

### 53. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen.

#### 5. Wirkung auf Holzpflanzen; Blausäure als schädlichster Gasbestandteil.

(Eingegangen am 20. September 1918.)

Die Fortsetzung meiner im 3. Heft<sup>1)</sup> mitgeteilten Versuche führte zunächst zu einer Überraschung. Es hatte sich bekanntlich ergeben, daß junge Bäumchen im Spätsommer auf das dem Wurzelsystem zugeführte Leuchtgas nur durch Abwerfen des Laubes, im Winter dagegen überhaupt nicht sichtbar reagieren, während im Frühjahr nicht nur der junge Trieb rasch verwelkte, sondern auch die ganzen Pflanzen in kurzem verdorrten. Herbst- und Winterpflanzen zeigten selbst nach mehrwöchentiger Einwirkung des Leuchtgases ihre Zweige samt Knospen, Stämmchen und Wurzeln im Aussehen unverändert.

Ich wies damals darauf hin, daß im folgenden Frühjahr (1918) festzustellen sei, wie sich solche ganz normal aussehenden Bäumchen beim Austreiben verhalten, sie wurden also überwintert und fortlaufend kontrolliert.

Dabei stellte sich nun heraus, daß mit einer Ausnahme (Hainbuche) keiner derselben austrieb, sämtliche Versuchspflanzen verdorrten im Frühjahr 1918 allmählich. Nur die Hainbuche entwickelte die Hälfte ihrer Knospen zu schwach beblätterten auch im August 1918 noch lebenden Trieben, alle übrigen Bäumchen waren bis Ende Mai von oben herab größtenteils oder total verdorrt; von den Laubbäumen (Ahorn, Hasel, Ulme, Linde, Buche) lebten da nur ein Ahorn und 2 Linden noch teilweise (grüne saftige Rinde des unteren Stämmchenteiles), die Nadelhölzer waren ausnahmslos einschließlich Wurzel dürr (Eibe, Fichte, Abies-Arten, Thuja, Tsuga), hier hatte bereits im Spätwinter successives Braunwerden der Nadeln als erstes Zeichen des dann schnell fortschreitenden Absterbens begonnen. So zeigte z. B. ein kräftiges, frischgrünes Eibenbäumchen, welches im November 1917 bei 4 Wochen langem Zuleiten von Gas in die Topferde äußerlich ganz unverändert geblieben war, zuerst im Februar 1918 mehrfach braune Nadeln an den unteren Zweigen, im März nahm die Zahl

1) Diese Berichte 1918, 36, 140.



derselben stark zu, im April waren alle Nadeln tot und braun, die Zweige im Verdorren. Ende Mai ganzes Bäumchen einschl. Wurzel dürr.

Wir sehen hier also — im Gegensatz zu den Frühjahrspflanzen — die schädliche Wirkung des Leuchtgases erst nach verhältnismäßig langer Zeit eintreten, erst mit Ende der Winterruhe kommt sie zum Vorschein. Inwieweit dabei auch die nach Abbruch der Gaszuleitung natürlich andauernde Berührung des Wurzelsystems mit der gasdurchsetzten Topferde noch mitspricht, steht dahin; jedenfalls bleibt im Frühjahr die Wurzeltätigkeit aus, die jungen Wurzeln sind wohl vernichtet oder doch unheilbar geschädigt, Neubildung findet nicht statt. Wasserkulturpflanzen (Ulme, Ahorn) verhielten sich aber ebenso, selbst wenn das übelriechende Kulturwasser späterhin durch reines ersetzt wurde (Ahorn); für sich unter Glasstopfen bei Seite gestellt, verlor dies Wasser in den folgenden Monaten seinen charakteristischen Geruch wieder und am Boden siedelte sich eine reiche Vegetation grüner einzelliger Algen an (in diesem Versuch war der Gasstrom rund 30 Tage hindurch gegangen). Es zeigt dies wieder das baldige Verschwinden der Schadstoffe durch Verflüchtigung oder Zersetzung.

