© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ueber das Vorhandensein eines farblosen Chlorophyll-Chromogens in Pflanzentheilen, welche fähig sind, grün zu werden;

von Dr. *Julius Sachs*, Privatdocent an der Universität Prag.

Die hier mitzutheilenden Beobachtungen scheinen mir der Veröffentlichung werth, nicht etwa, weil ich glaubte, sie seien schon zu völligem Abschluss gediehen, vielmehr desshalb, weil ich gerade jetzt nicht im Stande bin, einige hier einschlägige Untersuchungen zu machen, während mir doch der Gegenstand selbst von ganz allgemeinem physiologischem Interesse zu sein scheint.

Der grüne Farbstoff der Pflanzen, das Chlorophyll, hat in den letzten Jahren durch die Arbeiten von Mohl, Hofmeister und Arthur Gris in Bezug auf seine anatomischen Verhältnisse so umfassende und gründliche Bearbeitungen erfahren, dass in dieser Hinsicht das Chlorophyll jetzt zu den bestgekannten Stoffen innerhalb der Pflanzenzelle gehört; ebenso sind die äusseren physikalischen Bedingungen seines Entstehens durch die Arbeiten von Gardner, Draper und Guillemin einem genauen und mit schönen Erfolgen gelohnten Studium unterzogen worden.

Desto weniger wissen wir dagegen über das chemische Verhalten dieses allgemein verbreiteten Farbstoffes; wir haben weder eine allgemein als richtig angenommene Formel für seine Zusammensetzung, noch wissen wir irgend etwas darüber, wie das Chlorophyll aus dem Plasma innerhalb der Zellen entsteht.

In dieser Hinsicht geht aus den mikroskopischen Untersuchungen soviel hervor, dass der grüne Farbstoff in dem dickflüssigen Plasma, welches die Wände der Zellen überzieht und den Kern umhüllt, entsteht; und zwar findet im Allgemeinen gleichzeitig mit der Bildung dieses Pigmentes ein Zerfallen des Plasmas in rundliche oder polyëdrische weiche Körner statt, so dass es im Allgemeinen so aussieht, als ob das Grünwerden und das Zerfallen der grünwerdenden Masse innerlich zusammenhängende Processe wären. Dem ist aber nicht so. Die Beobachtung vergeilter Pflanzen (plantes étiolées) zeigt, dass das Zerfallen des Plasma's in Körner auch stattfinden kann ohne gleichzeitiges Grünwerden; und umgekehrt kann auch das Pigment im Plasma auftreten, noch bevor dasselbe in Körner zerfallen ist, bei Pflanzen, welche dem Einfluss des Lichtes ausgesetzt sind. Wenn man Samen von Zea Mais und Helianthus annuus im Dunkeln keimen lässt und so lange vor dem Lichte schützt, bis die ersten zwei bis drei Blätter entfaltet sind, so findet man beim Mais in den die Gefässbündel umgebenden Chlorophyllzellen ein gelbliches in grössere, wolkig zusammenhängende, Körner zerfallenes Plasma, während in den Zellen des Cotyledons der Sonnrose, wenn er kein Oel mehr enthält, deutlich gesonderte runde, den

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

eigentlichen Chlorophyllkörnern ähnliche Plasma-Körner liegen. Dem Licht ausgesetzt werden diese Körner nach 10—15 Stunden grün und sind dann gewöhnliche Chlorophyllkörner. Bei Phaseolus multiflorus findet das Zerfallen des Plasma in farblose Chlorophyllkörner bei Lichtabschluss nicht Statt, ebenso bei vielen andern nicht.

Die Erzeugung des grünen Pigmentes ohne gleichzeitiges Zerfallen oder Zusammenballung des Plasmas zu eigentlichen Chlorophyllkörnern ist eine gewöhnliche Erscheinung bei vergeilten Pflanzen, wenn sie an das Licht kommen; z. B. bei den Cotyledonen vergeilter Keime von Cucurbita Pepo, welche kein Oel mehr enthalten, sind die Zellen der Oberseite mit einem feinkörnigen Plasma ausgelegt, welches am Licht bald grün wird, während das Zerfallen des Plasma zu Körnern erst viel später eintritt.

