

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel.

in Marburg.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

Nr. 2.

Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M.
durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

1895.

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat besondere Blätter benutzen zu wollen.

Die Redaction.

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.*)

Ueber ein neues Vorkommen von Carotin in der Pflanze, nebst Bemerkungen über die Verbreitung, Entstehung und Bedeutung dieses Farbstoffes.

Vortrag,

gehalten auf der 66. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in der Section für Anatomie und Physiologie der Pflanzen am 28. September 1894.

Von

Dr. Hermann Ritter Schrötter-Kristelli.

Mit Literatur-Verzeichniss.

M. H.! An der Hand der entsprechenden Präparate bin ich heute in der Lage, Ihnen über ein neues Vorkommen von Carotin

*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich.

Red.

zu berichten, das in mancher Beziehung interessant ist; hieran anknüpfend möchte ich mir erlauben, eine kurze allgemeine Betrachtung über die gelben Pflanzenfarbstoffe beizufügen.

Wie Hesse gezeigt hat, gebührt Zeise das Verdienst, als erster den gelben Farbstoff der Mohrrübe, das Carotin, genauer beschrieben und denselben als einen Kohlenwasserstoff erkannt zu haben. Durch die vorzugsweise chemischen Arbeiten von A. Husemann, A. Arnaud, F. Reinitzer und W. Zopf sind wir über die Eigenschaften desselben jetzt so gut unterrichtet, dass eine sichere Diagnose dieses Farbstoffes möglich ist.

Ich zeige Ihnen hier die Frucht von *Afzelia Cuznensis* (*Intsia* Smth.), welche ich im Vorjahre zu untersuchen Gelegenheit hatte.

An der Wand der Pericarp hälften sehen Sie die Samen, die bis jetzt fast zur Hälfte ihrer Länge von einem mennigrothen Arillus umgeben sind.

Schneidet man den Arillus in radiärer Richtung durch, so erhält man eine dreieckige Schnittfigur, welche einen orangegelben Rand zeigt, der sich scharf von einer inneren weissen Fläche abhebt.

Die gelb gefärbte äussere Schicht besitzt eine Dicke von fast 2 mm. *) Wie Sie aus der Abbildung entnehmen, besteht dieselbe aus isodiametrischen Zellen, die vollständig von einem dickflüssigen orangegelben Oel erfüllt sind; die ölführenden Zellen sind in radialen Reihen zu circa 30—35 an Zahl angeordnet, das gelbe Oel lässt sich am intacten Arillus durch Fingerdruck unschwer hervorpresen.

Prüft man das Verhalten des gelben Zellinhaltes näher, so ergibt sich Folgendes.

Der Zellinhalt löst sich schwer in kaltem absolutem Alkohol, besser in Aether, noch besser in Chloroform, wobei die Lösung entschieden röthlicher wird, in Xylol, am besten in Benzol mit gelblicher und in Schwefelkohlenstoff mit purpurrother Farbe.

Fette Oele, wie Olivenöl und besonders Ricinusöl, vermögen ebenfalls den Farbstoff aufzulösen. Terpentingöl löst den Farbstoff rasch, wobei er jedoch nach einiger Zeit sowohl im Gewebe, als auch ausserhalb desselben zerstört wird. **)

Organische Säuren, sowie Salzsäure, verdünnte Salpetersäure und Kalilauge bewirken keine Veränderung, wohl aber concentrirte Schwefelsäure, auf deren Zusatz die gelben Tropfen grünblau bis tief violettblau gefärbt werden, welche Färbung allmählig in ein schmutziges Violett übergeht.

*) Genauere anatomische Details über den Bau des Samens finden sich in meiner Arbeit s. Literaturverzeichniss, daselbst auch Citirung der Abhandlung von A. Pfeiffer.

**) Interessant ist auch die Beobachtung, die ich an orangegelben Kürbisfrüchten machte: Bestreicht man die Oberfläche der Frucht mit Terpentingöl, so wird dieselbe, dem Sonnenlichte ausgesetzt, ganz weiss; wohl hervorgebracht durch die stark oxydirende Wirkung des Terpentingöles.

Dieses Verhalten der gelben Fettmasse gegenüber den genannten Lösungsmitteln und Reagentien liess schon jetzt mit Gewissheit erwarten, dass es sich hier um ein sogenanntes Lipochrom, und zwar um Carotin handeln werde, eine Voraussetzung, die ich durch die weitere Untersuchung bestätigen konnte.

Zur sicheren Bestimmung trachtete ich daher, vor allem den Farbstoff krystallisirt zu erhalten, was mir, wie ich zeigen werde, sehr leicht gelang. Ich sage deshalb sehr leicht, weil im Allgemeinen die Reindarstellung gelber Pflanzenfarbstoffe aus Blüten und Früchten (*Ranunculus*, *Leontodon*, *Sorbus Aucuparia* u. a. m.) in Folge der im Gewebe vorhandenen mannigfachen fremden Stoffe Schwierigkeiten bereitet. Schwierigkeiten, die besonders darin bestehen, dass sich der gelbe Farbstoff nur schwer von begleitenden bisher noch nicht genügend bekannten Wachs- und fettartigen Substanzen trennen lässt.*) F. Reinitzer konnte Carotin aus der Mohrrübe nicht krystallisirt erhalten und ebenso ging es F. Pabst bei der Darstellung dieses Farbstoffes aus *Capsicum*-Früchten.**)

So ergaben sich endlich auch mir beim Versuch der Gewinnung von Carotinkrystallen aus dem Pericarp von *Cucurbita Pepo* L. Schwierigkeiten. Nach mehrmaliger Verseifung mit alkoholischer Kalilauge erhielt ich eine ziegelrothe schmierige Masse, in der nur spärliche rothe Krystallschüppchen zu sehen waren. Erst nachdem ich diese Masse geschmolzen und in kaltem verdünntem Alkohol gegossen hatte, bekam ich reichlicher die rhombischen rothen Krystalle, die aber von der begleitenden wachsartigen Substanz nicht gehörig zu trennen waren.

