

Über einige
botanische Forschungsergebnisse
der letzten Jahre.

Von

Dr. Franz Ritter v. Höhnel,
a. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Vortrag, gehalten den 3. Februar 1892.

In dem Maße, als die Wissenschaften mit ihren Erkenntnissen fortschreiten, ändern sich auch die Anschauungen und Ansichten der Wissenden über die Natur und ihre Objecte. Alljährlich werden, wenn auch nur vereinzelt Entdeckungen gemacht, die von weitergehender Bedeutung sind und hell herausstrahlen aus der großen Menge kleiner Thatsachen, die zwar auch nothwendig und nützlich sind, die Gebäude der Wissenschaften auszustatten und fertig zu bilden, die sich aber gleich dem einzelnen kleinen Steine oder Mörtelstückchen eines Domes nicht vergleichen lassen mit den aufstrebenden Säulen, die dem Ganzen Kraft und Form verleihen und die aus einem einförmigen und anscheinend ungeordneten Haufen ein architektonisches Ganzes und Großes bilden. Und sowie bei großen Gebäuden gar manches Gebälk sich als falsch und morsch erweist, gar manche Säule als zu schwach und brüchig und viele Theile ausgewechselt werden müssen, so ist es auch in der Wissenschaft. Mancher Lehrsatz, der vor wenigen Jahren als apodiktisch feststehend galt und als unwiderleglich nachgewiesen, ist nach kurzer Herrschaft gefallen unter dem Ansturme neuer Thatsachen, neuer Entdeckungen.

Und jedes Jahrzehnt bringt solche Entdeckungen, die wie verheerende Stürme über die schwachgestützten Gebäude der Wissenschaften hinwegsausen, alles Morsche und Faule mit sich reißend und nur das relativ Bessere und Sichere übrig lassend; und sowie ein reinigendes Gewitter nach unheimlicher Schwüle folgt, so kommen diese Thatsachen, gleichsam herausgefordert, nach Perioden künstlicher und geschraubter Hypothesen, und wie die Blitze grell aufleuchtend Schlaglichter auf die heimgesuchten Gelände werfen, so leuchten auch jene Thatsachen klärend auf — und auch der begleitende Donner fehlt da nicht.

Betrachten wir das botanische Gebiet näher, so sind es gar manche Entdeckungen, welche die letzten 3—4 Jahrzehnte zieren, und getrost kann man sagen, dass in den letzten 30—40 Jahren in Europa allein mehr in dieser Wissenschaft geleistet wurde als in allen Ländern zusammengenommen in allen vergangenen Zeiten. Bald war es ein bedeutender Sprung in diesem, bald in jenem Specialgebiete derselben, der alles Vorangegangene überstrahlte und über den Haufen warf.

Es würde uns aber zu weit führen, wollten wir auch nur ganz aphoristisch einen Blick auf die ganze genannte Zeit werfen. Schon ein paar wichtigere Thatsachen aus den letzten 8—10 Jahren werden genügen, um unser Interesse für heute zu fesseln. Zunächst soll es eine weittragende Entdeckung auf anatomisch-histologischem Gebiete sein, auf die wir näher eingehen

wollen. Um aber diese völlig würdigen zu können, müssen wir etwas weiter ausholen.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die meisten Pflanzen einen zelligen Bau besitzen. Durchschneidet man was immer für einen Stengel oder ein Blatt, so sieht man schon bei schwacher Vergrößerung kleine geschlossene Räume, die durch dünne, aber nicht durchbrochene Scheidewände (Zellwände) voneinander getrennt sind; wenn man irgend einen Pflanzentheil mit Laugen oder Säuren kocht, so löst sich — rascher oder später — derselbe scheinbar auf. Man bemerkt aber in der Flüssigkeit bald eine Trübung, welche sich, bei stärkerer Vergrößerung unter dem Mikroskope betrachtet, als durch sehr verschieden gestaltete geschlossene Elemente, Bläschen, Fäserchen, Röhrchen etc. hervorgebracht erweist. Es sind dies nichts anderes, als jene zelligen Elemente, welche den Pflanzentheil ursprünglich zusammensetzten und durch die Einwirkung der Laugen oder Säuren voneinander getrennt wurden. Es ist nun wesentlich zu betonen, dass diese Elemente zum größten Theile anscheinend allseitig geschlossen sind. Die Zellen der Pflanzen, die Fasern und Tracheiden, die Schläuche u. s. w. sind daher scheinbar allseitig geschlossene Elementarorgane. Damit soll aber nicht gesagt sein, dass nicht auch andere Elemente vorhanden sein können. Es gibt noch Röhren, die normal mit Luft und Wasser erfüllt sind (Holzgefäße) und die höheren Pflanzen der ganzen Länge nach durchziehen, ferner die Siebröhren, welche aus Gliedern bestehen, die durch

mit Poren gleich einem Siebe versehene Querwände voneinander getrennt sind.

Diese Siebröhren enthalten im wesentlichen eine Eiweißlösung. Ferner sind noch die Milchröhren zu erwähnen, welche aber nur bei wenigen Pflanzen vorkommen und sehr verschiedenartige, aber für den Stoffwechsel verwendbare Körper führen.