Auch Arthur Gris gibt in seiner Abhandlung: Recherches microscopiques sur la chlorophylle (Annales des sc. nat. 1857 VII) viele Beispiele von Erzeugung des grünen Pigmentes innerhalb des homogenen Plasmas, noch bevor es in Körner zerfällt.

Diese Beobachtungen zeigen hinreichend, dass die Bildung des grünen Pigments mit der Bildung der Körner, d. h. mit dem Zerfallen des grünwerdenden Plasmas nicht nothwendig zusammenhängt.

Ebenso wie das gleichzeitige Stattfinden dieser beiden Processe nur eine Regel, kein Gesetz für die Chlorophyllbildung ist, ebenso ist auch die Nothwendigkeit des Lichtes zur Chlorophyllerzeugung kein durchgreifendes Gesetz. Das grüne Pigment entsteht nach Guillemin in allen Zellen eines Blattes, wenn auch nur ein kleiner Theil desselben lange Zeit vom Licht getroffen wird, und nach Sanio ist das Vorhandensein von Chorophyll im Holz der Bäume, also da, bis wohin sicher kein Sonnenstrahl eindringt, eine sehr häufige Erscheinung. Das Vorkommen von Chlorophyll in Keimen reifer Samen gehört ebenfalls hierher. Eines der interessantesten Beispiele bietet Pinus Pinea. Der Keim des reifen Samens enthält kein Chlorophyll; aber sobald die Keimwurzel etwa einen Zoll lang geworden ist, sind die zahlreichen Cotyledonen auch schon grün, obwohl sie von dem völlig undurchsichtigen Endosperm wie von einem festanschliessenden Sacke umhüllt sind und eine Schichte Erde den Keim bedeckt. Hier ist sicher Chlorophyll ohne irgend welchen Lichteinfluss entstanden.

Demnach ist das Entstehen des grünen Pigmentes weder an das Zerfallen des Plasmas, noch an die Wirkung des Lichtes nothwendig gebunden, obwohl beides die grosse Regel vorstellt.

Endlich ist der Umstand, dass das Chlorophyll in vergeilten Pflanzen binnen sehr kurzer Zeit (einigen Stunden), wenn man sie dem Licht aussetzt, entsteht, von besonderem physiologischem Werthe. Die Bildung des

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Pigmentes geschieht so schnell, dass während dieser Zeit keine erhebliche Veränderungen im Gesammt-Vegetations-Processe stattfinden können.

Die drei eben erwähnten Puncte weisen darauf hin, dass die Entstehung des grünen Farbstoffes mit dem Wachsthumprocess, mit den Gestaltungsprocessen innerhalb der Zellen in keiner unmittelbaren Beziehung stehen.

Dagegen weist die Bildung farbloser Chlorophyllkörner und ihr nachheriges Grünwerden bei Mais und Helianthus, ferner das schnelle Grünwerden des formlosen Plasmas bei Cucurbita u. a., noch bevor das Plasma Zeit hat, sich in Körner zu ballen, darauf hin, dass in beiden Fällen schon ein Stoff im Plasma vertheilt enthalten ist, welcher die chemische Constitution des Blattgrüns bereits hat, und nur noch auf den letzten chemischen Impuls wartet, um grün zu werden. Ferner zeigt das Grünwerden ohne Licht (Pinienkeim), dass dieser Impuls nicht immer von einem Lichtstrahl ausgehen muss. Die Versuche von Gardner, Draper und Guillemin haben das Resultat ergeben, dass die Curve für die chlorophyllerzeugende Kraft der Lichtstrahlen mit ihrer Lichtintensität und zugleich mit der Curve für die Sauerstoff-ausscheidende Kraft derselben parallel läuft.

Es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass die Entstehung des Chlorophylls mit der Ausscheidung des Sauerstoffs causal zusammenhängt. Ist diess richtig, so können wir den Satz so hinstellen: das grüne Pigment entsteht, oder das Chromogen des Chlorophylls wird grün, wenn Sauerstoff ausgeschieden wird. Das Einzige, was dieser unter dem Lichteinfluss ausgeschiedene Sauerstoff vor dem in den Pflanzen ohnehin enthaltenen Sauerstoff der atmosphärischen Luft voraus hat, ist sein erregter Zustand, es ist activer Sauerstoff, Ozon.

