© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

NORDHAUSEN: Über Richtung und Wachstum der Seitenwurzeln unter dem Einfluß äußerer und innerer Faktoren. Jahrb. f. wiss. Bot. 44. 1907.
PAAL: Über phototropische Reizleitungen. Ber. d. deut. bot. Ges. 32. 1914.
SCHÜTZE: Über das geotropische Verhalten des Hypokotyls und des Kotyledons. Jahrb. f. wiss. Bot. 48. 1910.
SPALDING: The traumatotropic curvature of roots. Ann. of. Bot. 8. 1894.
SPERLICH: Über Krümmungsursachen bei Keimstengeln und beim Monocotyledonenkeimblatt. Jahrb. f. wiss. Bot. 50. 1912.
STARK: Beiträge zur Kenntnis des Traumatotropismus. Jahrb. f. wiss. Bot. 57. 1916.

---

48. A. Wieler: Über Beziehungen zwischen der schwefligen Säure und der Assimilation.

(Eingegangen am 6. Oktober 1916.)

Seit den Untersuchungen von v. SCHROEDER und REUSS[1]) ist es bekannt, daß die schädliche Einwirkung der schwefligen Säure auf die Pflanzen durch das Licht begünstigt wird. H. WISLICENUS hat für die Fichte diese Beziehungen eingehend geprüft.[2]) In einem Glashaus beräucherte er 7 Wochen lang zwei Serien eingetopfter Fichten und zwar die eine tags, die andere nachts über mit sehr verdünnter schwefliger Säure (1:500000). Die ersten geringfügigen Anzeichen einer Wirkung des Tageslichtes traten erst nach 2 Wochen hervor, die Erkrankung führte nach etwa 4 Wochen zum Absterben der belichteten Pflanzen. Die nachts beräucherten Pflanzen wurden drei Wochen länger beräuchert, ohne daß auch nur der Beginn einer Rauchbeschädigung zu beobachten war, obgleich schließlich die Konzentration des Giftes gesteigert war. Die gleichen Ergebnisse erhielt er mit Fichten, die 2 Monate lang im Winter im Lichte beräuchert wurden, und zwar vom 20. November bis 29. Januar. Zwischen ihnen und den unberäucherten Kontrollpflanzen war kein Unterschied im Aussehen nach dieser Zeit bemerkbar. Indem WISLICENUS annimmt, daß die immergrünen Nadelhölzer im Winter nicht assimilieren, schließt er aus dem Verhalten der Fichten im Lichte im Sommer und im Winter, „daß der Eingriff des Giftes SO_2 in erster Linie den Chemismus der

1) Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Berlin 1883.
2) Tharandter Forstl. Jahrbuch 48, S. 897.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Assimilation und erst in zweiter Linie die vitale Tätigkeit des Plasmas (verschiedene Zähigkeit der Individuen?) und die Atmung berührt.

Der Gasaustausch bei der Assimilation im Chlorophyll allein ist schon so gestaltet, daß die schweflige Säure sehr aktiven, naszenten Sauerstoff an der Stelle findet, wo sie auch selbst am gefährlichsten wird, im belichteten Chlorophyll, nicht aber im unbelichteten. Bei Dunkelheit bildet sich kein Sauerstoff. Dieser aber führt die schweflige Säure rasch in Schwefelsäure über" (S. 54[4])).

Die hier dargelegte Auffassung der Wirkung der schwefligen Säure findet WISLICENUS vollständig bestätigt durch Untersuchungen, die er in neuerer Zeit ausgeführt hat.[1]) Mit verbesserten Einrichtungen hat er die Versuche wiederholt, hat sie auf die verschiedenen Zeitabschnitte des Jahres, auf andere Nadelhölzer und auf Laubhölzer ausgedehnt. In einem eigens dazu gebauten Gewächshaus konnte er, abgesehen von den Lichtverhältnissen, die gleichen klimatischen Verhältnisse wie im Freien herstellen und dauernd während des Versuches eine Säureatmosphäre beliebiger Konzentration schaffen. In das Gewächshaus war ein Dunkelraum eingebaut, der die gleiche Säurekonzentration bekam wie dieses, so daß wirklich einwandsfreie vergleichende Versuche mit Licht und Dunkelheit ausgeführt werden konnten. Als Maßstab für die Einwirkung der schwefligen Säure wurden auch hier die Beschädigungen benutzt, welche nach kürzeren oder längeren Zeiträumen auftraten. Im Dunkeln blieben die Schäden aus, ebenso meistens bei den Nadelhölzern im Winter, doch verhielten sich hier nicht alle gleich; die Fichten und Tannen zeigten keine Veränderung, die Colorado-Douglasien hingegen erfuhren sämtlich schon nach wenigen Tagen die typischen Rauchschäden-Spitzenrötung. Dies ungleiche Verhalten erklärt sich WISLICENUS so, daß die Colorado-Douglasfichte, weil sie aus einem günstigeren Klima stammt, gewohnheitsmäßig länger im Jahre assimiliert, und daß der Versuch sie deshalb noch bei der Assimilation überrascht hat. Immerhin scheinen auch diese Pflanzen weniger empfindlich im Winter gegen die Säure zu sein. Die größte Empfindlichkeit weisen die untersuchten Nadel- und Laubhölzer im Sommer auf, etwa von der

---

1) Über die äußeren und inneren Vorgänge der Einwirkung stark verdünnter saurer Gase und saurer Nebel auf die Pflanze. (Experimentelle Rauchschäden) — Mitteilungen aus der königl. Sächs. forstlichen Versuchsanstalt zu Tharandt. Bd. 1 Heft 3. Berlin 1914. Auch abgedruckt in Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden Heft 10 „Experimentelle Rauchschäden" Berlin 1914[4]).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zeit an, wo der Frühjahrstrieb vollendet ist. Im Frühjahr sind die Pflanzen nicht oder sehr erheblich weniger empfindlich gegen die schweflige Säure. „Die äußeren Kennzeichen der Rauchschäden kommen bei dem im Sommer noch gefährlichen Säuregehalt 1:500000 SO_2 im Frühjahr während der Blattentwicklung selbst bei den empfindlichsten Koniferen kaum zum Vorschein.

Erst Anfang bis Mitte Juni setzt die außerordentliche Empfindlichkeit ein, offenbar wieder erst mit der Aufnahme energischer Assimilationstätigkeit. Diese ist vermutlich selbst in den schon stark ergrünten Nadeln und Blättern noch zurückgehalten, vielleicht bis die Stomata ausgebildet sind und den Weg für das Gift öffnen. Die Tatsache geht mit Sicherheit aus den Beobachtungen hervor.

