Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Acht Sporen der *Ph. Heppiana* f. *pumila* m.
Fig. 2. Vier Sporen der *Ph. decipiens* m., Rabhst. exs. 850.
Fig. 3. Sieben Sporen der *Ph. decipiens lignicola* Arn. exs. 446.
Fig. 4. Sieben Sporen der *Ph. australis* m.
Fig. 5. Spermatien der *Ph. australis* m.
Fig. 6. Spermatien der *Ph. elegans*.
Fig. 7. Spermatien der *Ph. medians* Nyl., Arn. exs. 222. c.

Pflanzenphysiologische Untersuchungen.

Von Dr. Carl Kraus in Triesdorf.

I. Ueber die Natur des Chlorophyllfarbstoffes[1])

1. Es giebt kein Mittel, welches Chlorophyll ganz unverändert in Lösung bringen würde. Versucht man aus frischen oder getrockneten Blättern Chlorophyll mit Benzol auszuziehen, so erhält man nur eine gelbe Lösung, die höchstens Spuren von Chlorophyll enthält. Uebergiesst man aber dieselben Pflanzentheile hierauf mit Alkohol, so löst dieser sofort Chlorophyll in grosser Menge auf. Setzt man zu dieser alkoholischen Chlorophylllösung Benzol und schüttelt um, so geht alles Chlorophyll in das Benzol, während es in Benzol beinahe unlöslich war, als dies auf die frischen oder getrockneten Pflanzentheile gebracht wurde. In Benzol löst sich also nur ein durch Ausziehen mit Alkohol bereits verändertes Chlorophyll, nicht aber das ursprüngliche, so wie es sich in den Pflanzen findet.

2. Durch Ausziehen mit wässerigem Alkohol wird Chlorophyll nicht mehr verändert als durch Ausziehen mit absolutem Alkohol,

---

1) Auszug aus der Inaugural-Dissert. d. Verf.

Einschlägige Literatur zur Beurtheilung: Berzelius, Lehrb. 3. Aufl. Bd. VII. — Mulder, Versuch einer allg. physiol. Chem. 1844. — Frémy, Ann. sc. nat. 1860; Compt. r. 1865. T. LXI. — Marc Micheli, Arch. d. l. biblioth. univ. d. Genève 1867. — N. Müller, Pringsheim's Jahrb. III. — Filhol, Ann. Chim. Phys. 1868. — Timiriaseff, Verh. d. 2. russ. Naturf.-Vers. Ref. bot. Zeit. 1869. — Gregor Kraus, Sitzgsber. d. phys.- med. Ges. zu Erlangen v. 7. Juni und 10. Juli 1871, Mém. d. Ac. d. sc. d. Strasbourg Vol. VI. — Konrad, Flora 1872. J. Sachs, Lehrb. d. Bot. IV. Aufl. p. 46, 731. — Ueber Extraktivstoffe bes. Schlossberger, org. Chem. p. 247. —

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0157-6

es giebt keine in Wasser löslichen gelben Zersetzungsproducte des Chlorophylls, die hiebei auftreten. Es ist richtig, dass sich Chlorophylllösungen mit Aether oder absolutem Alkohol und solche mit wasserhaltigem Alkhol bereitet in den meisten Fällen beim Abdampfen verschieden verhalten. Behandelt man nämlich den Rückstand aus letzteren Lösungen mit Wasser, so färbt sich dasselbe gelb und zwar mehr oder weniger, je nach der verwendeten Pflanzenspecies. Diese gelbe Lösung wird mit Alkalien braunroth und giebt an der Luft einen Absatz, verhält sich also wie eine Lösung der sog. Extraktivstoffe. Diese wurden, weil in wasserhaltigem Alkohol löslich, bei Behandlung grüner Pflanzentheile mit demselben gleichzeitig mit Chlorophyll in Lösung übergeführt. In absolutem Alkohol oder Aether sind sie beinahe oder ganz unlöslich; deshalb ist ein direkt aus frischen Pflanzentheilen bereiteter ätherischer Auszug in den meisten Fällen sehr klar. Chlorophyll in absolutem Alkohol oder Aether gelöst giebt in den meisten Fällen einen Abdampfungsrückstand, der in Wasser keinen gelben Extraktivstoff abgiebt. Reines, extraktivstofffreies Chlorophyll erhält man durch wiederholtes Auskochen mit Wasser, Trocknen, Ausziehen mit absolutem Alkohol; eingedampft giebt dies Chlorophyll an Wasser keinen gelben Farbstoff ab. Wird dies reine Chlorophyll in wasserhaltigem Alkohol gelöst, so giebt der Abdampfungsrückstand an Wasser kein Gelb ab.