Wir können nun in kurzen Worten die Theorie der Chlorophyllbildung, wie sie sich aus dem Früheren ergibt, so aussprechen: Wenn das im Plasma vertheilte noch farblose Chromogen mit activem Sauerstoff, Ozon, in Berührung kommt, so geht es in grünen Farbstoff über.

Dieser Satz reicht hin, um das schnelle Entstehen des Chlorophylls in vergeilten Pflanzen einerseits, und sein Vorkommen ohne Mitwirkung des Lichtes andererseits begreiflich zu machen. Wenn in der Baumkrone Ozon in grosser Menge entsteht, warum sollte sich solches nicht durch die Intercellularräume und Luftgefässe bis hinab in die dunklen Räume des Holzkörpers ziehen, um das im Plasma der Holzzellen enthaltene Chromogen zu oxydiren und zum Grünwerden zu bringen? Ausserdem haben ja Fette und ätherische Oele die Fähigkeit, den sie berührenden Sauerstoff zu ozoniren. Beide sind im Keim der Pinie in grosser Menge vorhanden; ist in ihm durch den erwachten Vegetationsprocess einmal das hypothetische Chromogen entstanden, so sorgen die Fette innerhalb der Zellen für das nöthige Ozon.

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Wie man sieht, erklären sich unter der Annahme eines farblosen Chromogens, welches nur noch eine kleine Umänderung zu erfahren braucht, um grün zu werden, die heterogensten Erscheinungen leicht. Es kommt nun noch darauf an, dieses hypothetische Chromogen zur Thatsache zu erheben. Im Folgenden hoffe ich das Vorhandensein eines solchen Stoffes zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit zu bringen.

Wenn man aus dem Cotyledon einer Keimpflanze von Helianthus annuus, welche im Dunkeln soweit herangewachsen ist, dass sich bereits die ersten Blätter zwischen den Cotyledonen zeigen, so dünne Schnitte nimmt, dass man nur eine, oder eine halbirte Zellenlage vor sich hat, so findet man, wie schon oben erwähnt, an der Wand der Zellen Körner, welche sich von den Chlorophyllkörnern nur dadurch unterscheiden, dass sie nicht grün, sondern gelblich, beinahe farblos sind.

Lässt man, während man durch ein starkvergrösserndes Objectiv eine bestimmte Zelle ins Auge fasst, einen Tropfen concentrirte englische Schwefelsäure langsam von einer Seite her auf das Object einwirken, so bemerkt man mit völliger Klarheit, wie die erwähnten farblosen Chlorophyllkörner momentan spangrün werden, sobald sie von der Schwefelsäure berührt werden. Gleich darauf dehnen sich die grüngewordenen Körner stark aus, wobei sie das Ansehen einer zerfliessenden Harzmasse zeigen, und endlich verwischen sich die Gränzen zwischen den einzelnen Körnern; jetzt erscheint die ganze Zelle mit einer homogenen, sehr schön spangrünen Flüssigkeit erfüllt. Diese Reaction tritt bei Pflanzen von dem genannten Alter, nicht nur in den Pallisaden-Zellen der Oberseite, sondern auch im Schwamm-Gewebe der Unterseite auf. Dagegen nehmen die Zellen der ganzen Oberhaut eine schön dunkelkarminrothe Färbung an, während die Gerbstoffzellen in der Umgebung der Oelgänge schwefelgelb werden.

Bei jüngeren Keimpflanzen, deren Cotyledonen eben die Erde durchbrechen, und deren Zellen noch mit Oel gefüllt sind, ist man nicht im Stande, farblose Chlorophyllkörner zu erkennen; wenn man einen sehr dünnen Schnitt aus dem Cotyledon wie oben mit Schwefelsäure behandelt, se tritt auch hier schon jene spangrüne Färbung auf, aber sie ist viel weniger intensiv und nur in den Pallisaden-Zellen der Oberseite vorhanden; die Färbungen der andern Gewebe finden so wie oben Statt. Behandelt man nun einen dünnen Schnitt aus dem dunkelgrünen Cotyledon einer normalen, unter Lichteinfluss herangewachsenen, Keimpflanze von Helianthus mit Schwefelsäure in der angegebenen Weise, so sieht man, wie die hellgrünen Chlorophyllkörner in dem Moment, wo sie von der Schwefelsäure berührt werden, sich dunkel spangrün färben, und sich überhaupt ebenso unter dem Einfluss der Säure verhalten, wie die farblosen Plasmakörner einer vergeilten Pflanze. Alles,

