FLORA.

№ 19.

Regensburg. Ausgegeben den 10. Juni. **1862.**

Inhalt. Jul. Sachs: Mikrochemische Untersuchungen. — de Bary: Die neueren Arbeiten über die Schleimpilze und ihre Stellung im System. (Schluss.)

Mikrochemische Untersuchungen. Von Julius Sachs.

In meiner früheren Abhandlung „Ueber einige neue mikroskopisch-chemische Reaktionsmethoden“ (Sitzungsber. der kais. Akad. d. W. in Wien 1859) habe ich zu zeigen versucht, dass man mit Kupfervitriol und Kali bei geeigneter Behandlung in den frischen Pflanzengeweben verschiedene Reaktionen hevorrufen kann, welche sich zur Erkennung einiger der wichtigsten assimilirten Stoffe (Traubenzucker, Dextrin, Rohrzucker, eiweissartige Stoffe) und zur Unterscheidung verschiedener Zustände der Zellhäute leicht benutzen lassen. Ich habe seit dem Erscheinen der genannten Abhandlung vielfachen Gebrauch von jenem Reagens gemacht und die erhaltenen Resultate scheinen mir eine nochmalige Mittheilung über diesen Gegenstand zu rechtfertigen, um so mehr, als meine Beobachtungen mich zu allgemeineren Ergebnissen geführt haben, welche das Verhältniss der assimilirten Stoffe zu der Erzeugung und zum Wachsthum neuer Gewebemassen, die Wanderung jener Stoffe in bestimmten Gewebeformen, die Umwandlung verschiedener Stoffe ineinander u. s. w. betreffen.

Indem ich wegen der theoretischen Begründung der Methode auf oben genannte Abhandlung verweise, möchte ich hier nur das unmittelbar brauchbare, praktische Verfahren schildern, wobei

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0325-0

ich einige seit jener Zeit getroffene Abänderungen hinzuzufügen habe.

Die Behandlung von Quer- und Längsschnitten mit Kupfervitriol und Kali ist im Stande, Traubenzucker und Dextrin, Rohrzucker, eiweissartige Stoffe, und verschiedene Reinheitszustände des Zellstoffs zu charakterisiren. Zuweilen erhält man an einem Schnitt zwei bis drei dieser Reaktionen gleichzeitig in den verschiedenen Geweben und bei der nöthigen Uebung sind die auftretenden Färbungen und Niederschläge in den Zellen so deutlich, dass höchstens die Reaktion des Jod auf Stärke an Sicherheit damit wetteifern kann. Das Verfahren ist folgendes:

Die zu untersuchenden Längs- und Querschnitte der Pflanzentheile werden in eine concentrirte Lösung von Kupfervitriol, welche sich in einem kleinen, flachen Porzellanschälchen befindet, gelegt. Wenn es darauf ankommt, die im Inhalt der Zellen gelösten Stoffe (Zucker, Dextrin, eiweissartige Substanzen) aufzusuchen, so dürfen die Schnitte nicht zu dünn sein, sie müssen wenigstens eine bis zwei Schichten unverletzter Zellen enthalten; will man dagegen Färbung der Zellhäute hervorrufen, so ist es besser, dünnere Schnitte zu nehmen, welche keine ganzen, unverletzten Zellen enthalten, weil in diesem Falle die etwaigen Reaktionen im Zelleninhalt den Eindruck stören würden. Auch die Zeit, wie lange die Schnitte in der Kupfervitriollösung liegen müssen, ist darnach einzurichten; im Allgemeinen müssen die Schnitte länger in der blauen Flüssigkeit liegen, wenn man auf die Zellhäute reagiren will. In diesem Falle können die Präparate zuweilen schon nach 5—10 Minuten zur weiteren Behandlung kommen, zuweilen müssen sie aber mehrere Stunden in der Kupferlösung liegen. Um die in der Zellflüssigkeit vorhandenen Stoffe nachzuweisen, genügt dagegen meist ein Verweilen von 2—3, seltener von 5—10 Minuten in der Lösung. Doch muss man aus dem nämlichen Pflanzentheil immer gleichzeitig mehrere und verschieden dicke Schnitte in die Flüssigkeit legen, und sie bei der folgenden Behandlung mit Kali nach einander vornehmen.