Bei dem in Rede stehenden Material wurde die von Zopf angegebene Darstellungsmethode befolgt.***)

Nach Extraction des zerriebenen Arillusgewebes mit heissem Alkohol verseifte ich das Extract mit ungefähr 30% Natronlauge durch eine Stunde, fügte hierauf heisse concentrirte Kochsalzlösung zu und behandelte das sich ausscheidende Seifengemisch mit Petroläther, der sich leuchtend gelb färbte. Nach genauer Trennung von den gebildeten Seifenmassen durch fleissiges Ausschütteln mit Wasser liess ich den Aether verdampfen, wodurch eine gelbrothe Masse erhalten wurde, die sich zum Theil in Alko-

*) Neben freien Fettsäuren und Fettsäureestern höherer Alkohole sind es besonders das Cholesterin und wie es scheint Verbindungen desselben mit Fettsäuren, sowie eine nur schwer verseifbare Substanz, die den gelben Farbstoffen und ihren Trägern, den gelben Chromatophoren anhaften. Dass man auf verseifbare Stoffe auch bei der Reindarstellung des grünen Chlorophyllfarbstoffes Rücksicht nehmen muss, hat Hansen gezeigt.

**) Zufolge einer mündlichen Mittheilung von Dr. Reinitzer, gelingt die Darstellung von Carotinkrystallen noch am besten aus den Früchten von *Lycopersicum*.

***) Die Darstellung des Carotinfarbstoffes aus Blüten und Fruchtheilen geschieht am besten, indem man dieselben an einem dunklen Ort trocknet, fein zerreibt und das erhaltene Pulver mit absolutem Alkohol extrahirt u. s. f.; es empfiehlt sich nicht, wie auch angegeben wird, das frische Material mit Alkohol zu behandeln.

hol mit rosenrother Farbe löste. Leichtes Erwärmen liess die tiefrothen nicht gelösten Tropfen zu grösseren Kugeln zusammenfliessen, wobei der Alkohol ganz farblos wurde. Diese rothen Kugeln zeigten nach dem Trocknen ein körnig krystallinisches Gefüge und erwiesen sich unter dem Mikroskop als aus schön braunrothen Krystallen bestehend, der längste Durchmesser derselben beträgt 10—15 μ . Die Krystalle stellen regelmässige grössere und kleinere rhombische Tafeln dar, welche den Hämatoidinkrystallen aus Menschenblut sehr ähnlich sehen und, nach der Methode von Tschermak untersucht, prachtvollen Pleochroismus zeigen.*) Fügt man concentrirte Schwefelsäure zum Krystallbrei, so wird er intensiv blau, und man kann mikroskopisch die Bildung von schwarzblauen, nadelförmigen Lipocyankrystallen beobachten. Jodjodkalium und Jodechloralhydratlösung bewirkte schmutzigrüne, osmiumsäure braune Färbung des Lösungsrückstandes. Taucht man Streifen von Filtrirpapier in eine selbst nur schwach gefärbte Lösung des Farbstoffes, so wird dasselbe schön orange-gelb gefärbt; die Färbung verschwindet jedoch nach einigen Stunden vollständig.

Bei der sowohl mit ätherischer als auch mit alkoholischer Lösung des Farbstoffes vorgenommenen spectroscopischen Prüfung erhielt ich constant ein breites Absorptionsband, das die ganze violette Seite des Spectrums bis zur Linie E im Grün einnahm.

Bei starker Verdünnung dieser Farbstofflösung schwindet die starke Absorption des violetten Endes und blieben nur zwei Absorptionsbänder bei E und G.

Eine geringe Menge des purpurrothen Krystallbreies auf einem Uhrschälchen mehrere Wochen am Licht aufbewahrt, erschien nach dieser Zeit nur mehr schwach gelb, eine andere rein weiss gefärbt, und gab auf Zusatz von concentrirter Schwefelsäure rothe bis rothviolette Färbung, wohl in Folge Uebergehens in einen cholesterinartigen Körper. Auf diese Beziehung zwischen Carotin und Cholesterin ist besonderes Gewicht zu legen; ich werde noch am Schluss darauf zurückkommen.

Zu einer genauen chemischen Analyse des fetten Oeles, das den Carotinfarbstoff im Arillargewebe in Lösung hält, reichte das vorhandene Material nicht aus, und kann ich nur das mikrochemische Verhalten desselben angeben. Dass wir es mit einem fetten Oel zu thun haben, folgt ausser durch die oben angegebenen Lösungsverhältnisse, durch das Flüssigsein bei gewöhnlicher Temperatur, noch durch folgende Reactionen. Der ölige Zellinhalt färbt sich in den Zellen sowohl als auch in freien Tropfen mit alkoholischer Alkanuinlösung intensiv roth, mit Chinolinblaulösung nach längerer Zeit blaugrün. Mikroskopische Verseifungsversuche mit Kalihydrat und concentrirter Ammoniaklösung nach Molisch fielen positiv aus; die deutliche Acroleinreaction, sowie die Braun-

*) Genauere krystallographische Angaben über Carotin finden sich bei Schimper (s. Sitzungsber.).

färbung durch Osmiumsäure wiesen auf einen Oelsäure-Glycerin-äther.

Aus den gemachten Mittheilungen ergibt sich somit, dass der Farbstoff des Arillus von *Azelia Cuanzensis* durch Carotin bewirkt wird, das durch fettes Oel gelöst in den Zellen desselben enthalten ist.

Ueber das Vorkommen von Carotin in Arillargebilden liegen bereits mehrfache Angaben vor, die wir Schimper und besonders Courchet verdanken.

