

## 18. C. Kraus: Die Saftleistung der Maiswurzel.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 11. März 1884.

Nachdem auf Grund der Versuche mit höchster Wahrscheinlichkeit der Satz ausgesprochen werden konnte<sup>1)</sup>, dass es eine allen jüngeren Wurzeltheilen gemeinsame Fähigkeit ist, auf Querschnitten des Stammes Saft zum Austritt zu bringen und so die Erscheinung des Wurzeldrucks hervorzurufen, war es die nächste Aufgabe, das zum Aufbau einer auf die thatsächlichen Verhältnisse begründeten Theorie erforderliche Material durch specielle Untersuchung zu gewinnen, namentlich festzustellen, wie sich die Leistung der einzelnen Gewebeformen einer thätigen Wurzel für sich und im normalen Gewebsverbande gestaltet. Es war nothwendig, den üblichen Weg zu verlassen, der darin besteht, auf den Stammquerschnitt eine Röhre aufzusetzen, die Höhe, bis zu welcher der Saft emporsteigt, zu bestimmen oder auch die erreichbare Druckhöhe oder ausfliessende Saftquantität in ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen zu ermitteln. Es lässt sich leicht zeigen, dass dieser Weg zu keiner tieferen Einsicht führen kann.

Das erste Object, welches in eingehende Untersuchung genommen wurde, waren die Wurzelknollen von *Dahlia variabilis*<sup>1)</sup>. Die Untersuchung derselben lenkte zugleich die Aufmerksamkeit auf die Fortbewegung der organischen Substanz im Innern der Pflanze auf dem Wege der Filtration und lieferte Belege dafür, dass einseitige Betonung der Saftbewegung durch Osmose mit den thatsächlichen Verhältnissen nicht im Einklang steht; auch konnte auf tief greifende Beziehungen zwischen der Filtrationsbewegung einerseits, den Verhältnissen der Gewebespannung und den mit dem Alter der Zellen der Wurzelknollen eintretenden Gestaltsveränderungen andererseits hingewiesen werden.

Als zweites Object habe ich die Wurzeln von *Zea mais* vorgenommen, und ich möchte aus diesen Untersuchungen hier einige Sätze zur vorläufigen Mittheilung bringen.

1. Als Ausgangspunkt der Untersuchung war festzustellen, wie sich die einzelnen Gewebeformen hinsichtlich der Saftentleerung auf eben

1) Die Saftleistung der Wurzeln, besonders ihrer jüngsten Theile. I. Abhandlung: Ueber Verbreitung und Nachweis des Blutungsdrucks der Wurzeln. Forschungen auf dem Geb. der Agriculturphysik, herausgeg. von E. Wollny. Bd. V., Heft 5, p. 432—462. — II. Abhandlung: Die Saftleistung der Wurzelknollen von *Dahlia variabilis* Ibid. Bd. II, Heft 5, p. 395—459.

hergestellten Querschnittsflächen verhalten, welche Qualität die entleerten Säfte besitzen, und wie sich diese Verhältnisse in den successiven Entwicklungsstadien ändern. Es ergab sich, dass durch die Untersuchungen von Sachs, welcher bereits die Orte des Saftaustritts und die Qualität der ausgeschiedenen Säfte zu ermitteln suchte, der Sachverhalt nicht erschöpft ist; dass nach der von diesem Autor angewandten Methode verschiedene, für unseren Zweck wichtige Thatsachen der Beobachtung entgehen, demnach diese Methode bei alleiniger schematischer Anwendung nicht genügt.