Aus meinen früheren Versuchen<sup>1)</sup> ergab sich, daß als Hauptträger der giftigen Wirkung des Leuchtgases eine unbekanntes schwer faßbare wasserlösliche, zersetzliche oder flüchtige Substanz gelten muß, die beim Durchgang des Gases durch Wasser auf dieses übergeht (Wasserkulturpflanzen) aber ebenso leicht aus demselben alsbald wieder verschwindet, sie schien sich unter den Geruchstoffen des Gases zu verbergen. Die weiteren Ermittlungen haben nunmehr ergeben, daß das nur Blausäure sein kann. Diese Substanz findet sich in jedem Leuchtgas in übrigens sehr schwankender Menge, mein Versuchsgas enthielt bis zu 0,01 Vol.-%<sup>2)</sup>. Gashaltiges Wasser ist, wie sich leicht zeigen läßt, tatsächlich eine verdünnte Blausäurelösung. Die Einzelheiten übergehe ich hier<sup>3)</sup>, nur die Hauptdaten seien mitgeteilt.

Mein schon lange auf diesen Stoff fallender Verdacht blieb ohne Stütze, weil mit dem von Leuchtgas durchströmten Kultur-

1) Diese Berichte 1917, 35, 151, 409; 1918, 36, 148.

2) In 1 cbm somit rund 120 mg (nach wiederholter eigener Bestimmung), nicht 1 mg Cyan, wie l. c. 35, 142 (Fußnote) steht und auf Grund früherer Analysen der Gasanstalt angegeben war.

3) Genaueres s. Ztschr. f. Angw. Chm. 1918 31, Nr. 83; bei Niederschrift meiner Arbeit im Journ. f. Gasbel. 1918, 61, 387 u. f. („Leuchtgasschäden an Straßenbäumen“) waren diese Ermittlungen noch nicht abgeschlossen.



wasser der Versuchspflanzen keine Berlinerblau-Reaktion zu erhalten war (l. c. 35, 409). Der Grund lag, wie sich jetzt herausstellte, einzig in dem zu geringen Cyanwasserstoffgehalt, er erreicht nicht die Empfindlichkeitsgrenze der Reaktion (1/55000). Solches Wasser, das ca. 3—4 Tage lang von einem mäßig schnellen Gasstrom, passiert wurde (1—2 cbm), enthielt ca. 3,6 mg CNH auf 100 cc; also 0,0036% CNH (Fällung als Cyansilber), es wirkte früher bekanntlich auf Bohnen rasch vernichtend (l. c. 35, 405), auf Kressesamen stark keimungshemmend (l. c. 36, 148), die Erscheinungen waren hier aber ganz dieselben wie bei Verwendung einer reinen Blausäurelösung derselben Konzentration; auch andere Reaktionen beider Flüssigkeiten stimmen überein (Reduktion von Jodlösung, von Kaliumpermanganat u. a.). Aus beiden entweicht der giftige Stoff beim Stehen an freier Luft schon binnen wenigen Tagen völlig,<sup>1)</sup> nunmehr keimt Kresse und entwickelt sich ungestört zu normalen Pflanzen.

Den direkten Beweis führt man durch Eliminieren der Blausäure aus dem Leuchtgas, also durch Waschen mittels Alkalis unter Zusatz von etwas Eisenvitriol. Leitet man so den Gasstrom auf das Wurzelsystem von Topfpflanzen, nachdem er zuvor zwei Waschflaschen mit Kalilauge passiert hat, so bleibt jetzt die heftige Wirkung aus, Kressepflanzen fallen nicht mehr binnen 3 Tagen zusammen, auf der Topferde ausgestreute Kressesamen keimen ohne Schwierigkeit und entwickeln sich trotz andauernden Gaszuflusses zu kleinen grünen Pflanzen, erst nach längerer Zeit beginnen sie zu kränkeln<sup>2)</sup>. Ungewaschenes Gas läßt die Samen bekanntlich nicht keimen, tötet sie auch allmählich ab<sup>3)</sup>.

Anfangs versuchte ich nur Wasserwäsche, eine geringe Abstumpfung der Schädlichkeit des Gases war zwar nachweisbar, offenbar wird hier jedoch nur ein Teil des rasch wieder aus dem Wasser diffundierenden Cyanwasserstoffs zurückgehalten; bei allen Versuchen mit gashaltigem Wasser muß deshalb auch das Leuchtgas dem Wasser kontinuierlich zugeleitet werden.

1) Gasgesättigtes Wasser muß also sofort untersucht werden, die Blausäure entweicht so schnell, daß die schädliche Wirkung bereits mit Aufhören des Gaseinleitens wieder zu verschwinden beginnt. Das Gift ist also tatsächlich schwer faßbar (l. c. 35, 409).

