

24. S. Rywosch: Einiges über ein in den grünen Zellen vorkommendes Oel und seine Beziehung zur Herbstfärbung des Laubes.

Eingegangen am 24. März 1897.

Schon mehrere Autoren haben in den grünen Zellen Oeltröpfchen, abgesehen von den in den Chloroplasten, beobachtet. Im Allgemeinen ist jedoch die Zahl dieser Beobachtungen gering. Besonders sind hier zu nennen: HABERLANDT, E. SCHULZ, STRASBURGER und MONTEVERDE. HABERLANDT¹⁾ spricht sich dahin aus, dass die Chlorophyllzellen im Winter ein fettes Oel als Reservestoff führen und führt als Beispiel *Taxus baccata* an.

E. SCHULZ²⁾ zählt zu den Reservestoffen der überwinternden Blätter auch fettes Öl. STRASBURGER³⁾ äussert sich dahin, dass im Winter alle Coniferen ein fettes Oel in den Chlorophyllzellen führen. Aus den Angaben dieser Autoren folgt also, dass wir es hier mit einem fetten Oel zu thun haben, welches im Winter im Blatte als Reservestoff aufgespeichert ist.

MONTEVERDE's⁴⁾ Aeusserungen gehen dahin, dass bei vielen Pflanzen ein fettes Oel in den Chlorophyllzellen sich findet. Er ist wohl nicht geneigt, dasselbe als einen Reservestoff anzusehen. Auch A. MEYER⁵⁾ hat solche Tröpfchen in grünen Zellen bemerkt und betrachtet sie nicht als Reservestoff.

Da aber in der letzten Zeit mehrere Untersuchungen auf das Vorhandensein von Reservestoffen im wintergrünen Laube, besonders auf Gerbstoff hinweisen, so schien wohl die Ansicht auch fettes Oel in den überdauernden Blättern als Reservestoff zu finden, ganz plausibel.

Die Arbeit von E. SCHULZ, welche speciell den Reservestoffen im überwinternden Blatte gewidmet ist, spricht sich ja ganz besonders

1) HABERLANDT, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen. PRINGSHEIM's Jahrbücher. Band XIII, S. 182.

2) E. SCHULZ, Ueber Reservestoffe in immergrünen Blättern etc. Diss. Regensburg 1888.

3) STRASBURGER, Histologische Beiträge III. S. 108.

4) MONTEVERDE, Ueber die Ablagerung von oxalsauren Salzen (Calcium und Magnesium) in der Pflanze. (Russisch). Petersburg 1889.

5) A. MEYER, Botanische Zeitung 1885. S. 423 (citirt nach MONTEVERDE).

dafür aus. STRASBURGER¹⁾ verfehlt nicht, folgende Analogie aufzustellen. Er sagt: „Wie der Stamm, führen auch die Nadeln der Kiefer und anderer einheimischer Coniferen im Winter nur Oeltropfen.“

Wir würden also hier einen ähnlichen Fall haben, wie das Auftreten eines solchen Öles im Stamme der Lignosen im Winter, was durch die Untersuchungen von RUSSOW festgestellt wurde. Da aber das Oel im Stamme im Frühling aufgezehrt wird, so hielt ich es für nicht uninteressant, zu vergleichen, ob das Oel im Blatte zu gleicher Zeit mit dem im Stamme schwindet.

Ich fing meine Untersuchungen im Februar 1895 an. Ich konnte keine Verminderung resp. kein Schwinden des Oeles wahrnehmen. Es war noch zu früh. Aber auch im März fand ich das Oel im Blatte ganz unverändert, im Stamme beginnt nach RUSSOW in diesem Monat dasselbe schon aufgezehrt zu werden. So untersuchte ich ohne eine Abnahme des Oeles wahrzunehmen, die Monate April und auch Mai. Ich setzte ununterbrochen meine Untersuchungen im Juni und Juli fort, ohne ein Schwinden desselben bemerken zu können.

Es schien mir nicht mehr wahrscheinlich, dass das Oel im Blatte dem im Stamme analog wäre, denn das letztere wird ja beim Eintritt des neuen Zuwachses im Frühling, also zum Aufbau neuer Zellen verwendet, das Oel im Blatte war im Juli noch unverändert geblieben.

Ich hielt es für möglich, dass das Oel im Blatte sich zu jeder Jahreszeit findet und nicht nur im Winter angetroffen wird. Es war dann zu erwarten, dass es auch in sommergrünen Pflanzen sich finden wird.