Es wird nun in einem kleinen, etwa 8—10 C. C. fassenden Porzellanschälchen Kalilösung (etwa 1 Gewichtstheil Wasser auf 1 Gewichtstheil kaustisches Kali) bis zum Kochen erhitzt, indem man das Schälchen in eine Drathöse setzt, die an einem Holzgriff befestigt ist, und es damit über die Spiritusflamme hält. Dann setze ich das Schälchen vor mich hin; nehme mit einer

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0326-6

feinen Pincette einen Schnitt aus der Kupferflüssigkeit und schwenke ihn einigemal in einer grösseren Wassermasse (am besten in einer grossen Porzellanschale enthalten) hin und her, um die äusserlich anhängende Kupferlösung zu entfernen, was für das Gelingen der Reaktion massgebend ist; sodann lege ich den Schnitt in die heisse Kalilauge. Entweder erfolgt die nun zu beschreibende Reaktion schon jetzt, oder man muss das Schälchen sammt dem darin liegenden Schnitt nochmals über die Flamme halten.

Ist Traubenzucker oder Dextrin in den Zellen, so bildet sich in dem vorher farblosen Gewebe ein zinnoberrother bis mennigrother Niederschlag von reduzirtem Kupferoxydul. Tritt ein solcher Niederschlag nicht ein, so darf man mit Bestimmtheit auf Abwesenheit von Traubenzucker und Dextrin schliessen.

Ist in dem Parenchym Rohrzucker vorhanden, so nimmt das mit Kupferflüssigkeit getränkte Gewebe im Kali eine schön blaue Färbung an, und bei dem Erhitzen tritt keine Reduktion von Kupferoxydul auf, die Flüssigkeit bleibt blau nnd diffundirt in das umgebende Kali. Tritt bei dem Eintauchen des mit Kupfervitriol getränkten und abgewaschenen Schnittes in Kali (vor und nach dem Erhitzen) in den Zellen eine violette Flüssigkeit auf, so ist dies ein Beweis für die Gegenwart von eiweissartigen Stoffen.

Um auf Zellhäute zu reagiren ist es nicht nöthig, die mit Kupferlösung getränkten Schnitte in Kali bis zum Kochen zu erhitzen, die Färbungen treten auch in dem kalten Kali auf und es genügt, den vorbereiteten Schnitt in einen hinreichend grossen Tropfen der Kalilösung auf das Objektglas zu bringen. Dasselbe Verfahren lässt sich auch anwenden bei der Reaktion auf Traubenzucker und Dextrin, nur muss man dann das Objektglas noch über die Flamme halten, bis die Reaktion in dem Schnitte, der in dem erhitzten Kali liegt, eintritt; man muss aber dafür sorgen, dass das Kali dabei nicht eintrocknet. Ueberhaupt ist dieses letztere Verfahren nur dann anzuwenden, wenn die Objekte zu klein sind, um in dem Schälchen erhitzt und dann herausgenommen werden zu können, ohne sie wesentlich zu beschädigen. Die in dem Schälchen erhitzten Schnitte werden in einen grossen Tropfen Kali auf dem Objektglase gebracht und nun mit dem Mikroskop betrachtet. Zuweilen ist es gut, den Schnitt in Wasser zu legen, besonders dann, wenn man das Kupferoxydul in den Zellen deutlich sehen will; es erscheint dieser Niederschlag in den Zellen in Gestalt von rundlichen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0327-2

Körnchen, welche selbst bei ziemlich starken Vergrösserungen noch roth aussehen und mit keinem andern Gebilde verwechselt werden können. Für die Beobachtung der Reaktion auf Traubenzucker und Dextrin ist es meistens nicht einmal nöthig, Vergrösserungen anzuwenden, denn wenn überhaupt diese beiden Stoffe im Parenchym vorhanden sind, so beschränken sie sich niemals auf einzelne Zellen, sondern sie erfüllen grössere Massen des Gewebes continuirlich, so dass der rothe Niederschlag und seine Vertheilung leicht mit blossem Auge erkannt werden kann. Natürlich darf man desswegen eine genauere Musterung des Objekts mit einer hinreichenden Vergrösserung nicht versäumen. Unerlässlich ist diess bei der Reaktion auf Eiweissstoffe und noch mehr bei der auf Zellhäute.

Wenn in dem Gewebe weder Zucker, noch Dextrin, noch Eiweisstoffe enthalten sind, so erhält man bei der oben beschriebenen Behandlung in den Zellen einen schwarzen flockigen Niederschlag, indem sich das Kupferoxydhydrat beim Kochen in Kali in schwarzes Kupferoxyd umwandelt, wenn es keinen der genannten Stoffe vorfindet.

