

BOTANISCHES MUSEUM  
der k. k. Universität.

J. N<sup>o</sup> 11359

B

C 111/5

DIE BEZIEHUNGEN  
DER  
PFLANZENPHYSIOLOGIE  
ZU DEN  
ANDEREN WISSENSCHAFTEN.

INAUGURATIONSREDE

GEHALTEN AM 24. OCTOBER 1898

VON

DR. JULIUS WIESNER

D. Z. RECTOR DER WIENER UNIVERSITÄT.

WIEN.

ALFRED HÖLDER

K. UND K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER

1898.





DIE BEZIEHUNGEN  
DER  
PFLANZENPHYSIOLOGIE  
ZU DEN  
ANDEREN WISSENSCHAFTEN.

---

INAUGURATIONSREDE

GEHALTEN AM 24. OCTOBER 1898 \*

VON

D<sup>R</sup>. JULIUS WIESNER

D. Z. RECTOR DER WIENER UNIVERSITÄT.



---

WIEN.

ALFRED HÖLDER

K. UND K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER

1898.



## Hochansehnliche Versammlung!

Indem ich das ehrenreiche, aber zeitweilig auch sorgenschwere Amt des Rectors unserer Universität antrete, erfülle ich zunächst die Pflicht, meinen verehrten Collegen für das Vertrauen zu danken, welches mich zu dieser hochgehaltenen Stelle leitet.

Wenige Institutionen haben die Jahrhunderte so lebensfrisch überdauert und erstarkten nur noch mehr im Wandel der Zeiten als das Rectorat der Universitäten. Der Grund hierfür liegt nicht nur in der Zweckmäßigkeit dieser Einrichtung; er liegt ebenso sehr darin, dass jeder Rector für die ihm zutheil gewordene höchste akademische Würde die größte ihm mögliche Aufopferung in Erfüllung seiner Aufgabe in die Wagschale legte. So ist jeder Rector seinem Nachfolger ein Vorbild treuester Pflichterfüllung geworden, und so erwuchs dem Amte eine Autorität, welche es auch einer bescheidenen Kraft ermöglichen wird, unterstützt durch die Weisheit des akademischen Senates, durch die wohlwollende Mithilfe aller Collegen und

durch vertrauensvolle Haltung der akademischen Jugend, welche in dem Rector stets den Förderer und berufenen Anwalt ihrer berechtigten Interessen gefunden hat, die übernommenen Pflichten zu erfüllen, sowie die Würde und die Rechte des Amtes zu wahren.

Im Wechsel der Facultäten und unter Berücksichtigung der in der philosophischen Facultät bei allen Wahlen stets beobachteten Alternirung zwischen Angehörigen der mathematisch-naturwissenschaftlichen und der philosophisch-historischen Professorengruppe fiel nach einem Zeitraume von fünf Jahren das Rectorat wieder einem Vertreter der erstgenannten Wissenschaftsabtheilung zu. So habe ich einer besonderen Fügung der Umstände die Ehre zu danken, das Rectorat in einem Jahre zu führen, in welchem Österreich das fünfzigjährige Regierungsjubiläum Sr. Majestät des Kaisers feiert. Welche Vorbereitungen seitens des akademischen Senates schon im verflossenen Studienjahre getroffen wurden, um dieses hohe und seltene Fest würdig zu begehen, haben Sie soeben aus dem Munde meines hochverehrten Amtsvorgängers gehört.

Aber der Jubel des Festjahres hat sich jählings in tiefe Trauer verwandelt. Noch stehen wir unter dem betäubenden Eindrucke der furchtbaren Greuelthat, durch welche unsere edle Kaiserin uns entrisen wurde, und tief trauern wir mit unserem schwer-

geprüften erhabenen Monarchen, dem wir alle, und nicht zuletzt unsere Universität, so viel zu danken haben.

Seit ihrem mehr als fünfhundertjährigen Bestande hat die Wiener Universität keine glänzendere Epoche erlebt als die des eben ablaufenden halben Jahrhunderts. Sprechende Zeugen umgeben uns: das Haus, in dem wir uns zu Arbeit und Fest versammeln, der großartigste Palast, der je für eine Universität erbaut wurde, und ein Lehrkörper, welcher in der ganzen Welt an Größe seinesgleichen sucht. Die Mehrzahl der Lehrkanzeln und der Institute unserer Universität sind erst in der Regierungszeit unseres Kaisers entstanden, auch die Lehrkanzel, welche mir genau vor einem Vierteljahrhundert anvertraut wurde. Es war das erste Ordinariat der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, nicht nur in Österreich, sondern an Universitäten überhaupt.

Indem ich dem altherwürdigen Brauche folge, mich mit einem Vortrage aus meinem engeren Fachgebiete in das neue Amt einzuführen, bieten sich mir von selbst zwei Themen dar: die Entwicklung der Pflanzenphysiologie und ihr gegenwärtiger Zustand. Da indes beide Themen in neuerer Zeit mehrmals und auch ausführlich behandelt wurden, so habe ich mich entschlossen, einen verwandten, aber kaum weniger interessanten, bisher noch nicht erörterten Gegenstand meiner heutigen Rede zugrunde zu legen: die

Beziehungen der Pflanzenphysiologie zu den anderen Wissenschaften.

Im engen Rahmen der mir zugemessenen Zeit kann ich nur versuchen, in wenigen Strichen die Gesetzmäßigkeiten in der Wechselwirkung zwischen der Pflanzenphysiologie einerseits und den anderen Naturwissenschaften, den Social- und Geisteswissenschaften andererseits zu skizzieren und deutlich zu machen, dass die Pflanzenphysiologie nicht ein enges, für ein paar Specialisten bestimmtes Fach repräsentiert, sondern durch andere Wissenschaften gefördert und selbst fördernd in zahlreiche andere Gebiete der Wissenschaft und das Leben eingreift, als ein vielverzweigtes Ganze sich einfügend in die *universitas litterarum*.

In meinem heutigen Vortrage nehme ich den Ausdruck «Pflanzenphysiologie» in seinem weitesten Sinne, als die ganze Lehre vom Bau, von der Entwicklung und vom Leben der Pflanze.

Gleich allen anderen Wissenschaften ist auch die Pflanzenphysiologie den Bedürfnissen des Lebens entsprossen. Wie die Physik und Chemie aus dem Untergrunde der Gewerbe, so ist die Pflanzenphysiologie aus jenen Erfahrungen hervorgegangen, welche im Feld-, Garten- und Waldbau gesammelt wurden. Ließe sich die Herkunft der Pflanzenphysiologie aus der Praxis des Lebens nicht historisch erweisen, so würde ein Theil unserer Terminologie als Zeuge für die Richtigkeit dieser Auffassung auftreten. Ausdrücke wie

wachsen, blühen, fruchten, pflropfen, Bezeichnungen wie Blatt, Stamm, Wurzel u. s. w. sind nicht von den Botanikern erfunden worden, sondern bildeten sich in der Praxis des Lebens aus und giengen aus dem Volksmunde in unsere Wissenschaft über.

Die ersten nachweislichen Anfänge der Pflanzenphysiologie finden wir bei den griechischen Denkern, vornehmlich bei Aristoteles und Theophrast. Aber diesen Anfängen wohnte keine Entwicklungsfähigkeit inne. In unserer inductiven Entwicklungsperiode musste neuer Grund zu einer Lehre vom Leben der Pflanze gelegt werden. Der Engländer Stephen Hales im Anfange des 18. Jahrhunderts ist unbestreitbar der Begründer der wissenschaftlichen Pflanzenphysiologie im allgemeinen und speciell der Begründer der physikalischen Pflanzenphysiologie, während die Anfänge der chemischen Pflanzenphysiologie auf den Holländer Ingenhouss zurückzuführen sind. Ingenhouss steht uns insoferne nahe, als er jahrelang in Wien lebte als Leibarzt der Kaiserin Maria Theresia und des Kaisers Josef II. Einige seiner grundlegenden pflanzenphysiologischen Arbeiten — es ist dies so wenig bekannt — sind hier in Wien ausgeführt worden. Später, bis in die Mitte unseres Jahrhunderts, förderten Forscher französischer Nationalität, in erster Linie der Schweizer Theodor de Saussure, die Pflanzenphysiologie. Gegenwärtig sind an den Fortschritten auf diesem Gebiete alle Culturvölker —

Japan nicht ausgeschlossen — beteiligt. Aber wenn auch Säulen, wie Saussure und Boussingault noch in unserer Zeit mächtig emporragen und Darwins Ideen unsere physiologische Denkarbeit unaufhörlich beeinflussen, so stehen seit Jahrzehnten bereits die deutschen Pflanzenphysiologen nicht nur ebenbürtig neben ihren französischen und englischen Collegen; ja ohne Übertreibung darf man es aussprechen, dass die deutschen Forscher in den wichtigsten Fragen die führende Rolle übernommen haben.

