

Nähe von Rauchquellen auf eine Art von Erstickungstod infolge der Ausschaltung der Lentizellen zurückzuführen. Diese und mehrere andere sich anschließende Fragen werden den Gegenstand weiterer Untersuchungen bilden.

Nachtrag:

Einen weiteren Fall von Lentizellenbeschädigung habe ich inzwischen bei Dohna (Bez. Dresden) beobachtet, und zwar an Apfelfrüchten (wahrscheinlich durch Einwirkung von Flußsäure). Äußerlich war die Beschädigung an Höfen, welche die Lentizellen umgaben, erkennbar. Merkwürdig ist, daß das Fruchtfleisch des Apfels nicht die Fähigkeit besitzt, das abgestorbene Gewebe durch Wundkork abzugrenzen. Infolgedessen greift hier die Schädigung sehr schnell um sich.

Der gegenwärtige Stand der Kohlensäurefrage für Pflanzenkulturen.

Von

Dr. Hugo Fischer.

Als Kolumbus seine erste Entdeckerfahrt plante, sprach sich ein Kollegium hochgelehrter Männer mit allen gegen eine Stimme dahin aus, daß der Gedanke einer Erdumsegelung barer Unsinn sei.

Als die Eisenbahn erfunden war, gab ein Rat sachverständiger Männer das Urteil ab, es sei das gewiß eine recht interessante Sache, aber davon könne keine Rede sein, daß das neue Verkehrsmittel jemals zur Überwindung großer Entfernungen oder zur Beförderung größerer Lasten dienen könne. Dieses Urteil erfolgte einstimmig.

Die Mendelschen Spaltungsregeln, das Einmaleins der Vererbungslehre, haben rund 35 Jahre in Verborgenheit geschlummert, ehe sie die verdiente Anerkennung fanden. Es ist nicht richtig zu meinen: „Die Zeit sei nicht reif gewesen“; man würde den führenden Männern von damals doch gar zu wenig zutrauen, wollte man sagen, jene Regeln seien ihnen „zu hoch“ gewesen — im Gegenteil, zu einfach waren sie.

Zu einfach ist wohl auch der Gedanke, den Pflanzen mehr Kohlensäure zuzuführen, als die Natur ihnen für den Assimilationsvorgang bietet. Jeder Bauer weiß heutzutage, daß man durch Düngung mit Stickstoff, Kali, Phosphor usw. höhere Ernten herausholen kann; die Pflanzen auch einmal mit mehr Kohlensäure zu versorgen, daran hat kaum jemals jemand gedacht, und wenn es einer aussprach, dann blieb er ein Prediger in der Wüste. Die Ablehnung dieses Gedankens seitens der Landwirtschaftswissenschaft ist um so seltsamer, als schon 1837 der Vater der rationellen Landwirtschaft, Albrecht Thaer, betont hat, der Hauptwert organischer Düngung liege in der Entwicklung von „kohlenurem Gas“, das an die Blätter der Pflanzen herantrete und von ihnen aufgenommen werde.

Wie sehr diese höchst wichtige Erkenntnis in Vergessenheit geraten war, habe ich in einer kleinen Studie im Centralbl. f. Bakt., 2. Abt., XLVIII (1918), S. 515 mit einigen Beispielen belegt; ich gehe hier kurz darüber hinweg. Betonen möchte ich hier nur: angesichts der Erfolge der Mistbeetkultur war es doch geradezu widersinnig, zu glauben, ein höherer CO₂-Gehalt der Luft als die üblichen 0,02 bis 0,03 v. H.¹⁾ sei den Pflanzen schädlich! —

Jahrelange Bemühungen bei Behörden, bei landwirtschaftlichen und gärtnerischen Organisationen, die Frage der Kohlensäureversorgung der Pflanzen in Fluß zu bringen, waren und blieben vergeblich. Auch die theoretische Wissenschaft brachte der Sache kein merkliches Interesse entgegen — war es wegen ihres praktischen Hintergrundes? Die Frage ist doch auch rein physiologisch, besonders durch ihre Beziehungen zur Theorie der Blühreife²⁾ von nicht geringer Bedeutung, wie überhaupt die zahlreichen noch offenen Fragen des Zusammenhanges zwischen Stoffwechsel und Entwicklungsgang der Pflanzen.