Es ist klar, dass die Circulation von Stoffen durch den Pflanzenkörper im allgemeinen mit großen Schwierigkeiten verknüpft erscheint, wenn die Hauptmasse der Elemente geschlossen ist. Die erwähnten röhrenförmigen sind theils wie die Holzgefäße nur für Wasser und Luft bestimmt, theils wie die Milchröhren nur auf wenige Pflanzenfamilien beschränkt, so dass nur die Siebröhren als allgemeiner auftretende Organe vorhanden sind, die zur raschen Beförderung von nährenden Körpern dienen können und die man etwa in dieser Beziehung mit den Blutgefäßen der Thiere vergleichen könnte. Während aber letztere den ganzen thierischen Körper sozusagen bis in den letzten Winkel durchziehen, sind die Siebröhren meist nur auf die Innenrinde beschränkt und daher nur von localer Wirksamkeit. Man wird daher im allgemeinen sagen müssen, dass angesichts der Thatsache, dass die Zellwände anscheinend ganz geschlossen sind, die Stoffbewegung in der Pflanze mit den größten Schwierigkeiten verknüpft ist. Sobald z. B. etwas Stärke oder Eiweiß aus einer Zelle in die nächste transportiert werden sollte, musste zuerst Lösung eintreten; die Lösung der Stoffe musste

durch die Wandung hindurchdiffundieren und hierauf die Substanz wieder umgewandelt werden u. s. w. Mancherlei Hypothesen sind auf diese Nothwendigkeiten gegründet worden: Sie sind nun alle gefallen.

Denn von circa 10 Jahren entdeckte E. Tangl, dass die Zellen des Sameneiweißes der Brechnuss oder Krähenaugen (*Strychnos Nux Vomica*) aus der Familie der Strychnaceen, welche Zellen sehr dicke und scheinbar ganz geschlossene Wandungen besitzen, von zahlreichen außerordentlich feinen Canälchen, die mit Protoplasma gefüllt sind, durchbrochen sind, durch welche also die Inhalte nebeneinanderliegender Zellen offen und frei miteinander communicieren. Diese wichtige Entdeckung hatte nun zahlreiche andere ähnliche im Gefolge, und gegenwärtig weiß man, dass sehr zahlreiche Zellen, ja vielleicht die meisten oder alle in offenem Zusammenhange stehen. Die Verbindungscanäle sind zwar außerordentlich fein, aber doch mikroskopisch nachweisbar und im Verhältnisse zu den Molecülen riesig groß, so dass man jetzt zur Erklärung zahlreicher Stoffwechselprocesse einfach diese Canäle zuhulfe nehmen kann, wo früher complicierte Hypothesen dienen mussten.

Während also noch bis vor wenigen Jahren die größeren Pflanzen wenigstens als aus lauter voneinander scharf getrennten Protoplasmaleibern zusammengesetzt gedacht werden mussten, von welchen jeder in eine Zelle sorgsam eingeschachtelt und von den anderen getrennt war, weiß man jetzt, dass im

großen und ganzen jede Pflanze einen zusammenhängenden Protoplasmaleib besitzt, denn die scheinbar trennenden Wände der Zellen sind factisch durchbrochen. Man wird leicht begreifen, dass eine so abweichende Vorstellung weitausgreifende Folgerungen mit sich führen musste, und man kann ganz ruhig sagen, dass unsere ganzen Ansichten über den Stoffverkehr in der Pflanze hiedurch einen argen Stoß erlitten haben. Im Anschlusse an diese Thatsache ist man aber auch darauf aufmerksam geworden, dass alle oder die meisten Zellmembranen, von welchen man bis dahin glaubte, dass sie wenig oder nur Spuren von Protoplasma enthalten, mehr oder weniger reich daran sind. Sie sind mithin ganz mit Protoplasma durchsetzt und daher in einem höheren Sinne als lebend zu betrachten, als dies bis dahin geschah. Und wenn die geistvolle Hypothese Julius Wiesners richtig ist, so sind die Zellen überhaupt nicht die kleinsten Elementarorganismen der Pflanzen, sondern gibt es noch kleinere, die auch mikroskopisch kaum sichtbar kleinen Plasomen und Dermatosomen, welche in ähnlicher Weise die Zellen und Zellmembranen zusammensetzen wie erstere die Organe der Pflanzen. Weit ausladend wäre das Gefolge dieser Hypothese und unberechenbar ihre Wichtigkeit, wenn sie sich bewähren sollte, wozu alle Hoffnung vorhanden ist.

Gehen wir nun auf ein anderes, ein rein physiologisches Thema über, so wird sich jeder leicht an die bis vor kurzem als Axiom dastehende Thatsache er-

innern, dass die Pflanzen nicht im Stande sind, den freien Stickstoff der Atmosphäre zu assimilieren, d. h. zum Aufbaue ihrer Stoffe anzuwenden. Mit Saussure und Boussingaults Versuchen schien es unwiderleglich nachgewiesen, dass die Pflanzen ihren Stickstoff nicht direct aus dem großen Stickstoffreservoir der Atmosphäre beziehen können, sondern salpetersaure und ammoniakalische oder organische Stickstoffverbindungen zur Bestreitung ihres Stickstoffbedürfnisses heranziehen müssen.

