FLORA.

№ 13.

Regensburg. Ausgegeben den 8. Mai. **1863.**

Inhalt. J. Sachs: Beiträge zur Physiologie des Chlorophylls. — Gelehrte Anstalten und Vereine: Schlesische Gesellschaft für vaterl. Cultur. — Personalnachrichten.

Beiträge zur Physiologie des Chlorophylls. Von Julius Sachs.

I. Die farblose Grundmasse der Chlorophyllkörner.

Wenn man chlorophyllhaltige Pflanzentheile in starkem Alkohol oder in Aether liegen lässt, so verbreitet sich bekanntlich der grüne Farbstoff in dem Lösungsmittel, während die entfärbten Chlorophyllkörner in den Zellen zurückbleiben [1]), ohne an Grösse, Gestalt und Lagerung wesentliche Aenderungen erlitten zu haben. Von dieser an sich farblosen Grundmasse der grünen Körner vermuthete schon H. v. Mohl, dass sie wahrscheinlich eine „Proteinverbindung" sei [2]). In einer früheren Arbeit (Flora 1862, p. 133) sprach ich die Ansicht aus, dass das Chlorophyll wohl als grün gefärbtes Protoplasma betrachtet werden könne, eine Ansicht, welche natürlich nicht bloss die chemische Natur der farblosen Grundsubstanz berührt, sondern auch ihre innere Organisation und ihre physiologische Bedeutung. Die Art, wie

1) Diese Entfärbung tritt bei jungen, doch sattgrünen Blättern sehr rasch, in wenigen Stunden ein, während bei alten oft Tage, selbst Wochen dazu nöthig sind.

2) v. Mohl: die vegetab. Zelle p. 204. G. R. Treviranus hatte schon 1814 die Chlorophyllkörner als grüngefärbte Eiweisskügelchen betrachtet (Mohl's verm. Schriften p. 350.)

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0195-7

die Chlorophyllkörner aus dem Protoplasma entstehen [1]), die Fähigkeit derselben, besonders bei kryptogamischen Pflanzen sich freiwillig durch Theilung zu vermehren [2]), die eigenthümliche Consistenz der Chlorophyllsubstanz, ihr Verhalten gegen Wasser zeigen vielfache Aehnlichkeiten mit den entsprechenden Eigenschaften des Protoplasma's. Damit soll aber keineswegs gesagt sein, dass die Grundmasse des Chlorophylls genau dasselbe sei, wie das gewöhnliche farblose Protoplasma; dem widerspricht schon die Thatsache, dass sich in derselben Zelle grünes und farbloses findet; dass sich der Farbstoff in dem einen bildet oder doch sammelt, im andern nicht, beweist, dass beide innerlich verschieden sind; ebenso ist die eigenthümliche Gestalt des grünen Protoplasma's (Körner, Bänder u. s. w.) und sein Verharren in dieser für längere Zeit, ein wichtiger Unterschied gegenüber dem gewöhnlichen farblosen Protoplasma mit seinem rastlosen Formenwechsel. Es soll in der ausgesprochenen Ansicht vielmehr nur eine generische Uebereinstimmung zwischen dem grünen und farblosen Protoplasma zum Bewusstsein gebracht werden, eine Uebereinstimmung, wie sie zwischen Protoplasma und Zellkern gewiss auch besteht, im Gegensatz zu den trägen und passiven Gebilden der Zelle, wie sie uns in den Stärkekörnern, Fettkörnern und in der Zellhaut entgegentreten. Die im Folgenden mitgetheilten mikrochemischen Untersuchungen werden weitere übereinstimmende Merkmale aufweisen, wodurch die Grundmasse des Chlorophylls als eine Species auftritt, welche mit dem Protoplasma und dem Zellkern in dieselbe Gattung von organischen Elementargebilden zu rechnen ist.