Meine erste Untersuchung an *Larix* bestätigte diese meine Erwartung. Nun wurde der Untersuchung eine sehr grosse Zahl von Pflanzen aus den verschiedensten Familien unterworfen, und das Oel fehlte keiner einzigen, weder von den sommer-, noch von den immergrünen. Zu den untersuchten Pflanzen gehörten auch die grünen Algen und Moose. Bei den ersteren sind ja oft genug Oeltröpfchen beobachtet worden. (Den Diatomeen fehlen sie auch nicht.) Die Oeltropfen der Lebermoose sind wohl bekannt genug, aber auch die anderen Moose zeigten das Oel in ihren grünen Zellen. Von den Torfmoosen bestätigte mir dieses RUSSOW, der bei seinen sphagnologischen Untersuchungen oft Gelegenheit gehabt hatte, die Oeltropfen zu beobachten. Auch den untersuchten Pteridophyten fehlte das Oel nicht.

Indem ich mehr und mehr zur Ueberzeugung gelangte, dass das Oel nicht nur bei den immergrünen Blättern und zwar nur im Winter sich findet, sondern überhaupt den grünen Zellen eigen ist, machte ich

1) STRASBURGER, l. c. STRASBURGER hat also das Oel bei allen Coniferen gefunden, E. SCHULZ dagegen hat überhaupt nur bei wenigen Pflanzen dasselbe gefunden, so hat er es z. B. bei allen Abietineen übersehen.

die Beobachtung, dass, je mehr man sich dem Herbste nähert, überhaupt, je älter die Blätter sind, desto mehr Oel in den Zellen zu sehen ist. In den Blättern, welche etwas gelb zu werden beginnen, ist die Menge der Oeltropfen sehr bedeutend. Aber auch das vollständig vergilbte Blatt enthält diese Tropfen, was übrigens MONTEVERDE¹⁾ schon bemerkt hat und folgendermassen angiebt: „Unter den gelben Tröpfchen (im Herbstblatte) findet man noch die glänzend weissen Tröpfchen.“ Da nun, wie meine Beobachtungen an den immergrünen Blättern zeigten, das Oel im Frühling nicht aufgezehrt wird, so ist es unwahrscheinlich, dass Oel einen Reservestoff bildet. Dass das Oel bei den sommergrünen Pflanzen nie fehlt und auch im vergilbten Blatte sich findet, schliesst die Möglichkeit eines Reservestoffes aus.

Diese angeführten Thatsachen in Verbindung mit der folgenden Eigenschaft des Oeles, führte mich zu weiteren Untersuchungen. Das Oel hat nämlich die Eigenschaft das Xanthophyll aufzunehmen. Am besten überzeugt man sich davon, wenn man Schnitte von grünen Blättern mit Alkohol behandelt. Wenn man dabei absoluten Alkohol anwendet, wie es E. SCHULZ gethan hat, so sieht man, dass die Oeltropfen, bevor sie sich lösen, sich gelb färben. E. SCHULZ²⁾ beschreibt den Process der Lösung des Oeles in Alkohol folgendermassen: „Beim Zusetzen des Alkohols zu dem Präparat nehmen die Tropfen, sobald das Chlorophyll in Lösung kommt, eine blaugrüne Färbung an, werden dann gelb und entfärben sich, nachdem alles Chlorophyll verschwunden ist.“ Arbeitet man aber mit schwächerem Alkohol, wobei die Lösung des Oeles schwer, resp. überhaupt nicht eintritt, so bleiben die Tröpfchen längere Zeit gelb gefärbt. Blätter, welche ich in 40 pCt. bis 50 pCt. Alkohol hielt, wurden nach einiger Zeit gelblich, und die mikroskopische Untersuchung derselben zeigte, dass wochenlang die Tröpfchen die gelbe Farbe behielten, welche sie nach einigen Tagen annahmen. Die Oeltropfen sind zur Zeit, wo die Vergilbung eben eintreten soll, sehr zahlreich, im vergilbten Blatte ist die Zahl dieser farblosen Tröpfchen gering. Dagegen finden wir eine grosse Menge gelber Kügelchen. Nun ist es auf Grund der früher angeführten Thatsachen unwahrscheinlich, dass das Oel in den Stamm wandert. Wenn übrigens eine Wanderung stattfinden würde, so wäre sie doch jedenfalls eine vollständige. Thatsächlich findet beim Abfallen der Blätter keine Abnahme des Oeles in denselben statt. Wir müssen nur an der Thatsache festhalten, dass das Oel die Eigenschaft besitzt, den gelben Chlorophyllfarbstoff aufzunehmen. Wir würden in den gelben Tropfen, welche wir in vergilbten Blättern finden, nicht Tropfen des Xantho-

1) MONTEVERDE, l. c., S. 23.