In den von diesem Forscher untersuchten Arillargebilden (Arillus von *Passiflora coerulea*, Arillus von *Evonymus Japonicus* und *Europaeus*, Arillus von *Momordica Balsamina*, Arillus von *Hedychium Gaertnerianum*, Arillus von *Taxus baccata*) finden wir den Carotinfarbstoff immer an Chromatophoren gebunden, immer in deutlicher Beziehung zu denselben, als Product derselben, indem der Farbstoff in Form kleinster Körnchen und Stäbchen dem Stroma derselben eingelagert ist, in grösseren Krystallen dem Rande des Chromatophors anhaftet oder auch wohl in Form einzelner Nadeln und Tafeln neben den Chromoleuciten frei im Zellinhalt lagert.

Von alledem finden wir hier nichts. Wie Sie gesehen haben; sind die Zellen hier von einem homogenen gelben Oele erfüllt. Diese Art des Vorkommens von Carotin bei einer Phanerogamen-Pflanze ist meines Wissens bisher noch nicht beobachtet worden und findet dieselbe, wenn wir nur die Thatsache allein in Betracht ziehen, ein Analogon in dem von Zopf beschriebenen Vorkommen von Carotin in den Sporangienanlagen einer *Mucorinee*, deren einzellige Träger dicht mit orange gelbem Oel erfüllt sind*).

Berücksichtigt man aber die über die Entstehungsweise des Carotinfarbstoffes in botanischer Beziehung gemachten Beobachtungen, so lassen sich die von Schimper und Godlewski über den Untergang der Chromatophoren gemachten Angaben zur Erklärung heranziehen, und glaube ich hier Folgendes sagen zu können:

Die Zellen des noch lebenden Arillusgewebes enthielten gelbe, krystallführende Chromatophoren, in denen sich nach dem Reifen der Frucht, beim allmäligen Aufhören einer energischen Lebens-thätigkeit, in den Geweben derselben Oeltropfen als Degradations-producte der Chromatophoren bildeten, die die Farbstoffkrystalle lösten. Diese Oeltropfen nehmen an Grösse mehr und mehr zu, um endlich nach Resorption des Stromas der Chromatophoren (A. Meyer) und des übrigen protoplastischen Zellinhaltes als functionslose Masse zurückzubleiben.

Ob hier wie im Arillus von *Taxus baccata* oder im Pericarp von *Cucurbita* u. a. m. die Carotinbildung erst nach vorhergehender Chlorophyllbildung erfolgte oder ob es in dem Gewebe

*) Von ähnlichen Vorkommnissen — in Fett gelöstes Carotin — bei Thieren soll hier abgesehen werden.

von vornherein (wie in vielen Blüten) zur Bildung des gelben Farbstoffes kam, darüber kann ich bis jetzt nichts angeben.

Das hier beschriebene Vorkommen von Carotin müssen wir aber jedenfalls unter diejenigen Fälle subsummiren, in denen es, wie bei der herbstlichen Verfärbung der Laubblätter, als das Product einer retrograden Stoffwechselformation aufzufassen ist, dem keine weitere functionelle Bedeutung zukommt.

Auf die Fälle, in denen dem Carotin eine solche zugesprochen werden muss, will ich am Schlusse in Kürze zurückkommen.

An dieser Stelle möchte ich mir erlauben, noch einige Worte über die Ursachen und Bedingungen zu sagen, unter welchen wir Carotin in der Pflanze entstehen sehen. Wenn wir auch manche dieser Bedingungen kennen, wenn wir in vielen Fällen die Bildung von Carotinträgern unter dem Mikroskop beobachten können, so sind wir jedoch über den Chemismus, der diese Prozesse bedingt, nur sehr wenig unterrichtet.

Schon die Arbeiten von Weiss haben den directen Uebergang von Chlorophyllkörnern in Xanthophyllkörner näher beschrieben, die Beobachtungen von Meyer, Schimper u. A. haben über die Vorgänge bei der Umwandlung gelber (Etiolinkörper) in grüne Chromatophoren, über die Umwandlung dieser in gelbe und rothe Farbstoffkörper vom botanischen Standpunkt Klarheit gebracht.

Die beim Auflösen eintretende Umwandlung grüner Blumenblätter in gelbe oder mennigrothe, die gelbe Farbe, die beim Reifen grüner Früchte auftritt, die Herbstfärbung der Laubblätter sind Beispiele hierfür. Dass aber auch pathologische Momente für die Carotinbildung von Bedeutung sind, sehen wir an dem Eintritt der Gelbroth-Färbung mancher Blätter nach Verletzungen und, wie ich beobachtet habe, nach Insectenstichen, an der Thatsache, dass ungünstige Vegetationsbedingungen, Fröste, zu intensive Beleuchtung die Bildung des gelben Farbstoffes hervorzurufen im Stande sind.

Ob bei diesen verschiedenen Vorgängen immer nur ein Factor als der direct wirksame bezeichnet werden muss, ob es, z. B. wie beim Reifungsprocess der Früchte, bestimmte Fermente, oder bei den Insectenstichen solche thierischen Ursprungs sind, welche die Farbstoffproduction anregen oder ob mehrere Ursachen dabei concommittiren, darüber ist bis jetzt noch nichts bekannt. Ich glaube aber, dass bei Beantwortung der Frage nach den Ursachen der Carotinbildung der Schwerpunkt darin zu suchen ist, dass in dem sich verfärbenden Gewebe, wie in den erblühten Blumenblättern und ausreifenden Früchten, der Stoffwechsel im Protoplasma herabgemindert wird oder ganz erlischt und so Oxydationsvorgänge platzgreifen, die bei intactem functionirendem Protoplasma nicht statthaben können.