3. Lässt man auf alkoholische Chlorophylllösung Salzsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure einwirken, so färbt sich die Flüssigkeit gelb, dann allmählig blau, am raschesten mit Salpetersäure, so dass eine Oxydation damit verbunden zu sein scheint. Aus diesem Verhalten folgt auch, dass Blau als solches nicht ursprünglich im Chlorophyll vorhanden gewesen sein konnte. Schüttelt man diese blau gewordene Chlorophylllösung mit Benzol, so färbt sich dies gelb, die untenstehende Alkohol und Salzsäure enthaltende Schichte ist indigoblau oder auch grün, je nach Menge und Concentration der Säure. (Fremy's Versuch in anderer Form).

Durch Säureeinwirkung auf Chlorophyll entstehen verschiedene gelbe Farbstoffe. Wird dasjenige Gelb, welches sofort auf Zusatz irgend einer Säure erhalten wird, (in alkoholischer Lösung) mit Benzol geschüttelt, so nimmt Benzol nichts davon auf, wenn der Alkohol stark genug ist; ist er etwas wasserhaltiger, so entsteht eine gleichmässige Färbung der beiden Schichten. Dies Gelb heisse Acidoxanthin. Setzt man Salzsäure zu und schüttelt, so spaltet sich dies Gelb in Blau und ein zweites Gelb, dasselbe,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0158-1

welches beim Schütteln alkoholischer Chlorophylllösung mit Salzsäure und Benzol in das Benzol getreten ist.

Wird diese zweite gelbe Benzollösung mit Alkohol geschüttelt, so nimmt dieser, auch wenn er stark ist, Nichts oder fast Nichts von dem Gelb auf. Diess Gelb verhält sich also umgekehrt wie Acidoxanthin. Dieser Körper, von unbestimmter Zusammensetzung, heisse Xanthophyll im engeren Sinne. Dies Xantophyll ist noch weiter spaltbar; mit der Pipette herausgenommen, wieder mit Salzsäure geschüttelt, färbt sich diese wieder blau. (Daraus erklären sich die Angaben Nägelis (Mikroscop II), dass Anthoxanthin mit concentrirter Schwefelsäure in Blau übergeht, durch Auswaschen wieder gelb wird.) Nach mehrmaliger Wiederholung des Schüttelns mit Säure erhält man rein gelbes Benzol, während die Salzsäure farblos bleibt. Dies letzte nicht weiter in Blau und Gelb spaltbare Gelb heisse Xanthin. Es entsteht also der in Salzsäure gelöste Körper nicht durch Umänderung der gelben Stoffe in Blau, sondern durch Spaltung derselben in Xanthin und einen zweiten Körper, der sich mit Säuren unter Oxydation bläut. Dieser Körper heisse Chlorin, weil er im freien Zustande grün ist. Diese Zersetzung geht aber nur schrittweise vor sich, beginnt mit dem Acidoxanthin und endigt mit dem Xanthin; Chlorin und Xanthin sind allein beständige chemische Individuen. Die Xantophylle bilden eine genetische Reihe, in der ein Glied von dem anderen durch relativ grösseren Gehalt von Xanthin radikal verschieden ist.

4. Alkalien zersetzen das Chlorophyll in derselben Weise wie Säuren. Eine mit concentrirter Kalilauge versetzte alkoholische Chlorophylllösung erleidet scheinbar geringe Veränderung. Schüttelt man sie aber mit Benzol, so färbt sich dies gelb, die alkoholische Schichte ist intensiv grün. Das Gelb ist bei vollständiger Zersetzung Xanthin. Der grüne Körper ist Chlorinkali. Dies mit Salzsäure bis zur stark sauern Reaktion versetzt, färbt sich zuerst gelblich, dann in Blau oder Grün übergehend, indem die erwähnten Säureverbindungen entstehen. Diese blaue oder grüne Färbung ist keine einfache Lösung des Chlorins in den Säuren, weil die blaue Färbung auch nach Zusatz von Kalilauge bis zur stark sauern Reaktion bleibt, sie verhält sich also wie die gepaarten Säuren des Indigblaus. Zersetzt man die alkoholische Kaliverbindung mit Sehwefelsäure, so scheidet sich schwefelsaures Kali ab, in Lösung bleibt Chlorin im freien Zustande, die Lösung desselben ist grün, fluorescirt, wird mit Säuren allmählig

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0159-0

blau. Durch nascirenden Wasserstoff werden die gepaarten Chlorinsäuren (Chlorinschwefelsäure etc.) entfärbt, beim Abdampfen wieder blau, also ähnlich den Indigsulfosäuren. Wird Chlorophyll mit Zink und Salzsäure entfärbt und abgedampft, so wird Grün erhalten, aber dies ist kein Chlorophyll mehr, sondern dieselbe Mischung von Blau und Gelb, wie sie durch Zusatz einer stärkeren Säure zu Chlorophylllösung erhalten wird. Das grüne Chlorinkali und die Chlorinsäure sind am Lichte sehr beständig.