Die gegenwärtige, an ungeahnten Erfolgen so reiche Entwicklungsepoche der Naturwissenschaften ist charakterisiert durch die inductive Forschungsmethode und durch das Princip der Arbeitstheilung. Jahrtausende mussten vergehen, bis der Mensch erkannte, dass die Erfahrung aller Erkenntnis Wurzel bildet, und dass der menschliche Geist in seiner Unzulänglichkeit, trotz des Genies einzelner Größen, nur durch das Zusammenwirken vieler im einzelnen vertieft arbeitender Kräfte zur Lösung der großen Probleme der Wissenschaft führen könne. So sehen wir auf allen Gebieten der Forschung den modernen Socialismus des Wissenschaftsbetriebes das geistige Heroenthum der alten Zeit besiegen.

Die indes immer mehr schwindenden Schattenseiten des Principis der Arbeitstheilung für die geistige Stufe des Einzelnen sind bekannt, ich lasse sie unerörtert; für die Entwicklung der Wissenschaft werden

aber alle aus diesem Principe sich ergebenden Schwächen und Fehler ausgeglichen, wie ich später an der Hand einiger Beispiele zeigen werde.

Im Bereiche der Botanik vollzog sich die Arbeitstheilung zunächst durch Scheidung der Pflanzenbeschreibung von den auf das Allgemeine gerichteten morphologischen und physiologischen Disciplinen, welche sich bei einem gewissen Grade der Erstarkung zu der descriptiven Richtung in einen schroffen Gegensatz stellten. In seinen epochemachenden Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik rief Schleiden in den Vierzigerjahren den Systematikern die Worte zu: «Die Zeiten sind vorüber, wo ein Mann, der 6000 Pflanzen mit Namen zu nennen wusste, schon deshalb ein Botaniker, einer, der 10.000 Pflanzen mit Namen zu nennen wusste, ein großer Botaniker genannt wurde, und die ehemals sogenannte systematische Botanik ist an ihren rechten Platz, die bloße Handlangerschaft der echten und eigentlichen Wissenschaft, zurückgedrängt worden.»<sup>1</sup> Aber die Systematiker schossen zurück. Einer ihrer hervorragendsten Vertreter rief den Männern der «echten Wissenschaft» zu: Wenn man alles zusammenschriebe, was die Pflanzenphysiologen bisher Positives geleistet haben, so könnte man damit kaum eine Nusschale füllen. Falsches Urtheil lag hier auf beiden Seiten, wie immer hervorgerufen durch mangelhaftes Wissen und beschränkte Einsicht in den Zusammenhang der Dinge.

Das Princip der Arbeitstheilung führte, wie gewöhnlich, so auch hier, zunächst zu einer Scheidung der beiden doch so nahe verwandten Gebiete, und erst den späteren Erfolgen dieses Principes war es vorbehalten, ihre naturgemässe Wiedervereinigung zu vollbringen.

Dass die beschreibende Botanik und die Physiologie anfangs getrennte Wege giengen, hat der Wissenschaft keinen Schaden zugefügt. In jedem dieser beiden Gebiete wurde gutes Baumaterial herbeigeschafft. Frühzeitiger Beginn gemeinsamer Bauarbeit hätte nur zu Verwirrung geführt.

Eine wahrhaft erfreuliche Perspective bietet sich dar, wenn man beachtet, wie nach und nach die beschreibende Botanik durch die Zweige der Physiologie im weitesten Sinne gefördert wurde. Linné und seine Schüler konnten sich noch mit einer sehr einfachen Art der Pflanzenbeschreibung behelfen. Form und Anordnung der Blätter, Zahl und Anordnung der Blüthenheile, kurz jene Kennzeichen, welche die blühende Pflanze dem unbewaffneten Auge darbot, reichten für die Zwecke der damaligen Pflanzenbeschreibung aus. Nun kennt man aber hunderttausende von Pflanzenarten, man kennt heute bereits so viele Arten von Orchideen,<sup>2</sup> als Linné Pflanzenarten unterschied, und da wird es begreiflich, dass sich mit diesen paar äusseren Erkennungszeichen die Unterscheidung nicht durchführen lässt. Aber auch die be-

schreibende Botanik konnte sich mit der Unterscheidung der Pflanzenarten und der Namengebung nicht begnügen.

Auch sie musste auf Zusammenfassung der sich immer mehr und mehr häufenden Pflanzenarten bedacht sein. Es musste auch in ihr jenes große Princip der naturwissenschaftlichen Forschung zur Geltung kommen, welches einer unserer ausgezeichneten Collegen als die Ökonomie der Wissenschaft<sup>3</sup> bezeichnet hat. Wenn ich von Orchideen spreche, so fasse ich alles zusammen, was diesen 8000 verschiedenen Pflanzenarten gemeinsam ist; diese Zusammenfassung muss so beschaffen sein, dass ich diese Pflanzengruppe von allen anderen unterscheiden kann, und dass ich außerdem die Verwandtschaft mit anderen Gruppen ausdrücke. Die große Summe der Einzelerfahrung muss auf den einfachsten, sparsamsten begrifflichen Ausdruck gebracht werden. Linné suchte diese Ökonomie durch sein künstliches System zu erreichen. Es war dies ein guter Schlüssel zur Bestimmung der doch nur relativ geringen Zahl von Pflanzenarten; es war aber weit entfernt, ein natürliches System der Pflanzen zu sein. Um zu einem solchen System vorzuschreiten, musste man tief in die Entwicklung und den inneren Bau der Pflanzen eindringen. Diese Durchdringung der beschreibenden Botanik mit allgemein botanischen Erkenntnissen erhob diese Disciplin auf eine Höhe, auf welcher sie

mit größerem Rechte als früher systematische Botanik genannt werden darf.

Die Unterscheidung der Pflanzenarten erfolgt also nicht mehr wie früher bloß auf Grund äußerer Kennzeichen, sondern wird nunmehr unterstützt und gefördert durch Heranziehung der Anatomie und der Entwicklungsgeschichte. Dass man auch rein physiologische, d. i. durch das Leben zum Ausdruck gelangende Eigenthümlichkeiten zur Unterscheidung der Pflanzenarten heranzuziehen habe, ist eine erst in jüngster Zeit gewonnene Einsicht. Eine physiologische Charakteristik der Pflanze hätte man früher für ein Unding gehalten. Man wollte Kennzeichen zur Unterscheidung haben, welche sich stets auch an todtm Materiale, wie es in unseren Herbarien liegt, auffinden lassen. Solange man mit derartigen Kennzeichen auslangt, lässt sich gegen diese Forderung nichts einwenden. Nunmehr treten uns aber auch Pflanzenformen entgegen, welche ihre spezifische Natur nur durch Lebensäußerungen zu erkennen geben. Ein schwedischer Botaniker hat die Beobachtung gemacht, dass Rostpilzformen existieren, welche morphologisch gar nicht zu unterscheiden sind, aber sich dadurch charakterisieren, dass sie nur auf einer oder auf einigen wenigen Grasarten vorkommen, auf andere morphologisch gleichwertige Rostpilze beherbergende Gräser übertragen sich hingegen nicht zu entwickeln vermögen. Der bekannte Schwarzrost des Getreides

(*Puccinia graminis*) kommt auf Weizen, Roggen, Hafer, Gerste und mehreren wildwachsenden Grasarten vor. Man meinte früher, dass der Getreiderost beliebig zwischen diesen Grasarten wählen könne. Dies ist aber nicht richtig. Man weiß nun beispielsweise, dass der Roggenrost sich wohl auf die Gerste, nicht aber auf den Weizen und den Hafer übertragen lasse, und sieht sich genöthigt, mehrere physiologische Formen des Getreiderostes zu unterscheiden.<sup>4</sup>

So hat sich im fortschreitenden Gange der Forschung eine Verbindung zwischen zwei Zweigen der Botanik hergestellt, welche am weitesten getrennt erschienen und früher für unüberbrückbar gehalten wurden, zwischen der Systematik und Physiologie im weiteren, ja, wie das Beispiel des Getreiderostes lehrte, selbst mit der Physiologie im engeren Sinne, der Functionslehre. Es versteht sich von selbst, dass alle anderen Theile der Botanik in Wechselwirkung mit der Physiologie stehen; aber es hat lange gedauert, bis dieser Zustand eingetreten ist.

Nichts scheint natürlicher, als bei wissenschaftlicher Untersuchung einer Pflanze Form und Function ihrer Organe gleichmäßig zu erwägen, sie also zu betrachten wie eine Maschine, deren Bestandtheile zweckmäßig hergerichtet sind und in ihrer gegenseitigen Verbindung einem bestimmten Zwecke dienen.

So nahe dieses Problem liegt, so schwierig ist dessen Lösung. Man darf sich deshalb nicht wundern,

dass die in früherer Zeit unternommenen Versuche, Form und Function der Pflanzenorgane im Einklange verständlich zu machen, vollständig missglückten, zu vagen Speculationen und einer unfruchtbaren Teleologie führten. Es war mitten in unserer inductiven Forschungsperiode, als diese naturphilosophischen Speculationen sich Geltung zu verschaffen suchten. Wieder war es die Rückkehr zur inductiven Methode und zum Principe der Arbeitstheilung, welche wahren Fortschritte die Bahn eröffnete. Es trat eine sehr scharfe Trennung der Morphologie von der Functionslehre ein; so scharf, dass man ein Übergreifen eines Gebietes in das andere für gefährlich und strafbar ansah. Unter der Zuchtruthe Schleidens wagte man nicht, die functionelle Bedeutung morphologischer Bildungen zu prüfen. So engherzig diese Betriebsart schien, so zweckmäßig war sie. Die Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane ist unter diesen Verhältnissen entstanden, und auch die Physiologie sammelte für die Zukunft reichlich verwendbares Baumateriale.