Die wörtliche Befolgung des angegebenen Verfahrens wird, wie ich glaube, jeden zu denselben Resultaten führen, die ich seit 1858 constant erhalte. Zur weiteren Erläuterung möge noch Folgendes dienen:

1) Die Stoffe aus der Gruppe der eiweissartigen Verbindungen geben nach der Entdeckung von Piotrowsky und Czermàk mit Kupfervitriol und Kali sämmtlich eine violette Flüssigkeit; diese violette, in das Weinrothe spielende Flüssigkeit wird durch Kochen und langes Stehen nicht verändert. Hühnereiweiss, Käse, Legumin aus Bohnen, Kleber aus Getreidekörnern geben sämmtlich dieselbe violette Flüssigkeit mit Kupferoxyd und Kali. Wenn man also nach dem angegebenen Verfahren in den Zellen diese sehr charakteristisch gefärbte Flüssigkeit erhält, so kann man bestimmt auf die Gegenwart eiweissartiger Stoffe schliessen, da keine anderen Stoffe bekannt sind, welche mit jenem Reagens eine so gefärbte Flüssigkeit geben. Unterstützt wird diese Folgerung noch durch den Umstand, dass man in den betreffenden Zellen mit Karminlösung eine intensivrothe Färbung erhält, dass ferner in diesen Zellen das Plasma mit Alkohol gerinnt. Solange es sich nicht darum handelt, die eiweissartigen Stoffe in ihrer etwaigen Form innerhalb der Zellen zu erkennen, sondern nur ihre chemische Substanz nachzuweisen, halte ich mein Verfahren

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0328-7

für das sicherste und einfachste. Jod kann meiner Ansicht nach nicht als Reagens auf Eiweissstoffe betrachtet werden, denn ausser diesen färben sich auch andere Stoffe damit gelb oder braun, welche mit Kupferoxyd und Kali keine violette Flüssigkeit geben, also sicher keine Eiweissstoffe sind. Das Jod gibt durch die gelbe oder goldbraune Färbung die Gegenwart von stickstoffhaltigen Verbindungen an, unter denen auch die Eiweissstoffe enthalten sind, aber diese Gruppe unter den stickstoffhaltigen Verbindungen muss dann noch besonders charakterisirt werden.

Sehr auffallend scheint es mir, dass sich die violette Färbung, also die Gegenwart von albuminosen Stoffen niemals im fertig gestreckten Parenchym erkennen lässt, während sie in den Leitzellen der Gefässbündel, in dem Gewebe der Vegetationspunkte und in jungen, noch in Streckung begriffenen Parenchym und in dem Gewebe der Cotyledonen und des Endosperms, so lange diese Reservestoffe führen, jederzeit mit Leichtigkeit zu erkennen ist. Obgleich nun das Plasma des fertig gestreckten Parenchyms mit Jod gelb oder gelbbraun wird, scheint der so reagirende Stoff doch nicht eiweissartig zu sein. In denselben Zellen findet man, so lange sie jung und noch im Wachsen begriffen sind, immer violette Reaktion. Es scheint also, dass die anfänglich vorhandenen Eiweissstoffe bei dem Wachsthum der Zellen in eine andere Modification übergehen, wo sie nicht mehr als Eiweissstoffe zu betrachten sind. Bei der anerkannten Wichtigkeit des eiweisshaltigen Protoplasma's für das Wachsthum der Zellen, dürfte wohl die Annahme gerechtfertigt sein, dass dasselbe bei dem Wachsthum der Zellen selbst eine wesentliche Veränderung erleide.

2) Die Reaktion auf Rohrzucker ist unter den hier angegebenen die am wenigsten sichere, doch in solchen Fällen, wo die Parenchymzellen, wie in der Runkelrübe, grössere Quantitäten von Rohrzucker enthalten, ist die mit Kupferoxyd und Kali auftretende blaue Färbung so intensiv, dass sie kaum zu verkennen ist; das Charakteristische bei dieser Färbung liegt darin, dass bei dem Kochen in Kali kein rother Niederschlag auftritt, die blaue Flüssigkeit bleibt blau aber sie diffundirt schnell in das umgebende Kali.

