

77. E. Stahl: Über das Vergilben des Laubes.

(Vorläufige Mitteilung).

(Eingegangen am 18. November 1907.)

Bei der herbstlichen Verfärbung der Blätter tritt auf natürlichem Wege eine Trennung der beiden Bestandteile des Chlorophylls ein, ähnlich derjenigen, welche auf künstlichem Wege ausführbar ist durch Ausschütteln der alkoholischen Rohchlorophylllösung mit Benzin oder Petroläther. Während der in Alkohol zurückbleibende gelbe Anteil in der grossen Mehrzahl der Fälle keine bemerkenswerte Abnahme zeigt, verschwindet der blaugrüne, in Benzin oder Petroläther übergehende Anteil gänzlich aus dem völlig ausgereiften, dem Absterben entgegengehenden Blatte.

Da eine Zunahme des grünen Farbstoffs in den ausdauernden Teilen des Sprosses nicht wahrzunehmen ist, so muss er in der sich verfärbenden Spreite eine Zersetzung erleiden, wobei seine Zersetzungsprodukte entweder in dem, aus dem Verbande sich loslösenden Blatte zurückbleiben, oder aber in die ausdauernden Teile, behufs weiterer Verwendung, auswandern.

Für die letztere Annahme sprechen die Ergebnisse von Versuchen, die an eben vergilbenden Spreiten zur Ausführung gelangten.

Wurde nämlich die Ableitung durch Durchschneiden der Blattrippen oder Einknicken der Spreiten senkrecht zur Mittelrippe gehemmt, oder in einzelnen, vermittelt eines Korkbohrers, aus der Spreite herausgestanzten Stücken völlig verhindert, so zeigte sich das Vergilben in hohem Grade erschwert, in manchen Fällen völlig unterdrückt. Die aus dem Verband gelösten Spreitenfragmente blieben, insbesondere bei Dikotylen, viel länger grün und starben manchmal, auch wenn sie sonst unter gleichen Bedingungen wie die noch am Spross verbliebenen Blätter aufbewahrt, und vor dem Vertrocknen geschützt waren, unter Bräunung ab, ohne vorher ihre grüne Färbung zu verlieren. Es liegt hier die Annahme nahe, dass in Folge partieller oder totaler Unterbrechung des Zusammenhangs von Spreitenteilen mit dem Ganzen eine Anhäufung der abzuleitenden Stoffe eintritt, welche die weitere Zersetzung des grünen Farbstoffs zu verlangsamen oder gar völlig zu verhindern vermag.

Man muss sich nun fragen, wie es kommt, dass die Pflanzen bei weitem haushälterischer mit dem grünen Anteil des Chlorophylls

verfahren als mit dem gelben, welcher ja meist vollständig preisgegeben wird oder doch nur in besonderen Fällen eine beträchtliche Abnahme erleidet. Fasst man die verschiedene Zusammensetzung der beiden Anteile des Rohchlorophylls ins Auge, so wird das verschiedene Verhalten verständlich.

Nach den Untersuchungen von WILLSTÄTTER und MIEG¹⁾ „über die gelben Begleiter des Chlorophylls“ gilt für das Carotin die Formel $C_{40}H_{56}$, für das Xanthophyll, welches wahrscheinlich ein Oxyd des Carotins darstellt, die Formel $C_{40}H_{56}O$. Es beteiligen sich also an dem Aufbau der gelben Begleiter des Chlorophylls, die im verfärbten Blatte zurückbleiben, oder doch nur unvollständig aus ihm fortgeführt werden, nur Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, alles Elemente, die der Pflanze reichlich zur Verfügung stehen und mit welchen sie in der Regel keineswegs sparsam umzugehen braucht.