Dieser Gedanke, den zuerst Hofrath Wiesner zur Erklärung der herbstlichen Verfärbung der Laubblätter entwickelt hat — wonach die Umwandlung des Chlorophyllfarbstoffes in Xanthophyll und Erythrophyll durch nach dem Absterben des

Protoplasmas auftretende Pflanzensäuren bewirkt wird — muss hier um so mehr hervorgehoben werden, als er uns ein Verständniss für die angeführte Frage überhaupt eröffnet, und hat seine Anwendung auf den speciellen Fall um so mehr Berechtigung, als die Identität des Farbstoffes der Herbstblätter (Erythrophyll) mit Carotin von Immendorf und Monteverde erwiesen wurde.

Die angeführten Ursachen, wie ungünstige Vegetationsbedingungen, Kälte, zu starke Beleuchtung, Insectenstiche u. A., vermögen insbesondere dadurch die Farbstoffbildung anzuregen als die Thätigkeit des lebenden Protoplasmas schädigen und herabsetzen.

Eine weitere Stütze findet diese Erklärung durch die von Arnaud gefundene, von Monteverde bestätigte Thatsache, dass in allen grünen Blättern Carotin, wenn auch in geringer Menge, so doch stets vorhanden und nachweisbar ist.

Es braucht somit der Carotinfarbstoff unter den erwähnten Verhältnissen nicht erst als neue, dem Gewebe bisher fremde Substanz, gebildet zu werden, sondern es findet nur eine Mehrproduction dieses Farbstoffes aus dem wahrscheinlich niedriger oxydirten blaugrünen Chlorophyllfarbstofftheil statt, indem, wie Kraus ausführt, der in die absterbende Zelle diffundirende Sauerstoff, als nicht mehr zum Stoffwechsel verbraucht, zersetzend auf den Zellinhalt, also auch auf den Chlorophyllfarbstoff einwirkt*).

Die letzten Jahre haben durch eine Reihe werthvoller und interessanter Untersuchungen unsere Kenntniss von den gelben Pflanzenfarbstoffen vom botanischen, wie auch vom chemischen Standpunkt so wesentlich bereichert, dass es jetzt schon gerechtfertigt erscheinen darf, die gewonnenen Resultate von einheitlicheren Gesichtspunkten aus zu betrachten, die vielen zerstreuten ohne Bezug auf einander gemachten Einzelbeobachtungen zu vereinigen, die zum Theil verworrene Nomenclatur zu vereinfachen, um so einen möglichst klaren Einblick in die Natur, das Vorkommen und Verbreitung dieser Farbstoffe zu eröffnen. Die in jüngster Zeit erschienenen Arbeiten von A. Arnaud, Courchet, A. Hansen, Immendorf, Monteverde, Reinitzer, W. Zopf und jüngst E. Phisalix müssen hier als diesen Zweck verfolgend hervorgehoben werden, indem sie auf die Identität der meisten unter den verschiedensten Namen bekannt gewordenen gelben Pflanzen- und Thierfarbstoffe mit Carotin und ganz besonders auf die weite Verbreitung dieses Farbstoffes hinweisen.

-
- *) a) Wie es kommt, dass in manchen Geweben von vornherein Carotin gebildet wird (Rostafinski), darauf will ich hier nicht näher eingehen.
 b) Wenn auch Licht für die Carotinbildung nicht absolut nöthig ist, so befördert es jedoch dieselbe sehr, der bereits fertig gebildete Farbstoff hingegen wird unter Einfluss des Lichtes rascher zerstört, und zwar hängt diese Zerstörbarkeit auch von dem Medium, in dem dasselbe gelöst ist, ab.
 c) Ebenso kann ich hier nicht die bei der Blütenfärbung so wichtigen erblichen Momente in Betracht ziehen.
 d) Vergleiche auch das am Schlusse über die Function des Carotins Gesagte.

Nach eingehendem Studium des gesammten über diesen Gegenstand vorhandenen litterarischen Materiales, sowie auf Grund eigener diesbezüglich gemachter Untersuchungen, habe ich die in den letztgenannten Arbeiten vertretenen Anschauungen bestätigen können und glaube, dass sich noch weitere Schlüsse aus den vorhandenen Untersuchungen ziehen lassen.

Ich hoffe, in einer Monographie über die gelben Pflanzenfarbstoffe nach Erbringung der näheren litterarischen Belege, sowie Vergleichung der gewonnenen Resultate den Gegenstand ausführlicher besprechen zu können.

Hier will ich mir nur noch erlauben, in Kürze auf einige der wichtigsten Ergebnisse hinzuweisen.

Die unter den Namen: Eriolin, Chlorophyllgelb, Xanthin, Anthoxanthin, (manche Anthoxantine,) Lutein, Xanthophyll, Chryso-
phyll, Phylloxanthin, Lipoxanthin, Phycoxanthin, Erythrophyll, Carotin, Solanorubin, Haematochrom, Chlororufin, Bacteriopurpurin, Haemolutein, Vitellorubin (vielleicht auch Tetroneerythrin) beschriebenen gelben, gelbrothen bis tiefmelnigrothen Pflanzen- und Thierfarbstoffe müssen, wenn auch nicht als völlig identisch, so doch als einer homologen Reihe angehörig aufgefasst werden. Die meisten dieser Farbstoffe verhalten sich chemisch und spectroscopisch vollständig gleich, die geringen Differenzen, die besonders in spectroscopischer Hinsicht zwischen einigen derselben aufgefunden wurden, dürften einerseits darauf zurückzuführen sein, dass nicht immer mit vollständig reinem krystallisirtem Material gearbeitet wurde, andererseits aber besonders darauf, dass diese so leicht durch Licht und Sauerstoff zersetzbaren Farbstoffe in verschiedenen, nur schwer fixirbaren Oxydationsstufen untersucht wurden (siehe unten). Die Farbstoffe zeigen die Eigenschaft, wie sie Immendorf für das Carotin zusammengefasst hat und wovon das stete Gebundensein des Farbstoffes an fettartige Körper, die Unlöslichkeit im Wasser, Bläufärbung in concentrirter Schwefelsäure, Absorption des violetten Endes des Spectrums, mangelnde Fluorescenz, sowie leichte Zersetzlichkeit durch Licht und Sauerstoff, die am meisten charakteristischen sind.