Nur ein kleiner Theil der Morphologie, den wir Botaniker Anatomie nennen, der aber identisch ist mit der Gewebelehre der Zoologen, hat sich mit der Physiologie gleichzeitig ausgebildet. Der größere Theil der Morphologie, welcher dem entspricht, was die Zoologen als Anatomie bezeichnen, gieng unabhängig von der Physiologie seine Wege.

Ich schalte hier die Frage ein, warum Zoologie und Botanik für gleiche Wissenszweige nicht die gleichen Ausdrücke gewählt haben, warum unter Anatomie Zoologen und Botaniker Verschiedenes verstehen. Der Grund hierfür liegt wieder im Principe der Arbeitstheilung, welches ja anfänglich immer zu einer scharfen Scheidung und erst im Fortschreiten der wissenschaftlichen Arbeit zur Vereinigung führt. Es entwickelte sich eben die Botanik ziemlich unabhängig von der Zoologie und umgekehrt.

Die Terminologie ist im Grunde genommen nicht von allzu großer Wichtigkeit, aber immerhin würde es der Ökonomie der Wissenschaften entsprechen, wenn in verwandten Disciplinen für gleiche Begriffe die gleichen Ausdrücke gewählt werden würden. Es wird später auch so kommen, und man gewöhnt sich ja schon in der Botanik, den Ausdruck Histologie in demselben Sinne wie in der Zoologie zu gebrauchen.

Die Anhäufung brauchbaren Thatsachenmaterials sowohl auf Seite der Morphologie als im Bereiche der Functionslehre hat eine starke Annäherung beider zutage gefördert, und die Lösung der Fragen über die functionelle Bedeutung morphologischer Bildungen ist in vollem Flusse. Am weitesten ist die Verschmelzung morphologischer und physiologischer Erkenntnisse in Betreff der Pflanzengewebe gediehen, deren Studium, wie schon früher erwähnt, mit der Functionslehre seit jeher vielfach verflochten war. So entstand der in

jüngster Zeit reich gepflegte Zweig der Botanik, welchem man den Namen «Physiologische Pflanzenanatomie» gegeben hat. —

Kein Forschungsgebiet steht der Pflanzenphysiologie näher als die Thierphysiologie. Wo laufen überhaupt die Grenzen dieser Gebiete, nachdem es auf tieferer Stufe pflanzlicher und thierischer Organisation nicht mehr gelingt, zwischen Pflanze und Thier mit Sicherheit zu unterscheiden, und nachdem die fortschreitende Forschung immer neue Übereinstimmungen zwischen Pflanzen- und Thierleben aufdeckt. Wie wir heute wissen, athmet die Pflanze in demselben Sinne und zu demselben Zwecke wie das Thier, ja selbst die Formen der Athmung sind in beiden organischen Reichen dieselben. Außer der gemeinen Athmung, bei welcher freier Sauerstoff aufgenommen wird, gibt es sowohl im Pflanzen- als im Thierreiche noch eine sogenannte intramolekulare Athmung, bei welcher gebundener Sauerstoff hochoxydierter Verbindungen zur Unterhaltung der Respiration dient. Die neuere Forschung hat uns in unzweideutiger Weise mit dem Bewegungs-, ja selbst mit dem Empfindungsvermögen der Pflanze bekannt gemacht. Träge Bewegungen, welche sich in Lageveränderungen wachsender Pflanzentheile zu erkennen geben, sind im Pflanzenleben etwas Gewöhnliches, aber selbst sehr lebhaft Bewegungen, wie das Schwärmen gewisser Fortpflanzungszellen (Schwärmosporen und Sper-

matozoiden) kommen in den unteren Gruppen des Gewächsreiches häufig vor. Und muss man nicht von einer Empfindung der Pflanze sprechen, wenn man sieht, dass sie das Licht, die Schwerkraft und andere äußere Einflüsse als Reiz aufnimmt, dass in ihr der Reiz weitergeleitet wird, und dass sie auf diese Reize durch bestimmte Bewegungen, überhaupt durch bestimmte Reactionen antwortet?

Das Princip der Arbeitstheilung hat hier wie überall in den Naturwissenschaften gewirkt: zuerst trennend und dann verbindend.

Die Pflanzenphysiologie ist ihre eigenen Wege gegangen, desgleichen die Thierphysiologie, die eine unbekümmert um die andere; und nur erleuchtete Geister haben den innigen Zusammenhang beider frühzeitig begriffen und fühlten sich in Grundfragen gedrängt, in das scheinbar fremde Gebiet hinüberzugreifen. So einer der größten Thierphysiologen der Neuzeit, Ernst von Brücke, der einst an derselben Ehrenstelle gestanden. Drei große fundamentale Arbeiten auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie sind diesem Forscher zu danken.

Nachdem jedes dieser beiden Gebiete ein reiches Thatsachenmateriale erwarb und zu geordneten Vorstellungen sich erhob, begann ihre Verbindung sich zu vollziehen. Nimmt man ein neueres Werk über Thierphysiologie zur Hand, so gewahrt man mit Befriedigung, dass auf pflanzenphysiologische That-

sachen und Erkenntnisse bereits vielfach Rücksicht genommen wird. In neuester Zeit bezeugen einige Werke über allgemeine Physiologie die naturgemäße Verbindung, in welche Pflanzen- und Thierphysiologie getreten sind. —

Die Beziehungen der Physik und Chemie zur Pflanzenphysiologie liegen so klar vor uns, sind so bekannt, dass ich auf diesen Gegenstand hier nicht näher einzugehen brauche. Aber dass auch diese beiden großen Forschungsgebiete mit ihrer jüngeren Schwester, der Pflanzenphysiologie, in Wechselwirkung stehen, will ich durch ein charakteristisches Beispiel belegen. Einer der hervorragendsten unter den lebenden Pflanzenphysiologen studierte die Wirkungen der osmotischen Kräfte im Leben der Pflanze. Bald musste er erkennen, dass, sosehr die Physiker durch gründliche und ausgedehnte Studien diesen Gegenstand gefördert hatten, sich das Vorhandene für seine Zwecke unzureichend erwies, und er musste daran gehen, eine Reihe osmotischer Fragen vom rein physikalischen Standpunkte aus zu behandeln. Es wurden hierbei Einsichten gewonnen, welche mit Erfolg zur Deutung und Erklärung zahlreicher Vorgänge des Pflanzenlebens herangezogen werden konnten. Aber die Experimente dieses Pflanzenphysiologen<sup>5</sup> bildeten auch die Grundlage, auf welcher die berühmt gewordene van 't Hoff'sche Theorie des osmotischen Druckes, der zufolge bekanntlich dieser

in analoger Weise wie der Gasdruck zustande kommt, aufgebaut wurde. Es ist indes nicht das erstemal, dass Pflanzenphysiologen hilfreich in die Lehre der Osmose eingriffen; ist doch der Entdecker der «Exosmose und Endosmose», der geniale vielseitige Dutrochet, in erster Linie Pflanzenphysiologe gewesen.

In ähnlicher Wechselwirkung wie mit der Physik und Chemie steht die Pflanzenphysiologie auch mit der Meteorologie und Klimatologie. Wie sehr das Pflanzenleben von den meteorischen Einflüssen und die Verbreitung der Gewächse vom Klima abhängt, springt wohl ins Auge, und reich sind die Erkenntnisse, welche die Pflanzenphysiologen durch Benützung der Lehren dieser beiden Disciplinen gewonnen haben. Aber in einigen das Leben der Pflanze betreffenden Studien reichten diese Lehren nicht aus, und es musste von Seite der Pflanzenphysiologen manche meteorologische und klimatologische Frage in die Hand genommen werden. So bestimmte ein Pflanzenphysiologe, um die mechanischen Wirkungen des Regens, namentlich der gewaltigen Tropenregen auf die Gewächse ihrer wahren Kraft nach kennen zu lernen, das Gewicht der schwersten Regentropfen, die Fallgeschwindigkeit und lebendige Kraft des niederfallenden Regens.<sup>6</sup> Auch Beiträge zur näheren Kenntnis des für das Pflanzenleben so bedeutungsvollen Lichtklimas wurden von Seite eines Pflanzenphysiologen geliefert.<sup>7</sup> —

Der Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Leben hat sich noch in keinem Zeitraume so stark geäußert als in unserem zur Neige gehenden Jahrhundert und wird in den kommenden zweifellos sich noch machtvoller gestalten. Stolze Überhebung auf der einen und Verständnislosigkeit auf der andern Seite haben oft und lange einen scharfen Gegensatz zwischen Wissenschaft und Praxis erhalten, welcher beiderseits auf mangelndem Verständnis und beschränktem Ausblick beruhte. Wahrhaft große Forscher erkannten stets, dass, wie sich Helmholtz gelegentlich ausdrückte, Wissen allein nicht Zweck des Menschen auf Erden sei, sondern dass sich das Wissen im Leben auch bethätigen müsse. Nur in diesem Sinne ist Wissen Macht, wie Helmholtz bei derselben Gelegenheit mit Nachdruck hervorhob.<sup>8</sup>

