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

Säuren und alkalischer Stoffe im Substrat wird man sich über die vermutliche Ursache der Beziehungen zwischen Substrat und Licht ein Bild machen können und damit dem Problem der Keimung vielleicht um einen Schritt näher rücken. —

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Dr. Heinricher, für alle gehabten Bemühungen und gegebenen Anregungen bestens zu danken.

Innsbruck, im Mai 1916.

---

35. F. W. Neger: Über die Ursachen der für akute Rauchschäden charakteristischen Fleckenbildung bei Laubblättern.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 4. Juni 1916.)

Werden Laubbäume mäßig konzentrierten Gasen von schwefliger Säure, Salzsäure, Chlor, Fluorwasserstoff etc. ausgesetzt, so beobachtet man nach einigen Tagen Fleckenbildungen, welche als mehr oder weniger charakteristisch für sog. akute Rauchschäden angesehen werden. Bald sind es die Randpartien der Blätter, bald die zwischen den Hauptseitennerven liegenden Teile, welche in voller Ausdehnung, oder in unterbrochenen Feldern stark gebleicht erscheinen. Häufig sind die hellen Flecken von einem dunkeln Rand eingerahmt; häufig sind aber die Flecke auch ganz unregelmäßig verteilt. Man könnte zunächst den Eindruck erhalten als ob es sich hier um äußerliche Ätzungen des Blattgewebes durch die sauren Gase handle, indem entsprechend der verschiedenen Konzentration der Rauchschwaden einzelne Blattstellen mehr, andere weniger betroffen werden.

Dies ist aber nicht der Fall, wie aus folgendem Versuch hervorgeht: Werden abgeschnittene Zweige (von Esche, Buche und dergl.) erst dann der Wirkung saurer Gase ausgesetzt, wenn die Blätter ihren Turgor verloren haben, d. h. beginnen zu welken, so entstehen keine Ätzflecken. Dies beweist, daß die giftigen Gase nicht von außen sondern von innen her angreifen, d. h. sie müssen erst durch die Spaltöffnungen in das Innere der Blätter eingedrungen sein. An welkenden Blättern ist dies nicht möglich, weil sich

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

hier die Spaltöffnungen in Folge von Turgorabnahme geschlossen haben [1]).

Was nun weiter die Art der Fleckenbildung anlangt, so ist unter Zugrundelegung der eben ausgeführten Tatsache, daß die giftigen Gase nicht äußerlich sondern innerlich ätzend angreifen, leicht einzusehen, warum es vorwiegend die Interkostalfelder sind, welche die Zerstörung des Blattgewebes zeigen. Hier ist das Schwammparenchym am lockersten, die Interzellularräume am größten und zahlreichsten, so daß sich das gasförmige Gift hier am besten ausbreiten kann.

Dazu kommt, daß hier — wie auch am Blattrand — die Wasserversorgung von den Nerven her am wenigsten erfolgreich ist.

Da nun aber, wie ich früher gezeigt habe [2]), kranke Organe ihren Wassergehalt schneller einbüßen als gesunde, so wird an den Interkostalfeldern sowie am Blattrand — unter dem Einfluß der giftigen Gase — zuerst jener Grad von Eintrocknung erreicht werden, der den Tod der Zellen bedeutet.

Sorgt man aber dafür, daß die Wasserabgabe der rauchkranken Blätter gehemmt wird — indem man die geräucherten Sprosse bei mehr oder weniger weitgehendem Lichtabschluß unter eine Glasglocke stellt —, so verbreitet sich das Gift im Blatt gleichmäßig weiter und bewirkt, daß die ganze Blattfläche — einschließlich der an die Nerven grenzenden Partien — jene für langsame Rauchvergiftung charakteristische fahlgrüne Färbung annimmt.

Bei diesen Versuchen hatte ich nun Gelegenheit eine Beobachtung zu machen, welche erlaubt einen Blick zu werfen in die

---

1) Diese Versuche wurden im hiesigen botanischen Institut schon vor 3 Jahren angestellt (NEGER und LAKON, Studien über den Einfluß von Abgasen auf die Lebensfunktionen der Bäume, in Mitt. forstl. Versuchsanstalt zu Tharandt Bd. I. Heft 3. 1914.).