2) E. SCHULZ, l. c., S. 19.

phylls haben, wie man sich dieselben bis jetzt vorstellte, wie wir z. B. im Lehrbuche von B. FRANK¹⁾ finden, sondern Oeltropfen, welche das Xanthophyll aufgenommen haben. Es würden beim Wandern der Grundsubstanz des Chloroplasten in den Stamm die Farbstoffe, welche von ihm gebunden waren, frei und derjenige, welcher von ihm am leichtesten aufgenommen wird, wird aufgesogen. Diese Erklärung der Gelbfärbung bedarf nicht der Voraussetzung einer Mehrproduction des gelben Chlorophyllfarbstoffes (Carotin), welchen Gedanken WIESNER²⁾ zuerst ausgesprochen hat. Dieser Ansicht WIESNER's schliesst sich V. SCHRÖTTER-CRISTELLI³⁾ an bei der Besprechung des gelben Farbstoffes, welchen er im Oel der Frucht von *Azelia Cuanzensis* (*Intsia* Smth.) gefunden hat. Die Menge des Xanthophylls in den vergilbten Blättern ist nicht so gross, wenn man die gelben Tropfen nur als verfärbtes Oel ansieht, nicht aber als freien Farbstoff. Dass der gelbe Farbstoff der Herbstblätter dieselbe Reaction wie das Xanthophyll zeigt, haben besonders IMMENDORF⁴⁾ und MONTEVERDE⁵⁾ hervorgehoben.

Ich möchte hier noch einen Versuch anführen, welcher in vollem Einklange mit den angeführten Ansichten steht. Im ersten Hefte des XIV. Bandes dieser Berichte erschien eine Arbeit von MOLISCH: „Die Krystallisation und der Nachweis des Xanthophylls (Carotins) im Blatte.“ In dieser Arbeit giebt MOLISCH ein Verfahren an, um aus dem Blatte den grünen Chlorophyllfarbstoff zu extrahiren, wobei das Xanthophyll in den Zellen zurückbleibt. Auf Seite 21 giebt MOLISCH Folgendes an: „Nach der angegebenen Methode wurden die grünen Laubblätter von etwa 100 verschiedenen phanerogamen Gattungen zu verschiedenen Jahreszeiten untersucht und das Xanthophyll hierbei in der Regel in Krystallform abgeschieden, selten in Form gelber Tröpfchen, oder den Zellinhalt durchtränkend vorgefunden.“ Diese Angabe, dass beim selben Verfahren einmal Krystalle, ein anderes mal Tropfen gefunden wurden, ist wohl etwas auffallend. Da ich daran festhielt, dass das Oel mit dem Alter des Blattes zunimmt, und dass das Oel das Xanthophyll in sich aufnimmt, so schloss ich auf folgende Möglichkeit. Wenn in einem alten Blatte, wo Oel in grösserer Menge vorhanden ist, die die Chlorophyllfarbstoffe den Chloroplasten entzieht, so nimmt das Oel das Xanthophyll auf, reicht das Oel nicht zur Aufnahme des Farbstoffes aus, so wird es zum grössten Theil auskrystallisirt. Es würden also

1) B. FRANK, Lehrbuch, Bd. I, S. 38.

2) WIESNER, Flora 1874 und Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. LXIX, 1877 (nach SCHRÖTTER-CRISTELLI).

3) SCHRÖTTER-CRISTELLI, Bot. Centralbl. 1895.

4) IMMENDORF, Das Carotin im Pflanzenkörper etc. Lanwirt. Jahrbücher 1889.

5) MONTEVERDE, Das Absorptionsspectrum des Chlorophylls. Petersburg 1893.

alte Blätter vorzüglich gelbe Tropfen aufweisen, junge dagegen vorzüglich Krystalle. Meine Untersuchungen an mehreren phanerogamen Pflanzen, wobei ich die jungen und alten Blätter demselben Individuum entnommen habe, bestätigten meine Voraussetzung. Dass auch der ganze Zellinhalt von Xanthophyll durchtränkt von MOLISCH gefunden wurde, ist analog der Gelbfärbung mancher Blätter im Winter. Bei den gefallen Blättern verhält sich die Sache insofern anders, als den Zellen ein protoplasmatischer Inhalt fehlt.

