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

38. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen.

3. Wirkung des Gases auf Wurzeln und beblätterte Zweige beim Durchgang durch Erde oder Wasser.[1])

(Eingegangen am 27. April 1917.)

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

Trotz der wiederholten üblen Erfahrungen in der Praxis ist die Einwirkung von Leuchtgas auf Pflanzenwurzeln bislang nie näher verfolgt, KNY sowie SPÄTH und MEYER fanden nach Abschluß ihrer früheren, für die Beurteilung der Gaswirkung grundlegenden Versuche die Wurzeln der Versuchspflanzen schon gutenteils tot. Für richtige Beurteilung von Gasschäden ist natürlich wichtig zu wissen, wie diese Wirkung auf Wurzeln zustande kommt, nicht minder wie darauf die oberirdischen Organe reagieren. Erde wie Wasser halten von dem durchgehenden Gase bekanntlich einen gewissen kleinen Teil zurück, sie nehmen deutlichen Gasgeruch an.

Versuche habe ich teils mit jungen einjährigen Pflanzen in Topferde und Wasserkultur, teils — um hier vorweg die Wurzel auszuschalten[2]) — mit ausgewachsenen beblätterten Zweigen verschiedener Holzarten gemacht, sie nahmen also das mit Gasbestandteilen beladene Wasser direkt auf. In allen Fällen wurde Leuchtgas in langsamem kontinuierlichen Strome tage- oder wochenlang zugeleitet, bei 2—3 Blasen pro Sekunde gingen täglich rund 150 bis 200 l ohne die Pflanzen zu berühren, hindurch. Ich darf mich hier auf Wiedergabe der Hauptpunkte beschränken.

1. Kresse. Wurzeln junger Kressekeimpflanzen sind im Gegensatz zu den Samen ebenso empfindlich gegen unverdünntes Leuchtgas wie ihre oberirdischen Teile. Wenige Tage nach Einstellen der auf feuchtem Fließpapier aus Samen gezogenen Pflänzchen in die Gasluft fällt der dichte Wurzelhaarbesatz zusammen, zieht man die Pflanzen von vornherein in gasreicher Atmosphäre heran, so bleiben die Wurzeln überhaupt kümmerlich. Wird endlich das Gas der jungen Kultur durch die Abflußöffnung des Blumentopfes zugeleitet, so beginnt alsbald Welken der ober-

1) Siehe diese Berichte 1917, **35**, Heft 2, p. 135—154, Heft 3, p. 318 ff.

2) Nach SORAUER soll die Schädigung oberirdischer Teile Folge des Erstickens der Wurzel sein (l. c.)

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

irdischen Teile, nach 2—3 Tagen liegen gewöhnlich alle Pflanzen am Boden (Abb. 1), auch wenn jetzt die Gaszuleitung abgestellt wird, vertrocknen sie, sind also tot. Die Wurzel ist hiernach schon einschneidend geschädigt, dazu genügt weniger als 1 cbm Gas.

Der Erfolg ist nicht immer so plötzlich, Gasmenge, Topfgröße, Alter der Pflanzen u. a. haben Einfluß, allem Anschein nach nicht minder Kleinigkeiten in der Gasbeschaffenheit, denn nicht nur nach seiner Wirkung auf Kresse zeigte mein Leuchtgas zu verschiedenen

Abb. 1. Junge Kressekultur, durch Einleiten von Leuchtgas in die Wurzelerde binnen 3 Tagen getötet (g = Gaszuleitungsschlauch, verkl.)

Zeiten abweichendes Verhalten, auch die Zusammensetzung schwankte, sein Schwefelwasserstoffgehalt z. B. stieg von anfangs Null im Frühjahr 1917 bis auf etwa 0,02 %. Ein merklich anderes Bild kam beim Einleiten des Gases von oben her in die Topferde etwas älterer Pflanzen heraus, sie hörten zwar im Wachstum auf und waren auch nach 10 bis 12 Tagen sämtlich verwelkt, das Welken, mit den grünen Keimblättern beginnend, verlief aber allmählich, nach den Keimblättern

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

ergriff es die jungen Laubblätter, und erst zum Schluß das bis dahin lebende saftige Hypokotyl (Abb. 2).

