

Wahlaufforderung bekannt gegeben worden ist, war die Generalversammlung nicht beschlussfähig, weshalb nunmehr die Wahlen des Präsidenten und seines Stellvertreters schriftlicher Abstimmung unterliegen. Nähere Mittheilungen über die Thätigkeit der Generalversammlung enthält das demnächst zur Verausgabung gelangende Generalversammlungs-Heft I.

Es erfolgte sodann die satzungsgemäss in Berlin zu vollziehende Wahl des Vorstandes und der Redactionscommission. Alle Wahlen wurden durch einstimmigen Beschluss der anwesenden ordentlichen Mitglieder durch Zuruf erledigt. Für das Jahr 1903 werden die Aemter von folgenden Herren geführt werden:

Herr L. KNY, erster Vorsitzender,

„ A. ENGLER, erster | Stellvertreter des

„ L. WITTMACK, zweiter | Vorsitzenden,

„ P. MAGNUS, erster

„ E. KÖHNE, zweiter } Schriftführer,

„ I. URBAN, dritter

„ OTTO MÜLLER, Schatzmeister,

„ P. ASCHERSON

„ O. REINHARDT } Mitglieder der Redactions-

„ R. KOLKWITZ } commission.

Das Amt des Secretärs wird Herr CARL MÜLLER fortführen.

Mittheilungen.

47. Hans Molisch: Ueber vorübergehende Rothfärbung der Chlorophyllkörner in Laubblättern.

Eingegangen am 30. September 1902.

Chromoplasten finden sich bei Blüthen und Früchten und biologisch gleichwerthigen Organen häufig, sonst aber nur ausnahmsweise vor. So in der Wurzel der cultivirten *Daucus Carota*, vorübergehend bei gewissen Coniferen, bei manchen saprophytischen und parasitischen Gewächsen — ich erinnere nur an *Orobanche*, *Neottia*, *Voyria* — und in den fertilen chlorophyllfreien Sprossen von *Equisetum arvense*.

Abgesehen von den im Winter sich roth oder braun färbenden Chlorophyllkörnern im Laube verschiedener Coniferen, hat man meines Wissens in grünen Laubblättern bisher Chromoplasten nicht aufgefunden und doch kommen sie hier in manchen Pflanzen (*Aloë* und *Selaginella*) unter bestimmten Bedingungen stets vor.

Aloë.

Ich habe seit mehreren Jahren bemerkt, dass die Laubblätter mehrerer Aloë-Arten, wenn sie im Frühlinge (Mai) aus dem Gewächshause meines Institutes in's Freie gestellt und dem directen Sonnenlichte ausgesetzt wurden, ihre grüne Farbe oberseits einbüßen und anstatt dieser eine braune oder braunrothe Farbe annehmen. Am 5. Mai 1902 stellte ich folgende Aloë-Arten aus dem Gewächshause in's Freie an einen Ort, wo sie den grössten Theil des Tages dem directen Sonnenlichte exponirt waren.

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. <i>Aloë commutata</i> , | 14. <i>Aloë elegans</i> Tod., |
| 2. „ <i>socotrina</i> DC., | 15. „ <i>Hanburiana</i> Naud., |
| 3. „ <i>barbadensis</i> Mill., | 16. „ <i>virens</i> Haw., |
| 4. „ <i>grandidentata</i> Salm-Dyck, | 17. „ <i>picta</i> Thunb., |
| 5. „ <i>minor</i> Schult., | 18. „ <i>paniculata</i> Jacq., |
| 6. „ sp. | 19. „ <i>ferox</i> Mill., |
| 7. „ <i>latifolia</i> Haw., | 20. „ <i>Schimperi</i> Tod., |
| 8. „ <i>margaritifera</i> Burm., | 21. „ <i>saponaria</i> Haw., |
| 9. „ <i>incurva</i> Haw., | 22. „ <i>brachyphylla</i> Salm-Dyck, |
| 10. „ <i>verrucosa</i> Mill., | 23. „ <i>punctata</i> Martin., |
| 11. „ <i>subulata</i> Salm-Dyck, | 24. „ <i>pentagona</i> Haw., |
| 12. „ <i>umbellata</i> DC., | 25. „ <i>maculata</i> , |
| 13. „ <i>vulgaris</i> Lam., | 26. „ <i>suberecta</i> Haw. |

Am 21. Mai, also nach 16 Tagen war die Verfärbung bei zahlreichen Arten bemerkbar, die Arten 1—12 und *Aloë saponaria* waren an der Oberseite der Blätter stark oder tief rothbraun geworden, bei den anderen Species (13—26) war dies im minderen oder fast kaum merkbaren Grade der Fall. Bei den im Finstern unter Zinnstürzen, sonst aber unter gleichen Bedingungen stehenden Controlexemplaren konnte man keine Braunfärbung bemerken.

