

O. Schulz: Untersuchungen über den Einfluss der Mikroorganismen auf die Oxydationsvorgänge im Erdboden. (Aus dem physiologischen Institut zu Erlangen.)

Im verflossenen Jahre hat Herr Dr. Kraus¹⁾ im hiesigen physiologischen Institut eine Reihe von Versuchen ausgeführt, welche darauf abzielten, den Einfluss der Mikroorganismen auf den unter gewissen Bedingungen stattfindenden freiwilligen Zerfall organischer Säuren festzustellen. Die von ihm gewählte Versuchsanordnung war folgende: Gartenerde, kiesiger Sand, Kohle oder grobes Glaspulver wurde mit reichlichen Wassermengen mehrfach gewaschen, in grössere, am Boden mit seitlichem Tubus versehene Flaschen gefüllt, die Füllung mit 3 proc. Lösungen von Citronensäure, Weinsäure oder deren Alkalisalzen getränkt und ca. 8 Tage lang der Einwirkung eines gleichmässigen Luftstromes ausgesetzt. Die in die Flaschen eintretende Luft wurde durch Kalivorlagen von CO_2 befreit; der austretende Strom gab die aus der Flasche mitgeführte CO_2 an eine in Pettenkofer'scher Röhre befindliche Barytlösung ab. Eine Wasserstrahlpumpe am Ende der Apparatenkette bewirkte die Aspiration der Luft, und ein mit der Pumpe verbundenes Ventil sorgte dafür, dass die Stärke der Aspiration über eine gewisse Grenze nie hinausging. Die durch Titration mit 28,63 ‰ Oxalsäure bestimmte CO_2 -Menge galt als Maass für die Oxydation der dem Luftstrom unterworfenen organischen Substanz. War nun dieser chemische Vorgang abhängig von der Gegen-

¹⁾ Kraus, Beiträge zur Kenntniss der Oxydationsvorgänge im Erdboden. In.-Diss. Erlangen, 1888.

wart von Mikroorganismen, so mussten die Resultate der Versuche deutliche Unterschiede erkennen lassen, wenn einmal die Flaschenfüllung und die zur Durchtränkung derselben bestimmte Lösung sorgfältig sterilisirt und wenn im anderen Fall die Mikroorganismen nicht abgetödtet wurden. Demgemäss unterlagen bei der Mehrzahl der Versuche, bei welchen die Mitwirkung der Mikroorganismen ausgeschlossen sein sollte, die Flasche mit dem verwendeten Substrat (Erde, Kohle u. s. w.), die Lösung der organischen Säure, Schläuche, Stopfen, Glasröhren einer gründlichen Behandlung mit strömendem Wasserdampf, während bei den Parallelversuchen das sicher bacterienreiche Substrat unsterilisirt blieb.

In der That zeigten die gefundenen CO_2 -Mengen durchweg den erwarteten Unterschied, so zwar, dass die CO_2 -Werthe der Versuche, bei welchen sterilisirte Erde oder Holzkohle als Substrat diente, um 25—50 Proc. niedriger ausfielen als die Werthe der Parallelversuche. Auffallend aber war, dass die Sterilisirung bei der grösseren Zahl der Versuche doch nur eine, wenngleich deutliche, Abschwächung, ein vollständiges Aufhören der CO_2 -Bildung dagegen nur in zwei Fällen zur Folge hatte.

Was den von CO_2 -Bildung begleiteten Zerfall der Citronensäure bezw. Weinsäure betrifft, so wurde angenommen, dass zunächst in den Carboxylgruppen dieser Säuren die ersten CO_2 -Quellen zu suchen seien, und es wurde für die Berechnung und tabellarische Zusammenstellung der Resultate der Carboxyl-C als leicht oxydirbar von dem C des übrigbleibenden Radicals getrennt. (Mit dieser Annahme sollte nicht die Behauptung ausgesprochen sein, es würde bei der unter den in Rede stehenden Bedingungen erfolgenden Zersetzung von Carbonsäuren in jedem Fall zuerst die Carboxylgruppe als CO_2 abgespalten.) Für Citronensäure $[\text{C}_6 \text{H}_8 \text{O}_7 + \text{H}_2 \text{O}]$ sind demnach, entsprechend den 3 Carboxylgruppen, 17,13 Proc. leicht oxydirbarer Kohlenstoff in Anschlag gebracht worden. Bei vollständigem Uebergang von 17,13 Theilen C in CO_2 mussten entstehen $17,13 \times \frac{4}{3} = 62,81$ Theile CO_2 . Gefunden wurden

1) 12,66 Th. CO_2 —	Substrat: Holzkohle	} sterilisirt
2) 24,66 „ CO_2 —	„ Sand	
3) 14,66 „ CO_2 —	„ Sand	
4) 33,0 „ CO_2 —	„ Sand	nicht sterilisirt.

