

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVI. Band.

1. August 1896.

Nr. 15.

Inhalt: **Möbius**, Uebersicht der Theorien über die Wasserbewegung in den Pflanzen. — **Lombroso**, Die neuesten anatomischen Entdeckungen zur Anthropologie der Verbrecher. — **Lebedinsky**, Zur Entwicklungsgeschichte der Nemertinen. — Ergebnisse einer zoologischen Forschungsreise in den Molukken und in Borneo, im Auftrage der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft auf Kosten der Rüppelstiftung ausgeführt von Prof. Dr. W. Kükenthal.

Uebersicht der Theorien über die Wasserbewegung in den Pflanzen.

Von **M. Möbius**.

Dass Flüssigkeit von den Pflanzen aus der Erde aufgenommen wird, ist eine so alltägliche Erscheinung, dass zu keiner Zeit Zweifel an ihr entstanden sind. Auch ist es den früheren Naturbeobachtern nicht weiter aufgefallen, dass diese Flüssigkeit entgegen dem Gesetze der Schwere in die Höhe steigt, denn man hatte es ja hier nicht mit toten Körpern, sondern lebenden Wesen zu thun und konnte als Wirkung von deren Lebenskraft Manches betrachten, was einer rein physikalischen Erklärung unzugänglich erschien. Zudem hatte man keine rechte Vorstellung davon, welcher Art die in den Pflanzen aufsteigende Flüssigkeit sei. Während Aristoteles angenommen hatte, dass ein ganz fertig gebildeter Nahrungssaft den Pflanzen von der Erde dargeboten werde, aus dem sie ihre Organe nur zu gestalten hätten, glaubte van Helmont im Anfange des 17. Jahrhunderts beweisen zu können, dass die Pflanze die Fähigkeit besitze, aus reinem Wasser alle ihre Stoffe in sich zu erzeugen. Erst als man die verschiedenen Teile der Pflanze als Organe zu betrachten, sich also von den Funktionen dieser Teile eine Vorstellung zu bilden anfing, konnte von einer Theorie der Wasserbewegung die Rede sein. Diese bildete man sich anfangs nach Analogie des Blutkreislaufes der Tiere. Malpighi, einer der Begründer der Pflanzenanatomie, ist wohl der erste, der von der Leitung und Hebung des von den Wurzeln aufgenommenen Nahrungssaftes (alimentitius

humor in radicibus percolatus) sich eine bestimmte Vorstellung bildete, die faserigen Elemente des Holzes (fibras seu fistulas ligneas) als Bahn für diese Leitung betrachtete und den Saft durch den Druck der Luft in die Höhe steigen ließ [urgente non solum aëre externo, sed etiam concluso intra tracheas sursum pellitur]¹⁾. Da offenbar nach seiner Ansicht der Saft nur Tropfen für Tropfen gehoben wird, so scheint es ihm nicht schwierig zu erklären, dass er bis zu beliebiger Höhe gelangt: *mimina quaelibet guttula veluti per funem seu per gradus ad ingens deducitur fastigium*²⁾.

Es musste nun zunächst gezeigt werden, welche große Quantitäten von Wasser in einer Pflanze aufsteigen, damit erkannt würde, welches Problem hier zu lösen sei, nämlich auf welche Weise die verhältnismäßig große Menge Wasser nicht nur in die Höhe steige, sondern auch bis zu einer Höhe von über 100 Metern, nämlich bis zur Spitze der höchsten Bäume, die ja diese Höhe nicht erreichen könnten, wenn nicht das Wasser auch bis in die äußerste Blattspitze gelangte. Es war Stephan Hales, der zuerst nachwies, dass es sich nicht bloß um das von der Pflanze direkt verbrauchte Wasser, also einen *alimentitium humorem*, sondern auch und vor allen Dingen um den Ersatz des verdunsteten Wassers handelt. Hales maß die von den Wurzeln aufgesogenen und von den Blättern verdunsteten Wassermengen und ihm erschien die Wasserbewegung im Wesentlichen nur als ein Transpirationsstrom, indem er die Bedeutung des Wassers für die Ernährung der Pflanze zu sehr vernachlässigte, wie er ja auch die Blätter nur als transpirierende Organe ansah und das bessere Verständnis Malpighi's, der in ihnen schon Ernährungsorgane erkannt hatte, unbeachtet ließ. Im zweiten Hauptstücke seiner „Statik der Gewächse“³⁾ unternimmt es der Verf. „die Kraft zu entdecken, die die Erdgewächse anwenden müssen, Feuchtigkeit einzuziehen“. „Dem Pflanzenwerke mangelt es an solchem kräftigem Werkzeuge, dergleichen in Tieren durch ein abwechselndes Ausdehnen und Zusammenziehen, das Blut zwinget, in Puls- und Blutadern fortzulaufen. Daher hat die Natur, sie schadlos zu halten, ihnen andere wirksame Mittel und Bewegungskräfte verliehen, damit sie Saft anziehen, erheben und in Bewegung halten können, weil in diesem Saft ihr Leben bestehet“. Diese Kraft ist nun nach ihm dieselbe, welche in quellungsfähigen und porösen Körpern wirksam ist, also die Imbibition und Kapillarität, welche beiden er nicht recht auseinanderhält, die aber allerdings auch ineinander übergehen. Wie also Asche, Schwamm u. dergl. Wasser