Der grosse Reformator der Botanik, Schleiden, rief in den Vierzigerjahren seinen die Anwendung der Botanik auf das Leben völlig vernachlässigenden Fachgenossen zu: «All die Gewerbe, welche vegetabilische Stoffe benutzen und verarbeiten, fragen völlig vergebens in zweifelhaften Fällen bei der Botanik an, der es zustände, die Gewerbe zu leiten, zu berathen; aber sie weiß nichts Brauchbares anzugeben, kennt oft gerade die Pflanzen, welche wichtige Stoffe liefern, am wenigsten, und entlehnt alles, was über den Kreis der bloßen Namenssystematik hinausgeht, eben nur von den Technikern selbst.» Diese

Anregung ist nicht ohne Wirkung geblieben. Schon ein Schüler Schleidens, der verdiente Pflanzenanatom Hermann Schacht, lehrte die gewöhnlichsten Spinnfasern auf Grund mikroskopischer Kennzeichen unterscheiden. Größere Leistungen und stärkere Impulse nach dieser Richtung sind bald darauf von Österreich ausgegangen, wo durch Anwendung pflanzenanatomischer Untersuchungsmethoden der Grund zur technischen Mikroskopie und zur technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches (technische Warenkunde) gelegt wurde, welche beiden Disciplinen zuerst an den österreichischen technischen Hochschulen zu Lehrgegenständen erhoben wurden.<sup>9</sup>

Durch die Anwendung der Pflanzenphysiologie auf Fragen des praktischen Lebens griff diese Wissenschaft auch schon fördernd in die Rechtspflege ein. Wie von den Chemikern, so fordern die Gerichte auch von den Pflanzenphysiologen fachliche Gutachten ab, und mehrmals war das pflanzenphysiologische Institut unserer Universität in der Lage, dem Ansuchen der Gerichte zu entsprechen.

Eine große Helferin ist der Botanik bekanntlich in der Heilkunde erstanden, welche allerdings nicht die Pflanzenphysiologie, sondern die beschreibende Botanik förderte, ja noch mehr, diese geradezu ins Leben rief. Was die Wurzelgräber und Arzneihändler des griechischen Alterthums begannen und Hippokrates und andere griechische Aerzte fortsetzten,

nämlich die Aufsuchung der heilkräftigen Pflanzen, die Benennung und Unterscheidung dieser Medicinalgewächse, erscheint in der *materia medica* des Dioscorides am vollständigsten gesammelt. Bis zur Zeit des Wiedererwachens der Künste und Wissenschaften bildete dieses Werk die Hauptquelle des botanischen Wissens. Die Rückzahlung dieser großen Schuld der Botanik an die Heilkunde erfolgte aber weniger durch die unmittelbare Schuldnerin, durch die beschreibende Botanik, vielmehr hauptsächlich durch die Pflanzenphysiologie. Dessen möge die Heilkunde stets gedenken, dass die für sie so wichtig gewordene Bacteriologie den Botanikern ihre Entstehung verdankt. Es wurden nicht nur die Bacterien zuerst von Botanikern genau unterschieden und beschrieben, es war auch ein Botaniker, der jüngst verstorbene Director des Breslauer pflanzenphysiologischen Instituts, Ferdinand Cohn, welcher bestimmte Bacterien zuerst als Verursacher von Krankheiten erkannte. Er war es auch, welcher die heute so populär gewordenen Gattungsnamen: Bacillen, Micrococcen, Bacterien schuf.<sup>10</sup> Welche Wichtigkeit die Bacteriologie für die Diagnostik und für die Ätiologie der Krankheiten, für die Hygiene und andere Zweige der gesammten Heilkunde erlangt hat, ist allgemein bekannt.

Auch den Zweigen des Pflanzenbaues, welche den ersten Anstoß zur Entstehung der Pflanzenphysiologie gegeben haben, hat diese reichlich zurückge-

zählt, was sie ihnen an Anregung und an brauchbaren Thatsachen dankte. Feld-, Wald- und Gartenbau sind heute von dem Geiste der Pflanzenphysiologie durchdrungen, und was diese praktischen Disciplinen an wissenschaftlicher Einsicht gewonnen haben, ist zum großen Theil der Pflanzenphysiologie zu danken. Wohl hat zunächst die Agriculturchemie fördernd auf die Lehre vom Pflanzenbau eingewirkt; aber die Einseitigkeit der chemisch-analytischen Auffassung, welche nur aus dem Vergleich der Bodenanalyse mit der Pflanzenanalyse Schlüsse auf die Bodennahrung der Gewächse zog, konnte auch nur zu einer einseitigen Lösung der einschlägigen Fragen, vor allem jener der Pflanzennahrung führen. Erst die mit lebenden Pflanzen vorgenommenen synthetischen Versuche über die Ernährung der Gewächse konnten darüber entscheiden, was von den seitens der Pflanze aufgenommenen Bodenbestandtheilen Nahrungsmittel ist, was für sie von der aufgenommenen Nahrung zu anderen Zwecken benützt wird, und was für sie gleichgiltig ist. So hat sich die Agriculturchemie unter dem Einflusse der Pflanzenphysiologie zu einer Agriculturphysiologie " umgestaltet, welche heute zu den wichtigsten der Praxis des Lebens dienenden Disciplinen gezählt werden muss.

Das fruchtbringende Zusammenwirken von wissenschaftlicher Erkenntnis, Agricultur und Industrie möge durch folgendes lehrreiche Beispiel erläutert

sein. Lange vor der Liebig'schen Epoche wussten die Landwirte, dass die Cultur der Leguminosen (Hülsenfruchtgewächse) den Boden stickstoffreicher mache, indem in demselben jene Stickstoffverbindungen zunehmen, welche von den Pflanzen assimiliert werden können. Man wusste auch, dass alle Hülsenfruchtgewächse an ihren Wurzeln eigenthümliche Knöllchen ausbilden, die man in der verschiedensten, mitunter recht abenteuerlichen Weise deutete. Die bacteriologische Forschung hat nun bewiesen, dass diese Knöllchen die Herbergen eingewanderter, mit den Leguminosen in einer Art Genossenschaftsverhältnis (Symbiose) lebende Bacterien bilden. Diese Bacterien, welche nun mit den Erbsen, Linsen, Lupinen u. s. w. in Gemeinschaft leben, haben die merkwürdige Eigenschaft, den Stickstoff der Bodenluft in Verbindungen umzuwandeln, welche von der Pflanze assimiliert werden können. Das alte Räthsel war gelöst. Pflanzte man Hülsenfruchtgewächse in einem sterilisierten Boden, so kommen diese Pflanzen weniger gut als in einem gewöhnlichen, die betreffenden Bacterien stets beherbergenden Boden fort. Reichliches Vorkommen dieser eigenthümlichen Bacterien im Boden steigert den Ertrag der Hülsenfruchtgewächse. Dieser Thatsache hat sich nun die Industrie bemächtigt. In den berühmten Farbwerken von Meister und Lucius in Höchst erzeugt man für die Zwecke der Cultur von Lupinen, Erbsen und anderen Hülsenfrüchten das

«Nitragin», nämlich künstlich vermehrte und in passender Weise lebend conservierte Bacterien verschiedener Art, welche, in zweckmäßiger Weise dem Boden zugefügt, erfahrungsgemäß den Stickstoffgehalt der Lupinen, Erbsen u. s. w. vermehren.

Gleich zahlreichen anderen Wissenschaften zahlte die Pflanzenphysiologie der Praxis reichlich zurück, was sie von ihr an Kenntnissen und Anregungen als erstes Betriebscapital empfing. Damit ist aber die Rechnung zwischen Theorie und Praxis nicht getilgt. Diese große Rechnung wird überhaupt nie beglichen werden. Mit den Fortschritten der Bodencultur, des Handels und der Industrie entstehen fortwährend neue wissenschaftliche Probleme, und neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Entdeckungen fördern unaufhörlich die Praxis. Immer mehr und mehr verschwindet der alte Gegensatz von Wissenschaft und Praxis, und immer mehr reift die Einsicht heran, dass auf dem harmonischen Zusammenwirken beider der menschliche Fortschritt beruht.

Das Eingreifen der Pflanzenphysiologie in das praktische Leben hat vielfache Beziehungen zwischen ihr und den Socialwissenschaften hervorgerufen. Was sie zur Erklärung der Bodenerschöpfung, zur Beseitigung der Furcht vor der Bodenerschöpfung, was sie zum Verständnis der Bedeutung des Waldes für das Klima und für die Cultur der Acker- und Gartengewächse beigetragen, kommt auch den Gesellschafts-

wissenschaften zugute. Es bestehen aber auch zahlreiche andere Beziehungen zwischen diesen beiden so getrennt erscheinenden Wissenschaften.