Untersucht man nun Querschnitte durch braunroth gewordene Blätter mikroskopisch, so überzeugt man sich leicht, dass die Färbung nicht etwa, wie dies bei Laubblättern so häufig der Fall ist, auf der Ausbildung von Anthokyan beruht, sondern durch die Rothfärbung der Chlorophyllkörner hervorgerufen wird.

Zur Untersuchung empfiehlt sich ganz besonders *Aloë latifolia*, deren Blätter sich im directen Sonnenlichte oberseits tief rothbraun färben. Hier ist das Blatt nach oben begrenzt von einer einschichtigen spaltöffnungsführenden Oberhaut. Darunter liegt eine chlorophyllreiche,

aus etwa 7—10 Lagen bestehenden Schichte von Mesophyll. Dessen oberste Lage enthält Chlorophyllkörner, welche ihre grüne Farbe vollständig eingebüsst haben und braun, braunroth oder roth geworden sind. In der obersten an die Oberhaut unmittelbar angrenzenden Mesophylllage erreicht die rothe Färbung der Chromoplasten ihre grösste Intensität, von hier nimmt dieselbe gegen das Innere des Blattes allmählich ab, um dann einer rein grünen Färbung Platz zu machen.

Analog finde ich die Sache bei *Aloë umbellata*, *A. virens*, *A. soccotrina*, *commutata* u. anderen.

Bei den tiefbraunen Blättern von *Aloë minor* kann die Rothfärbung sich auch auf die um die Kerne in grosser Zahl angehäuften Leukoplasten erstrecken, die sich in den chlorophylllosen Mesophyllzellen vorfinden. Da bei dieser und anderen Arten die Blätter eine mehr minder schief aufrechte Stellung haben, so kann auch die Unterseite des Blattes Braunfärbung, wenn auch gewöhnlich im schwächeren Grade als die Oberseite, annehmen (*Aloë barbadensis*, *A. margaritifera*).

Die Rothbraunfärbung der Blätter wird, daran kann kein Zweifel sein, durch die intensive Beleuchtung hervorgerufen. Die grünen Blätter von dunkel gehaltenen Pflanzen behalten ihre Färbung. Es ist von Interesse, dass die bereits eingetretene Rothbraunfärbung der Blätter beziehungsweise der Chromoplasten wieder verschwindet, wenn man die Pflanzen längere Zeit verfinstert. Hierfür ein Beispiel. Ein Exemplar von *Aloë umbellata*, welches im directen Sonnenlichte eine intensiv braunrothe Farbe angenommen hatte, wurde am 20. Mai d. Js. im Garten mit einem Zinnsturz bedeckt und dadurch dem Lichte völlig entzogen. Schon nach 5 Tagen begann die Braunfärbung zu verblassen und nach weiteren 4 Tagen war diese ganz verschwunden, die Blätter hatten wieder ihre grüne Färbung angenommen.

Aloëblätter, die im directen Sonnenlichte braun und, hernach in's Finstere gestellt, wieder grün geworden waren, wurden im directen Sonnenlichte wieder braun. Von besonderem Interesse erscheint, dass braun gewordene Aloëblätter bei dauernder starker Beleuchtung während des Sommers ihre Braunfärbung von selbst verlieren und wieder grün werden. Mehrere Exemplare von *Aloë umbellata*, am 5. Mai 1902 in's Freie gestellt und dem directen Sonnenlichte exponirt, färbten sich bis zum 20. Mai tiefbraun. Diese Färbung behielten sie theilweise bis etwa Ende Juni, um sie dann trotz der andauernden intensiven Sonnenbeleuchtung ganz zu verlieren und wieder grün zu werden. In sehr alten Blättern kann sich die Rothfärbung aber auch, zumal gegen die Blattspitze zu, dauernd erhalten. Die Chlorophyllkörner können sich demnach in den Laub-

blättern von Aloë in Folge intensiver Beleuchtung roth färben, sie färben sich bei darauf folgender Verfinsterung wieder normal grün, bei neuer starker Beleuchtung abermals roth, um bei lang andauerndem, directem Sonnenlichte meistens von selbst eine grüne Färbung anzunehmen.