Ganz anders verhält es sich mit dem grünen Anteil des Rohchlorophylls, von dem uns hier nur die elementare Zusammensetzung interessiert. Zu den Elementen, die sich am Aufbau von Carotin und Xanthophyll beteiligen, kommen nach WILLSTÄTTER²⁾ Stickstoff und Magnesium hinzu. Von Eisen konnte dieser Forscher, in Übereinstimmung mit älteren Angaben, keine Spur nachweisen. Die von STOCKLASA³⁾ mit besonderer Bestimmtheit vertretene Ansicht, wonach Phosphor an dem Aufbau des Chlorophylls beteiligt sein soll — wird ja das Chlorophyll geradezu als Chloroleicithin bezeichnet — hält WILLSTÄTTER für unbegründet. Nach ihm enthält das aus Gras oder aus Brennmesseln isolierte Chlorophyll keinen Phosphor oder doch nur ganz geringe Mengen, die von Verunreinigungen herrühren. Dabei hält er es allerdings nicht für ausgeschlossen, dass irgend eine Pflanze ein phosphorhaltiges Blattgrün enthält oder dass Additionsprodukte von Chlorophyll und phosphorhaltigen Verbindungen auftreten können. Sehen wir von dem Phosphor, dessen Vorkommen einstweilen noch zweifelhaft ist, ab, so beteiligen sich an dem Aufbau des Chlorophyllgrün ausser den im Chlorophyllgelb nachgewiesenen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff noch Stickstoff und Magnesium, welche letzterem WILLSTÄTTER geneigt ist, eine hervorragende, hier nicht weiter zu erörternde Bedeutung bei den Stoffwechselprozessen zuzuschreiben, eine Ansicht, die durch die Erfahrungen der Pflanzenphysiologen

1) Liebigs Annalen der Chemie. Bd. 355. 1907.

2) R. WILLSTÄTTER. Zur Kenntnis der Zusammensetzung des Chlorophylls. LIEBIG'S Annalen Bd. 350. — WILLSTÄTTER und HOCHEDER. Über die Einwirkungen von Säuren und Alkalien auf Chlorophyll. *ibid.* Bd. 344

3) STOCKLASA. Über die Verbreitung und physiologische Bedeutung des Lecithins in der Pflanze. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1896.

erhärtet wird. Man denke an das Vorkommen des Magnesiums in den Samen und an seine von SCHIMPER¹⁾ festgestellte Verbreitung in den embryonalen Geweben, den Blattmesophyllzellen, den Siebröhren, Pollenkörnern usw. Von den am Aufbau des Chlorophylls sich beteiligenden Elementen ist jedenfalls die Erhaltung von Stickstoff und Magnesium von weit grösserer Wichtigkeit als diejenige von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, welche ihr aus Substrat und Atmosphäre in unbeschränkter Masse zufließen. Es ist daher das gegensätzliche Verhalten der beiden Anteile des Rohchlorophylls in den, dem Absterben und Abfallen entgegengehenden Blättern und anderen grünen Pflanzenteilen, als ein Zeichen der im Pflanzenkörper waltenden Ökonomie zu betrachten.

Dasselbe Prinzip der Sparsamkeit, wie in den vergilbenden Blättern, kommt auch in den reifenden Früchten zum Ausdruck, deren erst grüne Farbe sich in gelb oder rotgelb wandelt. Der blaugrüne Anteil des Chlorophylls verschwindet, der hauptsächlich aus Carotin bestehende rotgelbe bleibt dagegen zurück. Mit dem Nutzen, den die Farbenänderung stiftet, indem sie die reifen Früchte den Tieren von weitem erkennbar macht, ist zugleich der Vorteil der Ersparnis der für die Pflanzen wertvolleren Bestandteile verbunden.

Der bei der Betrachtung der herbstlichen Verfärbung des alternden Laubes gewonnene Gesichtspunkt ist geeignet, auch eine andere, an jungen Pflanzenteilen sich einstellende Erscheinung dem Verständnis näher zu führen. Gemeint ist hier das Ausbleiben des Ergrünnens, das bei allen angiospermen Gewächsen und manchen anderen, die bei Lichtabschluss eintretenden, als Etiollement bezeichneten abnormen Wachstumserscheinungen begleitet, Abweichungen, die durch Überverlängerung gewisser Teile und Verkümmern anderer gekennzeichnet sind.