Nach dem Gesagten möchte ich an diese Stelle zur Vereinfachung der Nomenclatur für diese Reihe von Farbstoffen den Namen „Lipoxanthin“-Reihe in Vorschlag bringen, da mir der Ausdruck „Carotin“, als der Pflanzenphysiologie entnommen, und Namen, wie Vitellorubin, als auf einen thierischen Farbstoff hinweisend, für eine allgemeine Bezeichnung nicht dienlich erscheinen.

Die Lipoxanthine sind im Pflanzen- und Thierreiche sehr weit verbreitete Farbstoffe und ist deren Vorkommen in sehr zahlreichen Fällen bereits nachgewiesen worden.

Im Pflanzenreiche wurde Lipoxanthin beobachtet. In allen grünen Blättern (Arnaud, Monteverde), in herbstlich gefärbten Blättern, in vielen Blüten und Früchten, in Arillargebilden und

Wurzeln (*Daucus Carota*), bei Algen (*Euglena*, Augenfleck der Schwärmsporen der *Ulvaceen* [Schmitz, Klebs, Bütschli]), bei Flechten, Spaltpilzen und *Myxomyceten* (Zopf); im Thierreich in Eidotter (Maly), in der Hühner-Retina (Kühne), bei *Chrysomeliden* und *Coccinelliden*, auch im Drüsensecret derselben bei *Diaptomus*-Arten, *Maja squinado*, bei *Pyrrhocoris opterus* u. a. m.

Von den eben besprochenen Lipoxanthinen müssen wir eine Reihe von gelben Pflanzenfarbstoffen scharf trennen, die auch unter einander grosse Verschiedenheiten in der Art ihres Vorkommens in der Pflanze und rücksichtlich ihres chemischen Verhaltens bieten. Leider sind die meisten dieser Farbstoffe bis jetzt nur sehr ungenügend bekannt und liegen über manche nur vereinzelte Angaben bezüglich ihres Verhaltens gegen einige Reagentien vor. Es gehören hierher solche gelbe Farbstoffe, die im Zellsaft gelöst und nicht an Chromatophoren gebunden sind, Farbstoffe, die in Wasser löslich sind und mit Schwefelsäure behandelt braune und rothe Verbindungen geben.

Von den besser gekannten Farbstoffen ist hier das Luteolin, Curcumin (Herrmann), Helichrysin (Rosoll), Xanthotrametin (Zopf) und das Anthochlor (Courchet) zu nennen. Der Farbstoff der Aloë-Blüten (Fihol und Courchet), die gelben Pigmente von *Linaria lutea*, *Dianella*, die orangegelbe Farbe der Fruchtschale von *Cycas revoluta**), sowie einige Flechten-Farbstoffe und die Chrysophansäure sind hierher zu zählen.

Dass dem Lipoxanthin auch eine functionelle Bedeutung**) in der lebenden Zelle zugesprochen werden muss, wird von mehreren Autoren angegeben. Wenn wir auch in manchen Fällen dem Lipoxanthin die Bedeutung einer Reservesubstanz zusprechen müssen, wie Zopf durch Beobachtung der Wanderung und Speicherung dieses Farbstoffes in den Sporenanlagen von Pilzen zeigte, so glaube ich, dass dem Lipoxanthin noch eine wichtigere allgemeinere Bedeutung zukommt, indem es sehr wahrscheinlich ist, dass dasselbe beim Athmungsprocess der Pflanze eine Rolle spielt. Gegen die Auffassung, der zu Folge der Farbstoff als ein blosses Schutzmittel des Chlorophyllfarbstoffes anzusehen ist, hat sich bereits Zopf ausgesprochen. Schon die von Immendorf hervorgehobene Thatsache, dass sich das Carotin stets im Mittelpunkte der Assimilationsthätigkeit der Pflanze findet, sowie die Beobachtung, dass gewisse rothe Farbstoffe bei den Algen das Chlorophyll zu vertreten scheinen, möglicherweise Aehnliches auch bei den *Balanophoreen*, lassen die Annahme, der zu Folge dem Lipoxanthin eine lebenswichtige Function zuzusprechen ist, von vornherein gerechtfertigt erscheinen.

Wir müssen, wie bereits Arnaud aus seiner Elementaranalyse folgerte, denselben als einen terpenartigen Körper auffassen, der lebhaft Sauerstoff anzieht, ohne aber dabei selbst

*) Wird mit Schwefelsäure roth.

**) Die biologische Bedeutung (Anlockungsmittel) soll hier nicht besprochen werden.

zerstört zu werden, so lange die Aldehydnatur (Löw-Bokorny) des lebenden Protoplasmas intact ist, wir haben es also mit einem Farbstoff zu thun, der, so lange er in der lebenden Pflanzenzelle sich findet, wirklich die Rolle eines Sauerstoffträgers und Ueberträgers zu spielen scheint.¹⁾

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, einige Worte über die genetischen Beziehungen zu sagen, welche sich vom chemischen Standpunkt zwischen dem Chlorophyllfarbstoff, dem Lipoxanthin und dem Cholesterin nachweisen lassen.

Die Ergebnisse der diesbezüglichen botanischen Untersuchung habe ich oben kurz erörtert.

Dass solche Beziehungen zwischen den genannten Farbstoffen bestehen, darüber kann heute kein Zweifel mehr herrschen.