Lesen wir z. B., was hierüber in einem physiologischen Hauptwerk, dem letzten größeren erschienenen, in der Pflanzenphysiologie von W. Pfeffer (1881), steht. Da heißt es z. B. p. 238 und 239: „Schon aus dem eingeschränkten Vorkommen (der Pflanzen) bei Mangel von Stickstoffverbindungen im Nährboden ist zu entnehmen, dass die Pflanzen freien Stickstoff, mag dieser in Gasform oder in Wasser gelöst geboten sein, sich nicht nutzbar machen können, und zahlreiche exacte Untersuchungen haben dies bestätigt,“ — weiter: „Stickgas wird nicht verarbeitet. Die exacten Beweise, dass die Pflanze Stickstoff überhaupt nicht direct verarbeiten kann, wurden durch die von Boussingault angestellten Versuche geliefert, etc.“

Ein Lehramtsandidat, der vor 8—10 Jahren behauptet hätte, dass die Pflanzen Stickgas direct zu assimilieren im Stande sind, wäre bei seiner Prüfung

zweifellos gefallen. Und doch hätte er, wie wir gleich sehen werden, nicht so unrecht gehabt.

Es ist eine höchst merkwürdige Thatsache, dass die Landwirte seit langem manche ihrer Culturpflanzen als sogenannte „bodenbereichernde“ von anderen unterscheiden. Als „bodenbereichernd“ werden von den Landwirten die Bohnen, Erbsen, Linsen, Wicken, die Kleearten, die Luzerne, die Lupinen und die Serradella (*Ornithopus sativa*), kurz alle Leguminosen bezeichnet. Sie behaupten schon seit langem, dass diese Pflanzen den Boden mit organischen (also unbedingt auch stickstoffhaltigen) Substanzen, also mit Humus etc. anreichern, d. h. diese Substanzen im Boden vermehren. Wir werden nun gleich sehen, dass gerade diese „bodenbereichernden“ Culturgewächse es sind, für welche in den letzten Jahren der sichere Nachweis geliefert wurde, dass sie noch dazu auf eine höchst merkwürdige Art den Stickstoff der Atmosphäre direct zu assimilieren im Stande sind.

Der gemeinsamen Arbeit zweier deutschen Forscher, H. Hellriegel und H. Wilfarth, verdanken wir diese merkwürdigen Aufschlüsse. Der Weg, den sie einschlugen, bestand darin, dass sie verschiedene Culturgewächse, insbesondere Getreidearten und Leguminosen, in möglichst reinem, theils sterilisiertem, theils nicht sterilisiertem Quarzsande mit verschiedenen zusammengesetzten Nährstofflösungen unter verschiedenen Bedingungen cultivierten.

1. Wenn man möglichst reinen Quarzsand, der nur Spuren von Stickstoff und organischen Humusbestandtheilen enthält, sterilisiert (d. h. durch Erhitzen alle lebenden Keime desselben, die Bakterien, Pilze etc. tödtet), und dann auch während des ganzen Versuches steril erhält (d. h. die Versuche so anordnet, dass der Zutritt solcher lebenden Keime gänzlich ausgeschlossen wird), so keimen zwar darauf ausgesäete Samen von Getreidearten und Leguminosen, sie entwickeln sich aber nicht weiter und bilden keine neue organische Substanz.

2. Macht man nun denselben Versuch, aber unter Zusatz aller nothwendigen Nährsalze der Pflanzen und mit Ausschluss von Stickstoffverbindungen, so findet ebenfalls keine Bildung von organischer Substanz bei den beiden genannten Pflanzengruppen statt.

3. Wird nun der Versuch ganz ebenso wie in 1) gemacht, werden aber den Böden sterilisierte Nährsalzlösungen zugesetzt, welche alle organischen Stoffe enthalten, die zum Aufbau der Pflanzen nöthig sind, und auch Stickstoffverbindungen, so erfolgt Wachsthum der Pflanzen, und zwar in gleicher Weise bei den Gramineen wie bei den Leguminosen; es erfolgt natürlich auch Production organischer Substanz, und es lässt sich durch Wägung nachweisen, dass nicht mehr organische Substanz gebildet wurde, als den verabreichten Mengen von Stickstoffsubstanzen entspricht. Die Leguminosenpflanzen, die man auf diese Weise erzogen hat, unterscheiden sich aber dadurch von gewöhnlichen, dass letztere eigenthümliche kleine Knöllchen an den

Wurzeln zeigen („Wurzelknöllchen der Leguminosen“), welche den ersteren fehlen. Soweit verhalten sich also Gramineen und Leguminosen ganz gleich.

4. Wenn man in der Weise vorgeht, dass man zu den Culturen *nicht* sterilisierten, möglichst reinen Quarzsand nimmt, der mit stickstofffreien Nährsalzlösungen versetzt wurde, so zeigt sich im Wachstum zwischen den Getreidearten und den Leguminosen ein großer Unterschied. Nun wachsen die Getreidearten fast gar nicht, ganz so wie bei den Versuchen 1) und 2), während die Leguminosen manchmal (ohne den Stickstoff im Boden zu finden!) ganz üppig gedeihen, anderemale hingegen weniger üppig oder gar nicht. Wenn man nun diese Leguminosen näher untersucht, so findet man an denselben ausnahmslos die Knöllchen. Bestimmt man nun die Menge von Stickstoff in diesen Pflanzen, so findet man stets so große Quantitäten davon in ihnen, dass die im Boden und im Samen vorhanden gewesenen nicht dazu hinreichen, ihn zu liefern.