2) Offenbar Wirkung sonstiger schädlicher Bestandteile, die nur allmählich, nicht akut wirken. Die Art dieser Stoffe steht noch nicht ganz sicher (vielleicht Benzol, Schwefelkohlenstoff oder dergl.).

3) Diese Berichte 1917, 35, 138, 141.



Verständlich ist hiernach aber der ganz verschiedene Ausfall des Experiments mit Kresse, je nachdem ob der Versuchsraum durch Luft- oder durch Wasserverdrängung gefüllt wird; nur in ersterem Falle sterben Kressekeimpflanzen in ihm binnen kurzem ab,<sup>1)</sup> im letzteren dagegen wird die Blausäure vom Wasser absorbiert und mit ihm entfernt. Dies verschiedene Ergebnis war mir früher nicht recht verständlich, ich suchte damals noch den Grund der Giftwirkung in den schweren Kohlenwasserstoffen, Schwefelkohlenstoff u. a., die das Wasser ja nicht zurückhält.

Kresse ist außerordentlich empfindlich gegen spurenhafte Blausäure-Mengen, ca. 0,02 Vol. % töteten die Keimpflanzen nach wenigen Tagen ab, stören aber die Samenkeimung in solcher Atmosphäre noch nicht merklich; in blausäurehaltigem Wasser fand zwar noch bei 0,00024% CNH (0,475 mg CNH auf 200 cc Wasser) sehr langsame Entwicklung statt, bei 0,00095% CNH (1,9 mg CNH auf 200 cc Wasser) war aber die Keimung bereits stark verzögert, die Samen entwickelten binnen 2 Wochen nur 3 mm lange Würzelchen, Weiterentwicklung blieb aus; ungelähr das 7fache (0,007% CNH) tötete die Samen binnen 9 Tagen völlig ab.

Beim raschen Absterben von Kressepflanzen in reiner Leuchtgasatmosphäre mit 0,01 Vol. % CNH wirken vielleicht mehrere Momente zusammen, unter diesen für die Pflanzen sehr ungünstigen Bedingungen (Sauerstoffmangel, andere schädliche Stoffe) genügen also voraussichtlich geringere Blausäuremengen; doch können nach Literaturangaben<sup>2)</sup> bis über 0,03 Vol. % CNH im Gas vorkommen (340 mg in 1 cbm). Für das Eingehen der Pflanzen in gasdurchströmtem Wasser oder Boden reicht aber schon bei Cyan-armem Leuchtgas das hier absorbierte Gift vollauf zur Erklärung. In Bezug auf Schädlichkeit gegenüber meinen Pflanzen läßt diese Substanz alle bislang untersuchten<sup>3)</sup>. Leuchtgasbestandteile weit hinter sich, erst bei ca. 1—2 Vol. % wurden früher Kressekeimlinge durch Schwefelkohlenstoff oder Benzol vergiftet, Schwefelwasserstoff leistete gleiches bei 0,1%, vom Cyanwasserstoff genügen aber schon 0,2—0,3% zur Erzielung ungelähr gleichschneller Wirkung; auf die minimale Menge von 2,4 mg in 8,4 L Luftraum reagierten die Keimlinge bereits nach 1—2 Tagen durch beginnenden Verfall.

1) Diese Berichte 1917, 35, 319 u. f.; Zeitschr. f. Angw. Chem. s. oben.

2) Vergl. meine Mitteilung in Journ. f. Gasbel. 1918, 61, 418

3) l. c. 1917, 35, 142 u. f., 325 u. f.



Ausführlich berichte ich über die Versuche betreffend Verhalten der Kresse gegen Cyanwasserstoff an anderer Stelle<sup>1)</sup>. Den Schlüssel zum Verständnis der meisten Experimente mit Leuchtgas liefert also tatsächlich ein unter den Verunreinigungen desselben zu suchender Bestandteil, der übrigens bislang zur Erklärung der Gaswirkung auf Pflanzen nicht herangezogen wurde, und — wie ich schon früher hervorhob —<sup>2)</sup> gleichfalls die Erscheinung der „blauen Wurzeln“ gasgeschädigter Bäume hervorruft (Berlinerblau-Bildung); diese setzt unter anderen die Ansammlung einer gewissen Cyanwasserstoffmenge voraus. Insbesondere dürfen wir hiernach die Leuchtgasschäden der Praxis durch unterirdisch aus schadhafte Leitungen entweichendes Gas, das seine giftigen Beimengungen natürlich auch an den feuchten Erdboden abgibt, wohl in erster Linie als Folgeerscheinungen einer Wurzelvergiftung durch Blausäure betrachten, ohne damit auszuschließen, daß unter Umständen dieser Stoff mit dem aufgenommenen Bodenwasser auch noch oberirdischen Organen<sup>3)</sup> zugeführt werden kann, und so hier direkt schädigt.