3) Traubenzucker und Dextrin nach Trommer mit Kali und dann mit Kupfervitriollösung versetzt und gekocht, geben bekanntlich einen zinnoberrothen Niederschlag von Kupferoxydul; meine Anwendung dieses Reagens für mikroskopische Objekte

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0329-5

unterscheidet sich nur in der Behandluug des Objektes, insofern es hierbei unerlässlich ist, die zucker- oder dextrinhaltigen Zellengewebe zuerst in die Kupferlösung zu bringen, um dann nach erfolgtem Abwaschen der äusserlich anhängenden Lösung das Kali einwirken zu lassen, der umgekehrte Weg kann nicht eingeschlagen werden. Der einzige Uebelstand bei dieser, sonst überaus klaren Reaktion, liegt darin, dass man nicht weiss, ob die Reduktion des Kupferoxyduls von Traubenzucker oder von Dextrin oder von beiden zugleich herrührt. Indessen glaube ich doch annehmen zu dürfen, dass in den meisten Fällen die Reduktion durch Traubenzucker und nur selten durch Dextrin bewirkt wird. Das Dextrin ist in starkem, fast absolutem Alkohol unlöslich, während Traubenzucker sich darin noch stark löst. Ich habe diese Eigenschaft dazu angewendet, zu entscheiden, ob der nach meiner Behandlung eintretende rothe Niederschlag in den Zellen von Traubenzucker oder von Dextrin herrührt. Wenn ich in einem Pflanzentheil (im Parenchym) mit Kupferoxyd und Kali das rothe Kupferoxydul erhalte, so lege ich andere Exemplare des entsprechenden Objektes in sehr starken Alkohol (als 95prozentig bezeichnet); theils nehme ich Schnitte von $^1/_2$—2 Millim. Dicke, theils lege ich ganze Internodien in eine mit dem Alkohol gefüllte Flasche und untersuche nun nach 5—6 oder nach 24 Stunden diese Objekte mit Kupferoxydul und Kali. Wenn bei den zuerst untersuchten Objekten die Reduktion durch Traubenzucker bewirkt wurde, so muss dieser nun von dem Alkohol ausgezogen sein und es muss bei derselben Behandlung mit Kupferoxyd und Kali keine Reduktion mehr eintreten. Das ist in der That gewöhnlich der Fall z. B. bei den Keimpflanzen von Mais, Phaseolus, bei den Stengeln blühender Pflanzen von Winterraps u. s. w. Wenn dagegen die reduzirende Substanz in den Zellen Dextrin war, so kann sie von so starkem Alkohol nicht ausgezogen worden sein, man muss also in diesem Falle selbst nach längerem Liegen in Alkohol bei folgender Anwendung von Kupfervitriol und Kali doch noch die Reduktion von Kupferoxydul in den Zellen erhalten. So fand ich es in der That bei den keimenden Knollen von *Dahlia* und in allen Theilen keimender Zwiebeln von *Allium Cepa*; ich kenne aber bis jetzt nur diese beiden Fälle, wo die reduzirende Substanz durch Alkohol nicht ausgezogen wird. Indessen hat es wie ich glaube für die Physiologie zunächst gerade kein grosses Interesse, ob die in den Zellen vorhandene Substanz Traubenzucker oder Dextrin sei; es

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0330-6

ist bekannt, wie leicht dieses in jenes übergeht, und wie ähnlich beide sind. Auch ist es sehr wahrscheinlich, dass der Traubenzucker gewöhnlich aus Stärke hervorgeht, wobei das Dextrin als Uebergangsprodukt auftritt, das Mengenverhältniss von Traubenzucker und Dextrin hängt also auch von dem Umstande ab, ob das zuerst entstandene Dextrin rasch oder langsam in Traubenzucker übergeht, im ersteren Falle wird man grössere Mengen von Traubenzucker, im letzteren mehr Dextrin vorfinden.

4) Die mit Kupferoxydlösung imprägnirten Zellhäute nehmen bei nachheriger Behandlung mit Kalilösung entweder keine (oder doch unmerkliche) Färbung an, oder sie werden intensiv und prachtvoll blau, oder endlich, sie werden gelb oder orange. Nicht gefärbt erscheinen gewöhnlich die dünnwandigen Parenchymhäute; blaue Färbung nehmen die Collenchymzellen, die jungen Bastzellen und das Holzcambium an; gelb bis gelborange färben sich die Wände alter Bastzellen und aller verholzten Elementarorgane des Holzkörpers. Diese Reaktionen der Zellwände mögen später eine ausführlichere Bearbeitung erfahren, für den hier zu erörternden Gegenstand sind sie von untergeordneter Bedeutung.