Aus den verschiedenen Beobachtungen ergibt sich, daß wir zwischen einer akuten Wirkung des flüchtigen Gases und einer langsameren, „chronischen", seiner wasserlöslichen Anteile unterscheiden können, letztere sind ja auch, wie ich schon in meiner früheren Mitteilung (l. c.) hervorhob, Bestandteile der sogenannten „Gaserde". Auf der Oberfläche von Kulturtöpfen, deren Pflanzen durch Gaseinleiten getötet waren, keimten neuausgesäte Samen nur träge, die Pflanzen kümmerten,

Abb. 2. Wirkung des in die Wurzelerde von oben her zugeleiteten Gases auf etwas ältere Kressepflanzen. 1 = gasgeschädigter Topf, nach 6 Tagen, (in Mitte das Gaszuleitungsrohr) 2 = gleichalte Vergleichskultur. Verkl. (Infolge ungenügender Auffüllung der Topferde stehen die Pflanzen zu tief.)

gingen auch gewöhnlich alsbald ein. Unter Wirkung der gleichen Bodengifte stand natürlich auch die zugrunde gegangene erste Vegetation.

Nicht anders wie Kresse verhielt sich ein Topf mit jungen Gräsern, nach zehntägigem Durchgange des Gases (etwa 3 cbm) waren sie verwelkt, besonders schnell reagierte aber die Bohne in Wasserkultur beim Durchleiten durch die Nährlösung.

2. Bohne (*Phaseolus multiflorus*). Die große starke Keimpflanze (etwa 40 cm hoch) war in weniger als einer Woche in allen Teilen tot und welk, Kontrollpflanze unverändert. Bereits zwei Tage

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

nach Beginn des Versuches verdorrten die untersten großen Blätter nebst Stengelspitze, in rascher Folge fielen dann mittlere und obere Blätter teils unverwelkt, grün oder gelblich verfärbt, ab (4—5 Tage), der Stengel verdorrte schnell fortschreitend, das starke Wurzelsystem war nach Aussehen zwar kaum verändert, bei Herausnahme aber schlaff, nicht mehr turgeszent. Im Kulturwasser zur Entwicklung gekommene einzellige grüne Algen waren gleichfalls tot, die

Abb. 3. Lindenzweige unter Wirkung des in das Kulturwasser geleiteten Leuchtgases (2), (das Gaseinleitungsrohr vorher entfernt); daneben der gleichalte Kontrollversuch mit gasfreiem Wasser (1).

Zellen zeigten deutliche Plasmolyse, in neue Nährlösung übertragen wuchsen sie auch nach Wochen nicht an und waren nach rund drei Monaten entfärbt und verfallen.

Sicherlich hört bei der Bohne unter Einfluß des schädlichen Wassers alsbald die Wurzeltätigkeit auf, dies Moment ist aber — abgesehen davon, daß es wohl zu einem einfachen Welken der Pflanze führen würde — nach Ausweis folgender Versuche keineswegs entscheidend.

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

3. Lindenzweige (Sommer- und Winterlinde, August). Die ausgewachsenen 1—2 jährigen beblätterten, mit Schnittfläche etwa 5 cm unter Wasser stehenden Triebe begannen nach rund 6 Tagen ihre unverfärbten grünen turgeszenten Blätter abzuwerfen, nach 7—8 Tagen lagen alle bis auf einzelne Spitzenblätter am Boden, die Zweige standen fast blattlos neben den unveränderten Zweigen der Kontrollversuche (Abb. 3 zeigt das Aussehen von zwei derartigen Versuchen). Gesamter Gasdurchgang etwa 1,5 cbm. Zweigachsen (Rinde) einschließlich Winterknospen ohne Veränderung, beide lebten noch nach 3 Wochen langem Gasdurchleiten. Zur weiteren Beobachtung zurückgestellt, wurden sie im Verlaufe des Winters nicht eher dürr, als auch die Kontrollzweige. Erfolg war also lediglich vorzeitiger Laubfall.

4. Zweige anderer Laubhölzer (*Sambucus, Ilex, Philadelphus, Ligustrum,* einjährige ausgewachsene Triebe) verhielten sich nicht wesentlich anders, ließen das Bild insofern aber minder klar hervortreten, als auch die Kontrollzweige ihre Blätter schon mehrfach abwarfen (Herbst). Auch nach dreiwöchentlichem kontinuierlichen Durchleiten von Gas (etwa 4 cbm) durch das Kulturwasser waren die blattlosen Zweige (mit Ausnahme von *Ilex*, grüne Rinde zur Hälfte braun) samt Winterknospen unverändert und lebend (Rinde unter dem Kork grün, saftig), erst nach fünf Wochen gutenteils dürr (Ausnahme *Jasmin*), während die Kontrollzweige noch alle lebten. Nach 7 Wochen waren beide fast sämtlich tot.

