durch Dedoublement und Verzweigung eines oder zweier wahren Kreise zu Stande kommt. Selbst bei den Rosaceen und Myrtaceen kann ich ganz allgemein nur verfrühte (praegenitale) Verzweigung eines oder zweier Kreise erblicken und in manchen Fällen der Myrtaceen ist daselbst die leichter erkenntliche, normale (postgenitale) Verzweigung deutlich ausgeprägt. Bei *Poterium* ist die scheinbare Entstehung mehrerer pleiomerischer Staminalkreise besonders deutlich als Verzweigung ausgedrückt, indem der Entstehung der ersten Staminalhöker eine allgemeinere primordiale kreisförmige Erhebung des Blüthenbodens vorausgeht (Payer, Taf. 103, 10), welche offenbar dem Kreise der 4 einfachen getrennten episepalen Staminalprimordien bei *Sanguisorba* entspricht. Es bilden sich alsdann 4 episepale Gruppen von Staubfäden bei *Poterium*, welche morphologisch den 4 einfachen Staubblättern von *Sanguisorba* äquivalent sind. Desshalb erscheint die Annahme eines Schwindekreises in den früher genannten Fällen der sogenannten *Obdiplostemones* [1]) durchaus ungerechtfertigt worin ich Hofmeister, Sachs, Eichler u. A. gegen Braun Recht zu geben nicht umhin kann.

(Fortsetzung folgt.)

Pflanzenphysiologische Untersuchungen.

Von Dr. Carl Kraus in Triesdorf.

IX. Zur Genesis der Pflanzenfarbstoffe.

Wir haben Xanthin und Chlorin als jene Stoffe bezeichnet, deren Radikale eine eigenthümliche Verbindung bilden, welche dem lebenskräftigen Protoplasma in assimilirenden Zellen unter Mitwirkung des Lichts als Werkzeug zur Reduction dient, auch ohne dass Alkalien vorhanden sind. Freilich bildet sich ohne deren polymerisirenden Einfluss wohl Chlorophyll, aber keine Stärke. (Nobbe, über die organische Leistung des Kaliums in der Pflanze.)

Ueber die Entstehungsweise des Xanthins, über sein Vorkommen und seine Beziehungen zu anderen Pflanzenstoffen, über die Formen, in denen es auftritt, werden erst später specielle Angaben erfolgen.

---

1) Diesen von Chatin gegebenen, auch von Eichler adoptirten Ausdruck will ich der Kürze wegen auch weiterhin gebrauchen.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0491-4

Das Chlorin ist durch seine eigenthümliche Natur, die es in die Reihe der Benzolderivate verweist, ausgezeichnet, besonders da diese Körper eine so hervorragende Stellung unter den Bestandtheilen des Pflanzenkörpers einnehmen. Wie bereits erwähnt, kann es in rothe Farbstoffe übergehen, ja es steht selbst zu den Anthocyanen in Beziehung.

Chlorophylllösung, welche durch hinreichend Schwefelsäure blau gefärbt wurde, behält auf Alkalizusatz diese Färbung (vergl. I dies. Unters.); anders aber, wenn durch nur wenig Säure die gelbe Färbung hervorgerufen wurde. Versetzt man diese gelbe Lösung mit Kalilauge, so wird sie sofort roth. Bei vollständiger Einwirkung der verdünnten Säuren wird das Chlorophyll in Xanthin und ein Chromogen gespalten, das nur vom Chlorinradical abstammen kann; dieses färbt sich allmählig an der Luft, rasch mit Alkalien roth. Doch sind beide rothe Färbungen verschieden, indem die auf ersterem Wege entstandene sich besser hält, auch Alkalien gegenüber; anfangs ist sie in Wasser löslich, zuletzt aber wird sie zu einem unlöslichen rothbraunen (Ulmin-)Körper.