Als Untersuchungsobjekt dienten in erster Linie die starken Knotenwurzeln kräftiger Maispflanzen. Diese Wurzeln lassen schon zufolge ihrer Dicke eine genauere Einsicht in die Vorgänge der Saftentleerung und eine Unterscheidung der beteiligten Schichten zu, sie gestatten ausserdem eine sehr bequeme und länger dauernde Beobachtung, wenn sie nicht abgeschnitten werden, sondern die Stammstücke, denen sie entspringen, in nassen Sand kommen, die zu beobachtende Wurzel nach aufwärts gekehrt. Im Allgemeinen wirkt eine Reihe von Umständen zusammen, um die Beobachtungen so durchführen zu können, dass Vorkommnisse wahrgenommen werden, welche nur ungenügend oder gar nicht zur Geltung kommen, wenn man abgeschnittene Wurzeln auf Reagenspapier drückt.

Die nach aufwärts gekehrten Schnittflächen wurden scharf beobachtet, die nämliche Schnittfläche vielfach stundenlang fast ununterbrochen in's Auge gefasst, die Ausscheidungen un~~aus~~gesetzt mit dem Reagenspapier controlirt. Längere Fortsetzung der Beobachtungen ist unbedingt erforderlich.

2. Wie schon Sachs fand, enthält das embryonale Gewebe der Spitze alkalischen Saft. Dicht unter der äussersten Spitze markirt sich ein blauer Ring als Abdruck auf dem Reagenspapier, der gefässbildenden äusseren Region des centralen Bündels entsprechend. Schon nicht weit unter der äussersten Spitze ist die Saftentleerung aus dieser Region vielfach ausserordentlich kräftig und anhaltend<sup>1)</sup>, so dass sich die Schnittfläche mit einer hohen, nach dem Abtrocknen sich immer wieder erneuernden Kuppe alkalischen Safts überdeckt. — Seltener lässt sich dies Verhalten hinsichtlich der Ausscheidung alkalischen Safts viele Millimeter weit abwärts von der Spitze verfolgen, meist tritt schon wenige Millimeter unter der Spitze eine Aenderung ein: am aufgedrückten Reagenspapier erhält man zwar auch hier noch wie weiter abwärts einen blauen Abdruck des gefässführenden Rings; tupft man aber den nach jedesmaligem Abtrocknen frisch aus der Gefässzone hervorsprudelnden Saft mit Reagenspapier ab, so erhält man stark saure Reaktion, und vielfach ist nach wenigen Sekunden die Schnittfläche mit einer starken Kuppe intensiv sauren Saftes bedeckt, die sich nach dem Abtrocknen

1) Diese reichlichen Saftentleerungen auf Durchschnitten dicht unter der Spitze müssen gewiss das Wachsthum der Wurzeln beeinträchtigen.

stundenlang fort immer wieder und zwar aus der Gefässzone, deutlich nicht aus den grossen Gefässen, erneuert. Interessant ist solche anhaltende Entleerung stark sauren Safts aus der Gefässzone auf Querschnitten, welche dicht am Ansatz der Knotenwurzeln geführt sind, so dass nur mehr ganz kurze, noch am Mutterstamm befindliche Stummel übrig bleiben, bei denen das Volumen des saftliefernden Gewebes sicher geringer ist als jenes des allmählig austretenden sauren Safts. Im Einzelnen zeigen sich verschiedene Modifikationen, namentlich ist bemerkenswerth, dass öfter der zunächst aus der Gefässzone ausquellende Saft alkalisch oder auch neutral ist, um dann in saure Reaktion überzugehen, oder es dringt zuerst saurer und dann alkalischer oder neutraler Saft hervor.

Der gefässführende Ring besteht aus Tracheen und englumigem Parenchym, welchem die Siebtheile in bekannter Anordnung eingelagert sind. Das Parenchym enthält sauren, das Phloem alkalischen Saft. Aus der Zusammenwirkung dieser Ausscheidungen ergeben sich die Complicationen in der Ausscheidung sauren und alkalischen Safts, wie sie ebenso bei den Saftentleerungen aus den Querschnitten der Gefässbündel der Maisstengel stattfinden.