© Digitized by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

was ich in dieser Beziehung beobachtet habe, kurz zusammengefasst, ergibt sich: dass in den noch nicht mit grünem Pigment versehenen Zellen, aber nur in solchen Zellen, welche später Chlorophyll enthalten würden, auf Zusatz von Schwefelsäure momentan eine spangrüne Färbung sich zeigt, welche sich in nichts von derjenigen Färbung unterscheidet, welche die fertigen hellgrünen Chlorophyllkörner unter Zusatz von Schwefelsäure annehmen.

Dieselbe Beobachtung macht man an den vergeilten Maiskeimen. Maispflanzen, welche im Dunkeln wachsend, bereits das dritte Blatt entfalten, zeigen auf sehr dünnen Querschnitten durch die vergeilten Blätter um jedes Gefässbündel herum eine rings geschlossene Schicht Zellen, welche sich von dem umgebenden Parenchym dadurch unterscheiden, dass sie mit einem Plasma erfüllt sind, welches in grössere rundliche, aber wolkig zusammenhängende Körner gesondert ist. Auf Zusatz concentrirter Schwefelsäure werden diese Körner momentan bläulich dunkelspangrün und zeigen sich dabei schärfer begränzt als vorher; dann dehnen sie sich aus und erst nach längerer Zeit verlieren sie ihre Form, indem sie zu einer homogenen Masse zusammenfliessen. Während diess stattfindet, färben sich die Gefässe des von diesen Zellen umschlossenen Bündels intensiv gelb, ebenso die Bastzellen, welche unterhalb des Bündels unmittelbar unter der Oberhaut des Blattes liegen. Die kleinen Cambiumzellen des Gefässbündels nehmen später eine rosenrothe Färbung an; dagegen bleibt das übrige Parenchym des Blattes farblos, bis es von der concentrirten Säure aufgelöst verschwindet. Die gleichnamigen Schnitte aus den grünen Blättern normaler Pflanzen von demselben Alter zeigen in den Zellen der Gefäss-Bündelscheiden neben einem grossen Zellkern runde grosse, nicht sehr zahlreiche Chlorophyllkörner, welche sich durch ihre intensive rein grüne Färbung auszeichnen. Bei Berührung mit concentrirter Schwefelsäure bieten diese Körner dieselben Veränderungen dar, wie die gleichnamigen farblosen Körner in vergeilten Pflanzen. Auch die Gefässe und das Parenchym verhalten sich so. Also auch bei der vergeilten Maispflanze hat das Plasma der zur Chlorophyllbildung bestimmten Zellen bereits alle Processe durchlaufen, wie in der normalen Pflanze; die Plasmakörner obwohl nicht grün, nehmen mit concentrirter Schwefelsäure genau dieselbe spangrüne Färbung an und verhalten sich auch sonst so, wie die fertigen Chlorophyllkörner.

Wenn man Phaseolus multiflorus im Dunkel so weit wachsen lässt, dass die Plumula sich völlig entfaltet, und die nächsten gedreiten Blätter bereits auf gestreckten Stengelgliedern stehen, d. h., wenn die Pflanze etwa 8—10 Zoll Höhe hat, so zeigen sehr dünne Schnitte aus dem Blatt, welche trotz der Kleinheit der Zellen (ihre Ausdehnung findet ohne Licht nicht Statt) und eine ganze oder halbe Zelldicke haben, dass sowohl die Pallisadenzellen der Oberseite, als das Schwammgewebe der Unterseite, mit einem Plasmaüberzug

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ausgekleidet sind, welche einzelne kreisförmige oder längliche Stellen frei lässt. Dieses Plasma ist völlig homogen, zeigt keine Elementarkörnchen und erscheint in einfacher Schicht bläulich; wenn dagegen 2—3 oder mehr Zellschichten über einander liegen, so erscheint das Plasma stark gelblich und körnig. Bei Berührung mit concentrirter Schwefelsäure nimmt dasselbe sogleich eine sehr intensive spangrüne Farbe an; alle Zellen des Blattparenchyms erscheinen nun mit einer homogenen spangrünen Flüssigkeit erfüllt. Oberhaut und Haare dagegen nehmen gleichzeitig eine intensiv schwefelgelbe Färbung an; die Gefässbündel färben sich rosenroth, jedoch erst später.