Dass die gelben Farbstoffe Chlorophyllderivate sind, wurde schon von Pringsheim und Cohn hervorgehoben, Hofrath Wiesner hat schon vor langer Zeit das Etiolin (Xanthophyll) als Muttersubstanz des Chlorophylls angesprochen. Sachsse suchte zu zeigen, wie in Folge eines Reductionsprocesses das Chlorophyll aus dem Xanthophyll entstehen könnte²⁾; so hat besonders Tschirch (u. A.) auf den Chlorophyllcharakter der Spectren der gelben Farbstoffe hingewiesen und Millardet für sein Solanorubin, Reinitzer für das Carotin die Chlorophyll-Abstammung nahe gelegt.

Soweit die Beziehungen zwischen Lipoxanthin und Chlorophyll.

Von grosser Bedeutung ist aber die sicher feststehende Thatsache, dass sich das Lipoxanthin — worauf bereits Husemann, sowie nach ihm Arnaud, Reinitzer und Hansen die Aufmerksamkeit besonders gelenkt haben — durch einen von Gerlach näher studirten Oxydationsprocess in einen ungefärbten Cholesterinkörper umwandelt³⁾; ja selbst die Ueberführung des Chlorophyllfarbstoffs unter Lichtwirkung in eine cholesterinartige Substanz scheint Hansen gelungen zu sein.⁴⁾

Diese Thatsachen, sowie die jüngst von Burchard gemachten Untersuchungen, nach denen Cholesterin reichlich in vielen Früchten

¹⁾ Gelbe Blüthenheile können, wie ich glaube, wohl noch athmen, Assimilation aber findet wegen Mangel des Chlorophyllfarbstoffes nicht mehr statt; folgt man der Auffassung, der zu Folge der Chlorophyllfarbstoff aus zwei Farbstoffen besteht, so scheint die Annahme, dass der blaugrüne Farbstoff-antheil besonders der Assimilation, der gelbrothe der Athmung diene, nicht unwahrscheinlich zu sein. Diese beiden Farbstoffe stehen in den Chromatophoren in einem gewissen Wettstreit und vermögen viele äussere Bedingungen, sowie ererbte Zustände das Ueberwiegen des einen Farbstoffs über den anderen herbeizuführen, leider kann ich der Kürze wegen auf diese Verhältnisse hier nicht näher eingehen und behalte sie mir einer eingehenderen Besprechung vor.

²⁾ Auch Lindt fasst das Ergrünen als einen Reductionsprocess auf.

³⁾ Höchstwahrscheinlich in Cholesterin selbst.

⁴⁾ Manche Umstände weisen darauf hin, dass auch zwischen Cholesterin und dem Blutfarbstoffderivat Haematoidin nähere Beziehungen bestehen und würde dann das Lutein (Lipoxanthin) den Uebergang zwischen beiden Farbstoffen vermitteln.

und Samen, in etiolirten Keimlingen und chlorophylllosen Pflanzen (s. auch bei Pilzen) vorkommt¹⁾ und gut nachweisbar ist, zusammengehalten mit dem schon Eingangs erwähnten, von Hansen betonten steten Gebundensein der Chromatophorenfarbstoffe an Fettsäureester lassen die Vermuthung eines innigen Zusammenhanges zwischen den genannten Farbstoffen und das Cholesterin-reiche mehr als wahrscheinlich erscheinen. Hierfür spricht unter Anderem auch noch, wie ich mit Reinitzer sage, die leichte Ueberführbarkeit der Cholesterine in gefärbte Körper, und Pabst spricht am Schlusse seiner Abhandlung die Meinung aus, dass die Farbstoffe der (besser vieler) Blüten und Früchte Cholesterinester der Fettsäuren seien.

Ueberblickt man die über die Umwandlung der Farbstoffe und ihre Beziehung zum Cholesterin gemachten Mittheilungen noch einmal und fasst man die dabei in Betracht kommenden Vorgänge in ihren Grundzügen zusammen, so lässt sich, wie ich glaube, Folgendes sagen:

Die in Rede stehenden Farbstoffe können in der Pflanze zwei Reihen von Verwandlungen durchmacheneine descendirende Metamorphose, welche vom Cholesterin (Same, etiolirte Keimlinge) zum Etiolin, Xanthophyll und endlich Chlorophyll fortschreitet und eine ascendirende, die sich vom Chlorophyll zum Carotin und von diesem wieder zum Cholesterin zurückbewegt.

Fortgesetzte Reductionsprozesse sind im Wesentlichen²⁾ die Verwandlung der ersten, fortgesetzte Oxydationsprozesse die der zweiten Reihe.

In alphabetischer Anordnung will ich noch ein Verzeichniss der benützten Litteratur folgen lassen. Ich habe mich bemüht, dasselbe besonders mit Rücksicht auf die neueren Arbeiten möglichst vollständig zu gestalten; von den älteren Untersuchungen habe ich nur die wichtigsten angegeben.

Litteratur-Verzeichniss.

- Arnaud, A., Dosage de la carotine contenue dans les feuilles des végétaux. (Journal de Pharmacie et de Chimie. Série V. Vol. XVI. p. 129 — 130.)
 — —, Comptes rendus. 1885. p. 751.
 — —, Comptes rendus. 1886. p. 1119.
 Bachmann, E., Spektroskopische Untersuchungen der Pilzfarbstoffe.
 Bayer, Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft Bd. III. 1870.
 Blanchard, Raphael, Ueber einen dem Carotin ähnlichen Farbstoff aus den *Diaptomus*-Arten. (Comptes rendus. CX. p. 192.)
 Borodin, Ueber krystallinische Nebpigmente des Chlorophylls. (Mélanges biologiques de St. Pétersbourg. T. XI.)

¹⁾ Nach neueren Ansichten von Bunge, Burchard und Mauthner — der nach seiner letzten Untersuchung das Cholesterin, wie Arnaud sein Carotin, als einen terpenartigen Körper auffasst — erscheint es nicht unmöglich, dass ein grosser Theil des Cholesterins des thierischen Organismus von der Pflanze herstamme.

