigen oder gar eines älteren Astes geprüft werden soll, gerade auf diesem Querschnitt Saft ausscheiden soll, anstatt da, wo der Widerstand viel geringer, die Möglichkeit für den Saftaustritt viel näher liegt.

Schon hieraus ergibt sich die Unsicherheit der Schlüsse, welche Pitra aus den vergleichenden Versuchen über Druckleistung verschiedener Glieder der nämlichen Pflanze gezogen hat. Das Haupthemmniss bildet hier das so ungemein verschiedene individuelle Verhalten nebst der Legion von Umständen, die sonst noch in Betracht kommen und von denen ein Theil bereits oben angedeutet wurde. Diese Erwägungen machen für jetzt allgemeine Schlussfolgerungen unmöglich, und gerade Pitra's Versuche berechtigen hiezu um so weniger, da die Verhältnisse für die zu vergleichenden Organe noch viel ungleicher waren, als bei meinen Versuchen, da die Theile verschieden tief in Wasser tauchten, also auch gewiss in verschiedenem Masse durch Sauerstoffmangel leiden konnten u. s. w. Diese Bemerkungen gelten ebenso auch für die vergleichenden Beobachtungen zwischen Stamm- und Wurzeldruck. Einerseits könnte die Wurzel deshalb mehr Druckkraft leisten, weil sie sie sich im gewohnten Medium befindet, weil sie mit vielen zarten, zur Wasseraufnahme organisirten Theilen versehen ist, während sich die Stammtheile gewiss in unnatürlichen Bedingungen befinden. Anderseits aber könnte auch die Thätigkeit der Wurzeln vermindert sein, weil die Töpfe sich im Wasser befanden. Wir wissen aber, wie schädlich dies unter Umstän-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0094-5

den auf die Wurzeln wirken muss, wie leicht hiebei Sauerstoffmangel eintreten kann; es könnte sehr wohl ihr Wachsthum- und ihre osmotische Thätigkeit gehemmt werden oder wohl gar Absterben derselben eintreten. Nun vertragen aber gewiss verschiedene Pflanzen diese Bodennässe verschieden gut, es wäre mit einem Worte sehr wohl möglich, dass in diesem oder jenem Falle die Blutung der Wurzeln aus solchen Gründen unterblieben ist. Endlich kommen auch hier wieder die individuellen Verschiedenheiten in Betracht, in Folge deren, wie man oft genug beobachten kann, bei sonst blutenden Gewächsen keine Spur von Saftausscheidung auf Querschnitten von Wurzelstöcken stattfindet. Diese Verschiedenheiten gestatten eine Schlussfolgerung nur auf Grund sehr ausgedehnter Versuche.

Es ist zu bemerken, dass mehrere Versuche Pitra's Ergebnisse lieferten, welche meinen Beobachtungen widersprechen. Zum grössten Theil erledigten sich diese Differenzen durch obige Bemerkungen, auf wenige wird späterhin zurückzukommen sein.

Schliesslich wären noch einige Angaben zu berücksichtigen, in denen ebenfalls, aber aus nicht ad hoc angestellten Versuchen, auf Druckerzeugung von Stammtheilen geschlossen wird.

So erwähnt Pitra, dass sich schon aus mehreren älteren Beobachtungen ein Schluss auf die Existenz und Thätigkeit eines Stammdrucks ziehen lasse. So hatten Hofmeister und Unger beobachtet, „dass die Differenz in der Steighöhe des Quecksilbers in den Manometern, welche auf verschiedener Höhe derselben Pflanze aufgesetzt waren, nicht so übereinstimmend der Differenz entsprechen, welche vorausgesetzt werden muss, wenn der Stamm nur als Leitungsorgan betrachtet wird.“ Wenn nun auch die Beobachtungen in der That eine Thätigkeit des Stamms in der vermutheten Richtung ergeben haben, so haben immerhin diese Beobachtungen Hofmeister's und Unger's als Beweismittel für den vorliegenden Fall keinen Werth, es wäre auch irrig, dieselben ohne Weiteres durch Zuhülfenahme der Stammthätigkeit zu erklären, weil sie ja auch von anderen Ursachen hervorgerufen sein konnten.

In ähnlicher Weise sind auch zweideutig die Beobachtungen Baranetzki's (l. c. pag. 52). Derselbe hatte auf eine Betheiligung des „Holzkörpers“ geschlossen aus den Beobachtungen über Blutung aus Stengelquerschnitten bewurzelter Pflanzen von *Helianthus annuus* und *Ricinus insignis*. Von zwei „in allen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0095-1

Beziehungen einander vollständig gleichenden" Pflanzen wurden auf verschiedener Höhe (4 resp. 30 cm.) über der Erdoberfläche die Stengel abgeschnitten. Verf. setzt auseinander, dass man nach der Theorie, dass das Bluten seine Ursache in der osmotischen Thätigkeit der Parenchymzellen der Wurzeln seinen Sitz habe, während der Holzkörper von Wurzeln und Stengeln unthätig sei, hätte erwarten müssen, dass aus den längeren Stengelstumpfen weniger Saft ausfliessen würde als aus den kürzeren, wegen der vermehrten Reibung (und des grösseren Gewichts der Saftsäule) in den längeren Stengelstücken. Der Versuch ergab aber grössere Ausflussmengen für das längere Stengelende. Von 2 *Ricinus*-Pflanzen wurde der einen ein Stengelstumpf von 4, der anderen von 25 cm. gelassen: auch hier blutete der längere Stumpf stärker.[1])

Auf die gleichzeitig bezüglich der Periodizität des Saftausflusses gemachten Bemerkungen ist nicht weiter einzugehen, da diese Periodizität überhaupt unter den durch diese Untersuchungen ermittelten Gesichtspunkten eines erneuten Studiums bedarf. Beim Versuch mit *Helianthus* kommt in Betracht, dass der gleichzeitige Ausfluss von Saft aus den Oelgängen nicht berücksichtigt ist, der in den längeren Stengeln und besonders deren jüngeren Regionen reichlicher gewesen sein musste; dass die Zahl der verglichenen Individuen eine viel zu geringe ist für einen massgebenden Vergleich, dass die Betheiligung des Holzkörpers aus der etwa vermehrten Saftausscheidung nicht zu erschliessen ist, weil auch andere Gewebe Saft liefern (bei meinen Versuchen mit Abschnitten der gleichen Pflanze, I. Abhandlung l. c. p. 93, trat viel Saft aus dem Mark aus). Aehnliches gilt für den *Ricinus*-Versuch. Uebrigens ist hervorzuheben, dass das längere Stück keineswegs in allen Fällen mehr Saft auf dem Querschnitt liefern kann, dass es vielmehr auf das Alter der betreffenden Querschnittsregion und die hiemit in Zusammenhang stehenden Veränderungen des Querschnitts ankommt. Es sind hieher die in der ersten Abhandlung (l. c. p. 69) mitgetheilten Beobachtungen an Kartoffelstengeln, welche unter der Einwirkung des Wurzeldrucks bluteten, zu vergleichen.

September 1881.

[1]) Detmer, Theorie des Wurzeldrucks p. 18, erhielt widersprechende Resultate.

(Schluss folgt.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03547-0096-7

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: 66

Autor(en)/Author(s): Kraus Carl

Artikel/Article: Untersuchungen über den Säftedruck der Pflanzen 81-94