5. Was ist nun der Grund, dass sich bei diesem Versuche 4) die Leguminosen bald sehr üppig, bald fast gar nicht entwickeln? Er liegt darin, dass die Leguminosen nicht an und für sich im Stande sind, freien atmosphärischen Stickstoff zu assimilieren, sondern dass sie hiezu der Mithilfe bestimmter niedriger Organismen, wahrscheinlich Bakterien, bedürfen, die sie aber nicht immer im Quarzsande finden, da sie nicht in jedem Boden und an jeder Stelle auftreten. Solche

Leguminosenbakterien kann man sich nun aber leicht verschaffen, wenn man von einem Felde, auf welchem irgend welche Schmetterlingsblütler gut gedeihen, etwas Erde aufnimmt und diese kurze Zeit mit Wasser versetzt stehen lässt. Man erhält auf diese Weise leicht einen klaren wässerigen Aufguss der betreffenden Erde, in welchem Aufgüsse die gesuchten Bakterien enthalten sind. Wenn man nun den Versuch 4) in gleicher Weise wiederholt, aber dem Boden eine ganz kleine Quantität von jenem Aufgüsse hinzufügt, so zeigt sich in über-raschendster Weise, dass dieser Aufguss auf die Ge-treidearten gar keinen Einfluss ausübt, während die Leguminosen stets üppig gedeihen. Auch treten die „Leguminosenknöllchen“ in größter Menge auf.

Dabei ergab sich aber auch Folgendes. Zunächst zeigte es sich, dass jeder Aufguss sofort gänzlich unwirksam wird, sobald man ihn einige Zeit auf 70° C. erwärmt oder gar kocht. Ferner zeigte sich, dass nicht jeder Aufguss die gleiche Wirksamkeit zeigt. So rief nach Hellriegel und Wilfarth ein Aufguss von Rübenboden bei der Erbse (*Pisum sativum*) und Wicke (*Vicia sativa*) reiche Knöllchenbildung, normales Wachs-thum und Stickstoffassimilation hervor, während er bei der Lupine (*Lupinus luteus*) und Serradella (*Ornithopus sativus*) gänzlich wirkungslos blieb. Daraus geht offen-bar hervor, dass verschiedene Leguminosen verschie-dene Bakterien brauchen und nicht in jedem Boden alle Bakterienarten vorkommen. Da ferner der Auf-guss durch Erhitzen unwirksam gemacht wird, so

müssen es lebende Organismen sein, welche die Wirksamkeit der Aufgüsse bedingen.

。 Aus dem Ganzen geht aber auch hervor, dass die eigenthümlichen Leguminosenknöllchen mit der Stickstoffassimilation in Beziehung stehen. Diese Organe haben schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Forscher erregt, und war ihre Rolle von jeher räthselhaft. Bald sollten es zellenartige Bildungen sein, bald durch Pilze hervorgerufene Auswüchse oder umgewandelte Wurzeln etc. Über sie existiert eine ganze Literatur. Thatsache ist aber, dass schon lange vor den Untersuchungen Wilfarth's und Hellriegel's zwei Eigenschaften derselben als stets vorhanden erkannt wurden: der hohe Gehalt an Eiweißkörpern und das Vorkommen von Bakterien in denselben. Letztere wurden theils richtig als solche erkannt, theils aber auch unrichtiger Weise als geformte stickstoffhaltige Substanzen erklärt und wegen ihrer Form „Bakteroiden“ genannt. Der hohe Eiweißgehalt der Leguminosenknöllchen war die Ursache, warum sie auch als eigene Reservestoffbehälter für stickstoffhaltige Bestandtheile angesehen wurden.

Der stete Bakteriengehalt der Leguminosenknöllchen ist ein Beweis dafür, dass die Bakterien der Aufgüsse es jedenfalls sind, welche in die Wurzeln der Leguminosen einwandern, dort die Bildung der Knöllchen veranlassen und mit den Nährpflanzen gemeinsam die stickstoffassimilierende Thätigkeit entfalten. Leguminose und Bakterie leben zusammen, sie stehen in

einem symbiotischen Verhältnis. Solche symbiotische Verhältnisse spielen in der Welt der Organismen, sowohl im Pflanzen- wie im Thierreiche, eine große Rolle, und fast jedes Jahr bringt neue Entdeckungen in dieser Richtung. Aus der obigen Darstellung der Versuche von Hellriegel und Wilfarth geht also hervor, dass die Leguminosen, welche Wurzelknöllchen entwickeln, mit gewissen Bakterien, welche sich im Boden befinden, ein symbiotisches Verhältnis eingehen, welches mit Stickstoffassimilierung verbunden ist. Es ist dies eine Anpassungserscheinung, welche dahin deutet, dass die Leguminosen auf dem Wege der möglichen Entwicklung sehr weit vorgeschritten sind. Wenn wir in der That die Ordnung der Leguminosen in der Reihe der Phanerogamen betrachten, so müssen wir ihnen aus den verschiedensten morphologischen, physiologischen und paläontologischen Gründen einen der obersten Plätze einräumen, was seinen Ausdruck in allen vollkommeneren Pflanzensystemen findet. Unter den Monocotyledonen scheinen die Orchideen, unter den Gamopetalen die Korbblütler (Compositen) und von den Choripetalen die Leguminosen am höchsten zu stehen, d. h. in der morphologischen und physiologischen Entwicklung am vorgeschrittensten zu sein. Von den Leguminosen sind die schmetterlingsblütigen Pflanzen, wohin gerade die oben erwähnten Culturpflanzen gehören, am weitesten entwickelt. Keine Pflanzenordnung zeigt eine weitergehende Gliederung, Beweglichkeit und Organisation der Blätter, und keine eine größere

Mannigfaltigkeit an eigenthümlichen Stoffen, weshalb auch keine in technischer oder ökonomischer Beziehung wichtiger ist. Sie allein haben sich auch — soweit unsere Kenntnisse reichen und von niederen Organismen abgesehen — die Fähigkeit erworben, den in ungeheurer Menge in der Atmosphäre vorrätigen Stickstoff direct zu assimilieren, und sich hiedurch wahrscheinlich für alle Zeiten eine Präponderanz über die anderen Familien erworben, die sich schon jetzt in der großen Verbreitung und Artenzahl ausdrückt (6000 Arten).