Es ist hier auf eine praktische Erfahrung hinzuweisen: Klagen über neue Rauchschäden und die Zusendung von Nadelproben aus den Rauchschädenorten der verschiedensten Gegenden werden mir fast immer erst von Mitte Juni ab eingesandt. Vorher werden häufig beschädigte Tannen, Fichten und Kiefern jüngsten Lebensalters, meist aus forstlichen Pflanzgärten stammend, eingesendet, die äußerlich Spitzenfärbung wie bei den schwersten akuten Rauchbeschädigungen aufweisen. Ausnahmslos konnte bei solchen Pflanzen auf eine ganz andere Ursache, die „Frosttrocknis" mit Sicherheit geschlossen werden.

Also die Rauchempfindlichkeit setzt erst mit der fertigen Ausbildung der jungen Triebe deutlich ein." (S. 140). Von diesem Zeitpunkt an ist die Empfindlichkeit allerdings ungeheuer gesteigert, so daß selbst Verdünnungen, die über 1:1000000 hinausgehen, noch Schädigungen hervorrufen.

Die Untersuchungen von WISLICENUS zeigen einwandsfrei, daß die Blattorgane der Bäume in verschiedenen Zeiten sehr ungleich empfindlich sind gegen schweflige Säure, und daß diese Empfindlichkeit im Lichte größer ist als im Dunkeln oder im Schatten. WISLICENUS geht aber viel zu weit, wenn er aus seinen Versuchen schließt, daß die Schädigungen infolge gestörter Assimilation auftreten; denn aus dem Zusammenfallen der beiden Erscheinungen, der Schädigung durch die schweflige Säure im Lichte und der Abhängigkeit der Assimilation vom Lichte kann man nicht schließen, daß sie einen kausalen Zusammenhang haben. Außerdem ist es ganz unzulässig, als Maßstab für die Assimilation das Absterben von Zellen zu wählen. Seiner Hypothese zu lieb, nimmt WISLICENUS zu willkürlichen Annahmen seine Zuflucht. So behauptet er, daß die Schwefelsäure für die Chloroplasten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gefährlicher sei als die schweflige Säure, daß die immergrünen Nadelhölzer im Winter eine von der Temperatur unabhängige Assimilationsruhe durchmachen, und daß die Blattorgane vor fertiger Ausbildung des Triebes nicht assimilieren. Es läßt sich leicht zeigen, daß diese Annahmen unbegründet sind, und daß die von WISLICENUS beobachteten Tatsachen anders gedeutet werden müssen.

1. Nach WISLICENUS soll die Schwefelsäure schädlicher sein als die schweflige Säure. Das widerspricht allem bisher Bekanntem und Versuchen von NEGER und LAKON[1]). Diese haben die Assimilation von *Elodea canadensis* unter Einwirkung von Schwefelsäure und schwefliger Säure vergleichend nach der Gasblasenzählmethode geprüft. Bei $^1/_{400}$ pCt. war bei der Schwefelsäure nach 6 Stunden keine Beschädigung, wohl aber lebhafte Blasenbildung vorhanden; bei der schwefligen Säure war starke Beschädigung eingetreten, Blasenbildung war nur am Anfang des Versuches aufgetreten. In einem zweiten Versuch war nach 24 Stunden bei derselben Konzentration die Pflanze in der Schwefelsäure vollkommen gesund, die Assimilation kräftig. In der schwefligen Säure war die Pflanze stark gebleicht. Blasenausscheidung fand nicht statt. Daraus geht hervor, daß es nicht erst der Oxydation zu Schwefelsäure bedarf, damit die schweflige Säure stark schädigt.

2. Um das Ausbleiben der Schädigungen im Winter zu erklären, setzt WISLICENUS voraus, daß die Nadelhölzer im Winter unfähig sind zu assimilieren, hat aber seine Versuchspflanzen daraufhin nicht geprüft. Daß bei niedrigen Temperaturen die Assimilation unterbleiben muß, geht aus den Untersuchungen über die Inactivierung der Chloroplasten hervor. Hier handelt es sich aber um ein Aussetzen der Assimilation aus inneren Ursachen. Ob das, etwa bei der Fichte, vorkommt, scheint mir zweifelhaft, jedenfalls ist diese Frage nicht eingehend genug geprüft worden, um das mit Sicherheit behaupten zu können. Immerhin ist es ein Problem, das volle Beachtung verdient. Im Hochgebirge ist die Fichte auch im Winter starker Insolation ausgesetzt, und es wäre überraschend, wenn sie nicht so organisiert wäre, das sie diesen Lichtgenuß ausnützen könnte. Andererseits ist der Boden gefroren, und so muß

---

1) Studien über den Einfluß von Abgasen auf die Lebensfunktionen der Bäume. — Mitt. a. d. Königl. Sächs. forstl. Versuchsanstalt zu Tharandt. Bd. 1 Heft 3 1914, S. 229 (145).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Beschaffung der auch für die Assimilation erforderlichen Wassermengen auf Schwierigkeiten stoßen. Hierzwischen muß irgendwie ein Ausgleich geschaffen sein. Die Ansicht, daß die Assimilation im Winter bei den immergrünen Bäumen unterbleibt, findet bisher eine Unterstützung nur in einer Untersuchung von STAHL „Einige Versuche über Transpiration und Assimilation"[1]) und einer mikroskopischen Untersuchung von SORAUER über die winterlichen Fichtennadeln. Nach STAHL schließen sich bei unseren immergrünen Sträuchern und Bäumen die Spaltöffnungen frühzeitig im Herbste. Mit Hilfe seiner Kobaltprobe stellte er am 20. Oktober den völligen Verschluß der Stomata bei *Buxus sempervirens*, *Mahonia Aquifolium*, *Taxus baccata* fest, während bei *Ilex Aquifolium* und *Hedera Helix* die Spaltöffnungen noch offen waren. Später waren aber auch bei diesen die Spaltöffnungen geschlossen, doch handelte es sich bei allen nur um einen vorübergehenden Schluß. Nach dreistündiger Besonnung im Dezember waren die Spalten bei *Ilex* geöffnet, bei *Taxus* und *Mahonia* öffneten sie sich erst nach 8 Tagen, und die Spalten von *Buxus* und *Hedera* waren auch dann noch geschlossen. Welche Ursachen diesen langen Spaltenschluß bedingen, ist bisher nicht gelungen zu ermitteln. In allen diesen Fällen unterbleibt die Assimilation, weil die Spaltöffnungen geschlossen sind und damit der Gasaustausch unterbunden ist. Auf Grund meiner Erfahrungen muß ich aber bezweifeln, ob diese Beobachtungen verallgemeinert werden dürfen. Jedenfalls verhält sich die Fichte, die übrigens von STAHL nicht untersucht worden ist, anders. Nach den von NEGER und LAKON[2]) im Dezember und Januar ausgeführten Versuchen geht hervor, daß die Spaltöffnungen nicht geschlossen waren. Und damit stehen meine eigenen Erfahrungen im Einklang.[3]) Ich habe im Winter ausgezeichnete Assimilationsversuche mit eingetopften Fichten, die bis kurz vor Beginn des Versuches im Freien standen, ausführen können. Es wurde die bei der Assimilation im künstlichen Lichte verbrauchte Menge Kohlensäure bestimmt. Die Versuche dauerten täglich 6 Stunden. Die verbrauchte Menge Kohlensäure ist unter Berücksichtigung der Atmung für die Stunde berechnet. Die 3 untersuchten Fichten lieferten folgende Ergebnisse:

