

68. A. Zimmermann: Zur physiologischen Anatomie des trachealen Systemes. I.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 17. November 1923. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Während über den Gefäßbündelverlauf in jungen Stengeln eine große Anzahl von Untersuchungen vorliegt, fehlt es bisher fast ganz an ähnlichen Untersuchungen über den Verlauf und Zusammenhang der Gefäßstränge innerhalb der mit einem geschlossenen Holzkörper versehenen älteren Stengel und Stämme. Nach verschiedenen Angaben könnte man aber annehmen, daß seitliche Verbindungen zwischen diesen Gefäßsträngen nicht vorhanden seien. So hat schon SACHS (I, 394) beobachtet, daß bei chlorotischen Kugelakazien, bei denen mit Hilfe eines Trichters Eisenlösung in den Holzkörper des Stammes eingeführt war, nur die über der Einführungsstelle befindlichen Zweige ergrünten. Ferner fand TSCHERMAK (I) bei zahlreichen Versuchen, bei denen er Farbstofflösungen von beschränkten Teilen des Wurzelsystems oder des Stengelquerschnittes aufnehmen ließ, daß der Farbstoff in scharf begrenzten, der „Rektaszension“ entsprechenden Streifen aufstieg, und er schloß daraus, daß die einzelnen Zweige von bestimmten Teilen des Wurzelsystemes ernährt werden. Sehr bemerkenswert ist in dieser Hinsicht auch ein Versuch von SIDORINE (I), bei dem von dem Wurzelsysteme junger Maispflanzen die eine Hälfte in eisenfreier, die andere in eisenhaltiger Nährlösung gehalten war. Nach einiger Zeit war an diesen Pflanzen zu beobachten, daß sogar von einzelnen Blättern die eine Hälfte starke Chlorose zeigte, während die andere eine normal grüne Farbe besaß.

Es fragt sich nun aber doch, ob wir aus diesen Versuchen auf das Fehlen seitlicher Verbindungen zwischen den einzelnen Gefäßsträngen schließen können. Bei den Maisblättern läßt sich ja leicht durch anatomische Untersuchung feststellen, daß die einzelnen Längsnerven durch feine Quernerven miteinander verbunden sind. Man kann sich ferner auch leicht davon überzeugen, daß diese Verbindungen sofort in Wirksamkeit treten, wenn nur genügende Saugungsdifferenzen zwischen den Längsnerven vorhanden sind. Wenn man z. B. mit einem Korkbohrer an einem Maisblatt Löcher von etwa 1 cm Durchmesser anbringt und dasselbe dann

an der Basis unter einer intensiv gefärbten Eosinlösung um einige Zentimeter verkürzt, so kann man sehen, daß der Farbstoff schnell in den Längsnerven emporsteigt und durch die Queranastomosen auch in die über dem Loche befindlichen Gefäßbündel übertritt. Halbiert man dagegen ein Maisblatt an der Basis durch einen Längsschnitt in zwei Hälften und verkürzt die eine Hälfte unter Eosinlösung, die andere unter Wasser, so beobachtet man, daß die eine Blatthälfte sich intensiv rot färbt, während die andere ihre rein grüne Farbe behält. Es ist dies offenbar dadurch zu erklären, daß in diesem Falle die beiden Blatthälften gleich leicht Wasser aufnehmen konnten, und daß infolgedessen zwischen den einzelnen Gefäßsträngen keine Saugungsdifferenzen vorhanden waren, die eine Wanderung zwischen denselben hätten veranlassen können. In ähnlicher Weise dürfte nun auch der SIDORINEsche Versuch zu erklären sein, bei dem sich ja auch die verschiedenen Teile des Wurzelsystems und der transpirierenden Flächen unter den gleichen Bedingungen befanden.

Es lag nun nahe zu untersuchen, ob sich nicht unter ähnlichen Versuchsbedingungen auch im Holzkörper der Dikotylen Querverbindungen zwischen den einzelnen Gefäßsträngen würden nachweisen lassen. In der Tat ist dies nun auch leicht möglich. Wenn man z. B. Zweige von Linden, Zitterpappeln oder Weiden an der Basis spaltet und die eine Hälfte unter Eosin-, die andere unter Methylenblaulösung um etwa 15 cm verkürzt, so kann man namentlich an den später geschälten Zweigen gut beobachten, daß die Farbstoffe meist senkrecht emporsteigen und scharf gegeneinander abgegrenzt sind. Verkürzt man ferner die eine Zweighälfte unter Eosin- oder Methylenblaulösung, die andere unter Wasser, so wird man den Farbstoff meist nur an der einen Seite des Zweiges emporsteigen sehen. In einigen Fällen konnte ich allerdings auch beobachten, daß der Farbstoff an einzelnen Stellen auch in die in Wasser tauchende Hälfte des Zweiges fast bis zum Grunde derselben vorgedrungen war. Wie dies zu erklären ist, vermag ich noch nicht mit voller Sicherheit anzugeben.