5. Zweige von Nadelhölzern (*Pinus austriaca, P. montana, Juniperus nana, Thuja occidentalis, Taxus baccata,* Zweigsysteme, 30—50 cm). Die *Taxus*-Zweige begannen in dem Gasversuch ihre Blätter nach 3 Wochen abzuwerfen, alle übrigen waren nach Aussehen unverändert auch noch nach 4—5 Wochen. Schließlich nach 7 Wochen Gasdurchgang (rot 10 cbm) waren sie nicht merklich schlechter als solche in reinem Wasser (zum größeren Teil dürr, *Pinus* auch mit abfallenden dürren Nadeln). Jedenfalls scheinen Coniferen hiernach von besonderer Widerstandskraft.[1])

Die verschiedenen Pflanzen und Pflanzenteile zeigen nach diesen Versuchen in ihrem Verhalten gegen die wasserlöslichen Bestandteile des Leuchtgases erhebliche Unterschiede. Bewurzelte junge Kresse

---

1) Genauere Beschreibung dieser und der vorhergehenden Versuche a. a. O. Mit Versuchen über das Verhalten der Zweige im Frühjahr unter gleichen Bedingungen bin ich zur Zeit noch beschäftigt.

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

und zumal Bohne wurden rasch geschädigt, von den Zweigen der Holzgewächse[1]) jedoch nur die Blätter der Laubbäume, ihre Achsen und Knospen sind in hohem Grade unempfindlich, bei den Coniferen in solchem Maße, daß eine Schädigung überhaupt zweifelhaft bleibt. Die Sonderstellung des einjährigen Laubblattes erklärt sich wohl aus seiner Beschaffenheit, größere Flächenentwicklung und starke Verdunstung führen zu ebensolcher Wasseraufnahme, ihm fließen also auch größere Mengen schädlicher Stoffe zu, als den kleinen schuppenförmigen oder nadeligen Blättern der Coniferen (Ausnahme *Taxus*!), der durch Korkmantel umschlossenen Rinde (Ausnahme *Ilex*!) und den mit dicht anliegenden Schuppen bedeckten Knospen. Unterschiede in der spezifischen Empfindlichkeit treten demgegenüber sehr zurück. —

Man geht wohl kaum fehl, wenn man hiernach die vorzeitige Entlaubung gasgeschädigter Bäume — bei vollem Intaktbleiben von Zweig und Knospe — wie solches in der Praxis mehrfach konstatiert ist, übrigens sich auch aus oben genannten früheren Versuchen von KNY u. a. ergibt, auf die Aufnahme wasserlöslicher Gasbestandteile zurückführt. Plötzlich eintretendes Welken des gesamten Laubes dürfte vielleicht mehr Folge akuter Schädigung (Vergiftung) der jungen Wurzeln durch im Boden sich anhäufende größere Mengen flüchtigen Gases sein (Unterbrechung der Wasserleitung), auch sie trifft zunächst noch nicht die perennierenden Teile, schließt also — übereinstimmend mit den tatsächlichen Beobachtungen — mehr oder weniger kümmerliches Austreiben der Winterknospen im folgenden Jahre nicht aus; offenbar muß hier der Baum aber im Verlauf von 1—2 Jahren völlig eingehen, wogegen im ersteren Falle (unter der Voraussetzung, daß die Wurzeln nicht gleichzeitig vernichtet wurden), zunächst Kümmern folgt. Ausschlaggebend ist natürlich, wie viel Gas und lange es wirkt, ob es das ganze oder nur einen Teil des Wurzelsystems trifft; Baumgröße, Bodenbeschaffenheit, Jahreszeit[2]) u. a. spielen mit.

6. Austreiben der Winterknospen unter Wirkung gasgesättigten Wassers habe ich schließlich bei Kastanien-

---

1) Bewurzelte Pflanzen verhalten sich nach verschiedenen Erfahrungen nicht wesentlich anders.

2) So können starke Gasansammlungen bei Rohrschäden, wie solche unter Asphaltpflaster, schwer durchlässigem nassen oder gefrorenen Boden vorkommen (s. Bunte, Journ. f. Gasbeleuchtung 1885, **28**, p. 678; Schmidt ibid., 1886, **29**, 714), die Bedingungen für akute Wurzelschädigung schaffen; der Winter ist dafür besonders günstig.