Diese Umsetzung des Chlorophylls kommt innerhalb der Zelle ziemlich häufig vor, sobald das Protoplasma, in das es eingelagert ist, bei gleichzeitiger Gegenwart von Säure abstirbt oder in seiner Lebensenergie sinkt. Ein deutliches Beispiel geben Blätter von *Rumex Acetosa*, welche verfärbt sind, gleichgültig, ob dies am Stocke vor sich geht, oder ob man die von der Pflanze abgetrennten Blätter vor rascher Verdunstung geschützt langsam absterben lässt. In den Zellen gelber Stellen findet man hiebei blos gelbe Körnchen von Xanthophyll, bisweilen auch nicht mehr von Xanthophyll, indem auf Zusatz von Schwefelsäure aus den gelben Körnchen ein löslicher rother Farbstoff austritt. Derselbe tingirt häufig auch ohne diese Einwirkung den Zellsaft in den gelb-rothen Stellen. Häufig auch sind hier die Körnchen selbst roth gefärbt, wobei auf Kalilaugezusatz entweder rother Farbstoff austritt, oder gar keine Veränderung (in diesem Falle auch nicht auf Zusatz concentrirter Schwefelsäure) eintritt. Bisweilen scheint der rothe Farbstoff in aus dem Protoplasma ausgetretenes Fett eingelagert.

Der in Wasser lösliche rothe Farbstoff verhält sich ebenso wie der bereits früher (in III dies. Unters.) als in den Beeren von *Solanum Pseudocapsicum* vorkommend erwähnte, und es bestätigt sich hiernach die dort ausgesprochene Vermuthung, dass er von einer Veränderung des Chlorinradikals abstammen möge.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0492-0

Gerade so verhält sich aber auch der rothe in Wasser lösliche Algenfarbstoff, den man gewöhnlich Phykerythrin nennt, der die Anthocyane bei den Algen repräsentirt. Alle drei werden durch allmählige Oxydation rothbraun, mehr und mehr in Wasser unlöslich. Ein solches Uebergangsproduct nennt man bei den Fucoideen Phykophaein. Wie erwähnt, findet sich Phykerythrin auch bei Fucus und zwar unter vollkommen gleichen Verhältnissen, wie bei Rumex u. s. w., so dass zu schliessen ist, dass es auch hier aus dem Chlorinradikale hervorgehe. Das Fucus-Chlorophyll wird erst gelb, dann tritt aus demselben der rothe Farbstoff (oder vielmehr das sich roth färbende Chromogen) hervor. Lässt man daher Alkalien auf bereits gelb gefärbte Protoplasmakörper von Fucus einwirken, so tritt ein sehr schöner rother Farbstoff auf, wie wir dies auch bei Rumex gefunden haben.

Nicht blos in diesen Fällen, sondern auch in vielen anderen tritt eine derartige Veränderung des Chlorinradikals ein. So in vielen wintergrünen Gewächsen, welche braun oder roth werden, in Blättern von *Ficus elastica*, wenn diese Pflanze aus dem Zimmer in das Freie, wo ihre Vegetationskraft bedeutend geschwächt wird, versetzt wird. An das Phykerythrin schliessen sich auch vermuthlich die rothen Farbstoffe, welche in den Chlorophyllkörnern der Wedel von *Hydrolapathum sanguinenm* und der Cotyledonen mancher keimender Pflanzen enthalten sind. (Sehr häufig sind analoge Fälle auch bei Blüthen; über diese Veränderungen, sowie über den Einfluss des Lichts auf die Bildung der Farbstoffe in den Blüthen kann erst später Mittheilung erfolgen, da die gesammelten Notizen wegen der vorgerückten Jahreszeit nicht mehr zum Abschluss gebracht werden können.)