Um zunächst die zwischen beiden Wissensgebieten bestehenden Wechselwirkungen zu veranschaulichen, möchte ich daran erinnern, wie groß der Nutzen gewesen, den Darwin bei Aufstellung des Fundamentalbegriffes seiner Theorie: «Kampf ums Dasein» aus den Lehren des britischen Nationalökonom Malthus gezogen, und hinzufügen, dass neuere Nationalökonom den von den Pflanzenphysiologen aufgestellten Begriff: «Symbiose», d. i. die Vereinigung heterogener Organismen zu einem einheitlichen Lebewesen\*) zur Erklärung socialer Erscheinungen herangezogen haben.<sup>12</sup>

Doch handelte es sich im letzteren Falle nur um ein erklärendes Vorbild oder um eine ordnende Hilfsvorstellung. Wichtiger für die Socialwissenschaften erweist sich die unmittelbare Anwendung pflanzenphysiologischer Forschungsergebnisse im Studium socialer Fragen, wie ich indes schon mit Beziehung auf die Lehre über die durch Culturpflanzen hervorgerufene Bodenerschöpfung angedeutet habe.

---

\*) Eines der bekanntesten Beispiele der Symbiose bieten die Flechten dar. Man hat dieselben gleich den Pilzen und Algen für ganz selbständige Lagerpflanzen gehalten. Es wurde aber sichergestellt, dass jede Flechte ein Consortium von Pilz und Alge repräsentiere, welches uns als einheitliches Lebewesen entgegentritt.

Zur Verdeutlichung dieses Verhältnisses wähle ich noch ein anderes und mit Absicht ein etwas extremes, aber lehrreiches Beispiel.

Seit etwa einem Jahrhundert beschäftigt man sich mit der Frage, wie lange bei dem so enorm sich steigenden Bedarf an Brennmateriale die Kohlenschätze der Erde reichen werden. Die berechneten Zeitwerte haben viel Schrecken hervorgerufen. Allein man konnte sich doch einigermaßen damit beruhigen, dass die Prämissen, auf welchen so beängstigende Schlüsse aufgebaut wurden, an Sicherheit sehr viel zu wünschen übrig ließen. Nun kommt über den Ocean eine noch ärgere Hiobspost zu uns. Durch die amerikanischen und englischen Blätter geht die auch von deutschen Zeitungen<sup>13</sup> reflectierte Nachricht, dass die Gefahr des Unterganges der Menschheit früher nahen werde, als man bis jetzt befürchten musste. Unter Berufung auf die Autorität eines großen Physikers<sup>14</sup> wird behauptet, dass bei dem progressiven Verbrauche der Industrie an mineralischen Heizstoffen schon in 500 Jahren alle Mineralkohle aufgebraucht sein werde. Aber die letzten Reste der Kohle werden — so wird weiter behauptet — nicht mehr aus der Erde gehoben werden können, weil inzwischen der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre infolge der enorm gesteigerten Verbrennungsprocesse sich soweit verringert haben wird, dass die Luft zur Unterhaltung der Athmung des Menschen nicht mehr geeignet sein werde.

Die betreffenden Berechnungen erscheinen ganz richtig, aber wieder sind die Annahmen unsicher, auf welche diese erschreckenden Folgerungen aufgebaut wurden, wie denn überhaupt die ganze Frage, welche an Complication ihresgleichen sucht, ganz einseitig chemisch aufgefasst wurde, ganz ohne Rücksicht auf den Charakter der Organismen.

Den Ausgangspunkt der genannten Berechnungen bildet jener Zustand der Erde, welche der Kant-Laplace'schen Theorie entspricht. Aller Kohlenstoff der Erde erscheint verbrannt, aller unserem Planeten zugetheilte Sauerstoff ist aufgebraucht. Nach Abkühlung der Erde erscheint die grüne Vegetation und erzeugt unter dem Einflusse des Sonnenlichtes freien Sauerstoff. Den gesammten Sauerstoff der Atmosphäre leitet diese Hypothese von der grünen Vegetation ab. Da es derzeit auf der Erde keine andere natürliche Sauerstoffquelle gibt als die grüne, vom Tageslicht beschienene Pflanze, so muss mit zunehmender Verbrennung das Sauerstoffquantum der Erde abnehmen. Um dieser Abnahme zu steuern, werden ausgedehnte Anpflanzungen von Obstbäumen vorgeschlagen. So hofft man durch die auf solche Art erzielte Vermehrung des Sauerstoffes und menschlicher Genussmittel den Erdbewohnern aufzuhelfen. Welche kleinliche Mittel gegenüber den harmonisch wirkenden Naturgewalten!

Auf wie schwachen Füßen die vorgeführte Hypo-

these steht, mag daraus ersehen werden, dass man aus den ins Feld geführten Prämissen unter Herbeiziehung einiger von den Pflanzenphysiologen festgestellten Thatsachen einen ganz gegentheiligen Schluss ableiten kann.

Es hat nämlich der französische Pflanzenphysiologe Boussingault zuerst constatirt, dass das von der grünen Pflanze aufgenommene Kohlensäurevolum genau so groß ist als das im Sonnenlichte ausgeschiedene Sauerstoffvolum. Wenn also, wie behauptet wird, aller Sauerstoff unserer Atmosphäre von der grünen Pflanze aus Kohlensäure abgeschieden werden würde, so müsste das Kohlensäurequantum der Erdatmosphäre vor dem Auftreten der grünen Vegetation siebenhundertmal mehr als gegenwärtig betragen haben, und die Sauerstoffmenge wäre nach dieser Hypothese von 0 auf 21 Volumprocente gestiegen, während die enorme Kohlensäuremenge auf ihr gegenwärtiges Maß, nämlich auf 0·03 Volumprocente gefallen wäre. Wollte man in der Schlussfolge so einseitig vorgehen, wie es in der genannten Hypothese geschehen, so könnte man unter Annahme einer solchen enormen Verringerung der atmosphärischen Kohlensäure den Untergang der Vegetation voraus zu berechnen unternehmen, wenn — ja wenn es nicht sinnlos wäre, zu übersehen, dass beide organischen Reiche, die Pflanzen- und die Thierwelt, auf einander angewiesen sind, sich in fortwährender Wech-

selwirkung erhalten und die ans Wunderbare grenzende Anpassungsfähigkeit der Pflanzen und Thiere deren Fortbestand auch unter äußeren Verhältnissen ermöglichen würde, welche von den heutigen weit verschieden sind.

Aber die Boussingault'sche Entdeckung lehrt noch etwas anderes. Da die Kohlensäuremenge der Atmosphäre ungemein constant ist, nämlich derzeit an allen Erdpunkten ungefähr 0'03 Volumprocent beträgt, und der Kreislauf der Stoffe auf der Erde nie unterbrochen wird, also fortwährend Kohlensäure durch Verbrennung, Athmung und Verwesung entsteht, aber auch fortwährend Kohlensäure durch die grüne Pflanze auf unserem Weltkörper, sei es bei uns, sei es bei den Antipoden im Lichte zu Sauerstoff reducirt wird, so kann die in fortwährender Umbildung begriffene Menge dieser Gase höchstens 0'03 Procent betragen, und selbst ein hochgesteigerter Verbrennungsprocess würde an dem großen Sauerstoffüberschuss nicht viel ändern. Ein wichtiger Punkt unserer Frage ist aber bisher nur kurz angedeutet worden: die außerordentliche Anpassungsfähigkeit der Organismen an die äußeren Bedingungen des Lebens. Wenn die Kohlensäuremenge der Atmosphäre infolge gesteigerten Kohlenconsums eine erhebliche Vergrößerung erführe, so würde die Pflanzenwelt sich diesem geänderten Zustand der Atmosphäre anpassen. Diese Anpassung muss aber von jenen zugeben

werden, welche die in ihren Consequenzen so erschreckende Hypothese aufgestellt haben; denn sie müssen einräumen, dass die frühere Erdvegetation weit größere Kohlensäuremengen vertrug als die gegenwärtige, ja sich nutzbar machte. Wenn diese Anpassungsfähigkeit der Pflanze an die Kohlensäuremenge der Atmosphäre aber zugegeben wird, dann hat der vermehrte Verbrauch der Kohle wenigstens insoferne nichts Beunruhigendes, als aus demselben keine Sauerstoffabnahme der Atmosphäre gefolgert zu werden braucht.

Ich habe mich bei diesem Beispiele lange aufgehalten. Ich wollte durch dasselbe andeuten, zu welchen Fehlschlüssen einseitige Auffassungen und problematische Voraussetzungen führen können. Das Problem, um welches es sich hier handelt, ist viel complicierter, als häufig selbst von hervorragenden Fachmännern angenommen wird, und zu den Einwänden, welche ich gegen diese in wissenschaftlichen Kreisen indes nicht sehr ernst genommene Schreckenslehre erhob, ließen sich noch zahlreiche andere fügen.