Es sei hier noch erwähnt, dass die Krystalle mehr orange, während die Tropfen fast immer gelb sind. Ich glaube diesen Unterschied der Farbennüancen dadurch erklären zu können, dass die Tropfen nur verfärbtes Oel, ähnlich der gelben Winterfärbung sind, während die Krystalle den reinen Farbstoff darstellen.

Zum Schluss möchte ich die Tropfen beschreiben. Die Tropfen kommen in der Mehrzahl in jeder Zelle vor. Meist, besonders wenn das Oel noch nicht in sehr grosser Menge vorhanden ist, findet sich ein Tropfen, welcher bedeutend grösser ist, als die anderen. Ihre Grösse schwankt ungefähr zwischen $5\ \mu$ bis $18\ \mu$. Sie haben eine ölartige Consistenz. Was ihre chemische Zusammensetzung betrifft, so geben sie nicht die Harzreaction mit Kupferacetat. Die Hauptsache ist ja natürlich, die Frage zu entscheiden, ob wir es hier mit einem fetten oder ätherischen Oele zu thun haben. Allein dieses ist wohl äusserst schwer mikrochemisch zu entscheiden. Die meisten Reactionen sind beiden Oelarten gemeinsam. Die Reagentien, welche oft als Differentialreagentien angeführt werden, sind Alkohol und Essigsäure. Allein auch diese sind kaum stichhaltig. Denn trübt ein Pfropfen fetten Oeles ein bis zur Hälfte mit Alkohol gefülltes Reagensglas, so hat E. SCHULZ¹⁾ beobachtet, dass unter dem Deckglase auch fettes Oel beim längeren Durchziehen absoluten Alkohols mittels Filtrirpapier sich löst. Dass z. B. Ricinusöl sich in Alkohol leicht löst, ist ja bekannt. Wenn nun unsere Tropfen sich in Alkohol lösen, so sind wir niemals sicher, ob wir es mit einem ätherischen oder fetten Oel zu thun haben. Auch Essigsäure ist kein sicheres Reagens. So löst die 96 proc. Essigsäure sehr leicht Ricinusöl, so dass die Löslichkeit unserer Tropfen in Essigsäure uns ein sicheres Urtheil nicht gestattet. Eigenthümlich ist ferner das Verhalten des Oeles zu den besten mikrochemischen Reagentien zur Unterscheidung des fetten und ätherischen Oeles, so vor allem zu wässriger Chloralhydratlösung (A. MEYER). Während z. B. das Oel von *Abies sibirica* sich sehr leicht in derselben löst, tritt in den Blättern von *Taxus baccata* keine Lösung des Oeles ein. Während nun das Oel aus den Blättern von *Abies sibirica* durch Kochen der Schnitte vertrieben werden kann, gelingt es bei *Taxus baccata* nicht. Allein

1) E. SCHULZ, l. c. S. 8.

auch bei *Taxus baccata* konnte nicht nachgewiesen werden, dass wir es mit einem fetten Oel zu thun haben, denn die Verseifung (nach MOLISCH) gelang nicht und wurden keine Krystalle gefunden, sondern das Oel blieb unverändert.

In Folge dieser Reactionen¹⁾ halte ich die Natur dieses Oeles für noch nicht ganz erklärt. Allein es für ein fettes Oel zu halten, kann ich mich nicht entschliessen.

Da E. SCHULZ und STRASBURGER das Oel für einen Reservestoff hielten, so fiel die Auffassung eines fetten Oeles damit zusammen. Da ich es nicht für einen Reservestoff halte, so ist für mich die Auffassung eines fetten Oeles nicht zwingend. Ich glaube, wir thun am besten, wenn wir die Tropfen nur Oeltropfen nennen, analog den Oeltropfen in den Chromatophoren.