Der Untersuchung stellt sich in den meisten Fällen die Schwierigkeit entgegen, dass in dem Chlorophyllkorn Stärke enthalten ist und bekanntlich nimmt diese letztere oft an Umfang so zu, dass von der grünen Substanz nur ein dünner Ueberzug bleibt; es ist klar, dass in solchen Fällen bei Anwendung der Reagentien beide Substanzen ihre Eigenschaften gleichzeitig geltend machen und so ihre Effekte für den Beobachter vermischen. Um diesem Uebelstand auszuweichen, habe ich die folgenden Reaktionen an den Chlorophyllkörnern von *Allium Cepa* gemacht,

---

1) Flora 1863 p. 162, botan. Zeitung 1862 p. 366 und 1863 p. 66.

2) Zuerst von C. Nägeli angegeben: Zeitschrift f. wiss. Bot. 1847 p. 110, was ich in Flora 1862 bei p. 135 nicht erwähnt habe, da ich die betreffende Stelle Nägeli's noch nicht kannte.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0196-3

da diese niemals Stärke enthalten, doch treten mehrere Reaktionen auch an den gewöhnlichen Körnern mit Stärkeeinschlüssen in gleicher Weise und noch hinreichend deutlich hervor.

Die, für die mikrochemische Untersuchung so wichtigen Färbungsmittel lassen sich natürlich mit Erfolg nur an den vollständig entfärbten Chlorophyllkörnern anwenden. Ich benützte Blätter, welche einige Tage, Wochen, selbst Monate lang in Alkohol von 90% gelegen hatten, Alkohol und Blätter waren vollständig entfärbt. Sehr dünn und zahlreich angefertigte Schnitte derselben wurden in einen grossen Tropfen des Reagens gelegt und dann unter Deckgläschen beobachtet.

Färbungen.

1) In essigsaurem Cochenille-Auszug[1]) nehmen die entfärbten Chlorophyllkörner nach kurzer Zeit eine intensiv ziegelrothe Färbung an, indem sie aus der Lösung den Farbstoff aufsammeln und in sich anhäufen (z. B. *Mais, Allium, Solanum tuberosum, Dahlia*); darin stimmt die Grundmasse der Chlorophyllkörner überein mit: dem farblosen Protoplasma, dem Zellkern, den eiweissartigen Krystallen (z. B. aus dem Samen von Ricinus und den Kartoffeln), dem formlosen Schleim in den Leitzellen der Gefässbündel, und der trockenen eiweissartigen Masse in den Zellen der Cotyledonen und der Endosperme.

2) Alkoholische Jodlösung färbt die extrahirten Chlorophyllkörner gelb bis dunkelbraun, worin sie ebenfalls mit den andern oben genannten Substanzen übereinstimmen.

3) Dünne Schnitte entfärbter Blätter von *Allium Cepa* eine halbe Stunde in c. c. Lösung von Kupfervitriol gelegen, dann abgewaschen und in starke Kalilauge gelegt: die Chlorophyllkörner färben sich deutlich violett. Bei denen von *Beta vulgaris* war die violette Färbung noch mit Sicherheit zu erkennen (sie enthalten Stärke) wenn Schnitte der Blätter in der Kupferlösung erwärmt und dann mit Kali behandelt wurden; bei *Phaseolus vulgaris* trat die violette Färbung der Chlorophyllkörner (welche Stärke enthalten) ein, als Schnitte 20 Stunden in der Kupferflüssigkeit gelegen hatte und dann mit Kali behandelt wurden. In diesem Verhalten stimmt die farblose Grundmasse der Chlorophyllkörner überein mit dem Protoplasma in jungen Gewebe, dem Schleim der Leitzellen, dem formlosen eiweissartigen Inhalt der

1) Vergl. P. Maschke botan. Zeitung 1859 Nr. 3.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0197-9

Cotyledonen und Endosperme; ob die Zellkerne mit Kupferoxyd und Kali violett werden, konnte ich noch nicht entscheiden.