Die Beobachtungen der Färbungen reifender Getreide haben ergeben, dass das Chlorinradikal in naher Beziehung steht zu den Anthocyanen, und ich glaube, dass sich das auch aus dem Einflusse des Lichts auf die Entstehung von Anthocyanen darlegen lässt, indem solche Einwirkung nur in den Chlorophyll führenden Pflanzentheilen eintritt, wobei das Licht die Chlorophyllzersetzung einleitet, aus welcher bei gleichzeitiger Gegenwart oder Bildung von Säuren Anthocyane hervorgehen. In an Säuren ärmeren Organen tritt hiebei einfach gelbe Färbung ein, dem entsprechend im Allgemeinen in ersteren Fällen im Herbste Anthocyanbildung, in letzteren aber Braunfärbung. Solche Fälle der Einwirkung des Lichts finden sich in reifenden Früchten z. B. Pfirsichen, welche

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0493-5

sich an der Sonnenseite roth färben, an den übrigen Stellen gelb oder grün bleiben; werden sie ganz vor Sonne geschützt, so färben sie sich durchwegs gleichmässig gelb. Die Oberseite junger Zweige ist gewöhnlich von Anthocyanen gefärbt, so auch bei Brombeerstrauchästen. Biegt man diese um und setzt dadurch die Unterseite dem Lichte aus, so färbt sich diese gleichfalls roth von Anthocyanfarbstoff.

Allein es ist sicher, dass Anthocyane auch in Pflanzentheilen auftreten, welche nie grün waren, so z. B. im Innern von Kartoffelknollen mit blauem oder rothem Fleische. Hier finden sich Anthocyane in einzelnen Fällen zerstreut, die Stärkekörner selbst durchtränkend. Es müsste sonach hier ein der Natur des Chlorinradikals analoger Körper auftreten.

Lässt man Kartoffelknollenabschnitte einige Zeit an der Luft liegen, so färben sie sich schön roth (mit Eisenchlorid hierauf schwarz), besonders auffallend bei manchen blauschaligen Sorten. Noch schönere rothe Färbung tritt an Schnittflächen von Topinamburknollen oder am frischen Holze von Topinamburstengeln ein, auch Rettigabschnitte, in dieser Weise exponirt, färben sich prächtig amethystroth. In allen diesen Fällen bilden sich beim Absterben der Zellen Chromogene, welche mit Alkalien nicht grün werden (diese Färbung geben nur die ursprünglichen unveränderten Säfte), sondern sich an der Luft wahrscheinlich unter Aufnahme von Ammoniak roth färben. In analoger Weise treten dieselben Färbungen in allen Hölzern ein, die sich an der Luft färben, auch im ganzen Gewebe von Hopfenrhizomen beim Absterben oder auf Zusatz von Alkalien, in Halmen, Spelzen, Blättern und Wurzeln von *Sorghum vulgare* und in vielen anderen Fällen.

Dass diese Chromogene in Beziehung zu den Anthocyanen stehen, ergiebt sich einmal daraus, dass sie da auftreten, wo in anderen Pflanzen (bei grösserem Säuregehalte) Anthocyane auftreten; dann auch aus dem gleichzeitigen Vorkommen neben Anthocyanen z. B. in Kartoffelknollen mit blauem oder rothem Fleische oder auch nur mit blauer Schale, in verschiedenen Theilen von Sorghum, Zea u. s. w., bisweilen ist man fast zweifelhaft, ob man Anthocyane oder diese rothen Farbstoffe vor sich hat. Allerdings gehen auch die Anthocyane zuletzt in rothbraune Ulminbildungsproducte über, aber diese rothbraunen Stoffe sind weit verschieden von der rothen Färbung, welche die erwähnten Chromogene an der Luft annehmen; letztere ist auch weit re-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0494-1

sistenter gegen Alkalien als die aus den Anthocyanen entstehenden Producte. Erst später erleidet der rothe Farbstoff Veränderungen durch allmählige Oxydation, die zu einem ähnlichen Produkte wie bei den Anthocyanen führen.

Das allgemeine Auftreten derartiger Chromogene unter den geschilderten Bedingungen erklärt einmal, woher die raschen Veränderungen und Färbungen vieler Pflanzenextrakte an der Luft kommen, dann aber auch, warum Anthocyane in allen Fällen auftreten, in welchen die Lebensthätigkeit erlischt oder sinkt, so in den Blättern bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, mag das Chromogen vom Chlorin abstammen oder nicht, beim Verblühen mancher Blumen, z. B. des *Hibiscus mutabilis*, der in seiner Heimath Morgens weiss ist, gegen Abends fast purpurroth wird.