So war es der Großindustrie vorbehalten, als erste dieser ihr ja ursprünglich fernliegenden Frage tätiges Interesse entgegen-

¹⁾ Gerade wenn die Pflanzen sie am besten brauchen könnten, scheint die Kohlensäure noch knapper zu werden: zwischen grünen Pflanzen, bei günstigem Wetter, d. i. bei Windstille und Sonnenschein, fanden Klein und Reinau (Chemiker-Ztg. XXXVIII, [1914], S. 125) überhaupt keine nachweisbaren Spuren von CO₂.

²⁾ Vergl. Flora XCIV, (1905), S. 124 u. S. 478; — ebenda XCV, (1905), S. 324. — G. Klebs, Physiologie der Fortpflanzung. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, IV, Jena 1914, S. 288 ff.

zubringen: Auf Betreiben von Herrn Dr. ing. F. Riedel ist, errichtet von der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- u. Hütten-A.-G., in Horst a. d. Ruhr (unweit Essen) eine Anlage entstanden, die dafür bestimmt ist, nach für Herrn Dr. R. patentiertem Verfahren die Abgase eines Hochofens für Pflanzenkulturen nutzbar zu machen. Was ein kleiner Hochofen täglich an Kohlen verbraucht, entspricht umgerechnet dem Stärkegehalt von gut 30 000 Zentner Kartoffeln (nach der Formel $C_6H_{10}O_5$ und bei 18% Stärke); ein großer Hochofen leistet das 3—4-fache. Selbstverständlich ist die Ausnützung dieser Mengen von Kohlenstoff nur zu einem ganz geringen Teil möglich, und ebenso versteht sich im Glashaus eine höhere Ausnützung als im Freiland, wo diese von Witterungseinflüssen sehr beeinflußt zu werden scheint.

Die Hochofenabgase sind verhältnismäßig rein, nur Staub und schädliche Kohlenwasserstoffe müssen daraus entfernt werden. Schweflige Säure, die für Pflanzen sehr gefährlich wäre, kommt hier kaum in Frage, weil im Hochofenbetrieb nur Koks verwendet wird. Den Kohlenstoff enthält das Abgas infolge unvollkommener Verbrennung größtenteils als Kohlenoxyd, CO, das erst zu Kohlendioxyd, CO₂, weiter verbrannt werden muß; das geschieht zum größten Teil schon im Betriebe, wo die brennbaren Abgase dazu dienen, in den „Vorwärmern“ die in den Hochofen eintretende Luft zu erhitzen. Das kohlenäurereiche Gas wird, mit Luft vermischt, durch einen großen, elektrisch betriebenen Ventilator in ein Röhrensystem gepreßt und so über Glashäuser und Freiland verteilt. — Nach dem Riedelschen Verfahren lassen sich natürlich Heizgase verschiedenster Art, u. a. auch die Abgase von Kalköfen, in gleicher Weise verwerten; Reinigung von schädlichen Beimengungen ist dabei Voraussetzung.

Es waren i. J. 1917 drei parallele Häuser, je 6 × 25 m, nebst einem 18 m langen Verbindungshaus errichtet, i. J. 1918 wurden an dessen anderer Langseite drei andere, je 6 × 40 m angebaut, so daß jetzt (ohne Verbindungshaus) 1170 qm unter Glas sind. An Freiland stehen etwa 4 Hektar (= 16 Morgen) zur Verfügung. Die gegebene Gasmenge könnte ein viele Male größeres Feld versorgen. Von der vorhandenen Fläche ist nur ein kleiner Bruchteil für Kontrollversuche ohne Begasung freigelassen. Leider sind die Bodenverhältnisse sehr ungleichartig; etwa $\frac{3}{4}$ der Fläche sind seit Jahren in Kultur, aber ohne Einheitlichkeit, parzellenweise Angehörigen des Werkes überlassen gewesen, und sind nach ihrer

Lage zu dem unbegasteten Stück für wirkliche Vergleiche ungeeignet. Das näher der Kontrollfläche gelegene, mit Röhren belegte Feldstück ist alte Schlackenhalde, erst künstlich durch Auffahren von Boden in Kulturland umgewandelt, so daß die Grundlage für exakten Vergleich: Gleichheit der Bodenverhältnisse, erst in einigen Jahren erreicht werden kann. Jedenfalls ist aber das unbegaste Stück das bessere, so daß jeder auf dem begasteten Feld erzielte Erfolg um so höher zu bewerten ist.