1) Dieses und die vorhergehenden Citate nach *Anatome Plantarum, Pars altera*, p. 87, London 1679.

2) *l. c. pars prior*, p. 5, London 1675.

3) Ich citiere nach der deutschen Uebersetzung von Ch. Wolff, Halle 1748. Das Original erschien zuerst 1727.

aufsaugt und weiter leitet, „aus eben diesem Grunde kommt es her, dass die Pflanzen durch ihre kleinen Haarröhren die Feuchtigkeit so stark an sich ziehen, wie wir so umständlich in vorhergehenden Erfahrungen gesehen haben“. Offenbar denkt sich Hales die faserigen Elemente in Holz und Rinde ähnlich wirkend wie die Fasern eines Doctes.

Wo die Wasserbewegung eigentlich stattfindet, scheint ihm nicht recht klar zu sein; aus seinen Versuchen mit abgesechnittenen Zweigen schließt er, dass der Saft zwischen Rinde und Holz so gut aufsteige, als in anderen Teilen und es ist ihm „höchst wahrscheinlich, dass der Saft auch durch die der Sonne am meisten ausgesetzten Teile steige, darunter dann die Rinde gehöret“. Der sogenannte Ringelungsversuch, bei dem an einem in Wasser gesetzten Zweige ein ringförmiges Stück Rinde entfernt wird, dient ihm nicht zum Beweise, dass das Wasser nur durch das Holz steigt und dadurch die Blätter über dem geringelten Stück frisch erhält, sondern daraus, dass diese Blätter zu gleicher Zeit mit denen der nicht geringelten Zweige welken, schließt er, dass kein absteigender Saft an der Ringelungsstelle aufgehalten werde, sonst würden die ersteren Blätter länger frisch bleiben als die letzteren.

Wir übergangen nun, was von folgenden Forschern, wie von Dutrochet, der die Bewegung des im Holze aufsteigenden Wassers transpirierender Pflanzen durch Endosmose von Zelle zu Zelle zu erklären versuchte, von P. de Candolle u. a. für Hypothesen über die Saftsteigung aufgestellt wurden, da von keinem derselben ernsthaft geprüft wurde, ob die angenommenen Kräfte nach den physikalischen Gesetzen ausreichend sind, das Wasser bis in die Spitzen der höchsten Bäume zu heben, noch auch, ob die Verhältnisse in der Struktur und Beschaffenheit der pflanzlichen Gewebe die angenommenen Kräfte wirklich thätig sein lassen können. Wir haben Malpighi und Hales erwähnt, weil sie die Frage überhaupt zuerst zu beantworten versuchten, und wir erwähnen nun sogleich den Physiologen, der zuerst eine Theorie der Wasserbewegung aufstellte, die wenigstens den eben geforderten Bedingungen entsprechen sollte, nämlich Sachs, dessen sogenannte Imbibitionstheorie längere Zeit als die einzig mögliche Lösung der schwierigen Frage erschien. Sie wurde von ihm in seiner Experimental-Physiologie (in Hofmeister's Handbuch, 1865) zuerst ausführlich dargelegt, wo, wie er selbst später sagt, noch manche aus früheren Zeiten überkommene Irrtümer beibehalten, andere aber beseitigt sind. Auf welche Weise und in welchen Publikationen er seine Theorie allmählich ausgestaltet hat, gibt er in der vierten Anmerkung auf S. 225 der zweiten Auflage seiner Vorlesungen über Pflanzenphysiologie an. Sachs behauptet nun, auf zahlreiche Untersuchungen