4) Feine Schnitte entfärbter Blätter von *Allium Cepa, Solanum tub., Beta vulg.* zuerst in Salpetersäure etwas erwärmt, dann mit Wasser ausgesüsst, und endlich Kalilösung zugesetzt; die Chlorophyllkörner sind je nach der Einwirkung der Säure noch zu erkennen oder in eine formlose Masse zusammengeflossen; im ersten Falle ist jedes Chlorophyllkorn deutlich orangegelb, im letztern erfüllt eine orangegelbe formlose Masse die Zellen. Ebenso färben sich die Zellkerne (von *Allium Cepa, Solanum tuberosum*), das Protoplasma (aller von mir beobachteten Zellen), der Schleim in den Leitzellen, die formlose eiweissartige Substanz in den Reservestoffbehältern der Samen und endlich die eiweissartigen Krystalle (in den Kartoffelknollen nach Cohn [1]).

Lösungsmittel.

Die folgenden Angaben betreffen sämmtlich die Blätter von *Allium Cepa*, wenn nicht ausdrücklich eine andere Pflanze angegeben ist.

1) Kali. Dünne Schnitte junger grüner Blätter $^3/_4$ Stunden lang in starker Kalilösung gelegen: Chlorophyllkörner noch erhalten, grün. Nach dem Aussüssen mit Wasser sind die Zellen mit homogen grünem Schleim erfüllt; diese Präparate mit Essigsäure neutralisirt und alkoh. Jodlösung zugesetzt: die Zellen erscheinen mit brauner feinkörniger Masse erfüllt.

Dünne Schnitte grüner Blätter seit fünf Tagen in c. c. Kalilösung liegend; die Chlorophyllkörner sind zu einer homogen grünen Schicht zusammengeflossen, in manchen Zellen eine ölartige, grüne, schmierige Masse bildend, die in Gestalt runder Tropfen auch ausserhalb der Zellen sich findet; dasselbe Präparat nach drei Wochen ebenso.

In Alkohol entfärbte Blätter: dünne Schnitte seit 4 Tagen in c. c. Kalilauge liegend; die farblosen Chlorophyllkörner ihrer Form nach völlig erhalten, scharf begränzt, mit Wasser ausgewaschen: sämmtliche Chlorophyllkörner sind verschwunden, Die Zellen mit klarer Flüssigkeit erfüllt; mit Essigsäure neutralisirt und Jodtinktur zugesetzt: die Zellen sind mit feinkörniger gelbbrauner Masse erfüllt. — Schnitte, mit Alkohol entfärbter

1) Ueber die Proteinkrystalle in den Kartoffeln. 37ster Jahresber. der Schlesischen Gesellsch. f vaterl. Cultur 1859. Breslau.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0198-5

Blätter $^3/_4$ Stunden in starker Kaulilauge gelegen: einige Zellen leer, die Chlorophyllkörner nur in wenigen erhalten, die Zellen mit einer protoplasmaähnlichen, vakuoligen Substanz erfüllt, welche zum Theil ölähnliche Tröpfchen bildet. Diese Präparate mit Wasser ausgewaschen: der sichtbare Zellinhalt verschwunden; mit Essigsäure neutralisirt und mit Jodtinktur behandelt: in allen Zellen braune feinkörnige Substanz.

An Schnitten entfärbter Blätter, welche drei Wochen in sehr starker Kalilösung gelegen, enthielten die Zellen meist einen schmierigen Schleim, in vielen Zellen war aber die Form der Chlorophyllkörner noch deutlich erhalten.

Die mitgetheilten Versuche zeigen, dass die Gestalt der frischen und der in Alkohol entfärbten Chlorophyllkörner von Kalilösung zerstört wird; auffallend ist die Eigenthümlichkeit dass die äussere Form lange erhalten bleibt, wenn die Kalilösung sehr stark ist, dass dagegen nachheriger Wasserzusatz augenblickliche Zerstörung der Körner bewirkt [1]); ob sie von verdünntem Kali wirklich gelöst werden, ist unbestimmt, gewiss kann man aber sagen, dass sie zerstört werden. Im Allgemeinen ist die Wirkung eine ähnliche bei dem Protoplasma, den Zellkernen, dem Schleim der Leitzellen, insofern auch sie durch Kalilösung zerstört oder gelöst werden. Was Cohn (a. a. O.) über das Verhalten der cubischen Krystalle in den Kartoffeln gegen Kali sagt, ist dem an den Chlorophyllkörnern Gesehenen auffallend ähnlich.