Neuerdings hat nun WEBER (Eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen, in Ber. D. bot. Ges. Bd. XXXIV 1916. S. 174) einen Versuch beschrieben, der eigentlich auf das gleiche hinausläuft. Er ließ Ammoniakdämpfe auf frische und welkende Sprosse von Laub- und Nadelhölzern einwirken und fand, daß Vergiftungserscheinungen nur an frischen (turgescenten) Blättern eintreten. WEBER nimmt in seiner Mitteilung nur auf eine kurze Zusammenfassung (von mir) in der Zeitschrift „Naturwissenschaften“ 1915, nicht aber auf unsere ausführliche, leider wenig bekannt gewordene Untersuchung, die ihm offenbar nicht zugänglich war, Bezug. Wir haben damals nicht nur mit Nadelholzsprossen, sondern auch mit Laubholztrieben operiert und gefunden, daß die Behandlung mit giftigen Gasen den Öffnungszustand der Stomata vorzüglich zu veranschaulichen hilft (S. 186).

2) NEGER und LAKON (l. c.).

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

feineren Vorgänge, welche das Zustandekommen der „Rauchschadenflecken“ bedingen.

Abb. 1. Eichentriebe (von einem Individuum stammend) unter einer Glasglocke im Dunkeln schwacher SO_2-Wirkung ausgesetzt, der obere Trieb wurde dann dem Sonnenlicht ausgesetzt, der untere Trieb blieb im Dunkelraum.

Werden Laubsprosse nach der Räucherung (die im Dunkelraum stattgefunden hat) nicht dem Sonnenlicht ausgesetzt, sondern

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

läßt man sie im Dunkeln stehen, so entstehen die oben beschriebenen Blattränderungen und Flecken auf den Interkostalfeldern überhaupt nicht, vielmehr tritt nur die vorhin genannte fahlgrüne Färbung auf.

Sowie man aber solche Blätter dem direkten Sonnenlicht aussetzt, stellt sich im Laufe von 1—2 Tagen die charakteristische Fleckenbildung ein. (s. Abb. 1.)

Wir können demnach sagen: Der Vorgang der Rauchschadenfleckenbildung zerfällt in zwei Teilprozesse:

a) durch die sauren Gase werden die Zellen so weit geschädigt, daß sie früher oder später absterben,

b) die so getöteten Gewebepartien erfahren durch das Sonnenlicht eine Verfärbung; die letztere ist ein postmortaler Vorgang, ebenso wie die für Nadelhölzer so überaus charakteristische intensive Rötung[1]) (die sich nicht nur nach Rauchgaswirkung, sondern auch bei anderen Krankheitsursachen — Infektion durch den Schüttepilz, Frost und dergl. — einstellt[2]).

Die Feststellung, daß es zur Bildung der Flecken intensiver Lichtwirkung bedarf, ist nach verschiedenen Richtungen hin bedeutungsvoll.

Durch die Untersuchungen von WISLICENUS[3]) und von WIELER[4]) ist der Nachweis geliefert worden, daß durch die meisten giftigen Gase (insbesondere durch SO_2) der Assimilationsprozeß schwere Störungen erleidet — SO_2 kann geradezu als spezifisches Assimilationsgift bezeichnet werden —, d. h. bei gleichzeitig tätiger Assimilation wirkt SO_2 weit giftiger auf die lebende Pflanzenzelle als bei ruhender Assimilation.

---

1) Vergl. NEGER und FUCHS, Untersuchungen über den Nadelfall der Koniferen. Jahrb. wiss. Bot. 1915.

2) Es könnte jemand den Einwurf machen, daß bei dem nachträglich dem Licht ausgesetzten Zweig die Blätter noch SO_2 enthalten und demnach zur Entstehung der Flecken die gleichzeitige Einwirkung von SO_2 und Licht erforderlich sei.

Diesem Einwurf möchte ich begegnen, indem ich bemerke, das die Flecken auch dann entstehen, wenn der geräucherte Trieb, ehe er dem Licht ausgesetzt wurde, noch ca. 8 Tage im Dunkeln verharrte. Es ist anzunehmen, daß in dieser Zeit das vom Blatt aufgenommene Schwefeldioxyd größtenteils wieder abgegeben worden ist.

3) Über die äußeren und inneren Vorgänge der Einwirkung stark verdünnter saurer Gase etc. auf die Pflanzen. Mitt. fortstl. Versuchsanstalt Tharandt Bd. I. Heft 3. 1914.

4) Untersuchungen über die Einwirkungen schwefliger Säure auf die Pflanzen. Berlin. 1905.