1) Vergl. hierzu Sachs, Geschichte der Botanik, S. 553 ff.

gestützt, dass die Hohlräume der Holzzellen und Holzgefäße, wenigstens zu der Zeit, da ein rascher Wasserstrom im Holzkörper aufsteigt, überhaupt nicht mit Wasser, sondern mit Luft gefüllt sind, dass also von einer kapillaren Hebung des Wassers in den Pflanzen nicht die Rede sein könne. Es bleibt ihm somit als Weg für das Wasser nur der in den Membranen der Holzelemente übrig und er nimmt an, dass die verholzten Membranen eine eigentümliche Struktur besitzen, und sich dadurch auszeichnen, „dass sie verhältnismäßig nur wenig Wasser in sich aufnehmen, dass dieses wenige Imbibitionswasser jedoch in ihnen auffallend beweglich ist“. „Als das Hauptergebnis aller bisherigen Betrachtungen bleibt nun das bestehen, dass es sich bei dem aufsteigenden Wasserstrom um die Bewegung der einzelnen Wassermoleküle handelt, welche zwischen den Molekülen der Holzzellwände enthalten sind. Dabei steht soviel fest, dass diese Bewegung nur dann eintreten kann, wenn am oberen Ende dieses Systems die Holzzellwände einen Teil ihrer Wassermoleküle verlieren. Durch diesen Verlust wird ihr Sättigungszustand mit Wasser gestört, das Gleichgewicht verändert: die wasserärmer gewordenen Partien der Holzzellwände werden das Gleichgewicht herzustellen suchen dadurch, dass sie den nächstbenachbarten Holzzellen Wasser zu entziehen suchen, die ihrerseits aus demselben Grunde es wieder von tieferen Teilen des Holzkörpers in sich aufnehmen, bis sich endlich diese rückgreifende Bewegung von der Laubkrone einer Landpflanze durch den Stamm hinab bis in die jungen Wurzeln fortpflanzt, welche das Wasser aus der Erde aufnehmen“. Nach dieser Theorie kann also das Wasser in verholzten Membranen zu einer ganz beliebigen Höhe steigen, „weil es gleichgiltig ist, ob ein einzelnes Wassermolekül 10 oder 100 Meter hoch in den Holzwänden enthalten ist“. Das Problem, die hebenden Kräfte zu finden, schien gelöst, nachdem die Endosmose und die Kapillarität als unverwendbar für die Lösung erkannt worden waren. Allein wenn auch Sachs auf Grund seiner Beobachtungen und Experimente davon überzeugt war, dass die Hohlräume der Holzfasern und -gefäße nur Luft enthalten, kein Wasser, so schien dies doch vielen Anderen zweifelhaft und mit dem Nachweise des Fehlens oder des Vorhandenseins von Wasser in den Gefäßen und Tracheiden stand und fiel die Imbibitionstheorie.

Dass die Bewegung des Wassers nicht in den Wänden, sondern in den Hohlräumen der Gefäße erfolge, ist zuerst mit Nachdruck gegen Sachs hervorgehoben und beharrlich weiterhin behauptet worden von J. Böhm, der aber das Unglück hatte, lange Zeit kein Gehör bei seinen Fachgenossen zu finden. Wenn er erkannt hatte, dass das Wasser in den Hohlräumen der Gefäße steige, so musste er natürlich auch eine ganz andere Erklärung der Saftsteigung geben und so stellte er seine sogenannte Luftdrucktheorie auf: „Die durch Transpiration

bedingte Wasserbewegung in den safterfüllten Zellen parenchymatischer Gewebe, ebenso wie die in den saftleitenden Hohlräumen des Splintes, ist ein durch Druckdifferenzen in den benachbarten Zellen bedingter Saugungsprozess“. Wir können hier nicht näher auf die Böhm'sche Theorie eingehen und erklären, wie er sich es denkt, dass der Luftdruck das Wasser höher treibt, als 10 Meter, was dem Drucke einer Atmosphäre entspricht. Er scheint anfangs in den Druckdifferenzen eine genügende Erklärung für die Wasserhebung gefunden zu haben, in einer seiner letzten Abhandlungen¹⁾ jedoch, in der er die Frage nach den Ursachen der Wasserbewegung in transpirierenden Pflanzen endgiltig beantwortet zu haben glaubt, schließt er mit den Worten: „Die Wasseraufsaugung durch die Wurzeln und das Saftsteigen werden durch Kapillarität, die Wasserversorgung des Blattparenchyms wird durch den Luftdruck bewirkt“.