Die gleichnamigen Zellen einer normalen grünen Bohnenpflanze, enthalten runde hellgrüne Körner statt des Plasmas an den Zellwänden, das Plasma ist hier grün geworden und zugleich in Körner zerfallen. Mit Schwefelsäure werden dieselben spangrün und lösen sich dann auf.

Sehr dünne Schnitte durch die Plumula eines Bohnenkeimes, welcher die Cotyledonen noch nicht durchbrochen hat, zeigen mit Schwefelsäure auch schon jene spangrüne Färbung des Plasmas. Eine so junge Plumula dem Licht einige Stunden ausgesetzt, enthält dann Chlorophyll. Bei der Bohne habe ich mich aufs Bestimmteste davon überzeugt, dass alle Zellen, welche noch farblose sind, aber im Licht in kurzer Zeit Chlorophyll bilden können, im Stande sind mit concentrirter Schwefelsäure dieselbe Färbung zu geben, als ob sie schon Chlorophyll enthielten.

Die Pallisaden-Zellen der Oberseite in einem sehr dünnen Schnitt aus dem Cotyledon einer vergeilten Keimpflanze von Cucurbita Pepo, sind mit einem Plasma-Beleg ausgekleidet, welcher sehr viele, äusserst kleine, glänzende Körnchen enthält und auch in dünnen Schichten gelb erscheint. Das Schwammgewebe der Unterseite enthält neben einzelnen Fettkörnern ein sehr feinkörniges röthlich scheinendes Plasma. Concentrirte Schwefelsäure ertheilt den Palissadenzellen momentan eine sehr dunkelgrüne Farbe, ebenso wie in den Zellen eines normal grünen Chlorophyll-führenden Cotyledons. Das röthliche Plasma des Schwammgewebes zeigt kein Grünwerden. Dünne Schnitte aus Cotyledonen, welche eben erst die Erde durchbrochen und noch mit Oel gefüllt sind, zeigen mit Schwefelsäure noch keine grüne Färbung; je älter sie aber werden, desto leichter tritt diese Reaction ein. In vergeilten Cotyledonen, welche kein Fett mehr enthalten, nimmt das Plasma der Pallisaden-Zellen am Licht bald eine intensivgrüne Färbung an, behält aber sonst sein eigenthümliches Aussehen bei, Chlorophyllkörner entstehen erst viel später. Schwefelsäure wirkt jetzt genau ebenso wie früher.

Das Parenchym der Cotyledonen des Ricinus-Keimes, welche von dem sackförmigen Endosperm noch fest eingehüllt sind, ist mit einem gelben fein körnigen Plasma erfüllt, welches mit cc. Schwefelsäure dunkelspangrün

© Digitized by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wird. Ebenso reagirt das Blattparenchym des Mandelkeimes, welcher die Erde eben durchbricht und noch keine Spur von grüner Färbung zeigt. Bei den noch gelben Cotyledonen des sehr jungen Keims von Convolvulus tricolor und des Kohlkeimes färben sich die Pallisaden-Zellen der Oberseite mit cc. Schwefelsäure intensiv spangrün.