Selaginella.

SCHIMPER bezeichnet *Equisetum arvense* als die einzige Pteridophyte, bei welcher er Chromoplasten beobachten konnte.¹⁾ Von einem Vorkommen von Chromoplasten bei *Selaginella* habe ich keine Angaben in der Litteratur vorgefunden, auch bei G. HABERLANDT²⁾ nicht, der eine specielle Abhandlung über die Chlorophyllkörner der Selaginellen geschrieben hat. Nur ROSTAFINSKI macht vorübergehend die Bemerkung, dass sich Selaginellablätter bisweilen roth färben können. Bot. Zeitg. 1881, S. 464. Und doch kann man rothbraune oder rothe Chromoplasten bei folgenden Arten regelmässig beobachten.

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <i>Selaginella Pervilli</i> , | 5. <i>Selaginella Willdenowii</i> , |
| 2. " <i>Wallichii</i> , | 6. " <i>cordata</i> , |
| 3. " <i>uncinata</i> , | 7. " <i>Galeottii</i> . |
| 4. " <i>pubescens</i> , | |

Ganz besonders schön fand ich die Rothfärbung bei *Selaginella Pervilli* und *S. Wallichii* ausgebildet. In den Monaten März bis Mai waren die vorigjährigen Sprosswedel dieser Arten vorzugsweise an ihren Zweigenden tief rothbraun gefärbt. Unter dem Mikroskope erscheinen die Chlorophyllkörner der betreffenden Blätter genau so wie die vorher beschriebenen Aloë-Chlorophyllkörner braun, rothbraun oder roth gefärbt, besonders die in den trichterförmig gestalteten Oberhautzellen der Blattoberseite.

Die Rothfärbung der Chlorophyllkörner bleibt nicht bloss auf das Blatt beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf den Stamm und auf die Luftwurzeln.

Bei *Selaginella Pervilli* hat der Stamm in seinen unteren älteren Partien eine rothbraune Farbe. Auf Quer- und Längsschnitten kann man sich leicht überzeugen, dass die Chlorophyllkörner im Stengel alle Farbentöne von reinem Grün, Braun-, Rothbraun bis zum Rubinroth aufweisen. Die reine Rothfärbung zeigen namentlich die Chromoplasten der Sklerenchymfasern, die in dicker Schichte unterhalb der Epidermis liegen.

1) A. F. W. SCHIMPER, Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. PRINGSHEIM's Jahrbücher für wiss. Bot. 16. Bd., 1885, S. 108.

2) G. HABERLANDT, Die Chlorophyllkörper der Selaginellen, Flora, 1888.

Ob der rothe Farbstoff das Plasma des Chlorophyllkorns diffus färbt oder in Form von Grana localisirt ist, lässt sich an den Chromoplasten der Blätter schwer entscheiden, im Stengel jedoch lassen sich, zumal in den rein rothgefärbten Farbstoffbildnern rothe Kügelchen in einer Grundmasse leicht beobachten.

