bewege und das ganze Bild erinnert an einen Scharniermechanismus. Erreicht aber das Klümpchen die Endzelle des Fadens, so wird es ins Wasser abgestossen. Dies zeigt, dass wir es wahrscheinlich mit einem Strom der farblosen Substanz zu tun haben. Bei mehr komplizierter Bewegung des Fadens macht der Strom der Substanz mit dem Klümpchen auf der Peripherie des Fadens eine Vor- und Rückwärts-Spiralbewegung mit verschiedenen unregelmässigen Pausen. Nach meinen bis jetzt spärlichen Beobachtungen bin ich noch nicht schlüssig über die Natur der Substanz und über die Frage, ob die Substanz und das Klümpchen aus dem Inneren der Zellen kommt und ob das Vorhandensein der Klümpchen ganz zufällig ist, oder ob sie die Rolle eines Blockes spielen.

Fast in jedem Präparate habe ich die ultramikroskopischen Organismen gesehen, die meistens die Form hatten, die RAEHLMANN schon beschrieb. Besonders oft sind 8förmige und sehr interessante koloniale. Diese kreisförmigen oder kugelförmigen Kolonien ähnelten denen einiger Flagellaten (*Pandorina*, *Gonium*, *Synura* usw.).

Diese Arbeit wurde teils im botanischen Institute, teils im Laboratorium der Firma ZEISS in Jena gemacht, und es ist mir eine sehr angenehme Pflicht, dem Direktor dieses Institutes, Herrn Professor Dr. STAHL, sowie den Herren Leitern der genannten Firma für gütige Überlassung aller Hilfsmittel meinen besten Dank auszusprechen. Für die lebenswürdige Erklärung der schwierigen Technik des Apparates spreche ich meinen verbindlichsten Dank den Herren Dr. H. SIEDENTOPF und Prof. E. RAEHLMANN aus.

16. Rud. Aderhold: Zur Frage der Wirkung des Kupfers auf die Pflanze.

(Eine Erwiderung auf einen Aufsatz von Dr. EWERT in Heft XII des vorigen Jahrganges dieser Berichte).

Eingegangen am 23. Februar 1906.

In Heft X des XXIII. Bandes der Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft hat Herr Dr. EWERT über weitere Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Kupferkalkbrühe auf die Pflanze berichtet und hat dabei auch der Einwände gedacht, die ich ihm mündlich gegen die Beweiskraft der Versuche in seiner in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern erschienenen Abhandlung gemacht habe. Er hat es dabei zur Vermeidung von Missverständ-

nissen als „angebracht“ bezeichnet, dass ich meinen Standpunkt zu der Frage schriftlich niederlegte. Da ich in der Tat sehe, dass meine mündlich vorgetragenen Einwände von EWERT nicht recht verstanden worden sind, muss ich in meinem eigenen Interesse EWERT's Wunsch erfüllen.

Von RUMME, GALLOWAY, FRANK und KRÜGER, BERLESE und SOSTEGNI, SCHANDER und anderen, auch von mir selbst, ist in den 80er und 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts beobachtet worden, dass mit Kupfervitriolkalkbrühe bespritzte Pflanzen sich von nicht bespritzten auch dann zuweilen vorteilhaft auszeichnen, wenn letztere nicht von Parasiten heimgesucht sind und die Brühe somit keine fungicide Wirkung geübt hat. Im Gegensatz hierzu haben MADER, BAIN, STURGIS und andere, auch ich selbst, festgestellt, dass zuweilen die Bordeauxbrühe schädliche Wirkungen äussert, indem sie einzelne Stellen der bespritzten Organe abtötet. Die einen Pflanzenarten (z. B. Pfirsich) zeigen häufiger die letzte, andere (z. B. die Rebe) häufiger die erste, noch andere (z. B. die Kartoffel) bald die eine, bald die andere Wirkungsweise der Brühe. Die Unterschiede hängen von der Empfindlichkeit der Pflanzenart, vom Ernährungszustande, vom Wetter und vielen anderen noch nicht vollkommen bekannten Umständen ab.