---

1) Botanische Zeitung 1894.

2) l. c.

3) Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanzen. Berlin 1905 S. 135 ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

		CO_2 pro Stunde
I.	31. Oktober	58,0 mgr.
	1. November	61,5 „
	2. „	59,8 „
II.	30. „	61,0 „
	1. Dezember	60,5 „
	3. „	61,5 „
III.	11. „	58,8 „
	12. „	59,7 „
	14. „	58,0 „

Am 14. und 16. Februar des folgenden Jahres wurde noch ein weiterer Versuch mit einer Topffichte ausgeführt. Am ersten Tage dauerte die Assimilation 3, am zweiten 4 Stunden. Die Berechnung geschah wieder wie oben für die Stunde.

14. Februar	101 mgr.
16. „	103 „

Außerdem habe ich noch am 8. und 9. November einen Assimilationsversuch mit einer Topffichte im Freien bei natürlicher Beleuchtung ausgeführt. Der 3. November war ein schöner sonniger Herbsttag. Der Versuch dauerte von 9—4 Uhr mit Unterbrechung der Stunde von 1—2 Uhr. Um die Mittagszeit stieg die Temperatur in der Glocke, unter der sich die Krone der Pflanze befand, auf 27° C., am Nachmittag sank sie auf 15° C. Während der sechsstündigen Versuchsdauer wurden durchschnittlich stündlich 51 mgr. Kohlensäure assimiliert. Am folgenden Tage war es trübe, windig regnerisch und entsprechend kühler. Die assimilierte Menge war demgemäß erheblich geringer und betrug im Durchschnitt nur 3 mgr. für die Stunde. Hierin spricht sich deutlich der Einfluß der klimatischen Faktoren aus.

Diese Versuche widerlegen die Annahme, daß die immergrünen Bäume aus inneren Ursachen eine Ruheperiode durchmachen. Freilich will ich nicht verschweigen, daß ich bei gelegentlichen Versuchen in einem anderen Winter keine ebenso gute Resultate erzielt habe, doch bin ich geneigt, die Ursache dieses abweichenden Verhaltens auf die Inactivierung der Chloroplasten durch die klimatischen Faktoren zu schieben und wenn KIRCHHOFF[1]) im Dezember und Januar in den Nadeln der von ihm untersuchten Nadelhölzer

1) Über das Verhalten von Stärke und Gerbstoff in den Nadeln unserer Coniferen im Laufe des Jahres. Diss. Göttingen 1913. SCHARFES Druckereien, Wetzlar.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

— Fichte befand sich nicht darunter — keine Stärke antraf, so dürfte das auch nur die Folge der Wirkung der Inactivierung der Chloroplasten durch die klimatischen Faktoren sein.

WISLICENUS hätte beweisen müssen, daß die von ihm in die Untersuchung gezogenen winterlichen immergrünen Bäume unter normalen Verhältnissen unfähig waren zu assimilieren, nachdem ich durch Versuche gezeigt hatte, daß die Fichte im Winter zu assimilieren vermag.[1])

Andererseits konnte er sich bei Annahme einer assimilatorischen Ruheperiode auf die Untersuchungen von SORAUER berufen, die allerdings auch nicht unwidersprochen geblieben sind. Die ersten Angaben darüber stammen aus dem Jahre 1899.[3]) Darnach sollte beim Übergang in den winterlichen Ruhezustand die Körnchennatur der Chloroplasten mehr oder weniger undeutlich werden, indem sie verquellen und schließlich einen gleichmäßigen ausgebreiteten lebhaft grünen Plasmainhalt darstellen. Außerdem sollten reichlich Öltropfen und oxalsaurer Kalk in Form von Sand auftreten. Diese Veränderungen habe ich nicht beobachten können, obgleich ich in mehreren Wintern mein Augenmerk darauf gerichtet habe. Waren die Nadeln tadellos grün, so waren die Chloroplasten auch stets normal.[2]) Nun sind aber kleine Flecke auf den Nadeln, namentlich in der Nähe von Städten weit verbreitet. Vielleicht, daß SORAUER solches Material untersucht hat. Ähnliche Bilder, wie sie SORAUER beschreibt, kann man übrigens auch durch die Präparationsmethode an ganz normal grünen Nadeln erhalten. Um hierdurch nicht getäuscht zu werden, wurden die Chloroplasten bei meiner Untersuchung mit Sublimatalkohol fixiert, vordem sie

---

1) Es ist Selbsttäuschung, wenn WISLICENUS glaubte, meine Untersuchungen damit abtun zu können, daß er erklärte, sie wären mit „mühsamer Versuchsgestaltung" ausgeführt worden. Als wenn ein kompliziertes Problem nicht eventuell auch eine komplizierte Untersuchungsmethode erforderte. Die Fehlerquellen, welcher meiner Methode anhaften, habe ich eingehend erörtert. Die oben angeführten Zahlenbeispiele dürften ausreichen, um zu zeigen, daß sich mit der Methode befriedigend arbeiten läßt. Im wesentlichen habe ich ja auch nur dasselbe Prinzip befolgt wie KREUSLER, und an seinen Versuchsergebnissen hat bisher niemand Anstoß genommen. Und ist die Gewächshausmethode von WISLICENUS keine komplizierte Methode?