Da man von den Oeltropfen der Chromatophoren nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob sie aus fettem oder aus ätherischem Oele bestehen, da auch ferner dieselben nicht bei allen Pflanzen dieselben Reactionen geben, so ist eine Verwandtschaft unter diesen beiden Tropfen, von denen die einen im Chloroplasten, die anderen im Cytoplasma sich finden, nicht ausgeschlossen. Vielleicht stehen sie sogar in genetischer Beziehung, insofern als aus den Chromatophoren das Oel in das Cytoplasma wandert. Vielleicht finden sich unter den Oeltropfen des Herbstblattes auch die des zerstörten Chloroplasten.

Kreutzburg (Gouvern. Witebsk, Russland), im März 1897.

1) Bei Anwendung der meisten Reagentien erscheinen die Tropfen meist punktirt, ein Beweis, dass die Tropfen nicht nur aus einer Substanz bestehen, sondern eine Mischung von Substanzen verschiedener Löslichkeit. Wenn die Tropfen sich lösen, so geht die Auflösung von den punktirten Stellen aus, wobei sie dann zu einem Hohlraum zusammentreten. Die punktirten Stellen sind aufgelöste Theile.

	Seite
H. Dingler, Rückschlag der Kelchblätter bei <i>Campanula pyramidalis</i>	335
L. J. Čelakovský, Merkwürdige Culturform von <i>Philadelphus</i> . Fig. 1—2 . . .	433
M. Raciborski, Lijer, eine Maiskrankheit	478

Uebersicht der Hefte.

- Heft 1 (S. 1—110) ausgegeben am 25. Februar 1897.
 Heft 2 (S. 111—152) ausgegeben am 23. März 1897.
 Heft 3 (S. 153—210) ausgegeben am 28. April 1897.
 Heft 4 (S. 211—276) ausgegeben am 26. Mai 1897.
 Heft 5 (S. 277—320) ausgegeben am 23. Juni 1897.
 Heft 6 (S. 321—360) ausgegeben am 27. Juli 1897.
 Heft 7 (S. 361—428) ausgegeben am 7. September 1897.
 Heft 8 (S. 429—478) ausgegeben am 24. November 1897.
 Heft 9 (S. 479—492) ausgegeben am 23. December 1897.
 Heft 10 (S. 493—552) ausgegeben am 25. Januar 1898.
 Geschäftsbericht 1897 [S. (1)—(86)] ausgegeben am 24. November.
 Verzeichniss der Pflanzennamen, Mitgliederliste und Register (Schlussheft) [S. (87)—(132)] ausgegeben am 10. März 1898.

Berichtigungen.

In Bd. XIV ist nachzutragen:

- Seite 420, Zeile 6 von oben lies „winzige“ statt „einzig“.
 „ 422 lies in der Erklärung der Abbildungen „e Bractea tertiaria“ statt „Bractea secundaria“.

Im vorliegenden Bande ist zu berichtigen:

- Seite 68 steht Fig. 2 auf dem Kopf.
 „ 151, Zeile 22 von oben lies „intracellular“ statt „intercellular“.
 „ 198, Zeile 5 von oben lies „von dem Oele gebunden“ statt „von ihm gebunden“.
 „ 198, Zeile 5 und 4 von unten lies: „Wenn man einem alten Blatte“ statt „Wenn in einem alten Blatte“.
 „ 198, Zeile 4 von unten ist das Schlusswort der Zeile „die“ zu streichen.
 „ 239 lies in der Ueberschrift der Arbeit von PURIEWITSCH „organisirten Körper“ statt „organischen Körper“.
 „ 280, Zeile 13 von oben lies „Jakttagelser“ statt „Jaktagelser“.
 „ 288, Zeile 12 von oben lies „g und h“ statt „d und h“.
 „ 288, Zeile 12 von unten lies „dass diese sich“ statt „dass diese sich sich“.
 „ 289, Zeile 15 von unten lies „180°“ statt „80°“.
 „ 290 lies in Zeile 2 der Figurenerklärung für Fig. 1—6 „festgesetzte“ statt „fortgesetzte“.
 „ 408, Zeile 9 von unten lies „*Epilithon membranaceum*“ statt „*Epilithon membranacea*“.
 „ 427, Zeile 1 von unten lies „*Anectochilus*“ statt „*Anecochilus*“.
 „ 538, Zeile 12 von oben lies „0,3-procentige“ statt „3-procentige“.
 „ 541, Zeile 3 von unten lies „Salze im Dunkeln in den Blättern“ statt „Salze in den Blättern“.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Einiges über ein in den grünen Zellen vorkommendes Oel und seine Beziehung zur Herbstfärbung des Laubes 195-200](#)