Dass die Säuren in inniger Beziehung zu den Anthocyanen stehen, ist bereits früher bemerkt worden. Abgesehen davon ist es eine bekannte Beobachtung, dass die Anthocyane immer da am reichlichsten auftreten, wo auch die meisten Säuren vorkommen, in jungen Trieben, assimilirenden Blättern, Beeren u. s. w. Sobald zu viel Alkalien in die Pflanzensäfte übergehen, verschwinden die Anthocyane, wie manche Blüthenfarben schmutzig, missfarbig werden, wenn der Boden mit Lauge gedüngt wird. Alle Mittel, welche den Säuregehalt herabsetzen, z. B. Beimischung von Eisenfeilspänen oder eisenhaltiger Moorerde zum Boden, die den durch die Wurzeln aufgenommenen Sauerstoff und damit wahrscheinlich auch den von Oxydationsvorgängen abhängigen Theil der Säuren vermindern, ändern die Farben mancher Blüthen in dem Sinne, dass aus rothem Anthocyan ein blaues wird.

Die Bildung von Chromogenen, welche allen diesen Färbungen und auch dem Chlorin zu Grunde liegen, tritt in allen Fällen ein, in welchen lebhafte Stoffumsetzungen in der Pflanze vor sich gehen, gleichgültig zunächst, ob dies mit einem Absterben des Protoplasmas, mit einer zu geringen oder einer energischen Thätigkeit desselben zusammenhängt. Im ersten Falle sind die Veränderungen nicht mehr reparirbar, sondern sie führen in endlicher Linie zu Humificationsprodukten, im zweiten Falle sind sie reparirbar, im dritten gleichen sie sich mit sinkender Thätigkeit von selbst wieder aus. Hiebei ist es gleichgültig, ob diese Umsetzungen im Chlorophyllkorn vor sich gehen und zur Bildung von Xanthophyll führen, während vom austretenden Chlorinradikale die weiteren Umsetzungsproducte ableitbar sind oder ob die Chro-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0495-7

mogenbildung direct im Protoplasma auch nicht grün werdender Organe eintritt.

In den weitest gehenden Fällen der Umsetzung scheinen die auftretenden Chromogene direct Brenzcatechin oder das isomere Resorcin zu sein, soviel sich aus den eigenthümlichen Reaktionen dieser Körper erkennen lässt. Brenzcatechin haben wir bereits als beim Absterben von Zwiebelschuppen auftretend kennen gelernt; doch kann hier unter Umständen auch das sich roth färbende Chromogen auftreten. In der Kartoffelschlempe scheint Brenzcatechin vorhanden zu sein. Im Allgemeinen scheinen aber die Umstände dem Auftreten von Resorcin günstiger zu sein, wahrscheinlich als Folge einer langsameren Zersetzung. Beide stammen wahrscheinlich von Kohlehydraten ab unter gleichzeitiger Bildung von Pflanzensäuren. (Vergl. IV dies. Unters.) In anderen Fällen dagegen betheiligt sich das sich zersetzende Protoplasma selbst daran, wie beim Auftreten von Indigblau in vielen absterbenden Pflanzen.

Der erste Fall einer Stoffumsetzung mit nicht mehr reparablen Folgen tritt ein bei den Herbstfärbungen sommergrüner Gewächse oder in solchen Organen, welche durch Ablösen vom Pflanzenkörper zum allmähligen Absterben gebracht wurden, in verblühten Blumen u. dergl. Der zweite Fall (sinkender Lebensthätigkeit des Protoplasmas oder zu geringe Thätigkeit desselben) tritt ein bei der Herbstfärbung wintergrüner Organe (mit Chlorinbetheiligung), wobei die Chromogene zu Anthocyanen werden, wenn hinreichend Säure zugegen ist [1]), vielfach in älteren Pflanzenzellen. Der dritte Fall findet sich in jungen, rasch und kräftig wachsenden Organen, normal auch im späteren Leben vieler Pflanzen, so bei Florideen und Fucoideen, in Anthocyane übergehend in vielen Pflanzen, die ihre ganze Lebenszeit gefärbt bleiben, ja bei vielen Pflanzen in einzelnen Zellen, soweit hier nicht der zweite Fall massgebend ist.