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

zweigen (*Aesculus Hippocastanum*) noch verfolgt, wobei sich ergab, daß zunächst ein Einfluß nicht festzustellen war. Die 40—70 cm langen Zweige wurden im März kurz vor dem Trieb eingestellt, sie standen dann (gleich allen vorigen Versuchen) bei Zimmertemperatur von durchschnittlich 14°. Gas- wie Kontrollzweige öffneten ihre Knospen gleichzeitig, die jungen Laubblätter und Blütenstände hatten gleiche Größe und Aussehen noch nach 8 Tagen (Spreitenteile bis 5 cm, Stiel bis 3 cm ; Gasdurchgang rot 1,5 cbm). In solchen Treibversuchen mit unbewurzelt bleibenden Zweigen kommt es durchweg bekanntlich nur zur Ausbildung relativ kleiner Blätter, deren Lebensdauer gewöhnlich nur kurz ist, von schädlichen Stoffen werden gegebenenfalls also auch nur kleinere Mengen von ihnen aufgenommen. Ob junge Blätter hier minder empfindlich sind, steht dahin.

Jedenfalls wird das Knospentreiben der Roßkastanie durch wasserlösliche Gasbestandteile nicht gestört.

Ich übergehe Versuche, die mit dem fertigen Gaswasser selbst angestellt wurden, erwähne aber, daß ein solches Wasser, durch das ungefähr 100 cbm Gas geleitet waren, gleichfalls nur die Blätter eingestellter Lindenzweige innerhalb einer Woche tötete (sie verdorrten ohne abzufallen am Zweige), Zweigrinde wie Knospen waren noch nach 3 Monaten am Leben. —

Schwieriger als bloße Feststellung der Tatsachen ist ihre restlose Erklärung, wir wollen natürlich die wirkenden Stoffe selbst, die „Gifte", kennen. Auf dfese Frage kann ich eine erschöpfende Antwort noch nicht geben, es sind nach allem aber nicht die Hauptbestandteile des Leuchtsgases. Die schnelle akute Schädigung der Kressewurzeln durch das flüchtige Gas veranlassen offenbar die gleichen, unter den sogenannten Verunreinigungen desselben zu suchenden Substanzen, welche schon früher (l. c.) die oberirdischen Teile der Keimlinge binnen 2—3 Tagen vernichteten. Unter ihnen scheint sich noch eine besondere schwer faßbare zersetzliche Substanz zu verbergen, die ich zwar experimentell ausschließen, doch noch nicht sicher identifizieren konnte. Auch an der langsameren Wirkung des gasdurchströmten Wassers mag sie mitbeteiligt sein. Die Untersuchung solchen Wassers mit seinem minimalen Gehalt an meist flüchtigen Bestandteilen gab bislang aber so wenig greifbare Resultate, daß ich sie hier übergehe, übrigens waren in ihm weder Schwefelwasserstoff noch Cyanverbindungen nachweisbar, von Ammoniak nur sehr geringe Spuren; etwas substanzreicher ist natürlich das schädlichere Filtrat der Gaserde, die Sachlage ist sonst aber ähnlich.

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

Als in dem benutzten Leuchtgase im Frühjahr 1917 plötzlich Schwefelwasserstoff in leicht nachweisbarer Menge — neben Blausäure — auftrat, glaubte ich anfangs, den Schlüssel zu den verschiedenen Beobachtungen gefunden zu haben; näherer Verfolg in dieser Richtung zeigte aber, wie vorsichtig man bei solchen Folgerungen sein muß. 1 % Schwefelwasserstoff tötete zwar Samen wie Keimlinge der Kresse in kurzer Zeit ab, Versuche mit 0,03 % in der Atmosphäre — etwas mehr als dem Gehalt meines Gases (0,01—0,02 %) entsprach — ergaben jedoch, daß diese Dosis nicht nur unschädlich war, sondern die Samenkeimung sogar lebhaft beschleunigte. Das „Gift" wird in dieser Dosis auch hier zum Reizmittel. Den mehrfachen Angaben der Literatur gegenüber, daß diese oder jene Substanz den giftigen Charakter des Leuchtgases für Pflanzen bedingen soll, muß an der Forderung festgehalten werden, zuvor einmal deren wirklich vorhandene Menge sowie die Empfindlichkeitsgrenze für die benutzte Versuchspflanze genauer festzustellen.

Hannover, Bacter. Laboratorium des Techn.-Chem. Instituts der Techn. Hochschule.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: 35

Autor(en)/Author(s): Wehmer Carl Friedrich Wilhelm

Artikel/Article: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen 403-410