²⁾ Prozesse, bei welchen auch den Gerbstoffen eine noch ungenügend bekannte, aber zweifelsohne wichtige Bedeutung zukommt.

- Bougard, Bulletin de la société chimique. T. XXVII. 1877.
 Bredow, Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XXII. 1891.
 Burchard, Hans, Beiträge zur Kenntniss der Cholesterine. Rostock 1889.
 Bütschli, O., Ueber den Bau der Bakterien und verwandter Organismen. 1890.
 Capranika, St., Jahresbericht für Thierchemie. 1877. p. 317.
 Cohn, Ueber den rothen Farbstoff der *Flagellaten*.
 Courchet, Annales des science. naturelless Botanique. Série VII. 1888.
 Dennert, E., Anatomie und Chemie der Blumenblätter. (Botanisches Centralblatt. 1889. No. 14.)
 Ebermayer, Physiolog.-patholog.-chemische Analyse der Pflanzen. p. 558—565.
 Famintzin, A., Ueber Chlorophyllkörner der Samen und Keimlinge. St. Petersburg 1893.
 Fihol, M., Recherches sur les matières colorantes les plus répandues dans les fleurs.
 Frank, Lehrbuch der Botanik. 1892. p. 645.
 — —, Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. II.
 Fremy, Comptes rendus. Bd. L. p. 405.
 Frey und Cloez, Journal für praktische Chemie. Bd. LXII. p. 269.
 Fritsch, P., Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XIV. 1884.
 Gerlach, M., Ueber die Ursache der Unbeständigkeit carotinartiger Farbstoffe. („Beiträge von W. Zopf.“ 1892.)
 Haberlandt, G., Botanische Zeitung. 1877. Nr. 12, 13, 14.
 Hamarsten, Physiologische Chemie. p. 66.
 Hansen, A., Die Farbstoffe des Chlorophylls. 1889.
 — —, Weitere Untersuchungen über den grünen und gelben Chlorophyllfarbstoff. (Aus dem Würzburger botanischen Institut. Bd. III. Heft 3. 1887.)
 — —, Die Farbstoffe der Blüten und Früchte. Würzburg 1884.
 Herrmann, O., Inaugural-Dissertation. Leipzig 1876.
 Hesse, O., Liebig's Annalen. 271. p. 180—228.
 Hildebrand, Farbstoffe der Blüten. (Pringsheim's Jahrbücher. Bd. III. 1859.)
 Hilger, Bestandtheile der Blüte von *Calendula officinalis*. Erlangen 1891.
 Hoppe-Seyler, Journal für praktischen Chemie. X. p. 269.
 — —, Handbuch der physiologisch-pathologischen chemischen Analyse. 1883. p. 168.
 — —, Physiologische Chemie. Berlin 1891. p. 81, 203, 295, 424, 475, 629.
 Husemann, A., Ueber Carotin und Hydrocarotin. Göttingen 1860.
 — —, Die Pflanzenstoffe. 1884. p. 244, 250, 259, 809, 960, 961.
 Immenhof, Landwirthschaftliche Jahrbücher 1889.
 Klebs, Vorkommen von Carotin in *Euglena*. (Untersuchungen aus dem botanischen Institut in Tübingen. Bd. I. p. 234.)
 Kny, Ueber Laubfärbung. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 1889.)
 Kraus, G., Zur Kenntniss des Chlorophyllfarbstoffes und seiner Verwandten. 1871.
 Kruckenberg, Centralblatt der medicinischen Wissenschaften. 1879.
 — —, Vergleichend physiologische Studien. II. Reihe. 3. Abtheilung. 1882.
 Kühne, Untersuchungen aus dem physiologischen Institut in Heidelberg. 4. Heft.
 — —, Beiträge zur Optochemie.
 Liebermann, L., Untersuchungen des Chlorophylls und der Blumenfarbstoffe und ihre Beziehungen zu den Blutfarbstoffen. (Sitzungsberichte der K. Academie d. Wissensch. in Wien. Bd. LXXII. 2. Abth.)
 Lindt, A., Botanische Zeitung. 1885. p. 825—832.
 Löw und Bokorny, Ueber die Aldehydnatur des lebenden Protoplasmas. 1887.
 — —, Die Kraftquelle im lebenden Protoplasma. München 1882.
 Maly, R., Ueber die Dotterpigmente. (Jahresbericht für Thierchemie. 1881. p. 126.)
 Marquart, L., Die Farbe der Blüten. Bonn 1835.