2) Ammoniakflüssigkeit. Schnitte von frischen grünen Blättern eine Stunde lang in einem bedeckten Schälchen in 2—3 C. C. Ammoniak gelegen, dann in Ammoniak liegend angesehen: die Form der grünen Körner noch deutlich, ihre Substanz gelockert, mit Vacuolen; nach dem Aussüssen mit Wasser sind die Körner ziemlich scharf conturirt grün. Mit Essigsäure neutralisirt, Jodtinktur zugesetzt: Chlorophyllkörner scharf begränzt, braun, kleiner, mit Vacuolen.

Dagegen fand ich die Zellkerne der Zwiebelschalen von *Allium Cepa* nach einstündigem Liegen in Ammoniak völlig gelöst,

---

1) Max Schultze (Ueber den Bau der Nasenschleimhaut 1862 Halle p. 92) führt Kalilösung von 28—40% Kaligehalt als ein schon von Moleschott benütztes Conservationsmittel für Muskelfasern an und sagt, dass selbst die leicht zerstörbaren Riechzellen und Riechhärchen sich in solcher Lauge stundenlang erhalten; die von mir angewendete Lauge hatte mehr als 40% Kali.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0199-3

bei Schnitten einer mit Alkohol extrahirten Zwiebel waren aber die Zellkerne bei gleicher Behandlung nach einer Stunde noch ungelöst.

Schnitte einer jungen Kürbisfrucht zwei Stunden in Ammoniak gelegen, zeigten, dass das früher reichlich vorhandene Protoplasma und die Zellkerne verschwunden waren, nach Neutralisation mit Essigsäure zeigte Jodlösung in diesen Zellen eine bräunliche feinkörnige Masse.

Die Cohn'schen Krystalle der Kartoffel lösen sich nach ihm in Ammoniak.

Die Chlorophyllkörner scheinen also gegen die Lösung durch Ammoniak viel resistenter zu sein als Protoplasma, Zellkern und krystallisirte eiweissartige Gebilde.

3) Phosphorsäure (sp. Gew. 1060): Schnitte frischer grüner Blätter eine Stunde in der Säure gelegen: Chlorophyllkörner gelb, schwach begränzt; mit Wasser ausgewaschen, Jodtinktur zugesetzt: die Chlorophyllkörner homogen braun; die mit Alkohol entfärbten Chlorophyllkörner wurden in ihrer Form nicht verändert.

Die Zellkerne in Schnitten aus Zwiebelschalen waren nach zweistündigem Liegen in Phosphorsäure noch nicht gelöst, doch in ihrem Aussehen alterirt, ebenso die Zellkerne aus Knollen von *Helianthus tuberosus*; dagegen waren die Zellkerne einer sehr jungen Kürbisfrucht nach einer halben Stunde in Phosphorsäure verschwunden und mit Jod nicht mehr nachzuweisen.

4) C. c. englische Schwefelsäure: dünne Schnitte frischer grüner Blätter mit der Säure bedeckt, nach 5 Minuten mit Wasser ausgewaschen und Jod zugesetzt: die Zellwände aufgelöst, die „Primordialschläuche" noch erhalten; an ihnen sitzen wie knopfartige Verdickungen, die Ueberreste der Chlorophyllkörner; mit Alkohol entfärbte Chlorophyllkörner zeigen dieselbe Resistenz gegen die Säure.

Das Protoplasma und die Zellkerne scheinen dagegen gewöhnlich rasch zerstört zu werden. Die eiweissartige Substanz in den Cotyledonen von *Phaseolus* und *Cucurbita* zerfliesst in c. c. Schwefelsäure und färbt sich dabei gewöhnlich intensiv roth. Die Krystalle der Kartoffel werden nach Cohn durch c. c. Schwefelsäure rasch gelöst oder in Tropfen umgewandelt.

Die Chlorophyllkörner zeigen also gegen Schwefelsäure im Allgemeinen eine grössere Resistenz als andere ihnen chemisch verwandte Gebilde.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0200-8

5) Essigsäure (kalt) lässt die Form der frischen Chlorophyllkörner fast unverändert, ihre grüne Färbung geht in Hellgelb über; durch Kochen in der Säure werden sie grumös, doch nicht gelöst.