Ich habe mir viele Mühe gegeben, den Farbstoff, welcher die Rothfärbung in den geschilderten Fällen bedingt, zu eruiren, und dies ist mir schliesslich auch geglückt. Die Rothfärbung wird durch ein (rothes) Carotin bedingt. Ich habe seinerzeit eine Methode, „die Kalimethode“ bekannt gemacht, die sich später auch bei den Untersuchungen anderer Forscher¹⁾ wohl bewährt hat und die es gestattet, das Carotin in chlorophyllhaltigen Zellen vom Chlorophyll zu trennen und das Carotin gleichzeitig innerhalb der Zellen zum Auskrystallisiren zu bringen.²⁾ Zu diesem Zwecke ist es nur nothwendig, die zu prüfenden Pflanzentheile mit einer alkoholischen Kalilauge von bestimmter Concentration³⁾ zu behandeln. Unterwirft man nun die mit rothen Chromoplasten versehenen Blätter von *Selaginella* dieser Methode, so krystallisirt nach einiger Zeit gleichfalls der rothe Farbstoff in kleinen Nadeln, Plättchen, Prismen oder Sternchen von meist schmutzig granatrother oder gelbbrauner Farbe. Diese Krystalle haben nicht die schöne Gelborange-Farbe des typischen *Daucus*-Carotins, aber sie stimmen sonst in den Reactionen mit Carotin überein. So färben sie sich mit concentrirter Schwefelsäure prachtvoll indigoblau, mit Brom-, Chlorwasser oder concentrirter Salpetersäure vorübergehend blau, mit Phenolsalzsäure gleichfalls blau, kurz, ihr ganzes Verhalten spricht für Carotin, wobei ich das Wort im Sinne eines Gruppenbegriffes fasse, wie etwa das Wort Zucker oder Eiweiss gefasst wird⁴⁾.

Auch bei den rothen Chromoplasten der Aloëlaubblätter habe ich diese Krystalle erhalten, wenn auch nicht so zahlreich, wahrscheinlich, weil der im Blatte reichlich vorhandene Schleim die Krystallisation hemmt.

Bekanntlich sind die Corollen, die Blüthenstiele, sowie der obere Theil der Blüthenaxe vieler Aloë-Arten, z. B. der *Aloë verrucosa*, roth gefärbt. SCHIMPER hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Rothfärbung hier nicht durch rothen Zellsaft, sondern durch rothe Chromoplasten bedingt wird. Er zeigte, dass die Chromoplasten der

1) F. KOHL, Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in der Pflanze. Leipzig, 1902.

2) TINNE TAMMES, Ueber die Verbreitung des Carotins im Pflanzenreiche. Flora, 87. Bd., 1900, S. 205.

3) HANS MOLISCH, Die Krystallisation und der Nachweis des Xanthophylls (Carotins) im Blatte. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1896, S. 18.

4) H. MOLISCH, l. c. S. 27.

Aloëblüthenregion aus farblosen Chromatoplasma mit eingelagerten rothen Grana bestehen und dass diese Farbstofftropfen sind.¹⁾

Später hat sich COURCHET²⁾ mit diesen Chromoplasten beschäftigt und die Eigenschaften des rothen Farbstoffs untersucht. Auf Grund seiner Untersuchungen kommt der genannte Forscher zu der Ansicht, dass hier ein besonderer Farbstoff vorliegt, abweichend von Carotin und anderen uns bisher bekannten, da er unlöslich sei in Aether und Chloroform, sich im Alkohol mit rother Farbe löse und weil er sich der Schwefelsäure und anderen Säuren gegenüber nicht so verhalte wie Carotin.

Wenn man jedoch Schnitte durch die rothen Aloëblüthen meiner „Kalimethode“ unterwirft, so erhält man nach einiger Zeit den Farbstoff in gelbbraunen Krystallen, welche sich mit concentrirter Schwefelsäure prachtvoll indigoblau und sich auch den anderen verlässlichen Carotinreactionen gegenüber wie Carotin verhalten, weshalb ich nicht anstehe, auch den rothen Farbstoff der Aloëblüthen für ein Carotin zu erklären.

Unter denjenigen Pteridophyten, welche Chromoplasten enthalten, führt SCHIMPER³⁾ als einzige ihm bekannte *Equisetum arvense* an. Der fleischfarbene Ton der fertilen Sprosse wird hier durch Chromoplasten bedingt. In den tiefer gelegenen Parenchymzellen des Stengels fand SCHIMPER Chromoplasten, bestehend aus gänzlich farblosem Stroma, dem carmin- oder weinrothe Grana eingebettet waren. Derartige Chromoplasten finden sich nach SCHIMPER auch in den Schildern. Ich fand ähnliche Chromoplasten bei *Equisetum limosum*. Hier sind sowohl die sterilen als auch die fertilen Stengel besonders in den unteren Partien unter den Scheiden und unterhalb der Nodien blassröthlich gefärbt, und diese Farbe wird hier durch kugelige oder länglich runde Chromoplasten hervorgerufen, die Chlorophyll und rothen Farbstoff oder nur direct bemerkbaren rothen Farbstoff führen. Ueber die Natur desselben hat sich SCHIMPER nicht ausgesprochen, ich kann jedoch auf Grund meiner Untersuchungen mittheilen, dass auch dieser Farbstoff unter Anwendung meiner „Kalimethode“ zur Krystallisation gebracht werden kann, und dass diese Krystalle die Eigenschaften des Carotins zeigen.