Hannover, September 1918.

1) Biochem. Zeitschrift 1918. 41.

2) l. c. 1917, 35, 154. Bläulich verfärbte Wurzeln sah ich in einem Falle auch bei Kressekeimpflanzen der Versuche.

3) Das regelmäßige Absterben von Ille'x-Zweigen in gashaltigem Wasser (l. c. 36, 146) ist kaum anders zu deuten; bei bewurzelten Bäumchen, deren Wurzelsystem längere Zeit relativ unempfindlich gegen solches Wasser war, muß die kritische Substanz schließlich, wenn auch in minimalen Mengen, doch in die noch transpirierenden Blätter gelangen (Linde, l. c. 36, 144).



## Übersicht der Hefte.

- Heft 1 (S. 1—48), ausgegeben am 24. April 1918.  
 Heft 2 (S. 49—100), ausgegeben am 27. Mai 1918.  
 Heft 3 (S. 101—180), ausgegeben am 27. Juni 1918.  
 Heft 4 (S. 181—232), ausgegeben am 29. Juli 1918.  
 Heft 5 (S. 233—300), ausgegeben am 29. August 1918.  
 Heft 6 (S. 301—380), ausgegeben am 18. Oktober 1918.  
 Heft 7 (S. 381—442), ausgegeben am 28. November 1918.  
 Heft 8 (S. 443—540), ausgegeben am 30. Januar 1919.  
 Heft 9 (S. 541—632), ausgegeben am 27. Februar 1919.  
 Heft 10 (S. 633—672), ausgegeben am 25. März 1919.  
 1. Generalversammlungsheft [S. (1)—(62)], ausgegeben am 29. April 1919.  
 2. „ (Schlußheft) [S. (63)—(200)], ausgegeben am 30. September 1919.

## Berichtigungen.

- S. 46 18. Zeile von oben lies:  $\theta\acute{\epsilon}\kappa\epsilon\tau\epsilon$  statt  $\theta\rho\acute{\alpha}\nu\epsilon\tau\epsilon$ .  
 S. 102 6. Zeile von unten lies: Lunteren statt Lauteren.  
 S. 417 11. Zeile von oben lies: Zeiteinheit statt Zelleinheit.  
 S. 423 9. Zeile von unten lies: Plasmolytikums statt Plasmolytirkums.  
 S. 430 23. Zeile von unten lies: diskutieren statt diskunetier.  
 S. 430 3. Zeile von unten lies: Differenzwerte statt Differentialwerte.  
 S. 433 16. Zeile von unten lies: konnte statt könnte.  
 S. 436 2. Zeile von oben lies:  $\sqrt{\frac{d_1^2 + \dots + d_n^2}{n}}$  statt  $\sqrt{\frac{d_1^2 + \dots + d_n}{n}}$ .  
 S. 440 15. Zeile von oben lies: es je war statt je es war.  
 S. 463 7. Zeile von unten lies: 0,02—0,03 % statt 0,2—0,3 %.  
 S. (1) 4. Zeile von oben lies: in Hamburg abgehaltene statt abgehaltene.

Zu S. (42) übersendet Herr LEHMANN folgende Berichtigung:

Durch nachträgliche Aufnahme bestätigender Versuchsergebnisse in die Korrektur meiner Abhandlung über Pentasepalie in der Gattung *Veronica* usw. entstand ein Mißverständnis in der Tabelle 3 auf S. (42), welches ich durch Revision nicht mehr beseitigen konnte. Die Tabelle lautet wie folgt:

$F_1$	. . . . .	18 107	3 %	pentasepal
		18 109	0 %	„
$P_1$	<i>Corrensiana</i> (1721)	1	1 %	pentasepal ×
	<i>tubingensis</i> (1713)	97	97 %	pentasepal
		1731	92 %	„
		1737	98 %	„
		1807	71 %	„
		1809	88 %	„

(gez.) E. LEHMANN



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [36](#)

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

Artikel/Article: [Leuchtgaswirkung auf Pflanzen. 460-464](#)