Wenn es sich darum handelt, die Zuckerarten, das Dextrin, die Eiweissstoffe u. s. w. in ihrem Verhalten zum Wachsthum zu studiren, so ist es unerlässlich, auch das Verhälten der Stärke mit in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, sie spielt unter den stickstofffreien assimilirten Substanzen die wichtigste Rolle. Hierbei kommt es aber vorzüglich darauf an, die Stärke an denjenigen Orten aufzufinden, wo sie ursprünglich entsteht, anderseits an den Orten, wo sie offenbar ihre weitere Verwendung findet, indem sie den Stoff zum Aufbau der Zellhäute liefert. Die bisher gelieferten Arbeiten über die Stärke haben das Vorkommen dieses Stoffes fast ausschliesslich an den Orten, wo er in ruhenden Gewebemassen als Reservestoff in grossen Massen und in grossen Körnern auftritt, geschildert; dass die Stärke in solchen Pflanzen, welche überhaupt Stärke jemals enthalten, auch beständig in den jungen, noch in Entwickelung begriffenen Geweben auftritt, dass sie beständig in gewissen, die Gefässbündel begleitenden Zellenschichten vorkommt, selbst dann, wenn die ruhenden reservehaltigen Organe (Knollen und Samen) keine Stärke enthalten (*Dahlia*, *Helianthus tuberosus*), scheint bisher übersehen worden zu sein. Das überaus verbreitete Vorkommen der Stärke in den jungen Geweben der Wurzelspitzen, der Knospen, der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0331-2

Gefässbündelscheiden und das bekannte Auftreten derselben im Chlorophyll scheinen mir aber gerade die wichtigsten Vorkommnisse, wenn es sich um eine Theorie der physiologischen Verwendung der Stärke beim Wachsthum einerseits und ihrer ursprünglichen Entstehung durch Assimilation anderseits handelt. Um die Stärke an den oben genannten Orten mit Sicherheit aufzufinden, genügt es nicht immer, einfach Jodlösung zu den betreffenden Objekten zusetzen; sehr kleine Körnchen nehmen so keine entschiedene Färbung an, und wenn kleine Stärkekörnchen in vielem Protoplasma liegen, wie z. B. im jungen Parenchym der Wurzelspitzen und Knospen, so wird ihre Färbung durch das mit Jod gefärbte Protoplasma verdeckt. J. Böhm wandte bei seinen Untersuchungen über das Chlorophyll ein sehr zweckmässiges Verfahren an, um die kleinsten Stärkekörnchen in dem Chlorophyll zu erkennen, indem er seine Schnitte längere Zeit in Kalilösung liegen liess und sie erst dann mit Jodlösung behandelte. Das Kali nimmt die eiweissartige Substanz des Chlorophylls weg und macht zugleich die Stärkekörnchen aufquellen, wodurch sie mit Jod leichter kenntlich werden. Mein Verfahren, um die kleinsten Spuren von Stärke im Chlorophyll und in dem jungen Parenchym der Wurzelspitzen und Knospen nachzuweisen, ist kürzer und verlangt einige Uebung, gibt dann aber Präparate von überraschender Klarheit. Die grünen Theile werden vorher in starkem Alkohol liegend an der Sonne völlig entfärbt; im Uebrigen ist die Behandlung dieselbe wie bei feinen Schnitten aus Wurzelspitzen, Knospen und anderen jungen Geweben, welche reich an stickstoffhaltigem Plasma sind. Möglichst feine Schnitte werden in einen grossen Tropfen Kalilösung auf dem Objektglase erwärmt, nicht gekocht; dann mehrmals mit Wasser das Kali ausgewaschen, ferner mit viel Essigsäure vollständig neutralisirt und endlich verdünnte, nach v. Mohls Vorschrift bereitete Jodlösung zugesetzt. So erhält man die aufgequollenen Stärkekörnchen deutlich hell violettblau gefärbt, so dass über ihre Natur kein Zweifel bestehen kann; zuweilen werden die Präparate noch schöner, wenn sie einen bis zwei Tage in Glycerin liegen.

Wenn man nun von derselben Pflanzenspecies die verschiedenen Zustände der Keimpflanzen, ferner die verschiedenen Entwicklungszustände bis zum Blühen, endlich die reifenden Früchte u. s. w. derart untersucht, dass man jedesmal alle verschiedenen Theile mit den beschriebenen Reagentien prüft, so erhält