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

Die Versuche, welche WISLICENUS sowie WIELER in dieser Richtung angestellt haben, wurden in der Weise durchgeführt, daß die Versuchspflanzen teils bei kräftiger Insolation, teils bei Ausschluß des Tages- bzw. künstlichen Lichtes gleichen Konzentrationen des giftigen Gases ausgesetzt und dann der Erfolg an den Pflanzen beobachtet wurde. Wenn nun an den Dunkelpflanzen keine Verfärbung nachzuweisen war, so wurde hieraus der Schluß gezogen, daß eine Schädigung nicht stattgefunden hatte. Dies ist aber nach meinen obigen Ausführungen ein Fehlschluß. Rauchschädigungen können recht wohl vorliegen, aber kaum bemerkbar sein, wenn die Lichtwirkung ausgeschaltet wurde. Erst durch mehr oder weniger kräftige Insolation werden bestehende Beschädigungen deutlich erkennbar.

Entscheidend können also die von WISLICENUS angestellten Versuche nur dann sein, wenn die im Dunkeln mit SO_2 behandelten Versuchspflanzen nachträglich dem Sonnenlicht ausgesetzt und der Erfolg der Insolation abgewartet wird. Nur wenn auch jetzt die Verfärbung ausbleibt, kann mit Bestimmtheit behauptet werden, daß die betreffende Konzentration unschädlich war.

Jedenfalls kann also ein bei Lichtausschluß kaum nennenswerter Schädigungsgrad bedenklich werden, wenn nachträglich intensive Lichtwirkung einsetzt.

Solche Nachwirkungen hat schon WIELER beobachtet, wenn er[1]) davon spricht, daß im Dunkeln Rauchgasen ausgesetzte Buchenpflanzen — die zunächst keinerlei Verfärbung zeigten — nachträglich im Licht Flecken bekamen.

Man wird dann nicht fehlgehen, wenn man das SO_2-Gas geradezu als Photokatalysator (Sensibilisator) anspricht, durch welches die zerstörende Wirkung des Lichtes auf lichtempfindliche Eiweißkörper (Chlorophyll) erhöht wird, und es anderen Photokatalysatoren an die Seite stellt.[2])

Dann gewinnt aber die schon von WIELER[3]) vorgeschlagene Erklärung sehr an Wahrscheinlichkeit, welche sich auf eine von KOHL[4]) vertretene Ansicht stützt, daß das Chlorophyll unter dem

---

1) Ber. D. Bot. Ges. 1902.

2) Z. B. dem Eosin (Ich erinnere an die bekannte Erscheinung der sog. Eosinschweine, d. h. mit eosinhaltiger Gerste gefütterter Schweine, welche im schattigen Stall gesund blieben, im Sonnenlicht aber unter heftigen Erkrankungserscheinungen eingingen.

3) l. c. 1902.

4) Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in der Pflanze. Leipzig 1902.

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

Einfluß des Sauerstoffs und des Lichtes beständig zerstört werde, aber — unter normalen Verhältnissen — dauernd regeneriert werde, wodurch uns die Zerstörung nicht zum Bewußtsein kommt.

Die sauren Gase (bes. SO_2) hätten dann die Wirkung, daß die Regeneration des Chlorophylls unterbleibt, während die Verfärbung des Chlorophylls unter dem Einfluß des Sonnenlichtes ein normaler Vorgang wäre.

Natürlich können die gleichen Erfolge durch andere lebensfeindliche Faktoren — Kälte, Trockenheit etc. — erreicht werden. Unter diesen Umständen ist aber leicht einzusehen, daß das Krankheitsbild bei Frost, Trockenheit u. a. häufig genau das gleiche ist wie bei Erkrankungen infolge der Einwirkung saurer Gase, und in der Tat treten infolge von Spätfrost, Trockenheit etc. Beschädigungen auf, welche von den durch Rauchgase verursachten nicht zu unterscheiden sind.

Auch hier kommt das eigentliche Krankheitsbild als eine durch Lichtwirkung bedingte postmortale Verfärbung zustande. Bei Ausschluß von Licht beobachtet man höchstens einen Umschlag des gesunden Grüns in eine fahle graugrüne Farbe.

Diese Tatsachen mögen insbesondere von denjenigen beherzigt werden, welche glauben, aus gewissen „Symptomen“ auf Rauchschäden schließen zu können. Für die Rauchschadenexpertise ist es freilich betrübend, daß vieles, was bisher als zweifellos charakteristisch für Rauchbeschädigung gegolten hat, diese Bezeichnung nicht oder nur in sehr bedingtem Maß verdient. Immerhin ist es besser einen Wahn zu zerstören, als in falschen Ideen befangen, zu glauben, einen richtigen Weg zu wandeln.

Bot. Institut der Kgl. Forstakademie.
Tharandt, Juni 1916.

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): Neger Franz Wilhelm

Artikel/Article: Über die Ursachen der für akute Rauchschäden charakteristischen Fleckenbildung bei Laubblättern. 386-391