Die über die Stickstoffassimilation besprochenen neueren Ergebnisse sind aber nicht nur für die Wissenschaft von größtem Interesse, sondern auch von praktischer Wichtigkeit. Man denke sich, um darüber klar zu werden, auf demselben humus- und stickstoffarmen Boden Hafer und Wicken gebaut, so ist es nach Obigem klar, dass man wohl den Hafer, nicht aber die Wicken mit stickstoffhaltigem Dünger versehen muss, denn die Wicken werden sich ihren Stickstoffgehalt aus der Atmosphäre holen. Ebenso wird es erklärlich sein, dass, wenn man obige beide Culturen von Hafer und Wicke mit Kali düngt, dieses bei Hafer wirkungslos bleiben kann oder wird, während es bei der Wicke die schönste Wirkung erzielen muss. Denn wenn der Hafer Kali und Ammoniak, d. h. Kali und Stickstoff braucht, so nützt es wenig oder nichts, wenn man ihm nur ersteres gibt, während die Wicke, welche sich den Stickstoff aus der Atmosphäre holen kann, schon mit Kali allein zufrieden ist. Es ist daher durch die wichtige Entdeckung

von Hellriegel und Wilfarth auch in der Düngerlehre ein großer Schritt vorwärts gethan.

Wir haben durch das Obige eine eigenthümliche, ebenso sehr nützliche als wichtige Rolle der Spaltpilze (Bakterien) kennen gelernt, und es ist sicher, dass damit die alle irdischen Verhältnisse durchdringende Bedeutung dieser Pilze — oder strenge genommen Algen — bei weitem nicht erschöpft ist. Abgesehen von der verheerenden Thätigkeit, welche viele Bakterien als Krankheitserreger üben, von der zerstörenden und dabei oft nützlichen Rolle, welche die Fäulnisbakterien spielen, ist es sicher, dass sie wahrscheinlich bei jedem Gährungs- und Fermentationsprocesse eine mehr oder minder große Rolle spielen, und dass sie in ihren zahlreichen Arten sozusagen Vertreter aller möglichen chemischen Processe haben. Es gibt Bakterien, die gelbe, rothe, blaue oder andere Farben erzeugen, und die verschiedensten chemischen Umwandlungen, auch solche, die den herrschenden chemischen Theorien widersprechen, vollziehen andere mit Leichtigkeit. In den entsprechenden Medien erzeugen sie spielend die verschiedensten oder feinsten Aromate, und die verschiedenen specifischen Geschmäcker vieler Käsesorten sind zum Theil ihr Werk. Ebenso wie die Erde von verschiedenen Volksstämmen bewohnt wird, von welchen jeder seinen eigenen Verbreitungsbezirk hat, so haben gewiss auch Erde und Wasser ihre endemischen Bakterienvölker, die aber wahrscheinlich viel kleinere Verbreitungsbezirke besitzen und gewiss einen weitgehen-

den Einfluss auf Wohl und Wehe der ganzen Organismenwelt ausüben. Es ist ganz gut möglich, dass die Bakterien mit eine Ursache der auffallenden Veränderungen sind, welche z. B. Obstsorten oder Knollengewächse bei der Verpflanzung in andere Gegenden erleiden. Warum entarten die Teltower Rübchen schon ein paar Meilen von ihrem Ursprungsorte? Warum erhält man am Cap aus Rheinweinstöcken keine Rheinweine? Sollten da nur die klimatischen oder chemisch-physikalischen Bodenverhältnisse die Ursache sein? — Es ist sicher, dass bei Gährungen, z. B. des Weines oder Bieres, das Product ganz wesentlich von den Rassen-eigenthümlichkeiten der vergärenden Organismen abhängt, also in den genannten Fällen der Hefen. Es ist dies jüngst für die Biere von Hansen in Kopenhagen nachgewiesen worden. Der Geschmack des Bieres hängt nicht bloß von der Wahl und Menge von Malz und Hopfen etc. ab, sondern von der specifischen Beschaffenheit der Hefe; darum ist es unendlich schwer, dasselbe Bier in verschiedenen Gegenden zu erzeugen, da jede bis zu einem gewissen Grade ihre eigene Hefe hat, die schließlich, wenn man auch die gewünschte Hefe eingeführt hat, doch durch natürliche Aussaat das Übergewicht erhält und dann den Geschmack des Bieres bestimmt.