2) SORAUER und RAMANN, Sogenannte unsichtbare Rauchbeschädigungen. Bot. C. LXXX 1899 S. A. S. 24/25. — Weitere Veröffentlichungen von SORAUER über diesen Gegenstand sind: Beitrag zur anatomischen Analyse rauchbeschädigter Pflanzen II. Landw. Jahrb. 1908 S. 673—710 und: Die mikroskopische Analyse rauchbeschädigter Pflanzen. Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden. Heft 7. Berlin 1911.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit dem Mikrotom geschnitten wurden.[1]) Seine Untersuchungen hat SORAUER später in erweiteter Form veröffentlicht, ohne daß er auf meine inzwischen erschienenen Einwendungen Rücksicht genommen hätte, ja, er hat meine Untersuchungen nicht einmal zu erwähnen für nötig erachtet. Obgleich nach meinen früheren Untersuchungen SORAUERs Beobachtungen unzutreffend sind, habe ich noch einmal wieder die Frage geprüft. Damals stand mir nur Material aus Aachen zur Verfügung. Da das Aachener Klima verhältnismäßig milde ist, schien es mir wünschenswert, Fichten auch aus anderen Gegenden zu untersuchen.

Durch freundliche Vermittlung erhielt ich aus Klosters in der Schweiz am 8. Januar 1912 schöne normal grüne Fichtenzweige. Wenn winterliche Temperaturen Einfluß auf Herbeiführung der winterlichen Verhältnisse in den Blattzellen der Fichte haben, dann mußten diese Nadeln die gewünschten Veränderungen aufweisen. Am 12. Januar desselben Jahres erhielt ich ferner Fichtenzweige aus dem Dorfe Kettenis bei Eupen im Anfange der Eifel, nachdem es gefroren hatte, so daß auch hier die winterlichen Zustände eingetreten sein mußten. Die Nadeln aus Klosters und Kettenis wurden gleich nach Empfang in Alkohol getan, um die Chloroplasten zu fixieren. Das fixierte Material ist dann mit dem Mikrotom geschnitten und zum Vergleich wurden Fichtennadeln aus dem Juni dieses Jahres herangezogen.

SORAUER führt in seiner letzten Veröffentlichung folgendes an: „Je nach dem Standort und dem Eintritt der winterlichen Kälte früher oder später, im November oder Dezember, zeigen sich in den Zellen des Nadelfleisches die Chlorophyllkörper zwar noch in normaler Lagerung, aber in der Farbe verblaßt und wenig von der plasmatischen Einbettungsmasse sich abhebend. Zunächst in der Umgebung der im Zentrum der Zelle befindlichen, bereits erwähnten Expansionsvakuole treten die Chloroplasten in eine Gestaltsänderung ein, indem sie durch den Druck der Vakuolenwand eckig werden, also von gesteigerter teigiger Beschaffenheit jetzt sein müssen. Diese Erweichung macht sich weiter dadurch kenntlich, daß sie sich immer mehr abflachen und schließlich mit einander verschmelzen.

Bei dem Verschmelzungsvorgang beobachtet man nicht selten, daß einzelne Chloroplasten amöbenartige Arme hervorstrecken, die sich mit denen des Nachbarkorns verbinden. So weit meine Unter-

1) Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanzen. Berlin 1905 S. 141.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

suchungen reichen, tritt dies Merkmal aber erst dann in die Erscheinung, wenn die Kälte längere Zeit angehalten hat. Sind die Wintermonate dagegen relativ warm, dann bleiben die Verschmelzungsvorgänge unvollkommen, und man begegnet, namentlich in geschützten Lagen, noch im Dezember vielfach Fichtennadeln mit deutlich differenzierten Chlorophyllkörpern und scharf konturiertem Zellkern, der sonst in den Schmelzungsprozeß hineingezogen wird. Die winterlichen Veränderungen pflegen allmählich auch in der Nadelfarbe zum Ausdruck zu kommen, indem das sommerliche Dunkelgrün in einen mehr broncefarbenen Ton (namentlich im Gebirge) übergeht.

In dem Maße, wie die Chloroplasten verfließen, mehren sich die kleinen z. T. den Chlorophyllfarbstoff aufnehmenden Oeltropfen neben einzelnen großen, stark hervortretenden Tropfen. Ein anderer Teil des Chlorophylls geht in das Zellplasma über, in welchem allmählich sandige Massen von oxalsaurem Kalk bemerkbar werden, die aber gegen das Frühjahr hin wieder verschwinden. Dagegen bleiben die großen tafelförmigen Oxalatkrystalle in der Umgebung der Gefäßbündel als Endprodukt sommerlicher Assimilationsarbeit erhalten."

Nach dieser Darstellung sollen die Chloroplasten also ihre Gestalt ändern, dann miteinander verschmelzen und undeutlich werden. Hierbei geht der Chlorophyllfarbstoff teils in Oeltropfen, die neu auftreten sollen, teils in das Protoplasma über. Hiervon habe ich nichts beobachten können. Die Gestalt der Chlorophyllkörper ist an sich gar keine rundliche, die etwa im Winter in eine polygonale überging, sondern überhaupt eine polygonal-rundliche. Bei dem Material aus dem Anfang des Juni erkennt man deutlich in den Nadeln der verschiedenen Jahrgänge, daß die Chloroplasten, wenn man sie nicht gerade in Profilstellung sieht, polygonal gegen einander abgeplattet und durch eine dünne Schicht Plasma getrennt sind. Je nach der Stellung des Mikroskops, d. h. bei höherer oder tieferer Einstellung, ist der Zwischenraum zwischen den Chloroplasten schmäler oder breiter, was auf die polygonal-rundliche Gestalt schließen läßt. Und ebenso zeigen nun auch die Chloroplasten aus den Nadeln von Klosters die polygonale Gestalt. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Chloroplasten ist hier etwas breiter. Ob das auf eine winterliche Veränderung hindeutet, oder ob es sich nur um eine individuelle Eigentümlichkeit handelt, könnte man erst an umfangreicherem Material entscheiden. Manchmal lassen die Chloroplasten kleine Zacken erkennen, die man vielleicht als kontrahierte amöbenartige Fortsätze betrachten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

könnte. Vereinzelt traten auch zwischen einigen Chloroplasten bei Anwendung von Färbungsmitteln Fäden hervor. Dies sind die einzigen Unterschiede, die ich zwischen dem winterlichen Material von Klosters und dem Aachener aus dem Juni feststellen konnte. Einen Unterschied zwischen dem Material aus Kettenis und dem Aachener aus dem Juni habe ich nicht gefunden. Von allen sonstigen SORAUER'schen Angaben habe ich nichts wahrgenommen. Kein Undeutlichwerden und Verschmelzen der Chloroplasten, kein Auftreten des Sandes von oxalsaurem Kalk und von Oxalatkristallen in der Nähe der Gefäßbündel in auffälliger Menge. Die Zellkerne traten im Gegensatz zu SORAUER mit deutlichen Konturen auf Das Chlorophyll war an die Chloroplasten gebunden. Eine wesentliche Veränderung wiesen also die Zellen weder in dem Material von Klosters noch von Kettenis gegenüber dem Material im Sommer auf. Ob nun trotz mangelnder morphologischer Veränderung eine funktionelle Änderung eingetreten ist, ließe sich nur durch Versuche entscheiden, dürfte aber nicht sehr wahrscheinlich sein.