Auch R. Hartig²⁾ glaubt die Wasserbewegung aus den Druckdifferenzen der im Holze eingeschlossenen Luft und des äußeren Luftdruckes einerseits und aus der Kapillarität andererseits rein mechanisch erklären zu können. Seine Theorie, die sogenannte Gasdrucktheorie, ist aber ziemlich kompliziert, so dass hier auch auf diese nicht näher eingegangen werden kann. Die Imbibitionstheorie hat er einer eingehenden Kritik und Widerlegung unterzogen, denn seine Untersuchungen über die Verteilung des Wassers in dem Holze ergaben im Gegensatze zu denen von Sachs, „dass zu jeder Zeit, sogar während der stärksten Transpiration, die Lumina der Zellen und Gefäße nicht lauter Luft, sondern auch bedeutende Mengen von flüssigem Wasser enthalten“.

Schließlich muss hier noch erwähnt werden, dass es den französischen Forschern Vesque und Capus gelang, an freigelegten Gefäßen die Bewegung des Wassers innerhalb derselben direkt wahrzunehmen, und dass sie dadurch viel dazu beigetragen haben, die Annahme zur Gewissheit zu machen, dass der Transpirationsstrom sich nicht in den Wänden, sondern in den Hohlräumen der Holzelemente bewegt.

Bevor wir weitergehen, scheint es angebracht, zu betonen, dass in den bisherigen und folgenden Theorien die Transpiration zwar immer als die Veranlassung zur Wasserbewegung betrachtet wird, dass es sich aber bei ihnen nur um die das Wasser wirklich hebenden Kräfte handelt. Die Transpiration kann jedoch nicht als hebende Kraft wirken, sondern ist nur die Ursache, welche andere Kräfte in Wirkung treten lässt, gerade so wie die Flamme einer Lampe, d. h. die Verwandlung des Oeles in Dampf und die Zersetzung desselben durch die Wärme nur die Ursache ist, dass neues Oel durch den Docht nachgesogen

1) Berichte der deutschen bot. Gesellschaft, Bd. VII, S. (46), 1889.

2) In Hinsicht auf die Darstellung und Widerlegung der Hartig'schen Theorie sei auf Godlewski's unten zu citierende Arbeit verwiesen.

wird, als welches aber nur kraft der Kapillarität desselben geschehen kann. Die Transpiration also kommt als Ursache der Wasserbewegung bei jeder Theorie in Betracht, es handelt sich nur darum, die lebenden Kräfte zu finden. Was gegen die Sachs'sche Imbibitionstheorie einzuwenden ist, haben wir gesehen; dass eine osmotische Wirkung von Zelle zu Zelle weder mit den Konzentrationsverhältnissen des Zellsaftes noch mit der Schnelligkeit der Wasserbewegung in Einklang steht, ist leicht nachzuweisen; da auch die Kapillarität nicht ausreicht und die rein mechanischen Theorien von Hartig und Böhm einer eingehenden Kritik nicht Stand halten, so liegt es nahe, der Kraft des lebendigen Protoplasmas einen Anteil an der Wasserhebung zuzuschreiben: weil nun in den Holzgefäßen und Tracheiden kein Protoplasma mehr enthalten ist, so musste man annehmen, dass die Parenchym- und Markstrahlzellen des Holzes an der Wasserhebung beteiligt sind.

Dies geschah zuerst von Westermaier¹⁾, der die Wasserbewegung, wie sie nach seiner Theorie stattfindet, selbst als Kletterbewegung bezeichnet, indem er sie vergleicht mit einem Klettern auf einer Leiter, wobei die die Wassersäulen in den Kapillaren haltenden Kräfte die festen Sprossen, die endosmotische Kraft der lebenden Zellen die hebende und bewegende Kraft darstellen. Die lebenden Zellen sollen das Wasser aus dem unteren Teile der Kapillaren — wenn man sich der Einfachheit wegen so ausdrücken darf — saugen und es in deren oberen Teil hineinfltrieren. Mit dieser Annahme soll auch die Struktur der Holzelemente in Einklang stehen und die Hebung des Wassers bis in die höchsten Spitzen der Bäume leicht zu erklären sein.