Und so ist auch merkwürdiger Weise der Geschmack des Tabaks weniger ein Product der Tabakpflanze als vielmehr der Bakterien, welche sich auf den Blättern im Laufe des Wachstums derselben ansiedeln. Bei

der Fermentation des Tabakes, welche darin besteht, dass man den sogenannten dachreifen Tabak in großen Haufen von hundert und mehr Centnern fest zusammenstaut, tritt nun nach kürzerer oder längerer Zeit eine oft starke Erwärmung ein, der Tabak schwitzt und wird zugleich aromatisch, indem eigenthümliche Verbindungen entstehen, die bei verschiedenen Tabaken verschieden sind. Die Tabakfabrikanten sind der Überzeugung, dass die hiebei auftretenden Vorgänge rein chemischer Natur sind. Suchsland fand aber, dass man es hier mit Fermentationserscheinungen zu thun habe, die durch Spaltpilze (Spaltalgen) hervorgerufen werden. Nach Suchsland sitzen auf allen bisher untersuchten fermentierten Tabaken Spaltpilze in großer Menge, aber geringer Artenzahl auf. Er fand nur 2—3 Arten an den Blättern der einzelnen Tabaksorten. Hauptsächlich sind es Stäbchenbakterien, seltener Kugelbakterien. Wenn man nun diese Tabakbakterien von einzelnen Sorten herabwäscht und reincultiviert und dann auf andere Sorten überträgt, so bringen sie bei diesen solche Geschmacks- und Geruchsänderungen hervor, welche den Sorten, von welchen sie entstammen, entsprechen. Auf diese Weise ist man also im Stande, z. B. Pfälzer Tabak in Havannah zu verwandeln.

Die Veredlung des Tabakes kann daher nicht durch Einfuhr edler Sorten oder durch Hebung der Bodencultur geschehen, sondern nur durch die Einfuhr und Verwendung der richtigen Bakterien. Die Pflanzer auf Havannah haben bisher ebensowenig wie

die Raucher in Europa gewusst, wem sie ihren guten Tabak verdanken, und wohl niemand hat daran gedacht, dass daran Verwandte derselben Geister Schuld sind, welche die Influenza, Cholera, Pest etc. erzeugen — Bakterien.

Dies Beispiel mag genügen, um zu zeigen, welche enorme Bedeutung diese Bakterien in dem ganzen Um und Auf der organischen Welt haben, oder welche Rolle ihnen noch im künftigen Leben der Menschheit zutheil werden wird. Wird es gelingen, sie in Fesseln zu schlagen? Oder wird der Mensch vor ihrer geheimnissvollen und unsichtbaren Stärke zurückweichen müssen? Wird es dem Menschen gelingen, die Umtriebe der schädlichen zu paralyisieren und die Fähigkeiten der nützlichen anzuwenden zu seinem Wohle? — Nach beiden Richtungen sind die besten Geister der Menschen thätig, aber noch stehen wir am Anfange, am Anfange einer neuen Zeit, einer noch nie dagewesenen Entwicklungsepoche, an deren Beginne die größten und kleinsten Feinde der Menschheit erkannt wurden und manches Wohl und Wehe, das uns früher wie Schicksal unbegriffen und unverstanden kam, naturhistorisch erklärt wurde. Und wem verdanken wir diese Erkenntnisse von ganz unberechenbarer Tragweite? — Den Botanikern. Sie haben diese Organismen zuerst gesehen und erkannt, und ohne ihre Vorarbeiten, ohne ihre exacten Studien wüsste man heute von ihnen noch nichts. Durch diese und viele andere Arbeiten ist die Botanik schon längst

in die Reihe jener Wissenschaften getreten, welche von größter praktischer Wichtigkeit sind. Die botanischen Forscher der letzten Jahrzehnte, die unbeeinträchtigt durch die raschen Erfolge chemischer und physikalischer Errungenschaften an ihren anscheinend unpraktischen Arbeiten fortschmiedeten und feilten, haben sich insbesondere durch ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse auf mykologischem (pilzkundigem) Gebiete noch unschätzbare Verdienste um die Menschheit für alle Zeiten erworben. Ruhmreich wird für alle Ewigkeit jene Zeit dastehen, wo ein Mann wie **Anton de Bary** wirkte (geb. 26. Jänner 1831, gest. 19. Jänner 1888), der Altmeister der wissenschaftlich begründeten Mykologie, der bedeutendste Mykologe aller Zeiten und Länder und Schöpfer jener Methoden, denen allein wir heute unsere Kenntnisse der Mikroorganismen verdanken. Sein Name wird ewig glänzen an dem Sternenhimmel der menschlichen Erinnerung, und seine Werke werden ewig leben, da sie mit ehernen Lettern für alle Zeiten geschaffen sind!

Wenn wir überhaupt die Reihe der Wissenschaften überblicken, so erkennen wir in derselben verschiedene Gruppen; die einen, die astronomischen, mechanischen, physikalischen und chemischen beschäftigen sich mit den toten Körpern, ihnen gegenüber stehen die organischen Wissenschaften, die sich theils mit den lebenden Körpern wie Botanik und Zoologie, theils mit den geistigen Äußerungen von solchen (Psychologie) beschäftigen. Dann kommen die historischen Wissenschaften,

die strenge genommen unter die organischen und anorganischen aufgetheilt werden könnten. Und fragen wir uns nun, welche Rollen die einzelnen Wissenschaften im Laufe der Entwicklung derselben und des Menschengeschlechtes gespielt, so stellt sich heraus, dass die praktische Bedeutung jeder einzelnen um so eher zur Geltung kam, je leichter sie zu betreiben waren und je weniger Kenntnisse nöthig waren, um ihre Gesetze zu erkennen.