Nun gibt SORAUER an, daß die von ihm beschriebenen anatomischen Veränderungen mit der Zeit auch äußerlich in die Erscheinung träten, namentlich im Gebirge, indem der grüne Farbenton in einen broncefarbenen überginge. Es kann nicht geleugnet werden, daß, wenn diese Farbenveränderung regelmäßig im Winter an der Fichte zu beobachten wäre, daß dann Veränderungen im Sinne der SORAUER'schen Beobachtungen vorhanden sein müßten. Mir sind hier in Aachen niemals solche Farbenveränderungen im Winter aufgefallen, und auch aus diesem Grunde muß ich bestreiten, daß die Blattzellen der Fichte wesentliche morphologische Veränderungen erleiden.

So lange aber das Vorhandensein der vorausgesetzten winterlichen Ruheperiode nicht zu erweisen ist, werden auch alle Folgerungen, die man darauf hinsichtlich der Wirkung der schwefligen Säure im Winter gründet, hinfällig.

3. Wenn man berücksichtigt, wie außerordentlich ökonomisch die Pflanze eingerichtet ist und sich in ihrer Lebensbetätigung verhält, so kann man sich nicht vorstellen, daß die Blätter der jungen Sprosse erst vollkommen ausgebildet werden, ehe sie anfangen zu assimilieren. Sie müßten ja dann aus den Reservestoffen gebildet werden, was nicht der Fall ist. Bei den meisten Pflanzen entwickeln sich die Blätter eines Sprosses allmählich, was doch keinen anderen Zweck haben kann, als Assimilationsflächen zu schaffen, die für das Material zum Aufbau weiterer Blätter zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sorgen haben. Nach den Untersuchungen von VÖCHTING[1]) ist es sogar sehr wahrscheinlich, daß die Ernährung aus selbstproduzierten Assimilaten eine notwendige Bedingung für das Wachstum der Blätter ist. Und damit steht in guter Übereinstimmung, daß die Blätter klein bleiben, wenn man die Sprosse im Dunkeln austreiben läßt. Für den Botaniker dürfte es selbstverständlich sein, daß die in Entwicklung begriffenen Blätter assimilieren, und das dürfte der Grund sein, warum hierüber keine Untersuchungen vorliegen[2]). Um aber das Unhaltbare von WISLICENUS Hypothese zu zeigen, habe ich es für zweckmäßig gehalten, einmal ausdrücklich nachzuweisen, daß die Blätter und Sprosse schon vor ihrer endgültigen Ausbildung assimilieren. Als Kriterium diente mir das Vorhandensein von Stärke in den Blättern. Über das Ausmaß der Assimilation gibt diese Methode keinen Aufschluß, da neben Stärke auch andere Assimilate gebildet werden können und gebildet werden, so daß in der Stärke nur ein Teil der Assimilate erfaßt wird. Ist keine Stärke vorhanden, so ist damit noch nicht gesagt, daß die betreffenden Blätter nicht assimiliert haben, ist solche aber vorhanden, so ist man ganz sicher, daß sie assimilierten. Die Stärke habe ich teilweise mit der SACHS'schen Jodprobe, teils unter dem Mikroskop nachgewiesen. Die Versuche sind im Mai dieses Jahres, also lange vor Fertigstellung des Sprosses ausgeführt worden.

---

1) Über die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilations-Tätigkeit. Bot. Ztg. 1891.

2) Erst nach Ausführung der nachstehenden Untersuchungen und Abfassung dieses Manuskriptes wurde ich mit den Untersuchungen von WILLSTÄTTER u. STOLL, Über die Assimilation ergrünender Blätter (Sitzb. d. preuß. Akad. d. Wiss. 1915 XXXVI) bekannt. Sie haben sehr jugendliche und ergrünende etiolierte Blätter auf ihre Assimilation untersucht und gefunden, daß diese inbezug auf den Chlorophyllgehalt verhältnismäßig stärker assimilieren als die ausgewachsenen und normal grünen Blätter. „In den folgenden Versuchen finden wir durchgehends bei sehr jungen Blättern assimilatorische Leistungen, die, bezogen auf den Chlorophyllgehalt, sogar höher sind als bei vollentwickelten Blättern. Dabei ist der Chlorophyllgehalt der jungen Blätter, auf das Frischgewicht bezogen, etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ von dem älterer Blätter". „Die ergrünten etiolierten Blätter zeigen, solange ihr Chlorophyllgehalt gering ist, viel höhere Assimilationszahlen als andere jugendliche Blätter." Unter Assimilationszahl verstehen die Verfasser den Quotienten $\frac{\text{assimiliertes } CO_2 \text{ in 1 Stunde (g)}}{\text{Chlorophyll (g)}}$. Übrigens geht auch schon aus den Untersuchungen von EWART „On assimilatory inhibition in plants". (Journ. of the Linnean Soc. Botany 31. 364 (1895/6) hervor, daß die Blätter bereits vor voller Entwicklung assimilieren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1. Rotbuche. 8. Mai, 5 Uhr nachm. Alle Blätter der untersuchten Sprosse haben sich mit Jod schwarz gefärbt.

18. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Alle Blätter eines großen Sprosses haben sich mit Jod gefärbt. In den Intercostalfeldern ist ein schwärzlicher Ton aufgetreten. Bei den jüngsten Blättern sind diese freilich auch gefärbt, aber nicht der Blattrand.

2. Eiche. 8. Mai, 6 Uhr nachm. Die Jodfärbung ist fast an allen Blättern aufgetreten; sie ist weniger intensiv als bei der Rotbuche vom gleichen Termin, auch weniger gleichmäßig über die ganze Blattfläche verteilt. An einzelnen Stellen ist die Färbung ausgeblieben. In einem Blatte ist die Färbung gänzlich ausgeblieben; es war aber nicht das jüngste.

18. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. In allen Blättern eines Sprosses war Stärke vorhanden, doch verteilte sie sich nicht gleichmäßig über die ganze Fläche, was augenscheinlich mit der gegenseitigen Deckung der Blätter zusammenhing.

19. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Sämtliche Blätter eines Sprosses sahen glänzend schwarz aus durch die Jodfärbung. Die Färbung war sehr intensiv und vollständig gleichmäßig in allen Blättern.

3. Birke. 18. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Alle Blätter des Zweiges färbten sich mit Jod schwärzlich. Die Intercostalfelder waren aber nicht gleichmäßig gefärbt, sondern der mittlere Teil war ungefärbt, so daß eine eigenartige Nervaturzeichnung entstand. Der Blattrand war aber überall gefärbt.

18. Mai, $9^1/_2$ vorm. Es wurde ein junges, etwa 3 cm langes und 2 cm breites Blatt mikroskopisch untersucht. Es war mäßig viel Stärke in den Palisadenzellen und im Schwammparenchym vorhanden.

4. Linde. 6. Mai, 5 Uhr nachm. Ein Sproß mit 6 Blättern, von denen das jüngste etwa 4 qcm groß war. Die 4 ältesten Blätter hatten sich mit Jod schwarz gefärbt, die beiden jüngsten braun.

18. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Es wurde ein Zweig mit mehreren jungen Sprossen geprüft. An allen Sprossen waren sämtliche Blätter mit Ausnahme des jüngsten (ca. $3^1/_2 : 2^1/_2$ cm) schwarz. An einem Sproß war das vorjüngste Blatt etwas schwächer gefärbt als die älteren.

5. Esche. 8. Mai, 5 Uhr nachm. Ganz junge Blätter verschiedener Entwicklungsstadien von einem dem Lichte gut ausgesetzt gewesenen Sproß färbten sich gleichmäßig schwärzlich.

19. Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Von einem Sproß, der 5 Blattpaare besaß, und an dem sich an der Spitze die Anfänge eines

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

neuen zeigten, wurde diese Spitze und die beiden obersten Blattpaare auf Stärke geprüft. Die Blättchen des obersten Blattpaares waren erheblich kleiner als die des vorhergehenden; sie färbten sich auch weniger stark als diese. Sie waren schwärzlich, während das tiefer stehende schwarz aussah. Unter dem Mikroskop ließ sich auch an den sich eben entwickelnden Blättchen an der Spitze Stärke nachweisen.

6. Rose. 20. Mai, 5 Uhr nachm. Junger Sproß. Stärke in allen Blättern, selbst in den kleinsten, etwa 1 qcm großen Blättchen vorhanden. Sehr reichlich ist Stärke auch in den größeren Blättern nicht vorhanden.

7. *Prunus Laurocerasus.* 18 Mai, $6^1/_2$ Uhr nachm. Die diesjährigen Blättchen waren noch sehr klein. Es ließ sich in allen Stärke nachweisen, wenn auch nicht in großer Menge und in sehr unregelmäßiger Verteilung in den Blattflächen.

19. Mai, 4 Uhr nachm. Die diesjährigen Blätter enthalten Stärke, mehr als die Blätter vom vorigen Tage, auch gleichmäßiger verteilt. Immerhin ist nur verhältnismäßig wenig Stärke vorhanden.

18. Mai, 9 Uhr vorm. Ein diesjähriges Blatt von der Größe 11 : 4 cm und ein vorjähriges werden untersucht. Die Stärke war im diesjährigen Blatte nicht sehr reichlich vorhanden, ließ sich aber deutlich im Pallisaden- und Schwammparenchym nachweisen. Im alten Blatt war mehr Stärke vorhanden und zwar im Pallisaden- und Schwammparenchym. Die äußere Palisadenschicht war vollständig frei von Stärke.

8. Fichte. 20. Mai, 5 Uhr nachm. Es wurden 4 junge 6,5, 7, 7, 8,5 cm lange Sprosse abgepflückt und auf Stärke untersucht. Überall ließ sich die Stärke nachweisen, in den Nadeln aus der Mitte, von der Basis und von der Spitze. Meistens war in den Nadeln aus der Spitze etwas weniger Stärke vorhanden als in den tieferstehenden.

17. Mai, 9 Uhr vorm. Es wird ein 10,5 cm langer Sproß abgeschnitten und den ganzen Tag über dem Lichte ausgesetzt. Gegen 6 Uhr nachm. wurde je eine Nadel von der Basis (16 mm), aus der Mitte (18 mm) und aus der Spitze (13 mm) untersucht. In der Nadel aus der Mitte und von der Basis ließ sich mit der SACHS'schen Probe reichlich Stärke nachweisen, und zwar in der aus der Mitte noch mehr als aus der von der Basis. Auch in der Nadel aus der Spitze war Stärke vorhanden, allerdings erheblich weniger als in den beiden anderen.

9. Hopfen. 20. Mai, 5 Uhr nachm. Es wurde ein Hopfensproß untersucht, an dem kein Blatt ausgewachsen war. Alle

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Blätter färbten sich mit Jod blau bis schwarz, und zwar färbten sich die älteren schwarz, die jüngeren blau. Aber selbst das jüngste, etwa 1 qcm große Blatt färbte sich. Bei diesem Blatt saß die Stärke besonders in den Blattlappen.

Diese Beispiele werden genügen, um zu zeigen, daß die noch in Entwicklung begriffenen Blätter und Sprosse assimilieren. Meistens ist sogar schon morgens Stärke im Blatte nachweisbar. Die Assimilation ist selbst in kleinen Blättern bedeutend, und wenn die Stärkeablagerung hier vielleicht nicht so bedeutend ist wie in älteren, so kann das auch daran liegen, daß der Verbrauch an Assimilaten größer ist. Keinesfalls kann davon die Rede sein, daß die Sprosse in diesem Entwicklungsstadium deshalb gegen schweflige Säure weniger empfindlich sind, weil sie nicht assimilieren. Die Assimilation dieser Blätter ist nachgewiesen. Wo aber die Kohlensäure eindringt, muß auch die schweflige Säure hingelangen, nd ihre Einwirkung kann nicht deshalb unterbleiben, weil sie nicht zu den Chloroplasten gelangt. Wäre ihr Eingreifen in den Assimilationsprozeß wirklich entscheidend, dann müßten die Sprosse in dieser Jahreszeit ebenso empfindlich sein wie später. Übrigens gibt es auch Pflanzen, wo die Entwicklung der Sprosse mit Anfang oder Mitte Juni nicht abgeschlossen ist, so z. B. mehrere *Pinus*-Arten. Bei *Pinus Strobus*, *P. sylvestris*, *P. Austriaca* sind die Nadeln erst Anfang August ausgewachsen, bei *P. Mughus* wachsen sie bis Anfang Juli und bei *P. Cembra* wenigstens noch in der zweiten Hälfte des Juni.[1]) Und welcher Grund wäre dafür ersichtlich, daß die älteren Blätter der immergrünen Gewächse gegen schweflige Säure erst im Juni empfindlich werden sollten, wo sie doch schon im Frühjahr normal assimilieren?