Verkürzt man nun aber nur die eine Hälfte eines am Grunde gespaltenen Zweiges unter einer Farbstofflösung und läßt die andere frei in die Luft ragen, so daß sie kein Wasser aufnehmen kann, so beobachtet man, daß der Farbstoff sich ganz allgemein ziemlich schnell auch in der Querrichtung ausbreitet und nach wenigen Stunden bis zur gegenüberliegenden Seite des Stengels gelangt und auch in den in die Luft ragenden Stumpf eindringt. Daß diese Ausbreitung des Farbstoffes nicht etwa durch Diffusion im Lumen

oder in den Wandungen der Holzzellen, sondern durch eine in dem Lumen der Gefäße durch Saugungsdifferenzen hervorgerufene Massenbewegung bewirkt wird, folgt daraus, daß bei den beiden zuerst beschriebenen Versuchen, bei denen keine Saugungsdifferenzen vorhanden waren, im allgemeinen keine merkliche Ausbreitung des Farbstoffes in der Querrichtung stattfand, und zwar auch dann nicht, wenn der Versuch über einen bedeutend längeren Zeitraum ausgedehnt war. Zu ähnlichen Ergebnissen haben auch zahlreiche andere Versuche geführt, die ich hier mit Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Raum nicht beschreiben kann.

Erwähnen will ich jedoch, daß bei mikroskopischer Untersuchung von Zweigen, die Eosin und Methylenblau aufgenommen hatten, häufig beobachtet wurde, daß an den Berührungsflächen zwischen den rot und blau gefärbten Partien die Gefäßwände eine violette Färbung zeigten, woraus hervorgeht, daß in diesen Gefäßen beide Farbstoffe gewandert waren. Daß auch in diesem Falle Diffusion nicht mitgewirkt haben konnte, folgt daraus, daß violette Gefäße auch an Stellen beobachtet wurden, an denen die zwischen den Gefäßsträngen gelegenen Holzzellen noch gänzlich farblos waren.

Können wir somit nach diesen Beobachtungen als erwiesen ansehen, daß auch im Holzkörper der Dikotylen seitliche Verbindungen zwischen den einzelnen Gefäßsträngen bestehen, so dürfte es doch erwünscht erscheinen, durch anatomische Untersuchungen festzustellen, in welcher Weise diese Verbindungen hergestellt werden. Das Vorkommen ähnlicher Erscheinungen, wie ich (1, 95) sie speziell bei *Telfairia pedata* beobachten konnte, bei der durch Verschiebung in den Knoten eine vollständige Vermischung der den verschiedenen Gefäßbündeln angehörigen Gefäßreihen bewirkt wird, ist in denjenigen Fällen, in denen die Farbstoffe, wenn keine Saugungsdifferenzen vorhanden waren, der Längsrichtung folgen, ausgeschlossen. Wir haben es auch wohl bei *Telfairia* mit einer speziellen Anpassungserscheinung zu tun, die durch die große Länge der Stengel und die in den Internodien vorhandene Trennung der einzelnen Gefäßbündel durch breite primäre Markstrahlen veranlaßt wurde. Immerhin dürfte es wohl von Interesse sein, durch weitere Beobachtungen festzustellen, ob ähnliche Erscheinungen auch bei anderen Pflanzen zu beobachten sind.