In ihrem Jugenddrange hat die Naturwissenschaft, in fremde Gebiete übergreifend, noch manche andere einseitige Behauptung aufgestellt. So wurde ja bekanntlich von Liebig der Untergang des römischen Weltreiches auf die Erschöpfung des Bodens zurückgeführt, auf den Mangel an Phosphorsäure und Kali in der Ackererde, hervorgerufen durch Raubbau,

nämlich durch zu starke Ausnützung des Culturbodens. Nicht mit Unrecht hat Du Bois-Reymond diese Auffassung zurückgewiesen, aber auch die von ihm versuchte Erklärung: «Die römische Cultur ist untergegangen, weil sie auf dem Flugsande der Ästhetik und Speculation aufgebaut war»,<sup>15</sup> konnte der Kritik der Historiker nicht standhalten.<sup>16</sup> Auch Du Bois-Reymond hat ein compliciertes Phänomen durch eine zu einfache Formel zu lösen gesucht.

Unversehens gelangten wir auf die Beziehungen der Naturwissenschaften zu den Geisteswissenschaften, speciell zur Geschichte. Lange Zeit hindurch waren diese Beziehungen herzlich schlechte, und mangelhafte Kenntnisse und engherzige Auffassung auf beiden Seiten haben häufig genug zu harten Streitigkeiten geführt. Die ersten Versuche der Naturforscher, sich an der Lösung historischer Probleme von ihrem Standpunkte aus zu betheiligen, und der Historiker — ich erinnere hier vor allem an Buckle — naturwissenschaftliche Lehren in der Geschichtsforschung zu verwenden, fielen nicht glücklich aus und konnten deshalb kaum dazu beitragen, den geistigen Verkehr zwischen beiden «Lagern», wie man in der Kampfzeit so häufig gesagt hat, zu beleben. Es erfuhren vielmehr diese Bestrebungen oftmals heftige Zurückweisung. So hieß es: «Mit dem Messer des Physiologen könne man den harten Boden der Geschichte nicht ackern, dazu benöthige man den schweren histo-

rischen Pflug.»<sup>17</sup> Oder: Ein ausgezeichnete Historiker erzählt, es sei ihm bedeutet worden, die Geschichte könne es sich nicht gefallen lassen, durch Darwin und Genossen belästigt zu werden.<sup>18</sup>

Ein hervorragender Geschichtsforscher, welcher einst auf diesem Ehrenplatze gestanden, veröffentlichte jüngst ein Werk über Genealogie.<sup>19</sup> Diese bildet, wie der Autor selbst sagt, die Brücke zwischen den geschichtlichen und den Naturwissenschaften. In diesem Werke wird der Versuch gemacht, die Genealogie als Wissenschaft in allen ihren gegenseitigen Beziehungen zu historischen, gesellschaftlichen, staatlichen, rechtlichen und naturwissenschaftlichen Aufgaben systematisch darzustellen.

Sowohl die Physiologen der zoologischen als die der botanischen Richtung haben sich mehrfach mit der Frage der Geschlechtsentstehung beschäftigt. Sie haben diese Frage aber nur — wenn ich so sagen darf — vom ontogenetischen Standpunkte betrachtet; sie haben also nur gefragt: Welche Zustände der Eltern und welche Einwirkungen auf sie führen unmittelbar zu männlichen, beziehungsweise zu weiblichen Nachkommen? In der genannten Genealogie wird aber die Aufgabe — wenn ich so sagen darf — phylogenetisch gefasst. Der Verfasser stellt sich nämlich die Frage, ob nicht die Vererbung bei der Geschlechtsentstehung von Bedeutung sei, ob nicht, um es ganz verständlich auszudrücken, be-

stimmte Väter oder Mütter infolge erblich festgewurzelter Eigenthümlichkeiten berufen sind, ausschließlich oder vorwiegend männlichen oder weiblichen Nachkommen das Leben zu geben.

Es ist nicht etwa ein flüchtiger Einfall, welcher unseren Geschichtsforscher zur Stellung und Prüfung dieser Frage führte; im Gegentheile: mit Staunen nimmt man bei Einsicht in diese Genealogie wahr, wie der Autor in die feinsten naturwissenschaftlichen Probleme der Vererbung, in die subtilsten morphologischen die Zeugung und Embryoerstehung begleitenden Erscheinungen eingeht, um den vorhandenen Wissensschatz bei Bewältigung seiner Aufgabe möglichst zu verwerten.

Die von dem Autor hierbei in Anwendung gebrachte genealogische Methode ist der Beachtung der Biologen im hohen Grade wert. Er studierte die Abstammungsgeschichte zahlreicher Fürstengeschlechter und fand als Regel, dass in dem einen männliche, in dem anderen weibliche Descendenten so dominieren, dass an der Vererbbarkeit des Geschlechtes innerhalb der Familien kaum gezweifelt werden kann.

Für fernere biologische Studien dürfte die aus den genealogischen Untersuchungen hervorgehende Auffindung von Bedeutung sein, dass bei dem Menschen der männliche Antheil an der Geschlechtsbildung von größerem Gewichte sei als der weibliche.

Auch andere Zweige der historischen Hilfswissenschaften, z. B. Diplomatie und Paläographie — ein Gleiches gilt auch für die Archäologie — treten in Beziehung zu den Naturwissenschaften. Die materielle Untersuchung der Urkunden, ihrer Beschreibstoffe und der Substanzen, mit welchen geschrieben wurde, besorgten früher die Historiker selbst. Nun haben aber Mikroskopiker vom Fach, in erster Linie Pflanzenphysiologen, diese Aufgabe übernommen; sie räumten die alten Irrthümer, die *charta bombycina* (Baumwollenpapier, welches dem Hadernpapier vorangegangen sein soll), die *charta corticina*, welche sich als Papyrus erwies, und vieles andere aus dem Wege und führten das für die Cultur so wichtige Hadernpapier, welches die Historiker nur bis zum 14. Jahrhundert verfolgen konnten, bis auf das 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung zurück und zeigten, dass dieses Papier weder von den Deutschen, noch von den Italienern zuerst erzeugt wurde, sondern dem so oft bewährten Erfindungsgeist der Araber zu danken ist.<sup>20</sup>

So wurde die Geschichte des Papiers durch zielbewusste Anwendung der Pflanzenphysiologie auf neue Grundlagen gestellt, deren Sicherheit, von den hierzu berufensten Geschichts- und Sprachforschern durch historische Untersuchungen geprüft, die vollständigste Anerkennung gefunden hat.<sup>21</sup>

Es halfen also die Pflanzenphysiologen bei dem Aufbaue eines nicht unwichtigen Stückes Cultur-

geschichte eifrig mit. Nach dieser Richtung liegen indes bereits ältere botanische Arbeiten vor. Namentlich möchte ich daran erinnern, dass ein Professor der Botanik unserer Universität, mein unvergesslicher, als Pflanzenphysiologe berühmter Lehrer, Franz Unger, in seinen botanischen Streifzügen auf dem Gebiete der Culturgeschichte<sup>22</sup> wichtige Beiträge zur Kenntnis des Ursprunges der Getreidearten und anderer für das Leben des Menschen bedeutungsvoller Culturpflanzen geliefert hat.

Gerade auf culturgeschichtlichem Gebiete verflochten sich die verschiedensten Zweige der Geistes- und der Naturwissenschaften. Durch solche combinierte Studien wurde beispielsweise der Übergang der wichtigsten Culturpflanzen aus Asien nach Griechenland und Italien und von hier aus nach dem übrigen Europa nachgewiesen.<sup>23</sup>

Die Herkunft des Weizens verliert sich im Sagenhaften: die Griechen betrachteten ihn als Geschenk der Demeter, die Egypter als Gabe der Isis. Weder historische, noch linguistische Anhaltspunkte leiten auf die Urheimat des Weizens hin. Aber der physiologische Charakter dieser Getreideart bezeugt, dass ihre Urheimat die Steppe gewesen sein müsse. Auch die Heimat der Gerste ist in Dunkel gehüllt. Hingegen sprechen linguistische Gründe für die Annahme, dass die Heimat des Roggens, welcher gleichfalls wie Gerste und Weizen ein Steppengras

ist, zwischen den Alpen und dem schwarzen Meere zu suchen sei.<sup>24</sup>

Der Übergang mehrerer edler Obstarten aus dem westlichen Asien über Italien zu uns ist sprachlich, historisch und naturwissenschaftlich festgestellt. Die Heimat des Pfirsichs (*persica*) liegt in Asien, vielleicht, wie der Name sagt, in Persien.\*) In der republikanischen Zeit des Römerreiches war der Pfirsich dort noch unbekannt, und erst in den Nachrichten aus dem 1. Jahrhundert der Kaiserzeit taucht er auf. Die Cultur des Pfirsichbaumes wurde in Italien durch aus dem westlichen Asien stammende Sklaven und Freigelassene eingeführt und besorgt, welche überhaupt die berühmte römische Obstzucht gründeten.

Auch die Gemüsecultur hat sich von Italien nach dem übrigen Europa verbreitet, wie die Namen vieler Gemüsearten bezeugen, z. B. das Wort Kohl für unsere gemeinste Gemüseart, welches sich aus dem lateinischen Worte *caulis* ableitet.\*\*)

Wie jede Wissenschaft, und sei es auch nur durch Aufstellung erklärender Vorbilder oder ordnender Hilfsvorstellungen, ist auch die Pflanzen-

---

\*) Nach Buhse wächst der Pfirsichbaum in der persischen Provinz Ghilan wild.