Kurz darauf wurde von Godlewski²⁾ eine Theorie der Wasserbewegung aufgestellt, welche mit der Westermaier'schen das Gemeinsame hat, dass sie ebenfalls die parenchymatischen lebenden Elemente des Holzes für die Hebung in Anspruch nimmt. Godlewski erläutert seine Theorie hauptsächlich am Coniferenholze, das nur aus Tracheiden und Markstrahlen besteht, erklärt aber ausdrücklich, dass sie auch für das Holz der Laubbäume, das daneben noch Gefäße und Parenchym enthält, giltig sei. Der Unterschied zwischen der Godlewski'schen und der Westermaier'schen Theorie besteht, wie ersterer selbst angibt darin, dass nach der seinigen die Zellen der Markstrahlen und des Holzparenchyms nur als Stempel der Saugpumpen wirken, durch welche das Wasser aufwärts getrieben wird, die Gefäße und Tracheiden aber die Röhren dieser Pumpen, in denen sich das Wasser fortbewegt, darstellen, dass nach Westermaier dagegen die lebenden Zellen des Holzes die Strombahn des Wassers selbst bilden und die Gefäße und Tracheiden nur als Reservoir dienen,

1) Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. I, 1883.

2) Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 15, 1884.

in welche das Wasser aus den lebenden Zellen ausgegossen und in denen es durch Kapillarität so lange gehalten wird, bis es wieder durch die und in den lebenden Zellen weiter gehoben wird.

Während nun noch einige Physiologen, wie Dufour und Hansen¹⁾ zu Gunsten der Imbibitionstheorie eintraten, unternahm es Janse²⁾, die Godlewski'sche Theorie durch weitere Versuche und Erörterungen zu bekräftigen. Da auch die Berechnungen Schwendener's³⁾ ergaben, dass die physikalischen Kräfte nicht das leisten können, was in hohen Bäumen zu der Wasserbewegung erforderlich ist, so schien es eine Zeit lang, dass es zur Erklärung dieser Wasserbewegung notwendig sei, der Lebensthätigkeit der Zellen des Holzes eine gewisse Rolle dabei zuzuschreiben.

Da erschien ein Buch von Strasburger „über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen“⁴⁾ und in diesem wurden Versuche beschrieben, wie sie in so großartigem Maßstabe bisher noch nicht angestellt worden waren. Ganze Pflanzen oder Pflanzenteile von 12—21 Meter Länge oder Höhe wurden entweder durch Abbrühen getötet und dann mit dem unteren Ende in Eosinlösung gestellt oder sie wurden lebendig in eine Lösung von Kupfersulfat gestellt und durch das Aufsteigen dieser giftigen Lösung getötet. Diese Lösungen stiegen nun höher als 10 m, ja in manchen Fällen bis zum Gipfel der benutzten Pflanzen und es war somit bewiesen, dass das Wasser im Holze zu einer größeren Höhe, als dem atmosphärischen Drucke entspricht, gehoben werden kann, auch wenn keine lebenden Zellen dabei thätig sein können. Strasburger selbst hat eigentlich nur die Unhaltbarkeit der bisher aufgestellten Theorien nachgewiesen: er zeigte, dass weder die kapillare Steigung noch der Luftdruck für die Wasserbewegung ausreichend sind, dass weder die Imbibitionstheorie die richtige Erklärung gibt, da er das Wasser sich in den Hohlräumen der Gefäße und Tracheiden bewegen sah, noch die lebenden Zellen das Wasser heben, da, wie oben gesagt, die Steigung auch in getöteten Pflanzen vor sich geht. „Es muss angenommen werden, sagt er, dass es ein Vorgang eigener Art ist, welcher den Wasseraufstieg innerhalb der Wasserbahnen der Pflanze bedingt, und dass es sich hierbei um Fortpflanzung von Gleichgewichtsstörungen innerhalb der suspendierten Flüssigkeit handelt, die sich durch Strömungen ausgleichen“. Eine eigene Theorie der Wasserbewegung hat Strasburger nicht aufgestellt, aber auf seinen Versuchen baute Askenasy weiter und gab zum ersten Male, wie mir wenigstens scheint, eine

1) Die Arbeiten beider Physiologen finden sich meistens in den Arbeiten des bot. Instituts zu Würzburg.

2) Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 18, 1887.

3) Sitzungsberichte der Berliner Akademie, 1886.