In den Häusern wurde schon i. J. 1917 eine Tomatenernte von unbegast 100 : begast 275 erzielt; bei höchst ungünstiger Witterung und Krankheitsbefall hatten wir i. J. 1918 nur 100 : 200; die begonnene Ernte 1919 dürfte aber über 100 : 300 noch hinausgehen. Von am 23. Jan. d. J. in Töpfe gesäten Buschbohnen konnten im begasteten Haus vom 25. März an bereits die schnittreifen Hülsen geerntet werden, als die Pflanzen im unbegasteten Haus sich eben zum Blühen anschickten. In denselben beiden Häusern gezogener Blumenkohl entwickelte sich im begasteten Haus viel kräftiger, die Pflanzen um etwa die Hälfte höher, die „Blumen“ entsprechend größer; gewichtsmäßige Feststellung der Ernten mußte in diesen beiden Fällen unterbleiben. Die Mittelhäuser beiderseits sind mit Gurken bepflanzt, mit denen ein Vergleich nicht angesetzt wurde. Nur in dem durch eine Querwand mit Schiebetür geteilten Haus 6×40 m war die hintere Hälfte anfangs unbegast gelassen; hier zeigten nun die ersten 2—3 Pflanzen jeder Reihe, die von hereindiffundierender Kohlensäure mitbekommen hatten, eine ganz auffallende Wachstumsförderung¹⁾, wie überhaupt die Gurkenpflanzen, bevor sie zur Blüte schritten, sich ungemein üppig entwickelten, mit Blättern von ganz ungewöhnlicher Größe. Die Ernte an Früchten ist sehr reich, nur fehlt es hier an Vergleichszahlen, weil keines der Gurkenhäuser unbegast geblieben war. Im Sommer 1917 wurden in zwei Parallelhäusern Gurken geerntet 100 : 170. — Die beiden äußeren Häuser 6×40 m sind je zur Hälfte für Wein und für Pflirsiche bestimmt.

Sehr auffallend, namentlich an den Tomatenpflanzen, ist die dunkle, bläulichgrüne Farbe des Laubes als Wirkung der Kohlensäurebehandlung; ähnliches zeigte sich im Freiland besonders deutlich an Mohnpflanzen.

¹⁾ Diese fällt um so mehr ins Gewicht, als die Gurkenhäuser, fast stets geschlossen und mit stark gedüngtem Boden, an sich schon eine an Kohlensäure sehr reiche Luft, etwa 0,2—0,3 v. H., enthalten.

Im Freiland wurden auf kleinen Flächen schon im Spätsommer 1917 Versuche angestellt, die folgende Ergebnisse hatten: Spinat 100 : 250; Rübstiel 100 : 150; Kartoffeln 100 : 280; Lupinen 100 : 290; Gerste 100 : 200 (nicht mehr reif geworden; die Zahlen beziehen sich auf das Pflanzengewicht); die behandelte Gerste stand im Anfang November nahe vor der Blüte, die unbehandelte war noch kaum am Schossen. Die Freilandversuche d. J. 1918 litten unter den höchst ungünstigen Witterungsverhältnissen, teils wurden sie durch die geschilderte Unregelmäßigkeit und Ungunst des Bodens vereitelt; Vergleichszahlen konnten kaum festgestellt werden, außer von einigen Kartoffelbeeten, wo das Höchstmaß der (in einem Fall erzielten) Ertragssteigerung 100 : 421 betrug; die größte Knolle unbegast wog 180 g, die größte begast 320 g, = 100 : 177:

Auch in diesem Jahr hat uns die naßkalte Witterung¹⁾ manche Enttäuschung bereitet; von Erntezahlen liegt erst ein Vergleich mit Mangold vor: geerntete Blätter Mitte Juni 100 : 170, Ende Juli 100 : 146, Summe beider Erträge 100 : 152,5.