Die Zellkerne der Zwiebelschalen fand ich nach dreistündigem Liegen in c. c. Essigsäure sehr stark aufgequollen, doch nicht gelöst. Nach Cohn werden die Krystalle der Kartoffel in Essigsäure gelöst.

Die Chlorophyllkörner sind also auch gegen diese Säure widerstandsfähiger als die ihnen stofflich verwandten Gebilde.

Aus diesen Reaktionen geht nun zweierlei als Resultat hervor; zunächst dass in all den betreffenden Gebilden des Zellinhaltes, nämlich in dem Protoplasma, den Zellkernen, den Chlorophyllkörnern, dem Schleim der Leitzellen, den Krystallen „proteinartiger Körper", ein vorwiegender Bestandtheil vorkommt, der in die Gruppe der eiweissartigen Substanzen gehört; zu sagen, dass die genannten Gebilde aus einer oder einigen eiweissartigen Stoffen bestehen, würde zu weit gehen, denn es ist theoretisch wohl wahrscheinlich, dass mit der eiweissartigen Substanz jederzeit auch noch andere organische und unorganische Stoffe gemischt seien und die Reaktionen der angegebenen Art können ihrer Natur nach nur dahin Auskunft geben, dass die fraglichen Gebilde vorwiegend aus Stoffen bestehen, welche in die Gruppe des Eiweisses, Käses, Klebers u. s. w. gehören, aber sie gestatten keine Auskunft darüber, ob nicht ein kleinerer Theil ihrer Masse aus anderen Verbindungen besteht. Das zweite Resultat ist, dass die untersuchten Gebilde [1]) des Zellinhalts zusammen eine natürliche Gruppe bilden, die ich vorschlage, als „protoplasmatische Gebilde" zu benennen, um ihre physiologische Zusammengehörigkeit zu bezeichnen. Nach ihrer Struktur, und der Art, wie sie sich bei dem Leben der Pflanze betheiligen, könnte man diese Gruppe noch in drei natürliche Unterabtheilungen bringen, die man als „amorphe", „krystallisirte" und „organisirte" unterscheiden kann; als amorphe protoplasmatische Gebilde könnte man den schleimigen Inhalt der Leitzellen betrachten, die zweite Unterabtheilung würde aus den „Protëinkrystallen" bestehen; die dritte Gruppe, die ich als die „organisirte" bezeichne, umfasst das

1) Wahrscheinlich müssen ihnen auch die Samenfäden zugezählt werden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0201-4

Protoplasma, den Zellkern, die Chlorophyllkörner und wohl auch die Samenfäden. Die amorphen und krystallisirten protoplasmatischen Gebilde sind das Material, aus welchem sich die organisirten ernähren; die stickstoffhaltige, feinkörnige Substanz, welche in den Zellen der Samen die Zwischenräume zwischen den Stärkekörnern ausfüllt, und die Aleuronkrystalle verschwinden bei der Ausbildung der Keimtheile; die Leitzellen der Gefässbündel sind während dieser Zeit mit eiweissartigem, protoplasmatischem Schleim erfüllt; sie leiten offenbar diese Substanz aus dem Reservebehälter des Samens zu den wachsenden Knospen und Wurzelspitzen, wo neues Protoplasma und Zellkern entstehen, ein grosser Theil geht in die sich entfaltenden Blätter, bildet dort zunächst den dicken protoplasmatischen Wandbeleg der Zellen, der sich nachher in Chlorophyllkörner umwandelt. Der so aufgefasste Zusammenhang kann einstweilen allerdings nur als Hypothese gelten, die mutatis mutandis auch für die Entfaltung der Baumknospen, Knollentriebe u. s. w. durchzuführen ist [1]). Es wäre kaum möglich, bei unserer noch sehr lückenhaften Kenntniss der protoplasmatischen Gebilde diese Hypothese im Einzelnen mit Beweisen zu belegen; ich glaube aber, dass wenn man sie der Erklärung der Erscheinungen zu Grunde legt, welche sich bei der Beobachtung der Veränderungen der Zellinhalte während der Entwickelung der Pflanzen geltend machen, dass die scheinbare Regellosigkeit in eine klare leicht zu verfolgende Planmässigkeit übergeht, und eben das ist ein Beweis für die Richtigkeit der Hypothese.