4) Jena 1891.

mit den Verhältnissen in der Pflanze und mit den physikalischen Gesetzen im Einklang stehende Lösung des so lange vergeblich studierten Problems¹⁾. Askenasy geht von der Annahme aus, dass in den Leitungsbahnen zusammenhängende Wassersäulen vorhanden sind: es werden diese dann durch die Cohäsion des Wassers und die Adhäsion desselben an den Wänden der Bahnen am Sinken verhindert. Gehoben werden sie durch die osmotische Kraft der Zellen an den verdunstenden Teilen, und diese osmotische Kraft kommt zu Stande, indem das Wasser außen verdunstet und dadurch neues durch die Imbibitionskraft der Membran aus den Zellen aufgesaugt wird. Andererseits setzt sich der Zug der Wassersäulen in den Leitungsbahnen bei den lebenden Zellen der Wurzeln wieder in osmotische Kraft um und diese bewirkt die Aufnahme aus dem Erdboden. Dieser Zug von oben scheint auch für das Aufsteigen des Wassers in den Wurzeln von größerer Bedeutung zu sein, als der sogenannte Wurzeldruck. Da die Cohäsion des Wassers nach der Ansicht Askenasy's von großer Bedeutung für die Saftleitung ist, so behandelt er dieselbe vom physikalischen Standpunkte aus noch eingehender. Es kommt nun darauf an zu zeigen, dass die Cohäsion des Wassers in den Leitungsbahnen und seine Adhäsion an ihren Wänden auch noch wirksam ist trotz der Anwesenheit von Gasblasen, welche sich ja in Wirklichkeit in den Wassersäulen finden. Hier tritt als Erklärung die von Strasburger und Vesque gemachte Beobachtung ein, dass zwischen den Gasblasen und der Membran sich noch eine Wasserschicht befindet, die auch wirklich an den Gasblasen vorbeifließt. Dass ein solches Verhalten mit den Lehren der Physik nicht in Widerspruch steht, wird noch besonders nachgewiesen, um die Einwände Schwendener's²⁾ zu entkräften. Es ist eben zu beachten, dass die wasserdurchtränkten Röhren in der Pflanze sich ganz anders verhalten als nur benetzbare Glaskapillaren. „Den Zug, den Schwendener in der lebenden Pflanze vermisst, rührt von der Verdunstung der Blätter her und wird durch die Cohäsion nach unten geleitet“, also auch an den Gasblasen vorbei. Sehr wichtig dafür sind die rinnenartigen Vertiefungen und schraubenlinigen Verdickungsbänder in den Wänden von Tracheen und Tracheiden: ihre Bedeutung wird uns nur dadurch klar, dass wir sie als Mittel betrachten, durch welche dem Wasser der Weg zum Vorbeifließen an den Gasblasen gewiesen, die Cohäsion der Wasserbahn gesichert wird.

1) Die erste, hier referierte Arbeit, findet sich in den Verhandlungen des naturhist. mediz. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. V, 1895.

2) Außer der oben erwähnten Arbeit hatte Schwendener 1892 in denselben Sitzungsberichten noch einen Aufsatz: „Zur Kritik der neuesten Untersuchungen über das Saftsteigen“ veröffentlicht, der hauptsächlich gegen Strasburger gerichtet war.

Zu ganz ähnlichen Resultaten, wie Askenasy, gelangten auch die englischen Forscher Dixon und Joly¹⁾, welche ihre Anregung ebenfalls durch die Strasburger'schen Versuche empfingen aber keineswegs eine so ausgebildete Theorie der Wasserbewegung aufstellten, wie sie soeben kurz geschildert wurde. Die Imbibition der Zellwände an den verdunstenden Blättern und die Cohäsion des Wassers in den Leitungsbahnen sind also die Kräfte, durch deren Zusammenwirkung nach der neuen Theorie das Wasser bis in die höchsten Spitzen der Bäume gehoben werden kann.