Kehren wir nun wieder zur Rothfärbung der *Selaginella*-Blätter zurück, so möchte ich vor Allem betonen, dass diese auch hier wie bei Aloë durch intensives Licht hervorgerufen wird. Sehr leicht kann man sich davon bei *Selaginella uncinata* überzeugen. Diese Art zeichnet sich, falls sie in gedämpftem diffusen Licht cultivirt

1) A. F. W. SCHIMPER, l. c., S. 108.

2) L. COURCHET, Recherches sur les chromoleucites. Annales des sciences natur. VII. série, VII. Tome, 1888, S. 350.

3) A. F. W. SCHIMPER, l. c. S. 108.

wird, durch ihre bläulichgrüne Farbe aus. Bringt man nun eine solche Pflanze im Mai in's directe Sonnenlicht, so tritt nach 1 bis 2 Wochen eine tief braunrothe Färbung an den Blättern und Stengeln ein, welche ihren Grund in einer Rothfärbung der Chlorophyllkörner hat. Wird eine solche braunroth gewordene Pflanze wieder in's Finstere gestellt, so nimmt sie nach ungefähr einem Monat wieder ihre grüne Farbe an. Andere Arten behalten wenigstens theilweise ihre rothe Farbe im Finstern.

Die in den Monaten Mai bis Juli austreibenden jungen Sprosswedel von *Selaginella Pervilli* werden im intensiven Sonnenlichte des feuchten Gewächshauses gleichfalls intensiv braunroth, bei längerer Verdunkelung aber wieder mehr oder minder grün. Wieder ist es hier das intensive Licht, welches die Rothfärbung der Chlorophyllkörper veranlasst¹⁾.

Es sei hervorgehoben, dass vorzugsweise die ganz jungen Blätter an den Triebspitzen roth erscheinen, die mittelalten schwächer roth gefärbt sind, dass aber die Rothfärbung an sehr alten Blättern häufig sich wieder sehr intensiv einstellen kann (*Selaginella Pervilli*). Es findet hier etwas Aehnliches statt, wie bei der herbstlichen Verfärbung des Laubes in Folge des Auftretens von Anthokyan bei unseren Bäumen und Sträuchern. Bei *Selaginella* ist es das in dem alten Blatte erscheinende Carotin, bei den Gehölzen das Anthokyan, welches die Rothfärbung bedingt.

Seiner Zeit²⁾ wurde von mir dargethan, dass durch Hemmung der Saftleitung die Anthokyanbildung bei verschiedenen Pflanzen, z. B. beim Weinstock und der blutrothen Cornelkirsche, in hohem Grade gefördert wird, wenn man den Zweig einfach einknickt, so dass die Saftleitung hierdurch gehemmt wird. Die oberhalb der Knickungsstelle liegenden Blätter werden dann nach einiger Zeit im Gegensatze zu den unterhalb der Wundstelle befindlichen intensiv roth. Etwas Aehnliches kommt nun auch bei manchen *Selaginella*-Arten vor. Auch hier findet man stellenweise Triebe, welche in Folge von Carotin stark und fast rein roth sind und bei genauerer Untersuchung zeigt sich, dass die Grenze zwischen dem rothen und grünen Theil des Sprosses eine Wund- oder Knickungsstelle ist und dass die Rothfärbung erst über der Wundstelle einsetzt (*Selaginella Pervilli*).

Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. Deutschen Universität in Prag.

1) Eine schwache Rothfärbung tritt bei den jungen etiolirten Trieben von *Selaginella Pervilli* auch im Finstern, also unabhängig vom Lichte ein.

2) H. MOLISCH, Blattgrün und Blumenblau. Vorträge des Vereins zur Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse in Wien, XXX. Jahrg., 1890, H. 3, S. 27 u. s. w.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Molisch Hans

Artikel/Article: [Ueber vorübergehende Rothfärbung der Chlorophyllkörner in Laubblättern. 442-448](#)