Im allgemeinen scheint nun aber die Verbindung zwischen den einzelnen Gefäßsträngen dadurch bewirkt zu werden, daß dieselben nicht genau senkrecht im Stengel emporsteigen, sondern einen mehr oder weniger stark geschlängelten Verlauf besitzen, wodurch sie mit den benachbarten Strängen in Kontakt gebracht

werden. Bemerkenswert ist in dieser Beziehung eine Angabe von EWART (I, 364), nach der in den Stengeln von *Wistaria chinensis*

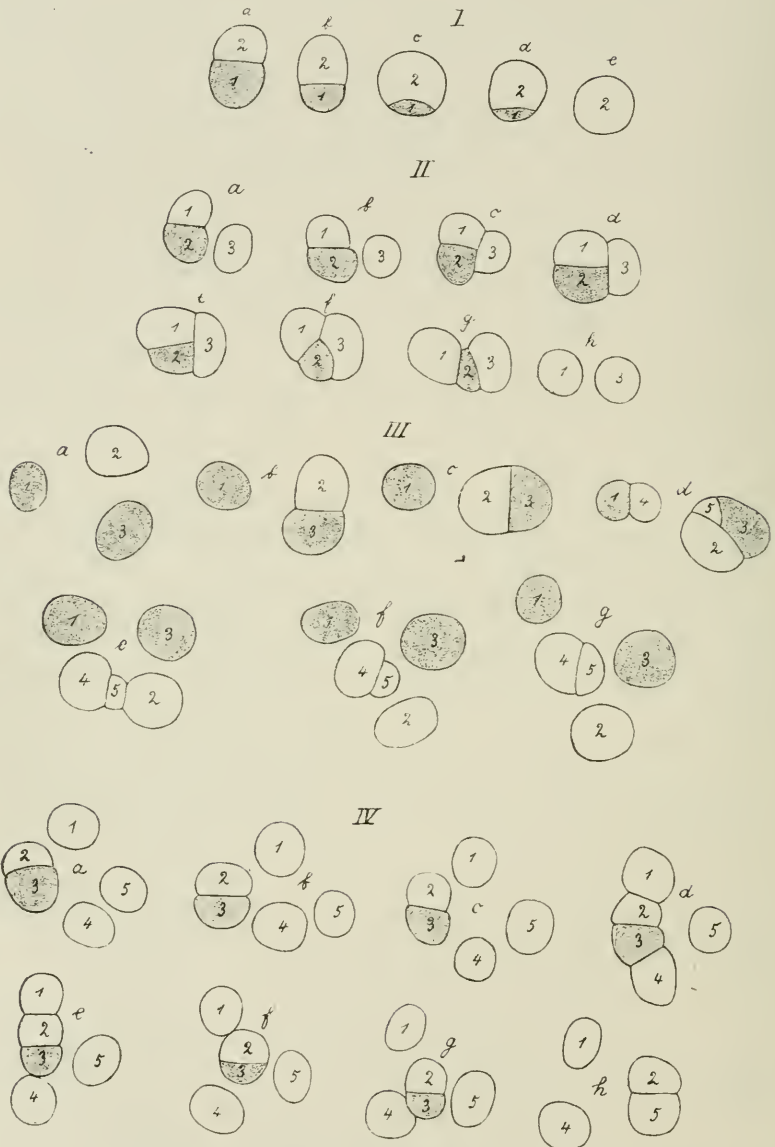


Abb. 1. Konsekutive Querschnitte durch benachbarte Gefäße aus einem Zweig von *Salix babylonica*.

starke radiale und tangentielle Krümmungen der Gefäße zu beobachten sind und auch bei verschiedenen Bäumen ähnliche Erscheinungen vorkommen. Ob aber hierdurch eine Verbindung der

einzelnen Gefäßstränge bewirkt wird, hat der genannte Autor anscheinend nicht untersucht.

Von dem geschlängelten Verlauf der Gefäßbündel kann man sich aber z. B. leicht überzeugen, wenn man Zweigstücke unter mit Berliner Blau gefärbter Gelatine verkürzt und etwas dicke Längsschnitte von denselben in Glyzerin oder nach dem Aufhellen in Nelkenöl oder Kanadabalsam untersucht.