In einem zweiten Aufsätze, der erst in diesem Jahre erschienen ist²⁾, hat Askenasy nun weitere Beiträge zur Begründung seiner Theorie gebracht und besonders einige interessante eigene Versuche beschrieben. So ist es ihm gelungen, an einem Apparate die Imbibition und Cohäsion so in Wirkung treten zu lassen, dass es den in der Pflanze vorhandenen Verhältnissen entspricht, und dabei eine den Barometerstand beträchtlich übersteigende Hubhöhe zu erreichen. Während nämlich die früher von Jamin, Naegeli und Strasburger benutzten Apparate den Fehler hatten, dass der zur Wasserleitung dienende Apparat aus porösen Substanzen bestand und von dem verdunstenden und hebenden Apparat nicht wesentlich verschieden war, wandte Askenasy 90 cm lange Glasröhren an, die 2,2—3,5 cm Durchmesser hatten und oben in einen kleinen Trichter endigten, der mit einem Gipspfropfen erfüllt oder auch ganz mit Gips überzogen wird. Der Gips stellt die Membranen des Blattes dar, welche das Wasser verdunsten und immer neues nachsaugen, das Glasrohr die Holzgefäße der Pflanze, in denen das Wasser aufsteigt. Unter gewissen Vorsichtsmaßregeln wird nun das Rohr mit Wasser gefüllt, mit dem offenen Ende in eine Schale mit Quecksilber gestellt und in senkrechter Haltung befestigt. Sowie nun das Wasser durch den Gips verdunstet, wird es weiter aufgesogen und das Quecksilber steigt nach. In dem einen Falle stieg das Quecksilber in ca. 33 Stunden auf 82 cm (6 cm über den Barometerstand) in dem anderen in 26 Stunden auf 89 cm (14 cm über den Barometerstand). Im ersten Versuch wurde ein weiteres Steigen durch das Entstehen einer Luftblase unter dem Gipse verhindert, im zweiten bildete sich eine solche erst später, nachdem das Quecksilber bei vollständiger Verdunstung des Wassers den Gips berührt hatte. Diese Resultate sind jedenfalls ein sehr bemerkenswerter Beweis für die Richtigkeit der Theorie, die also wesentlich darin besteht, dass die Imbibition der Zellhaut die so lange vergeblich gesuchte Quelle für die Saugkraft bei dem Aufsteigen des Wassers ist und dass die Größe der Imbibitionskraft der Zellwände wirklich

1) Proceedings Royal Soc. London, Vol. 57, 1895 und Philosoph. Transact. Royal Soc., London, Vol. 186, 1895.

2) in denselben Verhandlungen des Heidelberger Vereins.

ausreicht, um das Aufsteigen des Wassers, unter Voraussetzung von dessen Cohäsion, die ja auch nachgewiesen werden kann, in den Pflanzen zu bewirken. Askénasy spricht es übrigens selbst aus, dass gewiss noch viel zu thun bleibt, um die Theorie des Saftsteigens vollständig klar zu legen, doch braucht dadurch die von ihm gegebene Darstellung über die Ursachen des Saftsteigens keine wesentlichen Aenderungen zu erfahren: ihre Einfachheit spricht schon sehr zu ihren Gunsten und simplex sigillum veri.

Wenn ich es nun versucht habe, im Vorhergehenden einen Ueberblick über die Geschichte der Theorien der Saftsteigung zu geben, so muss ich noch besonders betonen, dass es nur ein Ueberblick keine ausführliche Darstellung gewesen sein soll. Zunächst habe ich mich nur beschäftigt mit der Erklärung, durch welche Kräfte das Wasser gehoben wird, nicht aber, oder höchstens gelegentlich mit den Untersuchungen über die Wasseraufnahme durch die Wurzeln, über die Bahnen des Wassers im Allgemeinen (im Splint- und Kernholz) über die Geschwindigkeit der Wasserbewegung, die Transpiration und andere solche Gegenstände, welche mit dem behandelten in engster Verbindung stehen, in Hinsicht auf welche ich aber auf die Lehrbücher, vorzüglich auf Sachs' Vorlesungen über Pflanzenphysiologie und, soweit es das Historische betrifft, auf des genannten Physiologen vortreffliche Geschichte der Botanik verweisen kann. Ferner habe ich nicht versucht, die verschiedenen Theorien ausführlich zu beschreiben, zu kritisieren oder auch zu widerlegen: fast Jeder, der eine neue Theorie aufstellte, ist mit denen seiner Vorgänger in solcher Weise verfahren; dies hier nochmals mit Ausdehnung auf alle zu thun, schien mir nicht notwendig. Drittens bin ich auch nicht auf Vollständigkeit in der Anführung aller jemals aufgestellten Theorien und deren Kritiken ausgegangen, vielmehr kam es mir darauf an, nur die hauptsächlichen Umwandlungen, welche die Erklärung des in Rede stehenden Problems erfahren hat, zu charakterisieren. So habe ich, weil sie sich nicht gut in diesen Verlauf der Umwandlungen, wie er sich dem Ueberblickenden darstellt, einfügen lässt, die Theorie von Scheit¹⁾ nicht besprochen und vielleicht auch sonst manches nicht erwähnt, was