Die Anthocyane können auch wieder verarbeitet werden, aber nur in den Zellen mit hinreichend thätigem Protoplasma, dagegen

---

1) Es ist bekannt, dass in den Gerbstoffen ähnliche Benzolderivate vorhanden sind, wie in den Anthocyanen; sie entstehen auch unter ganz ähnlichen Umständen wie diese, dieselben selbst vertretend. (In Keimpflanzen von *Zea Mais* eisenschwärzender Gerbstoff.) Es schliesst sich sonach ihre Entwickelungsgeschichte an jene der Anthocyane unmittelbar an, worüber später Näheres mitzutheilen sein wird.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0496-3

nicht in den Epidermiszellen, in den Zellen in der Nähe der Gefässbündel u. dergl., so dass sie sich hier anhäufen und in die Kategorie der Auswurfstoffe übertreten.

Die organische Chemie weist eine grosse Zahl von Fällen nach, in denen die Benzolderivate Farbstoffe bildend auftreten, sie kennt eine ungemeine Zahl von Pflanzenstoffen, in denen diese Benzolderivate enthalten sind; eine ungemeine Zahl von Thatsachen aus älterer Zeit ist aufgespeichert, die den Zusammenhang einer langen Reihe von Pflanzenstoffen, also auch den Vorgang ihrer Entstehung im Stoffwechsel ahnen lässt und nur auf eine einheitliche Bearbeitung harrt. Selbstverständlich wird die ganze Theorie, wie sie sich aus der Entwickelungsgeschichte der Pflanzenfarbstoffe ableiten lässt, erst dann abgeschlossen sein, wenn sich Untersuchungen rein chemischer Art angeschlossen haben werden; ich hoffe, dass mir in Bälde Gelegenheit gegeben sein möge, auch diesen einstweilen vorbehaltenen Abschnitt in Angriff zu nehmen.

Zwei neue europäische Laubmoose

sind kürzlich von Herrn Juratzka aufgestellt worden. Das eine *Hypnum Breidleri* Jur. hat derselbe bereits in der November-Sitzung der k. k. botan.-zoolog. Geselschaft zu Wien bekannt gemacht. Entdeckt wurd diese schöne Art von dem rastlosen J. Breidler in den Judenburger Alpen am oberen Winterleitensee, 23. Juli 75, also wieder in Steiermark, wo Herr Breidler so viele neue und schöne Moose in den letzten Jahren aufgefunden hat. *Hypnum Breidleri* steht dem *H. cordifolium* Hdw. am nächsten, unterscheidet sich aber von diesem durch stärkeren, oben meist unregelmässig gefiederten Stengel, sehr hohle und stumpfere Blätter, durch engeres Zellnetz, scharf abgegrenzte, grosse wasserhelle Blattflügelzellen und durch fast doppelt so grosse Sporen. —

Ueber *Weisia Ganderi* Jur. dagegen wissen wir heute nur, dass sie mit *Trichostomum pallidisetum* H. Müll. eine grosse Aehnlichkeit im Habitus zeigen soll und dass sie in der nächsten December-Versammlung Herr Juratzka publiciren wird. Das Moos wurde von Herrn H. Gander, September 1875, in Tyrol entdeckt, an Wiesengräben zwischen Lienz und Thurn im Pusterthale. —

A. Geheeb.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0497-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: 58

Autor(en)/Author(s): Kraus Carl

Artikel/Article: Pflanzenphysiologische Untersuchungen 489-496