Während die Physiologen sich früher damit begnügten, das Etiollement als krankhaften Zustand zu betrachten, hat zuerst GODLEWSKI²⁾ in lichtvoller Weise dargetan, dass die Eigentümlichkeiten der etiolierten Gewächse den Nutzen haben, eine möglichst grosse Ersparung an Reservestoffen zu erzielen und der Pflanze möglichst schnell die Bedingungen einer selbständigen Ernährung zu schaffen. Die bei Lichtabschluss sich vollziehende Überverlängerung

1) A. F. W. SCHIMPER. Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze. Flora 1890.

2) EMIL GODLEWSKI, Über die biologische Bedeutung der Etiolierungserscheinungen. Biologisches Centralbl., Bd. IX, 1889.

bestimmter Teile hat den Sinn, den Organen, welche zur Ausübung ihrer Funktion ans Licht gelangen müssen, dies zu ermöglichen. Da die im Dunkeln stark sich verlängernden Teile zugleich negativ geotropisch sind, so werden sie aus dem Schoß der Erde durch die kombinierte Wirkung von Etiollement und negativem Geotropismus dem Lichte zugeführt.

Sowohl GODLEWSKI als auch die anderen Forscher, welche nach ihm der Etiolierungsfrage näher getreten sind, haben sich darauf beschränkt, die Gestaltungs- und Wachstumsverhältnisse etiolierter Pflanzenteile biologisch zu deuten. Die andere Seite des Problems, das Ausbleiben des Ergrünens bei Lichtabschluss, hat bisher noch keine biologische Deutung gefunden.

Die im Dunkeln gewachsenen Triebe sind nicht völlig farblos, die Blattspreiten, insbesondere die Kotyledonen etiolierter Keimpflänzchen, zeigen eine bald heller, bald dunkler gelbe Färbung, die bedingt ist durch Farbstoffe, deren Zahl und Natur zum Teil noch strittig ist. Sicher ist nach (CZAPEK¹) nur, dass die etiolierten Chlorophyllkörner Carotin führen, das nach KOHL wahrscheinlich allein der Gelbfärbung zu Grunde liegt. Der grüne Anteil des Chlorophylls fehlt nach der Mehrzahl der Forscher vollständig. Nur TIMIRIAZEFF und MONTEVERDE geben an, dass die etiolierten Blätter nicht nur einen gelben, sondern noch einen grünen Farbstoff in kleiner Menge enthalten, der bei Belichtung in Chlorophyll übergehen soll.

Die Richtigkeit dieser Angaben vorausgesetzt, ändert dies nur wenig an der Tatsache, dass die ergrünungsfähigen Teile der Angiospermen zurückhaltender verfahren bei der Ausbildung des Chlorophyllgrün als des Chlorophyllgelb. Der aus weniger kostbarem Material sich aufbauende gelbe Anteil entsteht, wenn auch vielleicht in geringeren Mengen, auch bei Lichtabschluss, ohne dass wir bisher im Stande wären, ihm hier eine bestimmte Funktion zuzuschreiben. Die Bildung des zum Teil aus wertvolleren Elementen aufgebauten grünen Anteils ist dagegen, bei den Angiospermen durchweg, bei anderen Gewächsen in nicht wenigen Fällen, direkt an die Gegenwart des Lichtes gebunden. Es lassen sich also die Zurückhaltung in der Bildung des Chlorophyllgrün bei im Dunkeln entwickelten Organen, die Entfernung desselben aus den dem Absterben entgegengehenden Teilen unter dem gemeinsamen Gesichtspunkt der Sparsamkeit begreifen. In dem einen Fall hält die Pflanze zurück mit der Bildung des bei Lichtabwesenheit nicht funktionsfähigen Chlorophyllgrün, an dessen Aufbau sich schwerer zu beschaffende

1) Fr. CZAPEK, Biochemie der Pflanzen. Bd. I, p. 466.

Stoffe beteiligen, welche in der etiolierenden Pflanze, die zunächst zum Lichtgenuss sich emporarbeiten muss, eine geeignetere Verwendung finden dürften. In dem anderen Fall erleidet das Chlorophyllgrün, nachdem die an es gebundene Ernährungsfunktion erloschen ist, eine Zersetzung, deren Produkte aus den absterbenden Teilen entfernt und den ausdauernden zugeführt werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Stahl Ernst [Christian]

Artikel/Article: [Über das Vergilben des Laubes. 530-534](#)