3. Bei einigem Zuwarten treibt das Parenchym der Rinde und des Centrums, dessen Saft meist schon wenige Millimeter unter der Spitze stark sauer ist, Saft von meist intensiv saurer Reaktion mehr oder weniger reichlich, manchmal ausserordentlich reichlich und anhaltend, auf dem Querschnitt hervor. Oft geschieht diese Ausscheidung erst nach einem Stadium der Unthätigkeit, während dessen der Querschnitt trocken ist. Besonders an noch am Mutterstamm befindlichen, nicht zu langen Knotenwurzeln ist diese Ausscheidung sauren Safts sehr stark, hier beobachtet man auch selbst dann reichliche Entleerung, wenn die Wurzeln hart am Ansatz am Mutterstamm abgeschnitten sind. Das Gewebe der Gefässzone liefert, nachdem die schon erwähnte, anfängliche, reichliche Entleerung stark sauren Safts nach stundenlanger Dauer aufgehört hat, keinen sauren Saft mehr, vielmehr quillt aus ihm sehr reichlich und anhaltend klarer Saft von ziemlich neutraler Reaktion hervor, deutlich nicht aus den grossen Gefässen. Erneuert man an solchen, neutralen Saft treibenden Wurzeln die Schnittfläche durch Wegnahme eines möglichst dünnen Scheibchens, so sprudelt sofort wieder intensiv saurer Saft aus der Gefässzone, um nach Stunden wieder durch neutralen Saft, aus der nämlichen Zone ausgeschieden, ersetzt zu werden.

4. Bekanntlich äussert sich der Wurzeldruck der Maispflanze einmal darin, dass aus den Blättern, besonders an deren Spitzen, Tropfen wasserklaren Safts austreten, dann darin, dass auf Querschnitten des Stammes reichliche Saftmengen hervorquellen. Die Qualität dieser beiderlei Ausscheidungen ist aber erheblich verschieden: der Blattblutungs saft reagirt meist ziemlich neutral oder höchstens schwach



sauer (in Fällen, wo er stark sauer reagirt, liegen Verletzungen der Blätter oder abnorme Verhältnisse vor), während der Querschnittsaft immer intensiv sauer ist. Ebenso reagirt der auf Blattdurchschnitten erscheinende Saft. Der normalen Falls an der Oberfläche der Blätter erscheinende, ziemlich neutrale Saft entspricht der Hauptsache nach der Qualität des Safts, welcher von den thätigen Wurzelzellen in die Tracheen gepresst und in der Pflanze emporgehoben wird. Der auf Stammdurchschnitten bewurzelter Pflanzen hervorkommende Saft ist reicher an organischer Substanz und verdankt diese nicht direkt der Leistung der Wurzeln. Ebensolcher Saft entleert sich auch anhaltend und reichlich aus unbewurzelten Stammabschnitten, aus den Querschnitten der Gefässbündel. Diese Ausscheidungen unbewurzelter Stammstücke, besonders jüngerer, sind sehr erheblicher Art und genügen, um nach kurzer Zeit Ansammlung einer hohen Kuppe alkalischen und sauren Safts auf der Wundfläche hervorzurufen. Ein kolbentragender Achselspross, 12 *cm* unter der Kolbenbasis abgeschnitten, dann in Wasser getaucht und so angebracht, dass der Saft von der Schnittfläche in eine Messröhre abtropfen konnte, lieferte beispielsweise in 15 Stunden 5 *ccm* eines klaren, stark sauren Safts. Volum des Kolbens sammt 6 Lieschen 115 *ccm*. Auch Keimpflanzen, denen die Wurzel genommen, deren Stengel im ersten Internodium durchschnitten ist, entleeren auf dem Querschnitt reichliche Mengen intensiv sauren Safts.