Die Wirkung beruht, wie ich in Übereinstimmung mit EWERT annehme¹⁾, darauf, dass winzige Mengen gelösten Kupfers in die Organe eindringen. Ich folgere nun weiter:

„Je nach ihrer Menge und je nach der spezifischen Empfindlichkeit der Pflanzen wirken sie entweder schädlich oder fördernd. Die eindringende Menge ist von äusseren Verhältnissen, welche auf die Dicke der Kutikula Einfluss haben, abhängig, und deshalb überwiegt bei empfindlichen Pflanzen oder Pflanzenteilen bald die eine, bald die andere Wirkungsweise, und deshalb treten die Schäden in manchen Jahren häufiger auf als in anderen.“

Diese Schlussfolgerung habe ich schon in einem im Jahre 1903 auf der Jahresversammlung der Vertreter der angewandten Botanik (s. Jahresber., I. Jahrg., 1903, S. 27 ff.) gehaltenen Vortrage gezogen. Ich habe die angeführten Sätze wörtlich demselben entnommen, um zu zeigen, dass ich meinen Standpunkt zu der Frage bereits in einer Druckschrift niedergelegt, also eine Sache, die EWERT als „angebracht“ bezeichnet hat, bereits getan habe, ehe ich seinen Wunsch kannte (cf. l. c., S. 36).

1) Ich glaubte früher (Centralbl. für Bakt., II. Abt., Bd. V, 217) dem Eisen die Hauptrolle hierbei zuschreiben zu sollen, habe aber aus der neueren Literatur entnommen, dass auch ohne Eisenzusatz ähnliche Wirkungen erreicht werden können. Ob Eisen selbst einer ähnlichen Wirkung fähig ist, ist noch genauer zu prüfen. Meine am erwähnten Orte veröffentlichten Beobachtungen sprechen dafür.

Im Hinblick auf eine mündlich gemachte Bemerkung EWERT's, die ich berücksichtigen will, da EWERT die Polemik auf mündliche Einwände hin eröffnet hat, will ich erwähnen, dass die hier angenommene bald fördernde, bald schädigende Wirkung des Kupfers durchaus nichts Exceptionelles für diesen Stoff sein würde. Es ist für eine ganze Anzahl von Giften bekannt, dass sie in geringer Konzentration anregend wirken und HÜPPE¹⁾ hat den Satz als ein biologisches Gesetz aufgestellt, dass jeder Körper, der in bestimmten Konzentrationen Protoplasma tötet, in geringerer Menge die Entwicklungsfähigkeit aufhebt und in noch geringerer Menge umgekehrt als Reiz wirkt und die Lebenseigenschaften erhöht.

EWERT stellt in seiner Abhandlung²⁾ über den wechselseitigen Einfluss des Lichtes und der Kupferkalkbrühe auf den Stoffwechsel der Pflanze einen fördernden Einfluss der Kupferkalkbrühe auf Grund seiner Versuche in Abrede. Nach ihm entfaltet dieselbe (von der fungiciden Wirkung abgesehen) nur eine schädliche Wirkung, die sich entweder im Absterben der bespritzten Teile oder bei scheinbarer Gesundheit, ja bei intensiverem Grün in einer Hemmung des Stoffwechsels der Pflanze äussert. Als Versuchspflanzen dienten ihm in den meisten Fällen Kartoffeln, in einem Falle Buschbohnen in Gefässen. Es muss anerkannt werden, dass er sich bemüht hat, die Kulturbedingungen für die Vergleichsgefässe so gleich wie möglich zu gestalten. Ein Teil der Töpfe wurde zu wiederholten Malen mit 1prozentiger, nur geringe Mengen von Eisen oder auch absichtlich grössere Eisenmengen enthaltender Kupferkalkbrühe bespritzt. Während des Verlaufes der Versuche prüfte EWERT gelegentlich den Stärkegehalt bespritzter und unbespritzter Blätter, die von beiderlei Blattarten ausgeatmete Kohlensäuremenge, beobachtete, ob die Pflanze Abweichungen im Wuchs, in der Tiefe ihrer grünen Farbe und ihrer Lebensdauer zeigte und stellte endlich das Erntegewicht an Knollen für jede einzelne Pflanze fest.

Durch eine zweite Reihe von Versuchen ermittelte er die Atmungsgrösse von Kartoffelsämlingen bzw. Kartoffelstecklingen, die aus einer Knolle gewonnen waren, und verglich auch hierbei die Atmungsgrösse gespritzter und ungespritzter Pflanzen.