1) Nach dieser (Jenaische Zeitschrift f. Mediz. und Naturw., Bd. 19, 1886, S. 678—734) findet die Wasserbewegung auf zweierlei Art statt. Zur Zeit der Neubildung von Organen wird das Wasser im Lumen der Gefäße als kontinuierlicher Strom (da keine Luft in die Gefäße eindringen kann) durch den Wurzeldruck und die Kapillarität in die Höhe getrieben, während zu anderen Zeiten und Verhältnissen das Wasser in Dampfform aus den tieferen Teilen in die höheren gelangt, nämlich einerseits gegen das Ende der Vegetationsperiode, wann die Wurzelthätigkeit und Neubildung der Organe aufhört und die Ablagerung der Reservestoffe erfolgt, andererseits bei Trockenheit des Bodens und zu starker Transpiration. Diese Theorie wird nach der letzteren Hypothese als Destillationstheorie bezeichnet.

andere erwartet hätten. Ich will schließlich deswegen nur noch bemerken, dass dieser kleine Aufsatz weniger für die Fachleute, also die Pflanzenphysiologen, berechnet ist, als vielmehr für Naturforscher überhaupt, deren Studien in anderer Richtung liegen, die es aber interessieren dürfte, über den Stand der Frage, die sich eigentlich Jedem darbietet: wie steigt das Wasser bis in die Spitzen der Bäume? etwas zu erfahren. [66]

Die neuesten anatomischen Entdeckungen zur Anthropologie der Verbrecher.

Von Prof. C. Lombroso in Turin.

Herr Prof. Sernoff hat mir die Ehre erwiesen, in seiner Antrittsrede an der Universität zu Moskau „Die Lehre Lombroso's“ (veröffentlicht im Biolog. Centralbl., April 1896) die Lehre der Kriminal-Anthropologie vom anatomischen Standpunkt aus mit anscheinend großer Gründlichkeit zu besprechen. Während ich ihm im Namen der neuen Schule dankbar dafür bin, da nichts dem Fortschritt dienlicher ist als eine weise Kritik, so muss ich doch bekennen, dass ich gewünscht hätte, dieselbe wäre auf ernstere Untersuchungen begründet worden. In der That hat er bei der Abfassung seiner Kritik nur etwas oberhin wenige Seiten eines Buches in Betracht gezogen, das nur eine kurze und summarische Zusammenfassung meiner Untersuchungen ist, aber nicht mein italienisches Originalwerk, in welchem sie aufs ausführlichste beschrieben sind, und ebensowenig die letzten 10 Jahrgänge meines Archivs der Kriminal-Anthropologie, in welchen eine große Reihe neuer anatomischer Thatsachen zusammengebracht sind, nicht sowohl von mir, der ich kein Anatom bin, als vielmehr von hervorragenden Anatomen, die er nicht kennt oder vorgibt nicht zu kennen, wie Romiti, Valenti, Flesch, Fusari, Roncoroni, Faller, Mondio. Dagegen bemüht er sich mit großer Ausdauer jene Schlussfolgerungen, die ich selbst bekämpft habe, zu widerlegen, so dass er schließlich nur offene Thüren einrennt.

In der That, bevor Sernoff es unternahm die Gesamtheit meiner Lehre zu bekämpfen, habe ich selbst auf S. 153 der zweiten französischen Ausgabe meines Werkes „L'uomo delinquente“ (des einzigen Buches meiner Schule, das er gelesen hat, und auch das nur flüchtig) erklärt, dass die anthropometrischen Schädeluntersuchungen durch ihre wechselnden Ergebnisse meine Erwartungen enttäuscht hätten. Ebenso habe ich auf S. 179 derselben Auflage betreffs der Hirnanomalien gesagt, dass die Untersuchungen von Hensch, Willig, Hanot und Benedikt sehr an Wert verloren hätten durch die Veröffentlichung von Giacomini, welche jetzt Sernoff als neuen und entscheidenden Beweis gegen alle Lehren der Kriminalanthropologie ins Feld führt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [16](#)

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

Artikel/Article: [Uebersicht der Theorien über die Wasserbewegung in den Pflanzen. 561-571](#)