\*\*\*) Einige Kohlvarietäten (z. B. der Carviol) heissen in niederösterreichischer Mundart Kauli, welches Wort dem lateinischen Stammworte noch näher zu stehen scheint.

physiologie mit der Philosophie in Verbindung getreten. Die Versuche, eine Vorstellung über den molecularen oder micellaren Bau der Zellenbestandtheile zu gewinnen<sup>25</sup> oder, über die unmittelbare Beobachtung hinaus, die letzten Lebenseinheiten der Pflanze aus bekannten Thatsachen zu erschließen,<sup>26</sup> gehören, wie die Ableitung der unsichtbaren Atome und Moleküle, schon in das Gebiet einer sich dem Naturforscher als Bedürfnis aufdrängenden Metaphysik, ragen also bereits in den Bereich der Philosophie hinein.

Es möge mir nicht als Übertreibung angerechnet werden, wenn ich schließlich einen Augenblick die allerdings etwas phantasie reich gesponnenen Fäden betrachte, welche die Pflanzenphysiologie mit der Psychologie verbinden. Ich habe da das mit zartester menschlicher Empfindung geschriebene Werk über das Seelenleben der Pflanze im Auge, welches der Begründer der Psychophysik, Fechner, im Sturmjahre 1848 veröffentlichte. Man hat die Pflanze früher für bewegungslos gehalten und vermeinte sie dadurch vom Thiere unterscheiden zu können. Diese Ansicht wurde durch die Thatsachen ebenso widerlegt wie die lange aufrecht erhaltene Meinung von der Empfindungslosigkeit der Gewächse. Aber gerade über das Empfindungsvermögen der Pflanze brachten die letzten Jahre reiche Aufklärung, und manche Ahnung Fechners über das Empfindungsvermögen der Pflanze

verwandelte sich in eine wissenschaftlich begründete Ansicht. Reizaufnahme, Reizleitung, Reizauslösung wie im Nervenleben der Thiere sind in der Pflanze nachgewiesen worden, obgleich diese Organismen keine Nerven haben, aber, wie Fechner sagte, vielfach so fungieren, als ob sie Nerven besäßen.<sup>27</sup> Wenn nun auch der Pflanze eine Psyche im Sinne der heutigen Psychologie nicht zukommt, so böte die Vertrautheit mit dem Leben der Pflanze dem Psychologen manchen Anhalt, um die psychischen Functionen unter dem Gesichtspunkte der Einheit aller Organisation näher zu prüfen und gegen andere Lebensfunctionen genauer abzuwägen. —

Ich eile zum Schlusse und muss viele wichtige Beziehungen der Pflanzenphysiologie zu anderen Wissenschaften unbesprochen lassen. Ich erwähnte nicht die Studien über Anpassungen der Blumen an Insecten und *vice versa* zum Zwecke der Befruchtung der ersteren, Studien, welche ein neues Grenzgebiet zwischen Zoologie und Pflanzenphysiologie ins Leben riefen; ich gedachte nicht des physiologischen Elementes der Pflanzengeographie, nicht der großen Hilfe, welche die Mathematik auch unserer Wissenschaft geleistet, und muss noch vieles andere übergehen.

Ich konnte nur in einigen charakteristischen Beispielen die Gesetzmäßigkeiten verfolgen, welche bei Betrachtung der Beziehungen der

Pflanzenphysiologie zu den anderen Wissenschaften sich ergeben.

Im Grunde genommen ist meine ganze Auseinandersetzung nur ein Beispiel gewesen. Denn was für mein specielles Fachgebiet gilt: die vielverschlungene, mit dem Fortschritt der Forschung sich immer inniger gestaltende Verbindung mit anderen, oft fernabliegenden Zweigen der Wissenschaft, hat wohl für jeden anderen Wissenszweig Geltung.

Das Verhältnis der einzelnen Wissenszweige zu einander gestaltet sich, wie schon aus den vorgeführten Beispielen erhellt, so compliciert, dass wir wohl begreifen, wenn alle Versuche, welche von Bacon bis d'Alembert und von den Encyclopädisten bis auf die neueste Zeit zum Zwecke einer Classification der Wissenschaften unternommen wurden, scheitern mussten. Man kann die Wissenschaft nicht wie einen Baugrund parcellieren. Die Scheidewände zwischen den einzelnen Wissenszweigen haben wir selbst gezogen, gedrängt durch die Beschränktheit unseres Geistes, welche uns zur Theilung der Arbeit nöthigt. Aber mit unseren Fortschritten fallen diese Grenzen, die einzelnen, oft feindlich einander gegenüber gestandenen Disciplinen vereinigen sich zu einem einheitlichen Ganzen. So erscheint die Wissenschaft als ein großes Ganzes, die Theile in gegenseitiger Beziehung und Wechselwirkung, wie

die Organe eines Organismus. Ich möchte die Einheit der Wissenschaft unter dem Bilde eines Baumes betrachten, welcher aus dem Boden des Lebens hervowächst, aus diesem einen Theil seiner Kraft und Nahrung empfängt und in ihm seine Stütze findet. Die Theile dieses Baumes: Wurzel, Stamm, Zweige und wie sie alle heißen, erscheinen uns äußerlich verschieden, aber innerlich gehören sie zusammen, sie stehen untereinander fortwährend in förderlicher Wechselwirkung. Gleich den Organen sind auch die Gewebe aufeinander angewiesen, und keine der Millionen Zellen eines Baumes ist zwecklos, wenn auch nicht jede Zelle zu allen anderen in fester Beziehung steht, wie auch nicht jede einzelne wissenschaftliche Frage mit allen anderen zusammenhängt. Dies kann aber ebensowenig die Einheit der Wissenschaft stören, als die Einheit des organischen Baues eines Baumes durch die Thatsache gestört wird, dass nicht jede Zelle mit jeder andern Zelle desselben Baumes in Wechselwirkung steht.

Staunend sehen wir diesen Baum der Wissenschaft sich entwickeln und ausbreiten; aber es ist dafür gesorgt, dass auch dieser Baum nicht in den Himmel wachse.

Nach jahrtausendlangem Suchen und Tasten hat der Mensch endlich gefunden, wie er trotz der Beschränktheit seines Geistes hohe Ziele der Erkenntnis erreichen kann: durch die oft nur langsam und schlep-

pend vorwärts fördernde inductive Methode und durch das anfangs scheidende, nach reicher Ernte aber zur Verbindung des Gewonnenen führende Princip der Arbeitstheilung. Immer deutlicher wird es, dass die aus dem Princip der Arbeitstheilung fließende synthetische Geistesarbeit zu immer größeren Conceptionen führen muss, und dass immer größer die Zahl der Männer werden muss, welche sich über das Niveau des Fachmannes erhebend, Forscher im besten Sinne des Wortes sind.

Durch die exacte Art ihres Betriebes in Schranken gehalten, schreitet die Wissenschaft vorwärts, das menschlicher Geisteskraft Erreichbare immer mehr und mehr erreichend, aber auch das Unerreichbare immer deutlicher als unerreichbar erkennend. Ja immer mehr treten uns die Grenzen unseres Erkennens entgegen. Den griechischen Denkern erschien es ein Spiel, Lebendes aus Leblosem hervorgehen zu lassen, Thiere und Pflanzen aus Schlamm oder feuchtem Boden. Aber die inductive Forschungsmethode hat uns dahin geführt, zu erkennen, dass, soweit die Beobachtung reicht, das Lebende nur aus dem Lebenden hervorgeht. Auch die kleinsten bekannten Lebewesen, die Bacterien, entstehen nicht elternlos, wie vor einiger Zeit von dem letzten Rückzugsposten der Vertheidigung einer Urzeugung behauptet wurde. Auch im Organismus geht alles Lebende nur aus Lebendem hervor: die Zelle aus der Zelle, der Zellkern aus dem

Zellkern und die kleinsten, schon an der Grenze der mikroskopischen Wahrnehmung liegenden Plastiden aus ihresgleichen. Die von manchem Naturforscher eingeräumte Möglichkeit, dass im Organismus Belebt-Individualisiertes spontan entstehen könne, ist wohl nur eine Nachwirkung der alten Lehre von der Urzeugung,<sup>28</sup> denn so weit die Erfahrung reicht, entsteht auch innerhalb des Organismus alles Organisierte nur aus Organisiertem, so dass das Wachstum der Organismen uns nur als eine Fortsetzung schon bestandener Organisationen erscheint.<sup>29</sup>

Die fortschreitende Forschung hat die für die Existenz einer Urzeugung sprechenden Thatsachen geradezu auf Null reduciert. So sehen wir uns förmlich gedrängt, von einer Urzeugung abzusehen und die lebende Substanz ebenso als gegeben zu betrachten, wie der Physiker die Materie als gegeben ansieht und über die Herkunft des Stoffes sich gar keine Gedanken mehr macht.