II. Die Entleerung der Blätter im Herbst.

Die auffallende und beziehungsreiche Erscheinung der herbstlichen Entlaubung wurde in ihrem wissenschaftlichen Interesse noch gesteigert durch Feststellung der Thatsache, dass das vegetative Leben bei dieser Ablösung der Blätter aktiv betheiligt ist, indem, wie H. v. Mohl zeigte, durch einen eigenthümlichen Bildungsprocess die „Trennungsschicht entsteht (H. v. Mohl, die anatomischen Veränderungen des Blattgelenks, welche das Abfallen der Blätter herbeiführen: botan. Zeitung 1860, N°. 1). Ihren physiologischen, befriedigenden Abschluss gewinnt die Er-

1) Manche Andeutungen Th. Hartigs scheinen zu zeigen, dass er zu ähnlichen Vorstellungen gekommen ist, die aber wie ich glaube, an vielen Unklarheiten leiden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0202-0

scheinung durch die nicht minder merkwürdige Wahrnehmung, dass die werthvollen, in einer ferneren Vegetationsperiode noch verwendbaren Substanzen aus den Blättern erst in die ausdauernden Theile übergehen, bevor die Ablösung eintritt, so dass nur das entleerte Zellengerüst des Blattes abgeworfen wird.

Ich untersuchte die Blätter in verschiedenen Stadien ihrer herbstlichen Veränderung vor und während dem Abfallen in Bezug auf das Verhalten des Chlorophylls und der darin eingeschlossenen Stärke. Die Beobachtungen betreffen allerdings nur sieben Species, die aber sehr verschiedenen Familien angehören. Ohne Zweifel werden weitere Untersuchungen noch viel Neues in dieser Richtung zur Kenntniss bringen, doch stimmen meine Wahrnehmungen an den sieben sehr verschiedenen Formen in mehreren wichtigen Punkten so weit überein, dass ich annehmen darf, die Resultate werden sich dem allgemeinen Gesetz wenigstens annähern.

Die an *Aesculus Hippocastanum*, *Dioscorea Batatas*, *Vitis vinifera*, *Sambucus niger*, *Populus pyramidalis*, *Robinia Pseud-Acacia* und *Morus alba* gemachten Beobachtungen (siehe unten) führen zu folgenden allgemeinen Sätzen:

1) Bevor die Blätter abfallen, verschwindet das Chlorophyll und die darin enthaltene Stärke vollständig aus den Blattzellen [1]); es wäre eine ganz ungerechtfertigte Annahme, zu glauben, dass diese Gebilde wirklich zerstört würden und vielleicht, woran man etwa denken könnte, durch eine langsame Verbrennung sich verflüchtigten. Der Umstand, dass die Entleerung vor dem Abfallen beendigt ist, dass während der Entleerung die Gewebe des Blattstiels offenbar mit Fortleitung von Stärke und protoplasmatischer Substanz beschäftigt sind, da diese Stoffe in den Leitzellen und gewissen Parenchymschichten sich bis zur Zeit des Abfallens nachweisen lassen, stimmt sehr gut mit der Ansicht, dass die genannten Substanzen, indem sie aus dem Blattgewebe verschwinden, durch den Blattstiel in den Zweig und Stamm übergehen um daselbst als Reservenahrung abgelagert zu werden. Es wäre eine unbegreifliche Verschwendung der eigenthümlichsten Kräfte der Vegetation, wenn die in den Blättern enthaltenen Stoffe, deren Bedeutung für das Wachsthum wir wenigstens im Allgemeinen kennen, geradezu zerstört würden, während die Auswanderung dieser Stoffe in den Stamm zum

1) Nur in den Spaltöffnungszellen bleibt Stärke in den abfallenden Blättern.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0203-6

Zweck der Aufbewahrung für spätere Verwendung ein schönes Beispiel von der inneren Oekonomie der Pflanzen liefert.