Zu beiden Versuchsreihen sind Variationen in der Belichtung der Pflanzen herbeigeführt worden. Dieselben lasse ich im folgenden, um die Angelegenheit nicht zu komplizieren, im allgemeinen ausser Acht. Ich bemerke nur, dass EWERT die ganze Frage anfänglich unter dem Gesichtspunkte prüfte, ob durch den angenommenen fördernden Einfluss der Kupferkalkbrühe der nachteilige Einfluss

1) Naturwiss. Einführung in die Bakteriologie (1896), S. 55.

2) Landwirtsch. Jahrb. 1905, S. 233—310.

aufgehoben werden könne, den die Beschattung von Bäumen auf eine Unterfrucht ausübt. Dieser Umstand hat ihn wahrscheinlich veranlasst, dass er bei den Atmungsversuchen in der Regel die vor dem Versuch schwächer atmende Pflanze kupferte und prüfte, ob sie hierdurch die stärkere an Atmungsenergie überflügle. Dieser Fall ist nun zwar nicht eingetreten, allein es ist aber dadurch auch keine Herabsetzung der Atmung durch die Kupferung offensichtlich geworden, und es kennzeichnet den Wert dieser Versuche, wenn ein Fall, bei welchem EWERT umgekehrt verfuhr, ihn zu der Schlussfolgerung führt: „Eine schwach wachsende Pflanze wurde demnach durch das Kupfern in ihrer Lebensenergie nicht gestärkt und auch der kräftige Stoffwechsel einer starken Pflanzenindividualität liess sich durch Kupfer und Eisen nicht merklich schwächen.“ Dabei will ich nicht versäumen, darauf hinzuweisen, dass die Atmungsversuche im allgemeinen mit schwachen Pflänzchen gemacht worden sind, die zum Teil gar keinen, zum Teil einen nach wenigen Grammen zählenden Ertrag brachten und bis in den Dezember hinein kultiviert wurden.

Allein ich will mich bei solchen Einzelheiten nicht aufhalten, um nicht unnötig breit zu werden. Ich habe EWERT eingewandt:

1. dass die Kartoffel keine für seine Versuchszwecke geeignete Pflanze ist. Ich habe das aber nicht bloss im Hinblick auf den von ihm erwähnten Versuch auf dem hiesigen Versuchsfelde getan, bei dem ich übrigens nicht von einem Mehrertrag, sondern von einer „deutlicheren Kupfereinwirkung“ (intensiveres Grün, längere Lebensdauer!) gesprochen habe, sondern im Hinblick auf die Literatur. Wer sich die Mühe nimmt, dieselbe einmal durchzusehen, wird finden, dass die Ansichten über die Nützlichkeit oder Schädlichkeit der Bespritzung bei kaum einer anderen Kulturpflanze so auseinandergehen, wie bei der Kartoffel. FRANK und KRÜGER sahen Ertragssteigerung, SORAUER Ertragsverminderung, MARCK Ertragssteigerung, LIEBSCHER Ertragsverminderung, WOODS und BARTLETT Ertragssteigerung. So geht es weiter, so weit man zurückblickt. Ich habe die hier herrschende Unsicherheit in dem erwähnten Vortrage angeführt¹⁾ und besonders dadurch illustriert, dass ich auf die Versuche hinwies, welche die New York-Versuchsstation Geneva zur Entscheidung der Frage der Rentabilität des Spritzverfahrens für nötig hält und auf 10 Jahre berechnet. Es zeigen das aber auch EWERT's Versuche selbst.

Er hat in der ersten Reihe seiner Versuche fünf Topfversuche und einen Feldversuch mit Kartoffeln gemacht. Auf letzteren legt er selbst keinen Wert. Von den Topfversuchen fällt einer aus, weil er

1) l. c. S. 21.

durch eine Hochwasserkatastrophe und Blattläuse gestört wurde. Von den übrigen spricht einer (Nr. 1) ebenso regelrecht gegen, wie zwei andere (Nr. II und V) für EWERT; einer halb für, halb gegen ihn, weil mit Gipsbrühe behandelte Pflanzen einen bedeutenden Mehrertrag, mit Kalkbrühe behandelte Pflanzen einen noch bedeutenderen Minderertrag, die unbehandelten und bespritzten intermediäre (allerdings letztere weniger als erstere) Erträge ergaben. Und diese Gegensätze trotz der anerkannten Sorgfalt in der Durchführung der Versuche!