Die angegebenen Beobachtungen ergeben nun den allgemeinen Satz: In dem Plasma derjenigen Zellen, welche im Stande sind am Licht in kurzer Zeit grün zu werden, gleichgültig ob dieses Plasma formlos oder in Körner zerfallen ist, ist ein Stoff vertheilt, welcher die Fähigkeit hat mit concentrirter Schwefelsäure momentan spangrün zu werden. Dagegen Zellen, welche niemals Chlorophyll enthalten, oder solche, welche erst nach längerer Zeit im Stande sind, solches zu bilden, geben diese Reaction nicht. Da nun das Chlorophyll aller dieser Pflanzen mit concentrirter Schwefelsäure genau dieselbe Reaction zeigt, wie jenes Plasma, so liegt die Vermuthung nahe, dass der im Plasma vertheilte, grün zu werden fähige Stoff, das Material vorstellt, aus welchem sich im gewöhnlichen Laufe der Dinge durch eine kleine und letzte Umänderung das grüne Pigment selbst bildet. Ich nenne diesen Stoff das farblose Chromogen des Chlorophylls oder kürzer Leukophyll. Das Leukophyll würde sich demnach zu dem Chlorophyll so verhalten, wie etwa das Indigweiss zu dem Indigblau, wie das Haematin zu dem Haemateïn, wie das Carmin zu dem Carmeïn u. s. w.

Die Farbstoffe enstehen im Allgemeinen aus ihren farblosen Chromogenen auf zweierlei Weise. Entweder durch directe Oxydation, so dass dann der Farbstoff absolut mehr Sauerstoff enthält als das Chromogen, aus dem er entstanden ist, oder dadurch, dass das Chromogen durch Oxydation einen Theil seines Wasserstoffes verliert, so dass dann das Pigment nun procentisch nicht absolut reicher an Sauerstoff ist als sein Chromogen. In beiden Fällen erhält also das Pigment seine letzte Vollendung durch Einwirkung des Sauerstoffes. Wir dürfen demnach der Analogie nach annehmen, dass auch das Chlorophyll durch Oxydation aus dem Leukophyll entsteht, wobei es freilich noch unentschieden bleibt, ob hierbei Sauerstoff in die Formel eintritt, oder ob Wasserstoff austritt.

Die Annahme, dass das Chlorophyll aus einer farblosen Verbindung durch Oxydation entsteht, ist übrigens nicht neu und beruht nicht bloss auf der Analogie mit anderen Farbstoffen, sondern sie ist durch das Verhalten des Chlorophylls gegen die oxydirenden Stoffe gerechtfertigt.

Werden nach Preisser grüne Blätter gestampft und der ausgepresste und filtrire Saft mit Bleioxydhydrat behandelt, so wird der grüne Farbstoff der Lösung vollständig entzogen, durch Zersetzung der Bleiverbindung mit Schwefelwasserstoff wird eine farblose Lösung erhalten, aus welcher an der Luft

© Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

besonders im Sonnenlicht, sich grüne Flocken ausscheiden. Diese Reaction auf Blattgrün wurde schon früher von Berzelius beobachtet. Dieses Verhalten des mit Bleioxyd verbundenen Chlorophylls gegen Schwefelwasserstoff weist darauf hin, dass, indem sich Schwefelblei bildet, der Wasserstoff des Schwefelwasserstoffes an das Chlorophyll tritt und es in eine wasserstoffreichere Verbindung überführt; wird ferner die salzsaure Lösung des Chlorophylls bei abgehaltener Luft mit wenig Zink in Berührung gebracht, so verschwindet die grüne Farbe vollständig und wird gelb. Die gelbe Lösung nimmt beim Verdunsten auf dem Wasserbade wieder eine grüne Farbe an (Löwig's Chemie der organischen Verb.); diess dürfte sich wieder dadurch erklären, dass, während das Chlor der Salzsäure an das Zink tritt, der freigewordene Wasserstoff in die Zusammensetzung des Chlorophylls eintritt und es entfärbt.

Ist dieses Raisonnement richtig, so verhält sich in der That das Leukophyll zu dem Chlorophyll ebenso, wie das Indigweiss zu dem Indigblau. Das letztere wird bekanntlich aus Pflanzen der verschiedensten Familien dargestellt und es scheint, als ob es nach dem Chlorophyll der verbreitetste Farbstoff im Pflanzenreich wäre; aber das Indigoblau findet sich nicht fertig in den Pflanzen, es wird meist durch Oxydation aus einem farblosen Chromogen (dem Indigweiss), welches in jenen Pflanzen vorhanden ist, dargestellt. Das Indigweiss hat übrigens mit dem Leukophyll noch eine ganz specielle Eigenthümlichkeit gemein. Das Indigweiss wird von rauchender Schwefelsäure sogleich zu einer blauen Flüssigkeit gelöst; das Leukophyll wird dem entsprechend von rauchender Schwefelsäure (unterm Mikroskop reagirt diese ebenso wie englische) sogleich zu einer schön spangrünen Flüssigkeit gelöst.