2) Die Blätter bleiben während der Auswanderung des Chlorophylls und der Stärke saftig; selbst nach dem Abfallen findet man die Zellen mit farbloser Flüssigkeit strotzend erfüllt.

3) In jeder Mesophyllzelle bleibt nach völliger Auswanderung des Chlorophylls und der Stärke eine grössere Zahl kleiner intensiv gelb gefärbter, fettglänzender Körnchen übrig. Der Masse nach können diese Körnchen wohl kaum den 40—50sten Theil des früheren Gehaltes von Chlorophyll und Stärke ausmachen, sie sind also nur als ein unbedeutendes Residuum zu betrachten. Ihre Substanz ist von der des Chlorophylls und der Stärke wesentlich verschieden; ihr gelber Farbstoff ist in Alkohol löslich, es bleiben nach der Extraktion die entfärbten Körnchen in ihrer früheren Grösse zurück; c. c. Schwefelsäure greift sie nur langsam an, kochende Kalilösung verwandelt sie in eine bräunliche schmierige Masse. Manchmal finden sich ausser diesen grössere ölartige Kugeln *(Sambucus, Populus)*, die schon vor der völligen Auswanderung des Chlorophylls in den Zellen auftreten. Von Blättern, welche im Herbst roth werden, habe ich versäumt, einige Beispiele zu untersuchen, doch ist zu vermuthen, dass auch bei ihnen in dem rothen Zellsaft die gelben Körnchen sich finden werden.

4) Die herbstliche Veränderung scheint immer zuerst bei den ältesten Blättern anzufangen; an demselben Baume dauert die Entleerung und das Abfallen einige Wochen, indem nach und nach die einzelnen Blätter an die Reihe kommen; jedes einzelne scheint nur wenige Tage zu seiner Entleerung zu bedürfen; doch sind darüber noch genauere Untersuchungen zu machen.

5) Im Allgemeinen kann man wohl das fahle gelbgrüne Aussehen der Blätter als das Zeichen betrachten, dass die Resorption des Chlorophylls schon begonnen hat; jederzeit fand ich, wenn die Färbung in ein entschiedenes Gelb übergegangen war, das Chlorophyll aus den Leitzellen vollständig verschwunden; dagegen ist aber die rein grüne Färbung der Blätter im September und Oktober kein Beweis, dass ihr Chlorophyll noch normal vorhanden sei, denn in gewissen Fällen wird die Form der Chlorophyllkörner zerstört, sie gehen in eine formlose schön grüne Masse über, so dass die Färbung des Blattes noch nicht alterirt ist, obgleich die Form der Chlorophyllkörner zerstört sein kann.

Es sind vier verschiedene Processe, welche bei der Entlee-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0204-2

rung der Blätter stattfinden: 1) Die Zerstörung der äusseren Form der Chlorophyllkörner, 2) die Zerstörung der grünen Färbung, 3) die Auswanderung der Chlorophyllsubstanz, 4) die Auswanderung der Stärke. Die sieben untersuchten Pflanzen zeigen, dass diese einzelnen Processe in verschiedener Weise sich combiniren können, die sich folgendermassen bezeichnen lassen:

a) Die Form der Chlorophyllkörner wird zugleich mit ihrer Farbe zerstört; die Chlorophyllmasse verschwindet zugleich mit der darin enthaltenen Stärke *(Aesculus, Dioscorea)*.

b) Die Form der Chlorophyllkörner wird zuerst zerstört, die Stärke verschwindet, die Färbung erhält sich noch einige Zeit am formlos gewordenen Chlorophyll *(Vitis)*.

c) Die Stärke verschwindet zuerst, während Form und Farbe der Chlorophyllkörner sich noch einige Zeit erhalten *(Sambucus, Populus, Robinia)*.

d) Die Form der Chlorophyllkörner wird zuerst getödtet, dann die Färbung, erst zuletzt verschwindet die entfärbte Chlorophyllsubstanz mit der Stärke *(Morus)*.