So ward uns die Astronomie zuerst praktisch und hat uns geholfen, die Zeit einzutheilen und unser Leben zu ordnen. Dann kam die Mechanik mit einfachen Apparaten, die Physik mit Pendel, Barometer, Thermometer, Blitzableiter etc. und schließlich mit der Elektrotechnik, dann endlich die Chemie mit ihren großen bekannten Erfolgen. Nun war die Reihe der anorganischen Wissenschaften erschöpft. Jetzt kamen Botanik und Zoologie an die Reihe. Überall aber zeigt sich auch das Gesetz, dass der praktische Erfolg um so größer war, je länger gewissermaßen das Brüttestadium war, die Zeit der rein wissenschaftlichen Arbeit. Und so wurde aus der bescheidenen und viel verkannten Thätigkeit der Mykologen ein Resultat, dessen Bedeutung jetzt noch ganz unabsehbar ist, wenn man bedenkt, dass es erst ein paar Jahrzehnte sind, die dasselbe ergaben.

Doch verlassen wir diese allgemeinen Betrachtungen, die durch die Überzeugung hervorgerufen sind, dass die Botanik als Ganzes eine Wissenschaft von hervorragendster praktischer Bedeutung ist, aber meist

verkannt, nicht gewürdigt und verstanden. Wenden wir uns nunmehr einem praktischen Beispiele zu, um an einem einfachen klaren Falle, der sich thatsächlich zugetragen hat, die praktische Bedeutung der Botanik oder insbesondere der Mykologie zu zeigen.

Vor vielen Jahren schon studierte Fuckel einen Pilz auf Kirschblättern, der schon Persoon bekannt war und den er *Gnomonia erythrostoma* nannte. Derselbe ist sehr unscheinbar und mit unbewaffnetem Auge nur in Form von schwarzen Pünktchen sichtbar. Dieser kleine Pilz sollte in den Jahren 1878—1886 in dem sogenannten Altenlande, einer Marschengegend an der untersten Elbe zwischen Harburg und Stade, eine bemerkenswerte Rolle spielen. Die daselbst lebende Bevölkerung von etwa 20.000 Einwohnern nährt sich fast nur vom Obstbau, und Tausende von Kirschbäumen bilden eine Haupteinnahmequelle derselben. Da zeigte sich nun seit einer Reihe von Jahren eine anfangs nur spärlich, späterhin aber ganz allgemein auftretende Krankheit an diesen Kirschbäumen, welche zunächst die Ernte beeinträchtigte und nach 6—8 Jahren gänzlich vernichtete. Die Krankheit charakterisiert sich dadurch, dass die Blätter schon in der zweiten Hälfte des Juni große gelbe Flecke bekommen, die sich allmählig vermehren, ausbreiten und zusammenfließen, worauf die Blätter braun und dürr werden, noch im Sommer absterben, aber im Herbst nicht abfallen, sondern über Winter sitzen bleiben, so zwar, dass sie bis zum Sommer des nächsten Jahres am Baume bleiben.

Die Früchte der so erkrankten Bäume bleiben entweder unreif oder werden schief, indem sie nur an einer Seite saftig werden; sie bleiben daher unverkäuflich und für den Besitzer wertlos. Wenn ein Baum mehrere Jahre hintereinander an dieser Blattkrankheit leidet, geht er schließlich ganz zugrunde, indem anfänglich einzelne Zweige und später ganze Äste dürr werden. Indem die Altenländer großen Schaden hatten und überdies das jährliche Überhandnehmen der Krankheit bemerkten, welche den ganzen Obstbau der Marschen bedrohte, wandten sie sich mit der Bitte um Abhilfe an den preußischen Minister für Landwirtschaft. Dieser sandte den Professor Frank von der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin mit dem Auftrage dahin, die Krankheit an Ort und Stelle zu erforschen und geeignete Vorschläge zur Abhilfe zu machen. Frank fand, dass die Kirschbäume mit Ausnahme der Blätter völlig gesund waren, dass also die Krankheit nur in den Blättern stecke, dass die Ursache der oben genannte Pilz der Pyrenomycet: *Gnomonia erythrostoma* Pers. sei, und dass sich das inficierende Gewebe dieses Pilzes nur auf das Blattgewebe erstreckte. Frank studierte nun die Lebensgeschichte dieses Pilzes und fand, dass sie sich gänzlich auf den Kirschenblättern abspiele und dass der Pilz ein echter Schmarotzer sei. Die schwarzen Punkte auf den gelben Blattflecken sind Sporenbehälter, welche in zahlreichen keulenförmigen Schläuchen je acht Sporen führen. Im Herbste sind diese Sporen noch nicht reif, erst im

Mai sind sie ganz entwickelt und dann sofort keimfähig. Die Sporenbehälter haben eine vasenförmige Gestalt, mit einem kugeligen Basaltheile und einem langen Halse, der über die Blattoberfläche herausragt. Aus der Mündung werden die Sporen herausgespritzt (ejaculiert) und gelangen dadurch auf die jungen, sich im Mai (also gerade zur Sporenreife) entwickelnden neuen Blätter, welche neben den alten, kranken entstehen und dadurch gerade in den Bereich der inficierenden Sporen kommen. Das Ausspritzen (oder die natürliche Aussaat) der Sporen geschieht gewöhnlich nach einem Regen; da schwellen die Peritheccien an, und die schleimigen Wände der Sporenschläuche werden weich und dick; wenn nun das durchnässte Blatt wieder trocken wird, ziehen sich die äußeren Schichten der Sporenbehälter zusammen, und die Sporen werden mechanisch herausgepresst. Da die Haut der Sporenschläuche an der Spitze einen elastischen Widerstand leistet, so erfolgt das Einreißen derselben erst bei höherem Drucke und daher ein plötzliches starkes Ausspritzen. Die Sporenschläuche reißen aber nicht gleichzeitig, da sie nicht gleichzeitig reif werden, daher immer ein Schlauch nach dem anderen zur Ejaculation kommt und die Aussaat längere Zeit dauert, was wesentlich den Zweck hat, eine möglichste Vertheilung der Sporen zu bewirken, die also in Häufchen von je 8 auftreten werden, entsprechend dem achtsporigen Inhalte der einzelnen Schläuche. Legt man über solche Blätter, welche in der Sporenaussaat begriffen sind,