Dieselbe Trennung wie mit Kali gelingt mit Barytwasser u. s. w.

Um die chemische Natur des Chlorophylls und seiner Radikale ganz fest zu stellen, ist eine Darstellung von Xanthin und Chlorin in grösserer Menge nothwendig; die Methoden sind einfach: Xanthin erhält man durch Abdampfen der Benzollösung, Chlorin aus Chlorinkali und Eindampfen der alkoholischen Lösung.

6. Die durch Säuren aus Chlorophyll erhaltenen gelben Farbstoffe stimmen mit natürlich vorkommenden nahe überein. In die Kategorie der Xanthophylle gehören Xanthophyll in allen grünen Pflanzentheilen, in den meisten Herbstblättern, unter dem Namen Phykoxanthin in den Algen. Xanthin ist häufig in gelben Herbstblättern, selten in manchen sonst Anthoxanthin enthaltenden Blüthen, im gelben Theil des Maisendosperms; häufig finden sich in gelben Herbstblättern Chlorophyll, Xanthophyll und Xanthin neben einander.

7. Das Chlorophyll in lebenden Pflanzenzellen ist in fortwährender Umsetzung begriffen und es sind dem Chlorophyll auch der kräftigst vegetirenden Pflanzen Xanthophylle beigemengt, die in diesen Fällen wohl nur als temporäre Degradationsproducte zu betrachten sein dürften (Näheres darüber später). Zieht man daher grüne kräftig vegetirende Pflanzen mit 80—90%igem Alkohol aus, setzt Benzol zu diesem Auszuge und schüttelt um, so färbt sich Benzol grün, indem es fast alles Chlorophyll aufnimmt darunter bleibt eine alkoholische Xanthophyllschichte. Die grüne Benzollösung verhält sich vollständig wie alkoholische oder ätherische Chlorophylllösung. Diese Trennung ist aber keine vollständige, da Lösungsmittel und Gelöstes in einen gegenseitigen Gleichgewichtszustand treten. Eine Zersetzung des Chlorophylls kann hiebei nicht nachgewiesen werden. Mischt man anthophyllfreie Benzol-Chlorophylllösung mit chlorophyllfreier Xanthophyll-Benzollösung, so erhält man eine Mischung, in der beim Schütteln mit Alkohol dieselben Erscheinungen eintreten.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0160-1

Das Chlorophyll ist sonach ein einfacher Körper, keine Mischung aus mehreren, indem kein Unterschied dieses Grüns von reinem Chlorophyll aufzufinden ist. (Man erhält also das gleiche Resultat, wie bei ähnlicher Behandlung der alkoholischen Auszüge vieler Algen, wo auch keine Zersetzung des Chlorophylls bemerkt wurde.)

Die Beobachtung Müller's beim Verdunsten eines Tropfens alkoholischer Chlorophylllösung erklärt sich einfach: zu äusserst bleibt ein gelber Saum von Xanthophyll, innerhalb desselben ein grüner Saum, im Centrum des Flecks Chlorophyll in dickeren Lagen.

Mit absolutem Alkohol gelingt die Trennung nicht, aber nicht deshalb, weil durch wässrigen Alkohol Chlorophyll gespalten würde, sondern weil Benzol und absoluter Alkohol eine Mischung geben, keine Trennung in Schichten, was natürlich für die Reaktion absolut nothwendig ist.

(Fortsetzung folgt.)

Ankündigung einer botanischen Reise.

Die erste botanische Reise der Herren Porta und Rigo nach Süd-Italien ist 1874 gelungen, und beide Herren treten heuer frühzeitig die zweite Reise an, um den Mte. Gargano, Terra d'Otranto und Taranto nebst den höhern Gebirgen des Volturno-Thales zu durchforschen.

Wer sich in erster Linie an der Ausbeute betheiligen will, möge gütigst die Pränumerationsbeträge ehestens für 1—5 Centurien à 10 fl. = 20 Mark einsenden an

Rupert Huter in Sexten (Tirol).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0161-7

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 155-159