

**PFLANZENPHYSIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN;
INAUGURAL-
DISSERTATION**

Published @ 2017 Trieste Publishing Pty Ltd

ISBN 9780649191574

Pflanzenphysiologische Untersuchungen; inaugural-dissertation by Max Scheel

Except for use in any review, the reproduction or utilisation of this work in whole or in part in any form by any electronic, mechanical or other means, now known or hereafter invented, including xerography, photocopying and recording, or in any information storage or retrieval system, is forbidden without the permission of the publisher, Trieste Publishing Pty Ltd, PO Box 1576 Collingwood, Victoria 3066 Australia.

All rights reserved.

Edited by Trieste Publishing Pty Ltd.
Cover @ 2017

This book is sold subject to the condition that it shall not, by way of trade or otherwise, be lent, re-sold, hired out, or otherwise circulated without the publisher's prior consent in any form or binding or cover other than that in which it is published and without a similar condition including this condition being imposed on the subsequent purchaser.

www.triestepublishing.com

MAX SCHEEL

**PFLANZENPHYSIOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN;
INAUGURAL-
DISSERTATION**

Pflanzenphysiologische Untersuchungen.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der hohen philosophischen Fakultät
der Königl. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Max Scheel
aus Marne.

Opponenten:

Herr cand. chem. Streitwolf.
Herr cand. chem. Küppers.
Herr stud. jur. Müller.



Kiel 1902.
Druck von H. Fiencke.

4K711
S23
BIOLOGY
LIBRARY
C

96+

No. 10.

Rektoratsjahr 1902/1903.

Zum Druck genehmigt:

Dr. Kauffmann,
z. Z. Decan.

20.5.

Meiner Klara Elisabeth

in Liebe gewidmet.

209391



I.

Über Pflanzentelle, die unfähig zur Transpiration sind.

Unter Transpiration versteht man die durch die Oberfläche der ganzen Pflanze, namentlich aber der Blätter vermittelte dampfförmige Abgabe von Wasser, das durch den Transpirationsstrom nach den Orten des Verbrauchs befördert wird, und zwar pflegt man in diesen Begriff die Hinaufschaffung des Nährwassers miteinzuschließen. Viele Botaniker setzen allerdings den Begriff der Transpiration einfach gleich mit Ausdünstung, wie z. B. Kerner,¹⁾ doch ist dieser Brauch weniger verbreitet, und so soll auch in der nachstehenden Abhandlung an der üblichen Definition festgehalten werden.

Die Transpiration dient bekanntlich dazu, die Pflanzen mit den ihnen zum Leben nötigen Nährsalzen zu versorgen. Diese wichtige Aufgabe wurde schon früh erkannt, und es lag infolgedessen nahe, die Ursache des Saftsteigens zu erforschen. Die bedeutendsten Botaniker haben sich mit dieser Frage beschäftigt, aber trotzdem ist man heute noch im Unklaren über die das Phaenomen der Transpiration verursachenden Kräfte.

Einen historischen Überblick über die verschiedenen Hypothesen, die zu diesem Zwecke aufgestellt sind, bringt

¹⁾ Pflanzenleben Bd. I, S. 251.

Chamberlain^{*)} in der Einleitung seiner Abhandlung: *Recherches sur la sève ascendante*. Nach Chamberlain sind es besonders vier Männer, an deren Namen sich alles das knüpft, was wir bis jetzt über die motorischen Kräfte des aufsteigenden Saftstromes wissen, nämlich Caesalpino (1583) Hales (1727) Dutrochet (1826) und endlich Hofmeister (1857).

Um den Zweck meiner Untersuchungen klarer hervortreten zu lassen, sei es mir gestattet, etwas näher darauf einzugehen. Man wird dabei die interessante Wahrnehmung machen, dass die Ansichten, die man vor reichlich drei Jahrhunderten von der Erscheinung des Saftsteigens hatte, nicht allzu sehr von den heutigen variieren.

Caesalpino, der älteste Autor, der diese Frage einer wissenschaftlichen Betrachtung unterwarf, zählt drei verschiedene Kräfte auf, die nach seiner Meinung das Aufsteigen des Saftstromes bewirken. Er nennt sie *ratio similitudinis*, *ratio vacui* und *bibula natura*.

Einen Einfluss der *ratio similitudinis*, unter welcher Bezeichnung der Arzt Ciemens VIII. die Phänomene versteht, die man heute als elektrische bezeichnet, haben auch Nägeli und Schwendener auf Grund eingehender Studien zugegeben; während die *ratio vacui*, durch Jos. Boehm, der diese Kraft als alleinige Ursache des Saftsteigens ansah, zu neuem Ansehen kam, und noch heute wird sie von Schwendener und Strasburger als ein wesentlicher Factor angesehen. Die *bibula natura* oder die Imbibition, wie man heute sagt, sahen Meyer und Unger, besonders aber Sachs, der die verholzten Wände der wasserleitenden Balnen für den Ort der Imbibition erklärte, als die Hauptursache des Safttransportes an. Dreissig Jahre lang hielt sich diese Theorie, bis sie dann im Jahre 1885 durch die Versuche von Errera und Scheit gestürzt wurde.