eine Glasplatte, so kann man damit die Sporen auffangen und bedeckt sich die Platte bald wie mit einem Puder, der aus lauter Sporenhäufchen besteht. Die Sporen, welche auf die jungen Blätter fallen, keimen sofort aus, indem sie zunächst eine runde flache Scheibe bilden (das sogenannte *Appressorium*), aus welchem sich der Keimschlauch entwickelt, der durch die Epidermiszellen sich in das Innere der Blätter begibt, wo er sich vorzugsweise zwischen den Zellen aufhält. Als bald entwickeln sich die Fortpflanzungsorgane des Pilzes. An einzelnen Stellen entstehen Spermogonien, welche Spermastien abgliedern, die feine kurze, etwas gekrümmte Fäden darstellen, an anderen bilden sich Oogonien, welche mit Hilfe eines durch die Spaltöffnungen herauswachsenden dicken Fadens (*Trichogyne*) mit der Außenwelt communicieren. Kommt nun eine Spermastie mit der Spitze der *Trichogyne* in Berührung, so verwächst sie mit ihr, der Inhalt der Spermastie tritt in die *Trichogyne* über, letztere stirbt bald darauf ab und es entsteht aus dem nun befruchteten Oogonium ein Sporengehäuse (*Ascusbehälter*, *Perithecium*), in welchem wieder jene Sporen entstehen, von welchen wir ausgegangen sind.

Aus dieser Entwicklungsgeschichte gieng unmittelbar hervor, welcher Weg zur Vernichtung des Pilzes eingeschlagen werden musste. Wurden die pilzbehafteten Blätter jedes Jahr im Winter von den Bäumen entfernt, so musste der Pilz völlig verschwinden. Es wurde nun die behördliche Anordnung veranlasst, der

zufolge allen Obstbesitzern des Altenlandes das Abnehmen des kranken Laubes befohlen wurde. Dies musste bis Mitte Februar geschehen sein. Selbstverständlich war dies eine große und schwere Arbeit. In manchen Gemeinden bestanden die Obstgärten fast nur aus Kirschbäumen, an denen fast kein gesundes Blatt zu finden war, so dass sie im Winter mit dem stehengebliebenen dünnen Laube wie von einem Feuerbrand heimgesucht aussahen. Dazu kam das Misstrauen der Leute, die diese Anordnung als Eingriff in ihre Rechte betrachteten und zu den von ihnen nicht verstandenen wissenschaftlichen Gründen kein Vertrauen zeigten. Nichtsdestoweniger wurde die Maßregel mit rücksichtsloser Energie durchgeführt und Mitte Februar war das Werk gründlich gethan.

Mit Spannung wurde nun die Kirschenentwicklung verfolgt und es zeigte den vollsten Erfolg der Maßregel. Seit 6—8 Jahren wieder die erste Kirschenenernte! Selbst in jenen Ortschaften (Steinkirchen, Grünenteich, Jork), wo die Krankheit am stärksten aufgetreten war, gab es nun (1887) seit acht Jahren zum erstenmale wieder reichliche Mengen gesunder Kirschen. Nur hie und da konnte man mit Mühe ein Blatt finden, das inficiert war. Und solche Blätter fanden sich meist an den unteren Ästen. Dies rührte von einer Infection von einzelnen auf den Boden gefallenem kranken Blättern her, die man übersehen hatte.

Noch vor 30 Jahren, vor den grundlegenden mühe- und geistvollen Arbeiten **Anton de Barys**, wäre

niemand im Stande gewesen, den Bewohnern des Altenlandes zu helfen.

Und wenn spätere Generationen noch größere Erfolge, die auf die Ergebnisse der wissenschaftlichen Botanik aufgebaut sein werden, aufzuweisen haben werden, stets werden es Thaten sein aufgebaut auf die Grundlagen, die **Anton de Bary** geschaffen.

Klein und unbedeutend sind die Pilze und Bakterien, wenn sie vereinzelt auftreten, aber mit einer ungeheuren Vermehrungskraft begabt, schwellen ihre Legionen periodisch riesenhaft an und schwärmen durch die organische Welt, Verderben bringend. Weder die kleinsten noch die größten Organismen werden von ihnen geschont, und auch der Mensch muss sie zu seinen gefürchtetsten Feinden rechnen. Allmählig aber lernt er ihre Schwächen kennen und Zoll um Zoll gewinnt er ihnen das Terrain ab. Es werden vielleicht Zeiten kommen, wo die von der Wissenschaft getragene Civilisation jene Überfälle von Seite der Mikroorganismen siegreich abwenden wird, die vereinzelt ohnmächtige Nullen sind, vereint aber verheerender wirken als die größten Stürme!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Höhnel Franz Xaver Rudolf Ritter von

Artikel/Article: [Über einige botanische Forschungsergebnisse der letzten Jahre. 179-206](#)