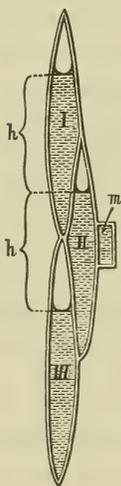


42. A. Zimmermann: Zur Godlewski'schen Theorie der Wasserbewegung in den Pflanzen.

Eingegangen am 29. Juli 1885.

Nach der Godlewski'schen Theorie der Wasserbewegung in der Pflanze¹⁾ findet bekanntlich in den lebenden Zellen des Holzes ein periodischer Wechsel in der wasseranziehenden Kraft des Zellsaftes statt, infolgedessen bald Wasser in die Zellen des trachealen Systems hineingepresst, bald aus diesen wieder aufgesogen wird. Dies abwechselnde Saugen und Pressen vermag nun nach Godlewski dadurch eine Hebung des Wassers hervorzubringen, dass die Luft in den unteren Tracheiden eine grössere Dichtigkeit besitzt als in den oberen.

Es scheint auf den ersten Blick in der That sehr plausibel, dass in Folge dessen bei der Saugung Wasser aus den tiefer liegenden Tracheiden angezogen wird, da dasselbe in diesen ja unter einem höheren Drucke steht als in den oberen, und dass umgekehrt bei der folgenden Wasserausstossung dasselbe in die höheren Tracheiden hineingepresst wird. Als ich jedoch die Godlewski'sche Theorie auf bestimmte Schemata übertrug, wurde es mir klar, dass dieselbe ebensowenig wie die Theorien von Böhm und Hartig das Steigen des Wassers auf grössere Höhen als 10 *m* zu erklären im Stande ist. Da sich nun die genannte Theorie in Folge mancher unleugbaren Vorzüge bereits eines beträchtlichen Ansehens unter den Pflanzen-Physiologen zu erfreuen scheint, dürfte es nicht überflüssig sein, diese rein theoretischen Bedenken gegen dieselbe hier mitzutheilen.



Ich benutze hierzu ein möglichst einfaches Schema (s. nebenstehende Figur). Dasselbe stellt 3 in einer Längsreihe liegende Tracheiden (I, II und III) in der Tangentialansicht dar: an die mittlere grenzt eine Markstrahlzelle (*m*). Jede Tracheide sei nur zum Theil mit Wasser, zum Theil mit Luft gefüllt — ich zeichne die Luftblasen der Einfachheit halber an das obere Ende. Der Druck, den die Luftblasen auf das Wasser ausüben, möge nun ferner ausgedrückt werden durch die Wassersäule, die demselben das Gleichgewicht zu halten vermag und betrage in den einzelnen Tracheiden d_1 , d_2 und d_3 . Die Höhe der Wassersäulen sei endlich in sämtlichen Tracheiden h und der Filtrationswiderstand der Hoftüpfel-

1) cf. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XV. p. 592 seq.

schliesshäute möge — ebenfalls durch die entsprechende Wassersäule ausgedrückt — f betragen.

Wir wollen nun zunächst die Frage erörtern, was geschieht, wenn die Markstrahlzelle mit einem Ueberdruck d Wasser in die anliegende Tracheide (II) hineinpresst, so dass in dieser, wenn sie isolirt wäre, der Druck $d_2 + d$ herrschen würde.

Offenbar hat das Wasser, um in die obere Tracheide zu gelangen, zunächst den Druck d , und den Filtrationswiderstand f zu überwinden, ausserdem aber noch die Wassersäule h zu heben. Es wird also nach I. nur dann Wasser gepresst werden können, wenn

$$d_2 + d > d_1 + f + h$$

oder wenn

$$d_2 + d - d_1 > f + h,$$

d. h. wenn nach der Wasserausstossung durch die Markstrahlzelle zwischen den Tracheiden II und I eine Druckdifferenz besteht, die grösser ist als der Druck der in I vorhandenen Wassersäule, vermehrt um den Filtrationswiderstand der Hoftüpfelschliessmembranen.