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0332-8

man ein vollständiges Bild von der Vertheilung der assimilirten Stoffe während der Entwickelung der Pflanze und man ist im Stande daraus Schlüsse zu ziehen über die Wanderung, die Entstehung, die physiologische Verwendung und die Metamorphosen der hier betrachteten Stoffe und endlich über deren Verhältniss zum Wachsthum überhaupt. Ich habe dieses überaus mühselige aber gewiss ebenso lohnende Verfahren für mehrere Pflanzen der verschiedensten Art durchgeführt. Eine dem Gegenstande entsprechende Darstellung würde aber nur durch zahlreiche Farbendrucke zu erreichen sein, und selbst eine eingehendere Beschreibung des Beobachtungsmaterials würde einen sehr grossen Raum einnehmen. Ich muss mich hier darauf beschränken, die allgemeinen Resultate kurz zusammenzufassen und sie in einigen Beispielen zu erläutern. Um fortwährende Wiederholungen zu vermeiden, werde ich statt der unmittelbar beobachteten Reactionen immer sogleich die Stoffe, welche sie anzeigen, selbst nennen, statt zu sagen, es sei mit Kupfervitriol und Kali violette Färbung oder rother Niederschlag aufgetreten, werde ich sagen, es finden sich Eiweissstoffe oder Traubenzucker (oder Dextrin) in den Geweben u. s. w. Wer die unten folgenden Angaben prüfen will, wird also die Anfangs gemachten Bemerkungen berücksichtigen müssen.

In Bezug auf die eiweissartigen Stoffe kann ich aus meinen Beobachtungen folgende allgemeinere Ergebnisse ableiten:

In den reifen Samen finden sie sich in allen Zellen des Keimes und des Endosperms, wenn ein solches vorhanden ist.

Während der Keimung verschwindet die Reaction der Eiweissstoffe in denjenigen Parenchymmassen, welche sich strecken, dagegen bleiben sie nachweisbar in den Cotyledonen und dem Endosperm so lange diese noch nicht völlig ausgesogen sind, ebenso in den dünnwandigen gestreckten Zellen der Gefässbündel innerhalb der Bastzone (Leitzellen, Gitterzellen, Cambiform), ferner in dem in Theilung begriffenen Urgewebe der Wurzelspitzen und Knospen, sowie in dem jungen nicht mehr in Theilung begriffenen Parenchym, welches aus Letzterem unmittelbar hervorgeht; bei der Streckung derselben verschwindet die Reaktion der Eiweissstoffe.

Die angegebenen Verhältnisse wurden übereinstimmend gefunden bei den verschiedensten Entwicklungsstadien von: 1) *Triticum vulgare* und *Polonicum*, 2) *Zea Mais*, 3) *Hordeum hexa-*

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0333-4

stichum, 4) *Phoenix dactilifera*, 5) *Pinus Pinea*, 6) *Quercus*, 7) *Juglans regia*, 8) *Fagus sylvatica*, 9) *Beta vulgaris*, 10) *Canabis sativa*, 11) *Brassica oleracea*, 12) *Cucurbita Pepo*, 13) *Amygdalus communis*, 14) *Citrus aurantium*, 15) *Vicia Faba*, 16) *Phaseolus multiflorus* und *vulgaris*, 17) *Helianthus annuus*, 18) *Acer pseudoplatanus*. 19) *Ricinus communis*.

Am Ende der Keimung, wenn die Reservestoffbehälter (Cotyledonen und Endosperm) ausgesogen sind, findet man nur noch in den Wurzelspitzen und Knospentheilen, deren Zellen noch in Theilung begriffen oder doch noch nicht gestreckt sind, eiweissartige Stoffe in grösserer Menge, während dieselben in den dünnwandigen Zellen der Gefässbündel beinahe verschwunden sind.

Ganz ähnlich verhalten sich in dieser Beziehung die austreibenden Knospen der Bäume *(Aesculus Hippocastanum*, *Syringa vulgaris)* und der Knollen *(Helianthus tuberosus* und *Dahlia variabilis)*

Ich ziehe aus diesen Verhältnissen den Schluss, dass während der Keimung die Eiweissstoffe in den dünnwandigen Zellen der Gefässbündel (Leitzellen, Gitterzellen, Cambiform) fortgeleitet werden, das diese Stoffe aus den Cotyledonen oder dem Endosperm in den genannten Zellensträngen zu den Vegetationspunkten der Wurzeln und Knospen hingeleitet, und dort als Material zur Bildung des Protoplasma benutzt werden, dass sie ferner bei der Ausbildung der Zellen eine Aenderung erleiden, wodurch sie die Eigenschaften der Eiweissstoffe verlieren.