Nun ist eins zu bemerken: wir stecken mit diesen Versuchen ja noch ganz in den Anfängen, wir wissen: es geht! — wir wissen aber noch so gut wie gar nichts davon, wie es am besten geht. Wüßten wir das, so würden wir wohl noch ganz andere Ertragszahlen bekommen. Mit Stickstoff-, Kali- usw. Düngung hat ja auch erst viel probiert werden müssen, wie man Höchsternten herausholt. So sind denn bezüglich der CO₂-Behandlung noch zahlreiche bedeutungsvolle Fragen zu lösen, deren für die praktische Ausnützung wichtigste ich hier zusammenstelle:

1. Welche Arten und welche Sorten von Nutzpflanzen eignen sich besser, welche weniger gut für Kultur unter Kohlen-

¹⁾ Man darf wohl mit gutem Grund annehmen, daß windstilles, sonnig-warmes Wetter für den Assimilationsvorgang das günstigste ist. Aber auch übertriebene Trockenheit, wie im Mai d. Js., ist der Vollaussnützung der CO₂ entgegen; ist das Wasser im Minimum, so kann alles andere wenig helfen. Eine kräftige Wasserdurchströmung dürfte für ausgiebige C-Assimilation notwendig sein; sie kann aber nur stattfinden bei warm-trockenem Wetter, ohne daß es dem Boden an Feuchtigkeit gebricht. Bei Wassermangel schließen sich ja bekanntlich die Spaltöffnungen, damit ist dann der Gasaustausch zwischen Blattgewebe und Außenluft beeinträchtigt. Niedere Sommertemperatur schädigt aber die Assimilation in doppelter Weise, erstens direkt, durch Verlangsamung des Vorganges selbst, zweitens indirekt, durch Hemmung des ableitenden Stromes, der eine Stauung der Assimilate herbeiführt.

säurezufuhr? Gibt es unter ihnen solche, für welche der allgemein sicher ungültige Satz, der normale CO_2 -Gehalt der Luft stelle das Bestmaß für die Pflanze dar, vielleicht doch Geltung hat?

2. Gibt es Pflanzen, welche für eine größere, oder für eine geringere Zunahme der Kohlensäure besonders dankbar sind?

3. Welche Arten von Kohlensäurequellen kommen, außer den Abgasen der Industrie, für praktische Verwendung, von Fall zu Fall, in Frage? Vgl. hierzu Frage 19.

4. Wie erklären sich die vereinzelt Mißerfolge an Pflanzen, die ein anderes Mal gut reagiert haben? und wie sind Mißerfolge zu vermeiden?

5. Für welche Pflanzen empfiehlt es sich täglich von Morgen bis Abend, für welche nur halbtägig — vor- oder nachmittags, — oder stundenweise, oder nur Tag um Tag Kohlensäure zu geben?

6. Lassen sich mit Erfolg im deutschen Klima solche Pflanzen heranziehen, die sich wegen zu langer Vegetationsdauer und verspäteter Samenreife bisher nicht einbürgern konnten?

7. Sind die in Frage kommenden Arten oder Sorten zu allen Zeiten ihres Lebens (Ruhezeiten natürlich ausgeschlossen) für Kohlensäuregaben gleich dankbar, oder wollen sie in verschiedenen Entwicklungszuständen verschieden behandelt sein?

8. Welche Wirkung hat vorübergehende Behandlung auf Pflanzen, welche nachher wieder der gewöhnlichen Luft ausgesetzt werden?

9. Wie groß ist die verhältnismäßige Ausnützung der gebotenen Kohlensäure bei verschiedenen Pflanzen? in verschiedenen Altern? bei verschiedenen Gaben? unter verschiedenen Ernährungszuständen?

10. Wie wirkt das Wetter auf diese Ausnützung? Wind oder Stille, Sonnenschein oder zerstreutes Himmelslicht, Wärme oder Kühle, Feuchtigkeit oder Trockenheit?

11. Wie stellt sich der Ausnützungsfaktor der Kohlensäure bei — quantitativ und qualitativ — verschiedener Mineraldüngung, und umgekehrt die Ausnützung der einzelnen mineralischen Nährstoffe bei Kohlensäurezufuhr, ev. bei Düngegaben, die bisher als übernormal galten?