- Mauthner, Jul. und Suider, W., Beiträge zur Kenntniss des Cholesterins. (Sitzungsberichte der K. Academie in Wien. Bd. CIII. Abth. 2. 1894.)
- Meyer, A., Das Chlorophyllkorn. Leipzig 1883.
- Millardet, Notes sur une substance colorante nouvelle. (Société des sciences naturelles. Nancy 1876.)
- Monteverde, W. A., Die Absorptionsspectren des Chlorophylls. 1893.
- Overbeck, A., Zur Kenntniss der Fettfarbstoff-Production bei Spaltpilzen. (Leopoldina-Carolina. Bl. LV.)
- Pabst, Friedr., Zur chemischen Kenntniss der Früchte von *Capsicum unnum*. Erlangen.
- Phisalix, E., Comptes rendus. 1894. Juni.
- Prillieux, Annales des sciences naturelles. Botanique. T. XIX.)
- Pringsheim, Untersuchungen über das Chlorophyll. Berlin. I. Abtheilung, 1874. II. Abtheilung, 1875.
- —, Lichtwirkung und Chlorophyllfunction; Hypochlorin und die Bedeutung seiner Entstehung. (Pringsheim's Jahrbücher. 1879.)
- Reinitzer, Friedr., Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 1892. p. 787.
- —, Ueber Hydrocarotin und Carotin. (Sitzungsberichte der K. Academie in Wien. Bd. LXXXIV. Abth. 2. 1886.)
- Rosanoff, Annales des sciences naturelles. Botanique. Série V. Tome IV. p. 320.
- Rosoll, A., Beiträge zur Histochemie der Pflanzen. (Sitzungsberichte der K. Academie in Wien. 1884.)
- Rostafinski, Ueber die rothen Farbstoffe einiger *Chlorophyceen*. (Botanische Zeitung. 1881.)
- Sachs, Pflanzenphysiologie. p. 49.
- Sachse, Chemie und Physiologie der Farbstoffe. p. 62—69.
- —, Sitzungsberichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Leipzig.
- Schimper, A. F. W., Untersuchungen über die Chlorophyllkörner und die ihnen homogenen Gebilde. (Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XVI. 1885.)
- Schimper, M., Anatomische Untersuchungen über die Farben der Blüten. (Pringsheim's Jahrbücher. Bd. III. 1863.)
- Schmitz, Die Chromatophoren der Algen.
- Schrötter, Ueber einige durch Bakterien gebildete Pigmente. (Cohn's Beiträge zur Biologie. Bd. I. p. 111—126.)
- Schrötter, H., Ueber den Farbstoff des Arillus von *Afzelia Cuanzensis*. (Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaft in Wien. 1893.)
- Schübler und Frank, Untersuchungen über Blütenfarben. Tübingen. 1825.
- Schunck, Ed., Annals of botany. Vol. III. No. 9. 1889.
- Sorby, Journal of the Linnean society. Botany. Bd. XV.
- Sorokin, N., Botanische Zeitung. 1874. No. 20.
- Strasburger, Lehrbuch der Botanik. 1894. p. 50.
- Thudichum, J. W. L., Chemisches Centralblatt. Jahrgang 1869. p. 65.
- Trécul, Annales des sciences naturelles. Botanique. Série IV. T. X.
- Tschirch, Untersuchungen über das Chlorophyll. 1884. p. 98—109.
- —, Angewandte Pflanzenanatomie. 1889.
- Timirjazeff, Comptes rendus. T. C. 1885.
- Ville, Comptes rendus. CIX. p. 628.
- Vogl, A., Commentar zur 7. Ausgabe der österreichischen Pharmacopöe. Bd. II. p. 560.
- Wackenroder, Magazin für Pharmacie. Bd. XXXIII. 1849.
- Weiss, A., Sitzungsberichte der K. Academie in Wien. Bd. IL. 1864 und Bd. LI. 1866.
- Wiesner, Bemerkungen über die angeblichen Bestandtheile des Chlorophylls. (Flora. 1874.)
- —, Die Entstehung des Chlorophylls. (Sitzungsberichte der K. Academie der Wissenschaften in Wien. Bd. LXIX. 1877.)
- Zeise, Journal für praktische Chemie. XL. 297.
- —, Geygers Magazin. XXXIII. 144.

- Zimmermann, A., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Heft I. Tübingen 1889.
- , Ueber die Chromatophoren in panachirten Blättern. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. VIII.)
- , Botanische Mikrotechnik. §§ 169—789.
- Zopf, W., Vorkommen von Fettfarbstoffen bei Pilzthieren. (Flora. 1889. p. 353.)
- , Mikrochemisches Verhalten von Fettfarbstoffen. (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. VI. p. 172)
- , Ueber Ausscheidung von Lipochromen bei Spaltpilzen. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. 1891.)
- , Zur Kenntniss der Färbungsursachen niederer Organismen. (Zopf's Beiträge. 1892.)
- , Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen. Heft I und II. 1892.

Originalberichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte des Botanischen Vereins in München.

Generalversammlung
und I. ordentliche Monats-Sitzung.

Montag den 12. November 1894.

Nach Begrüssung der Versammlung durch den I. Vorsitzenden, Herrn Professor Dr. Hartig, wurde der Rechenschaftsbericht abgelegt. Hierauf folgte die Wahl des Vorstandes. Dieselbe hatte folgendes Ergebniss:

I. Vorsitzender: Prof. Dr. Hartig.

II. Vorsitzender: Prof. Dr. Goebel.

I. Schriftführer: Privatdocent Dr. v. Tubeuf.

II. Schriftführer: Privatdocent Dr. Solereder.

Kassirer: Hauptlehrer Allescher.

Nach Eröffnung der Sitzung besprach Herr Professor **Hartig**: Eine Reihe pathologischer Erscheinungen im Holze der Bäume, welche durch Frost hervorgerufen werden.

Ausser den bekannten Frostspalten und Sonnenrissen treten an jüngeren Nadelholzbäumen in Frostlagen „Doppelringe“ auf, welche bei Spätfrösten durch das Errieren der jüngsten noch cambialen Holzschicht oder doch durch das Ausscheiden von Eis in der Cambiumregion entstehen. Eine ausführliche, durch Abbildungen erläuterte Beschreibung dieser durch Spätfröste entstehenden „Doppelringe“ wird das Januarheft der Forstlich-naturwissenschaftlichen Zeitschrift pro 1895 bringen. Votr. zeigte ferner Querschnitte aus dem untersten Stammende junger, circa 60jähriger und alter 270jähriger Eichen vor, an denen zahlreiche radial und peripherisch verlaufende Risse des Kernes zu sehen waren und sprach die Vermuthung aus, dass die Ursache dieser inneren Risse in einem starken Schwinden des Kernholzes bei tiefen Kältegraden zu suchen sei. Trete plötzlich Thauwetter ein, so finde eine Ausdehnung der äusseren Holztheile statt, die sich sodann von dem noch gefrorenen Kerne ablösen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [61](#)

Autor(en)/Author(s): Ritter Schrötter-Kristelli Hermann

Artikel/Article: [Ueber ein neues Vorkommen von Carotin in der Pflanze, nebst Bemerkungen über die Verbreitung, Entstehung und Bedeutung dieses Farbstoffes. 33-46](#)