Zur Zeit der selbstständigen Vegetation, wo die Pflanzen nicht mehr von Reservestoffen leben, weil diese verbraucht sind, wo aber in den chlorophyllhaltigen Zellen der Blätter neue assimilirte Stoffe gebildet werden, kann man von den Blättern aus durch die dünnwandigen Zellenstränge der Gefässbündel hindurch bis zu den Vegetationspunkten hin eiweissartige Stoffe verfolgen; es ist wahrscheinlich, dass während der Vegetationszeit die Blätter eine ähnliche Bedeutung haben, wie die Cotyledonen oder das Endosperm während der Keimung, aber mit dem wesentlichen Unterschied, dass in den Blättern die assimilirten Stoffe nicht nur abgelagert sind, sondern dass sie hier unmittelbar entstehen und sogleich oder nachdem sie sich mehr angehäuft haben, durch die dünnwandigen Elementarorgane der Gefässbündel zu den Orten hinströmen, wo sie zum Aufbau der neuen Organe verwendet werden sollen, oder wo sie als Reservestoffe, im Samen, in Knollen, in Winterknospen u. s. w. in grösserer

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0334-0

Masse und unter besonderer Form abgelagert werden. Die Beobachtungen, aus denen ich diese Ansicht herleite, wurden vorzüglich an *Zea Mais*, *Phaseolus multiflorus* und *vulgaris*, an *Ricinus communis*, *Brassica* und *Solanum tuberosum* gemacht. Meine Beobachtungen bestätigen die Ansicht von Hugo v. Mohl, dass die Gitterzellen und die ihnen homologen dünnwandigen Zellen der Gefässbündel die Leitung der stickstoffhaltigen assimilirten Stoffe besorgen. [1])

Das Verhalten von Stärke, Zucker, Dextrin in Bezug auf ihre Vertheilung in der Pflanze während der verschiedenen Entwickelungszustände und in Bezug auf die daraus abzuleitende Ansicht über ihre Entstehung, ihre Metamorphosen, Wanderungen und endliche Verwendung zum Aufbau der neuen Organe lässt sich nur dann in einen bestimmten Zusammenhang bringen, wenn man zugleich das fette Oel und das leider nicht mikroskopisch nachweisbare Inulin mit berücksichtigt. Die Vertheilung dieser stickstofffreien assimilirten Stoffe bietet im Gegensatz zu der der Eiweissstoffe eine grosse Mannigfaltigkeit dar, die Anfangs jeder zusammenhängenden Erklärung zu trotzen scheint. Wenn man aber von dem sicher begründeten Satze ausgeht, dass die Assimilation in den grünen fertigen Blättern allein statt findet, dass folglich die assimilirten Stoffe von dort aus zu den übrigen Theilen der Pflanze hingeleitet werden müssen, so gewinnt man schon einen gewissen Anhalt, der die mikrochemischen Beobachtungen verständlich erscheinen lässt. Wenn man dann die sehr nahe liegende hypothetische Annahme macht, dass Stärke, Zucker, Dextrin, Fette, Inulin in der Pflanze in einander übergehen können, dass somit einer dieser Stoffe als zeitweiliges Uebergangsprodukt der andern betrachtet werden kann, so gewinnt die Mannigfaltigkeit in dem Auftreten dieser Stoffe an Verständlichkeit und die Beobachtungen an und für sich geben dieser hypothetischen Annahme einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit.

Die Beobachtungen führen aber nur dann zu einem genügenden Abschluss, wenn man ferner hypothetisch annimmt, dass die Stärke, die Zuckerarten, Dextrin, Inulin und die Fette, nachdem sie sich in Stärke oder Zucker umgewandelt haben, das Material zum Wachsthum der Zellhäute liefern. Diese zunächst

[1]) Die hierher gehörigen Angaben von Hartig und Hanstein sollen später besprochen werden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0335-6

als Hypothese ausgesprochene Ansicht reicht hin, alle mir bekannten Beobachtungen zu erklären und umgekehrt gewinnt dadurch die Hypothese selbst einen Grad von Wahrscheinlichkeit, wie er eben in physiologischen Dingen erreichbar ist, wenn es auf Erklärung complicirter Lebenserscheinungen ankommt, und eine complicirtere Reihe von Erscheinungen lässt sich wohl kaum denken, als die genannten Stoffe in ihrer Vertheilung, in ihrem Auftreten und Verschwinden bei der Entwickelung der Pflanzen darbieten. Ein strenger, demonstrirender Beweis lässt sich für die hier ausgesprochenen Ansichten kaum führen, aber eine vorurtheilsfreie Betrachtung der Beobachtungen lässt keine andere Deutung derselben zu.