Sowie bei der Entstehung der Chlorophyllkörner der Gestaltungsprocess, die Färbung und endlich die Bildung der Stärkeeinschlüsse nicht immer gleichzeitig stattfinden, so zeigt sich auch bei der herbstlichen Veränderung der Blätter ein ungleichzeitiges Eintreten der verschiedenen Momente; ich zeigte z. B. früher [1]), dass es grüne Chlorophyllkörner gibt, die noch keine Stärke enthalten (bei vorher etiolirten Pflanzen, die noch nicht hinreichend lange dem Licht ausgesetzt waren), aber später solche bilden, und der hier unter c) genannte Fall zeigt, dass es grüne Chlorophyllkörner gibt, die vorher Stärke enthielten, sie aber verlieren und dann selbst zu Grunde gehen. Während jene Beobachtung nebst den damit zusammenhängenden Umständen beweist, dass das Amylum als Assimilationsprodukt im Chlorophyll secundär entsteht, beweiset der unter c) genannte Fall, dass dieses Amylum sich aus dem Chlorophyllkorn entfernen kann. Beides zusammen gestattet aber die Annahme, die ich schon früher auf andere Weise zu begründen suchte, dass während der Vegetationszeit im Chlorophyll immerfort Stärke gebildet wird, dass sie aber auch immerfort von dort aus den übrigen Theilen der Pflanze zufliesst, indem der Verlust durch Neubildung im

1) Ueber den Einfluss des Lichts auf die Bildung des Amylum in den Chlorophyllkörnern. Botan. Zeitg. 1862, p. 366.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0205-8

Chlorophyll ersetzt wird, bis endlich im Herbst die assimilirende Thätigkeit aufhört und die zuletzt gebildete Stärke auswandert, ohne durch neue ersetzt zu werden.

Im Folgenden stelle ich die Beobachtungen zusammen.

(Schluss folgt.)

Gelehrte Anstalten und Vereine.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.

Botanische Section.

Herr Dr. Stenzel sprach in der Sitzung vom 12. März über das Blatt der Schuppenwurz *(Lathraea Squamaria* L.*)* Die besonders von Meyen untersuchten Lufthöhlen im Blatte der *Lathraea* haben die Aufmerksamkeit besonders dadurch auf sich gezogen, dass ihre Innenfläche mit kleinen, theils kurz gestielten, theils sitzenden Drüsen besetzt ist, von denen Meyen vermuthet, dass sie den in den Lufthöhlen enthaltenen kohlensauren Kalk absondern. Nach Allem musste man annehmen, dass diese Höhlen rings geschlossen im Blattgewebe liegen. Der Vortragende zeigte, dass sie alle mit ihren Aussackungen und Windungen in eine Querhöhle münden, welche durch den nach dem Blattgrunde hin wulstartig aufsteigenden, dann bogenförmig eingeschlagenen Rücken des Blattes gebildet wird. Da aber diese zurückgekrümmte Kante auf dem Blattgrunde nur lose aufliegt, so steht dadurch die Querhöhle und durch sie alle Höhlen im Blatte in offener Verbindung mit der Luft und den Flüssigkeiten des Bodens, in dem die schuppenförmigen Blätter sich befinden. Ihr Inhalt — kohlensauren Kalk hat der Vortragende in den von ihm untersuchten Blättern nicht gefunden — braucht also keineswegs eine Absonderung der Drüsen des Blattes zu sein, dessen Bau, ausgenommen bei den Arten der nächstverwandten Gattungen, kaum seines Gleichen im Pflanzenreiche hat.

Der Sekretär zeigte vor: *Limnochlide flos aquae* von Gorkau; diese Alge veranlasst im Haff hinter Stettin eine bläulichgrüne Wasserblüthe, die alljährlich in den Sommermonaten (August, September) über mehrere Quadratmeilen mit ihren sägespähnförmigen Plättchen den Wasserspiegel erfüllt, wie derselbe bereits seit dem Jahre 1850 beobachtet.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05978-0206-4

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: 46

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

Artikel/Article: Beitrage zur Physiologie des Chlorophylls 193-204