Es ist wahrscheinlich, dass bei der Kartoffelpflanze einerseits die Kupfermengen, welche fördernd und welche hemmend wirken, sehr minimal sind und sehr nahe aneinander liegen und dass die Durchlässigkeit der Kartoffelzellwände nach Sorte, Wetter und Ernährung usw. sehr verschieden ist, so dass es nur geringer Differenzen im Arbeitsverfahren bedarf, um eine fördernde in eine schädigende Wirkung umzuwandeln. Der letztere Fall scheint mir z. B. bei EWERT's Versuch V tatsächlich vorgelegen zu haben. Derselbe wurde zu später Jahreszeit (28. Juli bis Mitte November oder noch später) und unter sehr starker Kupfergabe durchgeführt (Bespritzungen viermal, am 22. August, 1. und 10. September und 2. Oktober, 80—100 *ccm* Brühe auf sechs Sämlingspflanzen in einem Topfe mit dem Pulverisator aufgetragen und nie beregnet, also auch nichts von der Brühe im Laufe der Wochen abgewaschen!) Es ist denkbar, dass unter solchen Verhältnissen die Bordeauxbrühe in der Tat eine hemmende Wirkung ausgeübt hat, wenn dieselbe auch nicht zum Tode der Pflanzen führte, und ich halte mich zu einer solchen Vermutung um so mehr für berechtigt, als EWERT in seinen letztjährigen unter Benetzung der Pflanzen mit Regenwasser durchgeführten Versuchen¹⁾ gefunden hat, dass Bespritzen mit vier-, drei- und zweiprozentiger Brühe bei Kartoffeln einen mit den Brühekonzentrationen steigenden Minderertrag, mit einer einprozentigen Brühe aber einen Mehrertrag gegenüber den unbehandelten Pflanzen ergaben. Um die Sachlage zu klären, wird es nötig sein, Versuche in grösserer Anzahl mit wechselnden Brühekonzentrationen (aber noch unter 1 pCt. herabgehend) auszuführen und auch mit Wechsel in dem Verhältnis der bespritzten zur unbespritzten Blattfläche und mit Wechsel der Zeit, welche die Brühe wirkt.

2. Habe ich EWERT eingewandt, dass er seine Pflanzen entgegen den natürlichen Verhältnissen vor Regen und vor Tau geschützt habe. Ich brauche wohl die Berechtigung dieses Einwandes nicht weiter auszuführen. Es liegt klar zu Tage, dass dadurch die in der Natur gegebenen Verhältnisse verschoben sind, und dass somit

1) Diese Berichte, Bd. XXIII, 1905, S. 480.

andere Ergebnisse als dort in die Erscheinung treten können (siehe EWERT's diesjährige Resultate).

3. Bestreite ich, dass man aus der Atmung in der Weise ohne weiteres auf die Assimilation schliessen kann, wie es EWERT getan hat, ich bestreite dagegen nicht, dass die Atmung bis zu einem gewissen Grade von der Assimilation abhängig ist, wie EWERT bei Besprechung dieses Einwandes die Sache umkehrt. Es ist mir wohl bekannt, dass die zur Atmung dienenden Stoffe in letzter Linie Produkte der Assimilation sind und dass deshalb Atmung wohl von der Assimilation abhängig sein muss. Indess ist nicht in gleicher Weise das Umgekehrte der Fall. EWERT hat bei seiner Betrachtung die Gesamtassimilation, den ganzen Stoffwechsel der Pflanze im Auge. Derselbe erscheint mir ein viel zu komplexes Gebilde, als dass er sich durch eine so einfache Grösse wie die Atmungsgrösse oder richtiger ausgedrückt, die Menge der abgeschiedenen Kohlensäure messen liesse. Zerlegt man ihn in einzelne Geschehnisse, so kommt man in letzter Linie auf die Kohlensäureassimilation als einen Massstab für die Gesamtassimilation, da sie die alleinige Kohlenstoffquelle für die Pflanzensubstanz ist. Wenn EWERT's Satz richtig wäre, dann müsste also auch eine direkte Beziehung zwischen ausgeatmetem Sauerstoff eingeatmeter Kohlensäure bestehen, d. h. beide Vorgänge müssten graduell parallel gehen. Dass das keineswegs immer der Fall ist, ist eine bekannte Tatsache, ist aber auch für chemische stoffliche Reize ganz besonders nachgewiesen worden durch JACOBI,¹⁾ der da zeigte, dass Chlorkalium, Chlornatrium, Chinin, Antipyrin, Schilddrüse und Jod die Atmung submerser Wasserpflanzen durch Reizwirkung steigern, die Kohlensäureassimilation dagegen herabdrücken. Nun wird mir EWERT einwenden, dabei hätte ich vorübergehende Zustände im Auge; er bestreite nicht, dass zu gewissen Zeiten das relative Verhältnis zwischen Atmung und Kohlenstoffassimilation geändert werden könne; er habe deshalb bei seinen Versuchen auch nicht bloss einmal, sondern wiederholt die Menge der von einer bespritzten Pflanze abgegebenen Kohlensäure bestimmt. Das ist richtig. Aber um einen Einblick in einen vielleicht täglich hin- und herschwankenden Vorgang zu erhalten, genügen selbst die sieben, bestenfalls achtzehn Bestimmungen der ausgeatmeten Kohlensäuremenge, die EWERT an einer und derselben Pflanze während ihrer Vegetationszeit gemacht hat, nicht. Obendrein fehlt es bei denselben nicht an Schwankungen in der Differenz der Atmungsgrösse der bespritzten und unbespritzten Pflanze (besonders deutlich bei Versuch I und VIII), die zeigen, dass selbst der gleiche Vorgang bei den Vergleichspflanzen nicht immer gleich lief.