Daß die Spaltöffnungen nicht geschlossen sein können, während die jungen Blätter und Sprosse sich entwickeln, wie WISLICENUS vermutet, geht ja einmal aus der Tatsache hervor, daß diese assimilieren, wie ich gezeigt habe, wird aber auch dadurch bewiesen, daß sich die Blätter und Nadeln in dieser Zeit mit Ammoniak färben, wenn die Zweige im Lichte damit behandelt werden.[2]) Ammoniak schlägt den in den Zellen enthaltenen Gerbstoff nieder indem es sich mit ihm zu einer in Wasser unlöslichen Verbindung vereinigt. Diese Niederschläge, die in den Vacuolen

1) A. WIELER. Über die jährliche Periodicität im Dickenwachstum des Holzkörpers der Bäume. — Tharandter forstliches Jahrbuch Bd. 48 S. 78 d. S. A.

2) FRIEDL WEBER. Über eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen. Ber. d. d. bot. Ges. XXXIV 1916 Heft 3.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der betreffenden Zellen entstehen, sehen braun aus und verleihen den Blattorganen einen braunen oder schwarzen Farbenton. In allen Fällen konnte auch in den jungen Blättern diese Färbung durch Ammoniak erhalten werden, aber diese Färbung ist weniger intensiv in diesem Entwicklungsstadium des Sprosses als im späteren, was sich nur so erklären läßt, daß jetzt noch nicht so viel Gerbstoff in den Zellen vorhanden ist als später im Sommer. Und diese Tatsache steht in Einklang mit der Angabe von KRAUS[1]), daß der Gerbstoffgehalt der Blätter im Laufe des Jahres zunimmt, da sie im Lichte Gerbstoff erzeugen. Diese Gerbstoffbildung ist an hohe Lichtintensitäten gebunden, und in den Versuchen soll sich die Bildung des Gerbstoffs in den Blättern am sichersten an schönen Sommertagen im Juli und August nachweisen lassen. An trüben Tagen soll die Gerbstoffbildung unterbleiben, während Kohlenstoffassimilation statt hat. Mit der Lichtintensität hängt es auch zusammen, daß die Lichtblätter reicher an Gerbstoff sind als die Schattenblätter. Nichtgrüne Blätter sind nicht fähig Gerbstoff zu bilden. Die Bildung des Gerbstoffs ist an die Gegenwart von Kohlensäure gebunden. „In CO_2 freier Luft unterbleibt, unter Beleuchtungsverhältnissen, die in gewöhnlicher Atmosphäre zur Gerbstofferzeugung führen, in grünen Blättern jedwede Gerbstoffproduktion". (S. 7) Es macht demnach den Eindruck, als wenn der Gerbstoff ein Assimilationsprodukt der Chlorophyllkörner ist, doch wäre es unvorsichtig, sagt KRAUS, den Satz so auszusprechen, denn bei näherer Untersuchung ergibt sich, daß es sich nur um eine Coincidenz der Kohlenstoffassimilation und der Gerbstoffproduktion handelt. Es gibt zahllose Pflanzen, die alle Kohlensäure assimilieren und niemals Gerbstoff produzieren, aber auch bei den Pflanzen, die Gerbstoff im Lichte erzeugen, unterbleibt dieser Vorgang, wenn die Beleuchtung nicht intensiv genug ist. Daraus geht hervor, daß beide Prozesse keinen inneren Zusammenhang haben, sondern daß die Gerbstoffbildung im Blatte mit einem Prozeß zusammenhängt, der neben der Kohlenstoffassimilation einhergeht.

Da sich in den Blättern zwei vom Lichte abhängige Prozesse abspielen, so kann man ohne weiteres nicht behaupten, daß die im Lichte durch schweflige Säure hervorgerufene Beschädigung durch eine Beeinflussung der Assimilation zustande kommt. Vielmehr müßte das erst durch Versuche mit anderen Methoden nachgewiesen werden, um so mehr, als eine Beziehung zwischen den Schäden und dem Gerbstoff unverkennbar ist, hängt doch die bei den Rauch-

1) Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffs. Leipzig 1889.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schäden auftretende Farbenerscheinung mit dem Vorhandensein von Gerbstoff zusammen. Wie der Tod der Zellen bei Einwirkung von schwefliger Säure herbeigeführt wird, wenn sie längere Zeit in starker Verdünnung einwirkt, wissen wir bisher nicht, und dieser Sachverhalt gewinnt nicht an Klarheit durch die Annahme, daß die Schädigung über den Vorgang der Assimilation geht. Es liegt mir auch ganz fern, an die Stelle der Assimilation die Gerbstoffbildung setzen zu wollen, denn die Beziehungen der schwefligen Säure zu ihr sind ebenso dunkel. Vielmehr scheint es mir wahrscheinlich, daß die Empfindlichkeit des Plasmas gegen die Säure in den verschiedenen Abschnitten des Jahres ungleich groß ist; denn daß sich im Laufe der Entwickelung Veränderungen in den Blattzellen abspielen, ist unverkennbar. So nimmt der Gehalt der Zellen an Gerbstoff während der Vegetationsperiode zu und verändert sich die Farbe der Blätter. Das schöne helle Grün der jungen Sprosse wandelt sich in ein viel dunkleres Grün um, was bei vielen Pflanzen, ganz besonders schön bei der Rotbuche, zu beobachten ist. Es ist sehr fraglich, ob es sich dabei ausschließlich um eine Vermehrung des Chlorophylls handelt.