Das Alles bedarf freilich erst noch der directen Untersuchung auf chemischem Wege, jedoch sind die im Obigen zusammengestellten Thatsachen geeignet, vermuthungsweise eine Theorie der Chlorophyllbildung aufzustellen, welche im Stande ist, alle beim Entstehen des grünen Pigmentes auftretenden Erscheinungen ungezwungen zu erklären. In den folgenden Sätzen will ich diese Theorie übersichtlich zusammenstellen, ohne indessen jeden einzelnen Satz schon jetzt als vollkommen erwiesen zu betrachten:

1) Das Blattgrün entsteht unmittelbar aus einem noch farblosen Stoffe, welcher nur einer sehr kleinen Veränderung bedarf, um grün zu werden.

2) Dieses farblose Chromogen findet sich nur in den Zellen, welche demnächst im Stande sind grün zu werden.

3) Die Bildung dieses Chromogens oder des Leukophylls geschieht in den meisten Fällen gleichzeitig mit dem Zerfallen des Plasma's in Körner, häufig auch früher.

4) Das Leukophyll geht durch Einwirkung von Sauerstoff im Status

© Digitized by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

nasceus oder überhaupt durch erregten Sauerstoff (Ozon) in Chlorophyll über, wahrscheinlich indem dem Leukophyll ein Theil seines Wasserstoffes hiedurch entzogen wird.

5) In den allermeisten Fällen findet diese Oxydation statt, wenn unter dem Einfluss des Sonnenlichtes Sauerstoff aus anderen Verbindungen innerhalb der Zellen frei wird.

6) Die Oxydation des Leukophylls zu Chlorophyll kann auch ohne directen Lichteinfluss stattfinden; indem erregter Sauerstoff an unbeleuchtete Theile diffundirt (Chlorophyll im Holz), oder indem gewisse Stoffe in den Zellen (Fette und ätherische Oele) das Vermögen haben, den Sauerstoff zu ozoniren (Chlorophyll im Keim der Pinie).

7) Das Chlorophyll wird durch Wasserstoff im Status nascens in Leukophyll übergeführt.

8) Das Leukophyll wird durch concentrirte Schwefelsäure momentan in Chlorophyll verwandelt.

9) Das Leukophyll ist ein Product des Vegetationsprocesses selbst, allerdings nur bei solchen Pflanzen, welche im Stande sind Chlorophyll zu bilden.

10) Das Chlorophyll dagegen ist kein directes Product des Vegetationsprocesses; es entsteht gewissermassen zufällig (durch Berührung mit erregtem Sauerstoff) aus dem Leukophyll.

11) Daher findet sich das Leukophyll in den vergeilten Pflanzen, und seine Quantität hängt von dem Stadium des Entwicklungsprocesses ab; daher ist ferner die Chlorophyllbildung ein localer Vorgang, abhängig nicht von der Entwicklung oder mit ihr parallel laufend, sondern nur abhängig von dem Umstande, ob vorhandenes Leukophyll mit erregtem Sauerstoff in Berührung kommt.

Massalongo's venetianische Palœophyten.

Mitgetheilt von *A. G. Cantani* in Prag.

Im Jahrgange 1857—58 der „Atti dell' i. r. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti" (III. Band, 3. Serie, 9. u. 10. Lief.) findet sich ein sehr interessanter und umfangreicher Aufsatz mit der Ueberschrift: „Palaeophyta rariora formationis tertiariae agri Veneti" von dem Prof. Dr. Abramo Massalongo in Verona.

Der durch viele, besonders lichenologische Schriften rühmlichst bekannte Verfasser, welchem die Lichenographie ihre totale Umgestaltung verdankt, und dessen glänzende Verdienste besonders seit dem Erscheinen von Kör-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften

Jahr/Year: 1859

Band/Volume: 9

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

Artikel/Article: Ueber das Vorhandensein eines farblosen Chlorophyll-Chromogens in Pflanzentheilen, welche fähig sind, grün zu werden 6-14