Hieraus ergibt sich, dass die Substanzen, welche den Blutungssaft der Querschnitte so stark sauer machen, mit der Leistung der Wurzeln an sich Nichts zu thun haben, demnach auch die Höhe, bis zu welcher der Saft in auf die Schnittfläche gesetzten Röhren steigt, keinen Anhaltspunkt für die Wurzeleistung im Gewebzusammenhange gewährt. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die substanzreichen Säfte, welche aus den Stämmen verschiedener Monokotylen (Palmen, Agave) auf Wundflächen entleert werden, denselben Ursprung haben, wie die analogen Saftentleerungen der Maisstämme, und dass ihre Entleerung mit der Thätigkeit des Wurzelsystems, welches wohl ebenso ziemlich neutralen Saft von geringer Concentration liefert, blos insofern in Zusammenhang steht, als die Thätigkeit der Wurzeln die Entleerung befördert und in Gang hält. Es wird nothwendig werden, nach weiterer Klärung dieser Fragen die Verschiedenartigkeit der unter dem Namen „Blutung“ zusammen gefassten Erscheinungen auch in der Bezeichnungsweise zum Ausdruck zu bringen.

5. Die Tracheen der unverletzten Wurzel sind umgeben von Elementen, deren Saft in hoher Spannung steht. Gleichwohl tritt weder an die Oberfläche der Wurzel noch in die Tracheen saurer Saft in grösserer Quantität über. Wir müssen annehmen, dass die Zellen, welche die Tracheen zunächst umgeben, sich in ähnlicher Weise ver-

halten, wie jene, welche die Wundfläche begrenzend den weiteren Austritt sauren Safts aus den tiefer gelegenen Elementen an der Wundfläche verhindern. Wie der Umstand, dass Erneuerung der Schnittfläche unter Wegnahme einer äusserst dünnen Schichte genügt, um neuerdings stark sauren Saft hervorsprudeln zu lassen, ergibt, vermag schon entsprechende Veränderung einer ganz dünnen Schichte dem sauren Saft den Austritt zu verwehren. Als Analogie aus dem thierischen Körper ist an die Regulirung der Filtrationsvorgänge durch die Qualität der Epithelien zu erinnern.

6. Da sich die Entleerung sauren Safts aus dem gefässführenden Ring nicht auf die jüngsten Partien der Wurzeln beschränkt, musste man erwarten, dass die Blutungsfähigkeit der Maispflanzen noch nicht zu Ende geht, wenn man die jüngeren Wurzelregionen abschneidet. Dass es nicht angeht, als Symptome dieser Thätigkeit die Saftergiessungen auf Stengeldurchschnitten zu beobachten, ergibt sich aus dem hierüber bereits Gesagten, wohl aber lässt die Tropfenbildung an der Oberfläche der Blätter einen Schluss auf die Thätigkeit der Wurzeln zu, wobei aber, da nicht alles, was an der Oberfläche der Blätter an Saft erscheint, von der Thätigkeit der Wurzeln rührt, die Ausscheidungen mit dem Reagenspapier zu controliren sind. In zahlreichen Fällen wurde constatirt, dass Beseitigung von 5 mm der Wurzelspitze die Blutung aus den Blättern keinen Augenblick zum Stillstand bringt. Aber auch weitergehende Verstümmelungen z. B. Abschneiden der Spitze auf eine Länge von 40—50 mm brachte die Blutung nicht zum Erlöschen, wenn sie auch, offenbar infolge des Saftverlustes an der Wundfläche, vorübergehend nachliess. Natürlich kommt es nicht allein darauf an, wieviel von der Spitze abgeschnitten wird, sondern auch, wieviel von der Wurzel noch übrig bleibt, in welchem Alterszustand sich das bleibende Stück befindet, wie lang die Blätter sind, an deren Oberfläche der Saft erscheinen soll. Es wurde selbst dann noch Ausscheidung neutralen Safts an der Blattoberfläche beobachtet, wenn die Wurzel auch ganz entfernt und nur das erste Internodium vorhanden war.

---

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [2](#)

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

Artikel/Article: [Die Saftleistung der Maiswurzel 115-119](#)