Selbstverständlich ist die Möglichkeit, daß bei den von WISLICENUS erhaltenen Schäden die Assimilation mit im Spiele ist, nicht von der Hand zu weisen, aber es wird durch seine Versuche in keiner Weise bewiesen, nicht einmal wahrscheinlich gemacht. Daß die Assimilation durch schweflige Säure beeinflußt wird, geht aus früher von mir veröffentlichten Versuchen nach der oben erwähnten Methode hervor. Offen bleibt nur die Frage, ob so starke Verdünnungen, wie sie in den Versuchen von WISLICENUS zur Anwendung kamen, einen wesentlichen Einfluß auf die Assimilation haben. Dies hätte durch besondere Versuche geprüft werden müssen, bei welchen keine Schädigung der Chloroplasten oder der Zellen eintrat. WISLICENUS benutzt aber gerade die Schädigung als Kriterium für die Assimilation, was methodisch verkehrt ist, da die unbewiesene Voraussetzung gemacht wird, daß eine Einwirkung des Lichtes nur die Assimilation treffen muß.

WISLICENUS gründet seine Schlußfolgerungen lediglich auf die Tatsache, daß sich die Bäume im Licht anders als im Dunkeln oder Schatten verhalten. Aber dies ungleiche Verhalten ließe sich viel einfacher erklären, nämlich dadurch, daß in den belichteten Blättern der Gasaustausch ein viel regerer ist als in den dunkel gehaltenen, und damit würde in dem gleichen Zeitraum mehr schweflige Säure eindringen, die das Zellplasma passieren müßte und von diesem in größerem Maße gespeichert werden könnte, so

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

daß schneller eine schädliche Konzentration in den Zellen erreicht werden würde, die zum Tode führt, ohne daß die Schädigung eine Folge unterbliebener Assimilation wäre.

Nach den Abbildungen zu urteilen, die WISLICENUS seiner Veröffentlichung beigibt, sind die Erscheinungen, unter denen seine Versuchspflanzen absterben, die gleichen wie bei akuten Schäden, ein Absterben unter Auftreten von rötlichen Farbentönen, nur daß der Vorgang sich langsamer abspielt, immerhin noch sehr schnell, wenn man die starken Verdünnungen in Betracht zieht, die zur Anwendung kamen. Demnach scheinen die Zellen direkt durch die Säure getötet zu werden. Nach der Meinung von WISLICENUS sollen sie aber des Hungertodes sterben infolge unterbleibender Assimilation. Es müßten alsdann die äußeren Erscheinungen andere sein, wenn man von den ziemlich genau bekannten Verhältnissen bei der Rotbuche auf andere Baumarten schließen darf. Leider fehlen mikroskopische Untersuchungen der beschädigten Blätter und Nadeln aus den WISLICENUSschen Versuchen, sonst ließe sich schon aus dem anatomischen Befunde feststellen, auf welche Weise die Zellen gestorben sind.

Der verstorbene Oberförster OSTER in Aachen[1]) hatte in den unter Einwirkung von Hüttenrauch stehenden Waldungen in der Umgegend von Stolberg i. Rhld. festgestellt, daß sich die Einwirkung bei der Rotbuche in doppelter Weise bemerkbar machte. Es traten die bekannten rotbraunen Flecke und Ränder auf; daneben ging aber eine Verfärbung der Blätter einher, die ganz den Charakter einer herbstlichen Verfärbung trug. Im Probsteywalde trat sie in manchen Jahren schon im Juli auf. Von der Richtigkeit der OSTERschen Beobachtungen hat man sich viele Jahre lang überzeugen können. Ich habe die Blätter solcher herbstlich verfärbter Bäume untersucht und gefunden, daß entsprechend der äußeren Verfärbungserscheinungen die gleichen Vorgänge sich abspielen wie in den Zellen sich normal herbstlich verfärbender Blätter[2]), während in den rotbraunen Flecken die Zellen gleichsam unter Gerinnung des Inhalts und unter Auftreten der rotbraunen Färbung getötet waren.

Dieselbe vorzeitige Verfärbung konnte ich auch in Beräucherungsversuchen mit der Rotbuche erhalten. Unter der Einwirkung der schwefligen Säure begann ein Hellerwerden der grünen Blätter, und die Verfärbung im Sinne einer herbstlichen schritt fort, auch

1) WIELER; Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Vegetation. Berlin 1905. Anhang.

2) l. c. S. 89.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wenn die Einwirkung der Säure aufgehört hatte, bis zum vorzeitigen Blattfall.[1])

Bei den Rotbuchen ist demnach unbedingt der Chloroplast empfindlicher gegen die Säure als das Zellplasma. Es führt aber nicht zu einem Absterben unter den gleichen Farbenerscheinungen wie bei akuten Schäden. Es ist deshalb höchst wahrscheinlich, daß auch in allen den Fällen, wo die Charaktere der akuten Beschädigung auftreten, selbst wenn es sich um chronische Schäden handelt, das Zellplasma direkt durch die Säure getötet wird. Wenn nun auch vielleicht anzunehmen ist, daß die Chloroplasten in den Versuchen von WISLICENUS zuerst gelitten haben, so sind doch die Zellen durch die Säure getötet worden, und nicht sind die Zellen abgestorben, weil die Assimilation aufgehört hatte.

Die Untersuchungen von WISLICENUS zeigen, daß die Bäume unter den von ihm eingehaltenen Versuchsbedingungen — ob sie sich in der Natur ebenso verhalten? — gegen schweflige Säure im Lichte ganz außerordentlich empfindlich sind, sie geben aber keinen befriedigenden Aufschluß darüber, welche Vorgänge sich beim Absterben der Blattzellen abspielen.

Aachen, Botan. Institut d. Techn. Hochschule, im Oktober 1916.

---

49. A. Ursprung und G. Blum: Zur Methode der Saugkraftmessung.

(Eingegangen am 7. Oktober 1916.)

Die in dieser Zeitschrift mitgeteilten Untersuchungen[2]) über die Verteilung und die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes sollten auch als Vorarbeit dienen für entsprechende Studien über die Saugkraft.

Das Vorhandensein einer Saugkraft in bewurzelten Pflanzen, abgeschnittenen Sprossen und Blättern ergab sich von jeher aus der Wasserabsorption ganzer Pflanzen und abgetrennter Organe. Schon längst wissen wir ferner, daß die Saugkraft nicht nur in lebenden sondern auch in toten Zellen ihren Sitz haben kann.

1) l. c. S. 209 ff.

2) A. URSPRUNG und G. BLUM, Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze. — Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes. — Diese Berichte 1916, p. 88—123.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: 34

Autor(en)/Author(s): Wieler Arwed

Artikel/Article: Über Beziehungen zwischen der schwefeligen Säure und der Assimilation. 508-525