12. Verändert sich der Wasserhaushalt der Pflanze? und wie?

13. Kann man, da ja im Freien der Lichtfaktor in Überfluß, die Kohlensäure im Minimum ist (sofern nicht etwa die Wasser-

versorgung auf diesem Punkte steht!) mit Aussicht auf Erfolg die Pflanzweite enger wählen als sonst normal und üblich?

14. Hat die Kohlensäurezufuhr einen Einfluß auf die Wurzelbildung? und welchen?

15. Wird der Gehalt der Pflanzen an wichtigen Nährstoffen, an Kohlenhydraten, Fetten, Eiweiß, oder an nutzbaren Fasern durch die CO₂-Behandlung gesteigert, und bis zu welchem Grade?

16. Enthalten Arznei- und Drogenpflanzen nach Kohlensäuredüngung mehr an wirksamen Stoffen?

17. Macht sich ein Einfluß auf die Nachkommenschaft geltend? Etwa im Sinne allgemein besseren Saatgutes, oder in häufigerem Erscheinen nutzbarer erblicher Abänderungen (Mutationen)?

18. Läßt sich der Samenansatz bei wenig fruchtbaren Bastardpflanzen durch Kohlensäuregaben steigern?

19. Inwieweit gelten alle diese Gesichtspunkte nicht nur für künstliche, sondern auch bei zweckmäßiger Ausnützung der natürlichen Kohlensäurequellen, von Stallmist, Gründüngung, Kompost, Moorerde usw.

20. Läßt sich bei Kohlensäuredüngung in der lichtarmen Winterzeit künstliches Licht nutzbringend anwenden?

21. Bestätigen sich auch weiterhin die Beobachtungen, wonach mit CO₂ behandelte Pflanzen widerstandsfähiger gegen Schädlinge sind? —

Dies die vorläufig wichtigsten der auf die Praxis bezüglichen Fragen¹⁾, auf welche wir nur erst sehr teilweise zu antworten wissen! Auf dem bisherigen Wege würde es noch vieler langer Jahre bedürfen, bis man einigermaßen in diesen Dingen klar sehen könnte. Planvolle Versuchsanstellung — das weiß jeder Gebildete — kann diesen Zeitraum ganz wesentlich abkürzen, kann in wenigen Jahren Antwort auf Fragen finden, mit denen die bloße Praxis in ebensovielen Jahr-

¹⁾ Von wissenschaftlichem Interesse wäre es, die Einwirkung der CO₂ (zum Vergleich auch die Wirkung abnorm geringer Gaben) auf anatomische Merkmale und auf die Mikroskopie der Zelle und ihrer Teile, ferner auf physiologische Erscheinungen zu studieren; auch hier sind wir über Anläufe hinaus! Vgl. z. B. Farmer u. Chandler, Proceed. Roy. Soc., LXX (1902), S. 413. Kisselew. Beih. Botan. Centralbl. I, XXXII (1914), S. 86. Vgl. dazu auch meinen Aufsatz „Spezifische Assimilationsenergie“ im Juliheft 1919 der Ber. d. D. Botan. Ges.

zehnten nicht ins reine kommt! Darum ist ein dringendes Bedürfnis der allernächsten Zeit: Schaffung einer Arbeitsstätte, nur dazu bestimmt, die Kohlensäurefrage in ständiger Rücksicht auf die Praxis, aber unter wissenschaftlicher Leitung, auf wissenschaftlicher Grundlage und mit den Methoden der Wissenschaft, nach allen Seiten hin durchzuarbeiten.