Noch genauer läßt sich aber der Gefäßverlauf an konsekutiven Querschnitten von derartigen Zweigstücken feststellen. Man kann an denselben die sichere Verfolgung der einzelnen Gefäßreihen noch dadurch erleichtern, daß man von dem betreffenden Zweigstücke an dem mit der gefärbten Gelatine injizierten Ende ein 1–2 cm langes Stück fortschneidet und dann verdünnte Fuchsinlösung in dasselbe einsaugt, die dann naturgemäß nur in den an der Schnittfläche nicht von Gelatine erfüllten Gefäßen emporsteigt. In einiger Entfernung von der Schnittfläche hat man dann auf dem gleichen Querschnitt mit Gelatine erfüllte und leere Gefäße nebeneinander, wodurch es ermöglicht wird, die gleichen Gefäße mit Sicherheit zu verfolgen. Ich habe nun bei Zweigen von *Salix babylonica* einige solche Schnittserien untersucht und konnte feststellen, daß die Gruppierung der einzelnen Gefäße sich fortwährend ändert, und daß namentlich die Gefäßenden meist mit mehreren Gefäßen in Berührung treten, wie dies auch die beigegegebene Abbildung zeigt, in der die einzelnen Gefäße, die auf größeren Übersichtsbildern mit Sicherheit verfolgt werden konnten, durch entsprechende Numerierung kenntlich gemacht sind. Die injizierten Gefäße sind ferner durch feine Punktierung kenntlich gemacht. In der Serie I ist nun zunächst das spitz zulaufende Ende eines injizierten Gefäßes (1), das nur mit einem nicht injizierten Gefäße in Berührung tritt, zu verfolgen. In der Serie II tritt dagegen das Ende des injizierten Gefäßes (2) mit zwei anderen Gefäßen in Berührung. In der Serie III ist das Auftreten von zwei nicht injizierten Gefäßen (4 und 5), von denen das eine mit einem, das andere mit zwei Gefäßen in Berührung steht, zu verfolgen. Die Serie IV zeigt schließlich das Ende von einem injizierten Gefäße und auch ziemlich weit gehende Verschiebungen zwischen den anderen Gefäßen.

Ähnliche Verschiebungen konnten auch noch bei verschiedenen anderen Gefäßreihen beobachtet werden. Es dürfte aber sicher von Interesse sein, diese Beobachtungen noch weiter auszudehnen und auch andere Hölzer in der gleichen Weise zu untersuchen.

Literaturverzeichnis.

- EWART, A. J., I. The ascent of water in trees. II. (Phil. Trans. Roy. Soc. London 1908, Vol. 199, p. 341)
- SACHS, J. v., I. Erfahrungen über die Behandlung chlorotischer Gartenpflanzen. (Ges. Abhandl. 1892, Bd. I, S. 388.)
- SIDORINE, M., I. Sur l'assimilation du fer par les plantes. (Rec. des travaux du lab. d'agronomie. 1914, Vol. 10, p. 241.)
- TSCHERMAK, E., I. Über die Bahnen von Farbstoff- und Salzlösungen in dikotylen Kraut- und Holzgewächsen. (Sitzungsber. Akad. d. Wi-s. Wien 1896, Bd. 105, I., S. 41.)
- ZIMMERMANN, A., I. Die Cucurbitaceen. Heft 1. Jena 1922.

69. Fr. Tobler: Vorkommen und Abbau von Flechtenstärke.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 28. November 1923. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

EVA MAMELI hat 1919 (Atti dell'Ist. Bot. Pavia, N. S. XVII) zuerst wieder die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen der sogenannten Flechtenstärke gelenkt. Bei ihren Untersuchungen über das Auftreten anderer Kohlehydrate hat sie bei einer ganzen Reihe heteromerer Flechten mit grünen Algen Körnchen gefunden, die mit verdünnter Jodlösung deutliche Blaufärbung annahmen, die anscheinend auch im Polarisationsmikroskop bei gekreuzten Nicols leuchteten und bisweilen sogar das schwarze Kreuz erkennen ließen. (Dies bei den besonders großen von *Anaptychia*). Die gegenteiligen Angaben von SCHNEIDER, CLAUTRIAU und ZACHARIAS sieht MAMELI als widerlegt an. Das Gewicht ihrer eigenen erhöhte sie durch die gleichzeitigen über andere Kohlehydrate bei Flechten.

Die Angaben MAMELIs schienen mir anfangs noch nicht völlig einwandfrei, weil der Nachweis der Stärkenatur mir unzureichend vorkam. Außerdem war eine gelegentliche Bemerkung über den Ort des Vorkommens der Körner im Thallus sehr auffallend: „Die Körnchen finden sich immer entweder in den Gonidien oder außerhalb von ihnen, aber ihnen sehr nahe.“ Das Vorkommen außerhalb der Gonidien mußte für den Stoffwechsel der Flechte und unsere Anschauung davon näher untersucht werden, um so mehr, als MAMELI selbst über diesen Punkt keinerlei weitere Bemerkungen macht.

Ich untersuchte im Laufe eines Jahres die mir in jeder

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Zimmermann Albrecht

Artikel/Article: [Zur physiologischen Anatomie des trachealen Systemes. I. 401-406](#)