^{*)} Neuchâtel 1897.

Hales suchte die Bewegung des Saftes hauptsächlich durch die Capillarität zu erklären: Durch Capillargefässe in der Wurzel wird nach seiner Meinung die Nährflüssigkeit angezogen, und die Haarröhrenkraft hält die Flüssigkeit in den Gefässen fest und hebt sie weiter empor. Nebenbei schreibt Hales auch der Transpiration (im engeren Sinne) eine gewisse Bedeutung zu: Dadurch, dass Feuchtigkeit verdunstet, wird Platz für nachrückende Flüssigkeit geschaffen. Auch die Wurzelkraft zog Hales in das Gebiet seiner Untersuchungen, doch glaubte er dieser Kraft einen Einfluss auf die Bewegung des Saftes absprechen zu müssen.

Ganz im Gegensatz zu Hales' richtiger Erkenntnis der Capillarität als motorische Kraft steht die Auffassung von Dutrochet, der ihre Mitwirkung leugnet. Nach ihm sind dabei zwei osmotisch wirkende Kräfte im Spiele, eine impulsive, welche den Saft nach dem Gipfel der Pflanze treibt, und eine attractive, welche den Aufstieg des Saftes durch Anziehung bewerkstelligt. Diese beiden Kräfte wirken während der verschiedenen Jahreszeiten nicht im gleichen Masse. Im Frühling wird nach Dutrochet's Ansicht das Aufsteigen des Saftes durch die impulsive Kraft veranlasst, die ihren Sitz in der Wurzel hat, und zwar geschieht das durch eine darin enthaltene konzentrierte Lösung organischer Substanz, die osmotisch wirksam ist. Durch das hineintretende Wasser wird sie aber zu verdünnt, um in der Folge allein für die Wasserzufuhr sorgen zu können, und die impulsive Kraft wird nunmehr unterstützt oder ersetzt durch die attractive, die von den transpirirenden Blättern ausgeht, welche sich mittlerweile entwickelt haben.

Trotzdem das Falsche und Unvollständige an dieser Theorie längst erkannt ist, ist sie dennoch für die Wissenschaft von bleibendem Werte gewesen. Die von Dutrochet entdeckte osmotische Kraft wird ebenso wie die Capillarität, mit der ja Hales ausschliesslich das Steigen des Saftes erklären wollte, allgemein als Factor angesehen, der zum Transport des Nährwassers beiträgt.

Einen Schritt weiter that endlich Hofmeister in der Erklärung dieses Phaenomens, indem er auch der Wurzel-

kraft einen Einfluss auf die Wasserbewegung zuschrieb. Schon lange vor ihm, und zwar schon seit Hales, war es bekannt, dass gewissen Pflanzen, namentlich dem Weinstock, die Erscheinung des Blutens eigen war. Doch glaubte man, dass die Eigenschaft nur einigen wenigen Pflanzen zukäme. Nun fiel Hofmeister auf den sehr einfachen Gedanken, auch andere Pflanzen daraufhin zu untersuchen. Dabei machte er die interessante Wahrnehmung, dass sämtliche Pflanzen, mit denen er experimentierte, das Phänomen des Blutens zeigten, sogar zu verschiedenen Jahreszeiten, während man bisher der irrthümlichen Ansicht gewesen war, dass diese Erscheinung an gewisse Monate gebunden wäre. Er sah sie daher als allgemein und dauernd vorkommend an und zog die durch die Wurzelkraft veranlasste Spannung der Zellen und Gewebe als Erklärung der Wassercirculation herbei:

Es sind also besonders drei Faktoren, nämlich die Capillarität, die osmotische Kraft und die Wurzelkraft, von denen man im allgemeinen annimmt, dass sie wahrscheinlich in einer harmonischen Weise zur Wasserbewegung in der Pflanze beitragen. Doch hat man berechnet, dass die Kräfte noch nicht genügen, das Nährwasser bis zum Gipfel der bisweilen über 100 m hohen Bäume zu befördern. Dazu ist die Mitwirkung vorläufig noch unbekannter Kräfte erforderlich.

Eine ausserordentlich auffallende Erscheinung ist es nun, dass die meisten Wasserpflanzen, selbst wenn sie auch nur teilweise aus ihrem Medium herausgenommen werden, bald an der Luft vertrocknen und absterben. Es hat also den Anschein, als ob die oben angeführten Kräfte bei den submersen Gewächsen vollständig ihre Wirksamkeit verloren haben. Andererseits kann aber auch der Grund dieses besonderen Verhaltens der Wasserpflanzen darin gesucht werden, dass sie das nach oben beförderte Wasser sehr viel schneller infolge übermässiger Ausdünstung verlieren. Um die Frage nach dem Grunde dieses Verhaltens zu beantworten, sind also zwei Faktoren zu berücksichtigen. Entweder hat diese Erscheinung ihren Grund in der unvoll-