Das nach der unteren Tracheide (III) strömende Wasser hat nun ebenfalls den Druck d_3 und den Filtrationswiderstand f zu überwinden; die Wassersäule h wirkt in diesem Falle aber offenbar beschleunigend auf die Bewegung, und es wird daher ein Uebertritt nach der unteren Tracheide erfolgen, wenn

$$d_2 + d > d_3 + f - h$$

oder

$$d_2 + d - d_3 > f - h,$$

d. h. wenn der betreffende Druckunterschied grösser ist als der Filtrationswiderstand der Membranen, vermindert um den Druck der eingeschlossenen Wassersäule.

In Wirklichkeit wird nun offenbar das Wasser in diejenige Tracheide übertreten müssen, welche dem Einstrom den geringsten Widerstand bietet; also nach Obigem in die obere Tracheide (I), wenn

$$d_3 + f - h > d_1 + f + h$$

oder wenn

$$d_3 - d_1 > 2 h$$

In Worten heisst dies also: das Wasser wird in die obere Tracheide steigen, wenn der Druckunterschied zwischen der in III und der in I eingeschlossenen Luft grösser ist als der Druck der zwischen den Meniscen in I und III liegenden Wassersäule. Ist dagegen der genannte Druckunterschied geringer als diese Wassersäule, so wird offenbar das Wasser in die untere Tracheide übertreten müssen, während in dem Grenzfall, wo jene Grössen gleich sind, gleich viel Wasser in die obere und in die untere Tracheide übertritt.

Nach der Godlewski'schen Theorie soll nun stets eine Bewegung des Wassers nach oben hin erfolgen. Es müssen dann also nach obigen Deduktionen die Differenzen des Luftdruckes zwischen zwei übereinander liegenden Tracheiden, mögen dieselben nun beliebig weit von einander entfernt sein, grösser sein als der Druck, der durch den verticalen Abstand der eingeschlossenen Meniscen bestimmten Wassersäule. Demnach würde schon in einem 10 *m* hohen Baume zwischen der untersten und obersten Tracheide ein Druckunterschied von mindestens 1 Atmosphäre vorhanden sein, in 50 *m* hohen Bäumen müsste diese Grösse sogar 5 Atmosphären gleich kommen, eine Annahme, die offenbar unseren thatsächlichen Beobachtungen nicht entspricht.

In ganz analoger Weise lässt sich nun nachweisen, dass bei der osmotischen Saugung der Markstrahlencelle nur dann aus der unteren Zelle (III) Wasser emporgeschafft wird, wenn dieselben Druckdifferenzen in den eingeschlossenen Luftblasen vorhanden sind, wenn

$$d_3 - h - f > d_1 + h - f$$

oder

$$d_3 - d_1 > 2h$$

Es verdient jedoch noch hervorgehoben zu werden, dass die von der Godlewski'schen Theorie geforderten Druckdifferenzen derartige sind, dass sie bei Vernachlässigung des Filtrationswiderstandes der Membranen schon ohne Mitwirkung der Markstrahlen ein Steigen des Wassers bewirken würden, und es erscheint mir auch a priori nicht wahrscheinlich, dass das Spiel der Markstrahlen, in der Gestalt, wie es Godlewski annimmt, eine nach oben gerichtete Componente liefern sollte. Jedenfalls glaube ich aber in dem Vorstehenden den exacten Nachweis geliefert zu haben, dass die Godlewski'sche Theorie unter Zugrundelegung des obigen Schemas eine physikalische Unmöglichkeit ist. Ich habe nun auch noch unter verschiedenen Annahmen — namentlich der eines nicht zusammenhängenden Wasserfadens — das Problem zu behandeln gesucht, aber stets stiess ich auf gleiche Schwierigkeiten.

Leipzig, Bot. Inst. der Kgl. Universität.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [3](#)

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

Artikel/Article: [Zur Godlewski'schen Theorie der Wasserbewegung in den Pflanzen 290-292](#)