Denn diese Frage hat ja nicht nur für diejenigen Stellen Bedeutung, denen die aus Heizanlagen, Hochöfen, Kalköfen usw. abfallende Kohlensäure zur Verfügung steht (beiläufig sei hier auch der Gärungs-Kohlensäure gedacht), oder für Kulturen unter Glas, in denen man auch mit künstlich erzeugter CO_2 mit Erfolg arbeiten würde, wie ich schon vor Jahren bewiesen habe. Für die Landwirtschaft von größter Wichtigkeit ist der aus organisch gedüngtem Boden aufsteigende Kohlensäurestrom, den schon Thaer (vgl. oben) für die wichtigste unter den Wirkungen des Stalldüngers erklärt hat. Wir brauchen seinen Wert als Nährstoff-, insbesondere Stickstoffquelle, und seine Leistungen für physikalische Bodenverbesserung darum nicht gering zu achten; diese Dinge sind ja eingehend untersucht und ziemlich gut bekannt, weil man Stalldung, Gründüngung usw. jahrzehntelang anschließend danach bewertet hat; seine Bedeutung als Kohlensäurequelle ist aber mindestens des gleichen Interesses würdig, nur ist es gerade das, was vorerst noch von Wenigen anerkannt wird.

In dieser Sache könnten wir schon vor 12 Jahren weiter gewesen sein als wir heute sind. Es mag sich jeder selbst fragen, und jeder sich selbst sagen, was es bedeutet hätte, wenn wir in den letzten fünf Jahren auf Grund von Kenntnissen, die uns leider heut noch größtenteils fehlen, unsere Ernten selbst nur um einige Hundertstel hätten steigern können!!! Warum waren wir rückständig? Weil, dank einer ganz einseitigen Schulbildung, unter den Maßgebenden selten ein Mann zu finden ist, der in einer naturwissenschaftlichen Frage ein eigenes, unbefangenes Urteil hätte. Soll man nun urteilen, dann muß man Sachverständige befragen; und was das bedeuten will, dafür weise ich auf die einleitenden Sätze dieses Vortrages zurück: auf Kolumbus, auf die erste Eisenbahn, auf Gregor Mendel. Alles, was in der Naturwissenschaft neu (oder wieder neu) ist, kommt so in eine fiele Lage. Denken wir uns, das Schießpulver wäre noch unbekannt,

und es käme jemand (ich setze als bekannt voraus, daß solche Erfindung nur von der Naturwissenschaft ausgehen kann!) zum Kriegsminister: „Ich bin einer Erfindung auf der Spur, so und so, welche die ganze Kriegführung umgestalten und derjenigen Seite, welche in ihrem Besitz ist, ungeheure Vorteile gewährleisten wird; ich brauche aber zur Durchführung der Sache ein kleines Laboratorium mit geeigneter Einrichtung, usw.“ Und der Minister, nachdem er noch einige Fragen gestellt, spräche zu ihm: „Schön, was Sie brauchen, sollen Sie haben! Gewinnen Sie nur erst mit Ihrem „Pulver“ ein paar Schlachten und erobern Sie einige Festungen, dann soll die Errichtung Ihres Laboratoriums sofort in wohlwollende Erwägung gezogen werden.“ — So liegt die Sache, und es ist ein schwerer Hemmschuh für unsere ganze Kulturentwicklung, daß die Möglichkeit, einen fruchtbaren Gedanken in die Tat umzusetzen und ihn der Allgemeinheit nutzbar zu machen, von Außenbedingungen abhängig ist, die mit seinem Wert oder Unwert rein gar nichts zu tun haben.

Die Beurteilung des Anbauwertes französischer Rotkleesaaten.

Von

Prof. Dr. **J. Simon**-Dresden.

Mit 2 Karten.

Die erste und wichtigste Grundlage einer erfolgreichen Pflanzenkultur ist die Verwendung guten, einwandfreien Saatgutes. Die Eigenart des heimischen Pflanzenbaues, einmal die kulturellen und klimatischen Verhältnisse, dann die Notwendigkeit des gesteigerten Anbaues von Getreide und Hackfrüchten sowie von Futterpflanzen machen es unmöglich, den gesamten Bedarf an Saatgut für alle Pflanzenarten im Inlande selbst zu erzeugen: in weitgehendem Maße sind und bleiben wir auch für die Folge auf den Bezug vom Auslande angewiesen. Ganz besonders behält dies Geltung für unsere wichtigste Futterpflanze, den Rotklee¹⁾.

¹⁾ Importiert wurden vor dem Kriege jährlich 378 000 dz Kleesaat. (Alves, Arbeit. der D. L. G., 1913, Bd. 245.)