So hat die exacteste Forschung selbst im Bereiche des Materiellen zu unübersteiglichen Grenzen geführt, und die alten Räthsel der Welt und alles Seins blieben trotz aller Fortschritte ungelöst, und klarer vielleicht als die Denker früherer wissenschaftlicher Epochen erkennen wir, dass ihre Lösung jenseits menschlicher Geisteskraft liegt. Sie bleiben dem größten Denker ebenso unlösbar wie dem simpelsten Verstande. Andere als im nüchternen Wissenschafts-

betriebe thätige Seelenkräfte übernehmen es, ein beruhigendes Verhältnis zwischen der Unendlichkeit und unserer Beschränktheit herzustellen.

Der Verstand der Verständigsten, frei von dem Dünkel eigener Größe, beugt sich wie ein kindlich Gemüth vor dem Unerforschlichen, vor jenem Urquell alles Seins, welchen der größte deutsche Dichter uns genannt hat als den,

«. . . . . der sich selbst erschuf  
Von Ewigkeit in schaffendem Beruf,  
. . . . . der den Glauben schafft,  
Vertrauen, Liebe, Thätigkeit und Kraft.»



## ANMERKUNGEN.

---

1 Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Vierte Auflage. Leipzig 1861, p. 2.

2 Pfitzer, Grundzüge einer vergleichenden Morphologie der Orchideen. Heidelberg 1882, p. 2.

3 E. Mach, Die ökonomische Natur der physikalischen Forschung. Vortrag, gehalten in der feierlichen Sitzung der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien am 25. Mai 1882. Derselbe, Mechanik. Leipzig 1897, p. 471.

4 Jakob Eriksson, Eine allgemeine Übersicht der wichtigsten Ergebnisse der schwedischen Getreiderostuntersuchungen. Bot. Centralblatt 1897. Auch Klebahn fand «physiologische Pflanzenarten», und zwar unter dem Blasenrost.

5 Pfeffer, Osmotische Untersuchungen. 1877. Siehe auch van 't Hoff, Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. 1894, p. 19.

6 Wiesner, Beiträge zur Kenntnis des tropischen Regens. Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. 104 (1895).

7 Wiesner, Untersuchungen über das photochemische Klima von Wien, Cairo und Buitenzorg. Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. Derselbe, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas im arktischen Gebiete. Ebendasselbst 1898.

8 Helmholtz, Populäre wissenschaftliche Vorträge. Braunschweig 1865, p. 24.

9 Wiesner, Einleitung in die technische Mikroskopie. Wien 1867. Derselbe, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Leipzig 1873.

10 Berliner und Breslauer Tagesblätter erzählten anlässlich des Todes F. Cohns in Lebensbeschreibungen des Heimgegangenen über die Entstehungsgeschichte der so populär gewordenen Gattungsnamen der Bacte-

riaceen, dass Cohn, ermüdet von seiner anstrengenden, bis auf die Nomenclatur abgeschlossenen Arbeit über die kleinsten Lebewesen, sich zur Erholung nach Landeck in der Grafschaft Glatz begeben und dort die so vielgenannten Namen *Bacterium*, *Bacillus* und *Micrococcus* erfunden und, nachdem diese Namen auf ihre sprachliche Richtigkeit und ihren Wohlklang geprüft wurden, als Gattungsbezeichnungen gewählt habe. Wenn nun auch die Gattung *Bacterium* in ihrer heutigen Begrenzung als von Cohn aufgestelltes Genus zu gelten hat, so ist dieser Gattungsname doch älter und wurde schon von Dujardin und Ehrenberg gebraucht.

11 F. Schindler, Über Ziele, Aufgaben und Methodik der Pflanzenproductionslehre. Journal für Landwirtschaft, Berlin 1898, p. 237 ff. Die Umwandlung der Agriculturchemie in eine Agriculturphysiologie vollzog sich hauptsächlich unter dem Einflusse des bekannten Lehrbuches der Agriculturchemie von Adolf Mayer.

12 Herrn Hofrath Professor Karl Menger verdanke ich die Kenntniss der Thatsache, dass der Begriff «Symbiose» in den Socialwissenschaften als Hilfspvstellung zur Erklärung socialer Erscheinungen mehrfach herangezogen werde.

13 «Cassel's Magazin» for May, London 1898 und andere englische und amerikanische Journale. «Die Zeit», Wien, Juni 1898 und andere deutsche Zeitschriften.

14 Die Zeitungsberichte, namentlich der ausführliche Aufsatz Munros in «Cassel's Magazin» über die angebliche Kohle- und Sauerstofferschöpfung auf der Erde, berufen sich auf keinem Geringeren als auf Lord Kelvin, welcher bei der Versammlung der British Association in Toronto (1897) die im Texte skizzierte Hypothese in einem Vortrage dargelegt und auf Veranlassung eines New-Yorker Interviewers vor einem kleinen Hörerkreise näher ausgeführt haben soll. Ich war mir nun allerdings darüber klar, dass ein Forscher von der Tiefe, Geistesschärfe und Vorsicht Lord Kelvins eine so unsichere Hypothese, wie die im Texte erwähnte, nicht aufgestellt haben konnte. Da mir aber daran gelegen war, Lord Kelvins diesbezügliche Anschauungen aus authentischen Berichten kennen zu lernen, wendete ich mich um Auskunft an meinen verehrten Freund Dr. O. Stapf in Kew. Nach Mittheilungen, welche Lord Kelvin Herrn Dr. Stapf zugehen liess, erschien der betreffende Vortrag nicht im Druck, sondern nur eine kurze Notiz über denselben in den Berichten über die Versammlung der British Association in Toronto (Report, p. 553 unter dem Titel: On the Fuel Supply and the Air Supply of the Earth). Über denselben Gegenstand sprach sich Lord Kelvin in seiner kürzlich im Drucke erschienenen «Adress»: On the age of the Earth, London, The Victoria Institute, aus, welche

Schrift mir der berühmte Autor durch Herrn Dr. Stapf zu übersenden die Güte hatte.

In den genannten Publicationen ist die Frage über die Herkunft des atmosphärischen Sauerstoffes, sowie über das sich möglicherweise einstellende Ende der fossilen Kohle mit der größten Vorsicht behandelt, und von einer in ein paar Jahrhunderten zu gewärtigenden Erschöpfung der Kohlenschätze der Erde oder des atmosphärischen Sauerstoffes durch die fortschreitende Industrie ist nirgends die Rede. Im Gegentheile, es wird als wahrscheinlich hingestellt, dass schon vor Beginn der Vegetation Sauerstoff in der Atmosphäre vorhanden war. Wenn aber nicht nur alle Steinkohle der Erde, sondern auch die ganze Pflanzsubstanz zu Kohlensäure verbrennen würde, so bliebe in der Atmosphäre noch ein Rest von Sauerstoff zurück. Und wie unsicher die Schätzung des Kohlenvorrathes der Erde ist, mag aus der von Lord Kelvin stark betonten Thatsache zu ersehen sein, dass die im Boden Englands und Schottlands liegende Kohlenmenge zu groß ist, um durch den über diesen Ländern liegenden atmosphärischen Sauerstoff vollständig zu Kohlensäure verbrannt werden zu können.

15 Du Bois-Reymond, Culturgeschichte und Naturwissenschaft. Ein Vortrag. Leipzig, Veith et Comp., 1878, p. 22.

16 O. Lorenz, Die Geschichtswissenschaft in Hauptrichtungen und Aufgaben kritisch erörtert. Berlin 1886, 170 ff.

17 Lorenz, l. c.

18 Lorenz, l. c.

19 Lorenz, Lehrbuch der gesammten wissenschaftlichen Genealogie. Berlin 1898.

20 Wiesner, Die mikroskopische Untersuchung des Papiers («Die Faijúmer und Uschmúneier Papiere») in «Mittheilungen aus der Sammlung der Papyrus Erzherzog Rainer» (1887), Wien, Staatsdruckerei.

21 Karabaczek, Das arabische Papier. Ebendasselbst 1887.

22 F. Unger, Botanische Streifzüge auf dem Gebiete der Culturgeschichte. Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissenschaften, mathem.-naturw. Classe, Bd. XXIII (1857), p. 159 ff.

23 V. Hehn, Culturpflanzen und Hausthiere in ihrem Übergange aus Asien nach Griechenland und Italien. Sechste Auflage. Neu herausgegeben von O. Schrader, Berlin 1894. In dieser neuen Auflage haben die historisch-linguistischen Skizzen des Verfassers durch A. Engler vom botanischen Standpunkte manche Berichtigung und Ergänzung gefunden.

24 Unger, l. c., p. 165.

25 Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig 1884.

26 Wiesner, Die Elementarstructur und das Wachsthum der lebenden Substanz. Wien 1892. Stöhr, Letzte Lebenseinheiten. Leipzig und Wien 1897.

27 Fechner, Nanna oder über das Seelenleben der Pflanzen. Leipzig 1848.

28 Über die von Altmann u. A. in neuerer Zeit noch angenommene spontane Entstehung von Organisationen innerhalb des Organismus siehe die kritischen Bemerkungen in Wiesner, l. c., p. 83.

29 Wiesner, l. c., p. 237 ff.



UB Wien



+AM505840406