1) Flora, 1899, S. 289 ff.

Ich habe im Vorstehenden EWERT's Wunsch erfüllt, meinen Standpunkt zu seinen Resultaten niederzulegen. Ich erkläre damit gleichzeitig, dass ich mich auf eine weitere Polemik in dieser Angelegenheit nicht einlassen werde. Sobald ich andere Arbeiten abgeschlossen habe, werde ich die Frage experimentell neu prüfen, denn es ist zu wünschen, dass die Rolle, welche das Kupfer im Leben der chlorophyllführenden Pflanze spielt, bald völlig geklärt wird. Es würde das nicht bloss für die Phytopathologie, sondern auch für die allgemeine Physiologie von Wert sein. Wenn die chlorophyllführende Pflanze wirklich unter keinen Umständen eine Förderung durch Kupfer erführe, würde sie in einen Gegensatz mehr zu chlorophyllfreien Pflanzen treten, da für gewisse Pilze durch RAULIN, RICHARDS, UNO und PULST eine Wachstumsbeschleunigung bzw. Ertragssteigerung durch Kupferzufuhr sichergestellt ist. Übrigens haben sich, was EWERT, der die Literatur überhaupt nur gelegentlich zitiert, nicht erwähnt, auch die Physiologen schon mit der Frage beschäftigt (vergl. EWART, JACOBI, TREBOUX); indessen gehen die von ihnen angewandten Konzentrationen für Kupferlösungen über die hier vermutlich in Frage kommenden hinaus, weshalb es auch nicht Wunder nehmen kann, dass sie eine Herabsetzung der Assimilation durch dieselben fanden. Dagegen mag darauf verwiesen werden, dass MIANI in „gekupfertem“ Wasser eine Beschleunigung des Wachstums der Pollenschläuche beobachtete.

Dahlem, den 22. Februar 1906.

17. Otto Appel: Zur Kenntnis des Wundverschlusses bei den Kartoffeln.

Mit Tafel IX.

Eingegangen am 23. Februar 1906.

Die Tatsache, dass die Kartoffel Wunden sehr rasch und vollständig abzuschliessen vermag, ist seit langem bekannt, und auch die Bedingungen, unter denen dies vor sich geht, sind schon häufiger untersucht worden. Am eingehendsten ist dies geschehen durch KNY¹⁾ und in neuester Zeit durch OLUFSEN²⁾. Diese Untersuchungen legten den Hauptwert auf die Bildung des Wundperiderms, das bei

1) KNY, Über die Bildung des Wundperiderms an Knollen in ihrer Abhängigkeit von äusseren Einflüssen. Ber. der Deutschen bot. Ges., Bd. VII (1889) S. 154–168.

2) OLUFSEN, Untersuchungen über Wundperidermbildung an Kartoffelknollen. Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Bd. XV. (1903.) S. 269–308.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Aderhold Rudolf

Artikel/Article: [Zur Frage der Wirkung des Kupfers auf die Pflanze. 112-118](#)