Stärke. Die dünnwandigen, zur Fortleitung der eiweissartigen Stoffe dienenden Zellen der Gefässbündel, ebenso die in Theilung begriffenen Zellen an den Vegetationspunkten der Knospen und Wurzelspitzen, endlich die Cambiumzellen im engeren Sinne (die Schicht, durch welche sich der Holzkörper verdickt) und fast immer die Epidermiszellen sind frei von Stärke, sowohl während der Keimung als während der Vegetation und der Fruchtreife. Dagegen: bei Pflanzen, welche überhaupt Stärke bilden, findet sie sich regelmässig 1) im Chlorophyll, 2) in einer Schicht von Parenchymzellen, welche die Gefässbündel unmittelbar theilweise oder ganz umhüllt (Stärkescheide, stärkeführende Schicht, Gefässbündelscheide), 3) in dem jüngsten, aber nicht mehr in Theilung begriffenen Parenchym der Stammspitzen, der jungen Blätter, der Wurzelspitzen, der Ovula u. s. w. (auch fast ausnahmslos in den Wurzelhauben), 4) in den Elementarorganen des Holzkörpers findet sich Stärke erst dann, wenn diese verholzt sind; 5) nachdem die Stärke aus dem Parenchym der Rinde und des Markes während ihrer ersten Ausbildung verschwunden war, findet sie sich hier wieder ein, wenn die Thätigkeit der Blätter längere Zeit gedauert hat, daher vor und während der Blüthezeit einjähriger Pflanzen; 6) in den Samen, Knollen, Stämmen u. s. w. als Reservenahrung für das folgende Jahr; bei den Pflanzen mit ausdauernden Blättern mag wohl auch die im Chlorophyll derselben enthaltene Stärke aufbewahrt werden; 7) grosse Stärkekörner (einfache oder Sammelkörner) scheinen sich nur da zu bilden, wo dieselben als Reservestoffe für kommende Vegetationsperioden aufbewahrt werden sollen; im jungen Parenchym (vor und während der Streckung) und gewöhnlich auch in den stärkeführenden, die

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0336-1

Gefässbündel begleitenden Schichten findet sie sich in kleinen Körnchen. (Fortsetzung folgt.)

Die neueren Arbeiten über die Schleimpilze und ihre Stellung im System, besprochen von A. de Bary.

(Schluss.)

Lässt man nun aber das Fressen oder Nichtfressen ganz bei Seite und vergleicht die gesammte Organisation und Entwickelung der Mycetozoen mit denen bekannter Pflanzen und niederer Thiere, so stellt sich, wie ich glaube, zunächst eine sehr geringe Verwandtschaft mit Pflanzen heraus. Von den drei Hauptentwicklungsstadien, Sporenbehälter, Sporen und beweglicher Zustand, spricht Wigand zunächst den beiden ersten einen entschieden pflanzlichen Charakter zu. Er findet denselben ausgesprochen in den „Sporen mit einer Zellstoffmembran, entstanden im Innern einer Zellstoff-Zelle, sowie in den Fadenzellen mit einer in spiraliger Richtung ausgeweiteten, resp. verdickten Membran" des Trichiacapillitium. Dass nun Fortpflanzungszellen innerhalb einer Mutterzelle entstehen, ist doch keine speciell pflanzliche Erscheinung; ebensowenig, dass beide eine starre und geschichtete Membran besitzen. Letztere kommt bei einer ziemlichen Anzahl von Protozoen, welche sich encystiren, vor. Auf das Vorkommen von Cellulose in den starren Zellschalen würde ich schon um desswillen wenig Gewicht legen, weil dieser Stoff nebst verwandten Kohlenhydraten im Thierreich ebensowohl, wenngleich minder häufig als im Pflanzenreich gefunden wird, und weil es ohnehin nicht befremden kann, wenn er bei niederen, jedenfalls den Pflanzen nahestehenden Thieren vorkommt. Ausserdem ist aber sein Vorkommen an den Sporen und ihren Behältern nur auf sehr wenige Fälle beschränkt; er lässt sich z. B. nicht nachweisen bei den sämmtlichen *Physareen, Stemonitis, Licea, Cribraria,* welche weitaus die Hauptmasse der Mycetozoen darstellen. Und was die spiralig verdickten oder ausgeweiteten Faserzellen bei *Trichia* betrifft, so gebe ich gern zu, dass ihnen ein Analogon im Thierreich fehlt; aber wo ist denn eines im Pflanzenreich? Ihre Structur weicht, wie Wigand selbst beschreibt, von den Spiralfaserzellen, welche bei Pflanzen allgemein verbreitet sind, entschieden ab. Wigand will nun aber in den

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0337-7

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1862

Band/Volume: 45

Autor(en)/Author(s): Sachs Julius

Artikel/Article: Mikrochemische Untersuchungen 289-301