Aus diesen und den weiteren ähnlichen Zahlen ergäbe sich der Schluss, dass die Oxydation der Citronensäure und Weinsäure durch den atmosphärischen Sauerstoff auch bei Abwesenheit von Mikroorganismen, nur etwas träger vor sich gehe, wenn nicht bei zwei anderen Versuchen mit sterilisirtem Substrat die Entwicklung von CO_2 ganz ausgeblieben wäre.

Um diesen wechselnden Verlauf des Oxydationsprocesses klar zu stellen, nahm Herr L. Hirsch in diesem Winter die Untersuchung von Kraus wieder auf. Derselbe behielt im allgemeinen die von Kraus gewählte Anordnung bei, benutzte aber kleinere, nur $1\frac{1}{2}$ —2 Liter fassende Flaschen und sterilisirte die mit dem Substrat gefüllten Gefässe nicht mit strömendem Dampf, sondern durch Erhitzen auf 180° in einem doppelwandigen eisernen Heizkasten. Hierdurch wurde die Abtödtung der Mikroorganismen sicher erreicht, was durch Wasserdampf nicht immer möglich ist, da derselbe, wie es scheint, eine selbst sehr locker aufgeschichtete Sand- oder Kohle Masse von mehreren Litern nicht vollständig zu durchdringen vermag.

Die Versuche von Hirsch (15 Versuche, 9 mit sterilisirtem, 6 mit nicht sterilisirtem Substrat) haben nun mit einer einzigen, in einem experimentellen Fehler begründeten Ausnahme ergeben, dass bei Ausschluss der Mikroorganismen eine von CO_2 begleitete Zersetzung wenig beständiger organischer Substanzen allein durch atmosphärischen Sauerstoff in kürzerer Zeit nicht eingeleitet wird. Geprüft wurden Citronensäure, Traubenzucker, Harnstoff und Harn. Die titrimetrisch ermittelten CO_2 -Mengen, auf 100 Th. angewandeter Substanz berechnet, sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Citronensäure auf

I. Kohle	sterilisirt	0	Proc. CO_2
II. Gartenerde	»	0	» »
III. Sand	nicht sterilisirt	11,73	» »
IV. Gartenerde	»	11,72	» »

Traubenzucker auf

V. Kohle	sterilisirt	0	Proc. CO_2
VI. Gartenerde	»	0,11	» »
VII. »	nicht sterilisirt	24,71	» »
VIII. »	»	36,83	» »

Harnstoff auf

IX. Kohle	sterilisirt	4,36 Proc. CO ₂
X. Gartenerde	»	0 » »
XI. »	nicht sterilisirt	16,72 » »

Harn²⁾ auf

XII. Gartenerde	sterilisirt	0 Proc. CO ₂
XIII. »	»	0 » »
XIV. Kohle	»	0 » »
XV. Gartenerde nicht sterilisirt		19,61 » »

Bei den vorstehenden Versuchen IX—XV wurden die Veränderungen, welche die Amidogruppen des Harnstoffs unter den obwaltenden Bedingungen erleiden, nicht weiter verfolgt, da Herr Behrend bereits eine experimentelle Arbeit über diese Frage in Angriff genommen hatte.

Ueber den Vorgang der Umwandlung des Ammoniaks und des Stickstoffs organischer Verbindungen in salpetrige Säure und Salpetersäure ist in den letzten Jahren lebhaft debattirt worden. Es sei hier nur an die bezüglichlichen Arbeiten von Frank und Plath erinnert. Bei dem ausserordentlichen Interesse, welche die viel umstrittene Frage von der Nitrification besitzt, lag es nahe, im Anschluss an die oben besprochene Arbeit von Hirsch, zu versuchen, ob das bei dieser erprobte Verfahren nicht gleichermassen einige Aufschlüsse über das Schicksal des Stickstoffs liefern könne, wenn stickhaltige Verbindungen in derselben Weise der gleichzeitigen Einwirkung der Mikroorganismen und des Luftsauerstoffs oder nur der Wirkung des letzteren ausgesetzt würden.

Herr Behrend hat in den beiden letzten Semestern diese Arbeit durchgeführt. Von derselben sei in Kürze hervorgehoben: Die einzelnen Versuche dauerten 6 bzw. 8 Wochen; im Ganzen wurden 16 Versuche angestellt, davon 9 mit sterilisirtem, 7 mit nichtsterilisiertem Substrat (Erde und Kohle). Die geprüften N-haltigen Substanzen waren Salmiak, Ammoniumcarbonat, Harnstoff, Harn, Eiweiss, Pepton und Leucin. Bei den Versuchen

²⁾ Der Inhalt der Flasche wurde mit 150 ccm ausgekochten Harns, welcher 1,74 Proc. Harnstoff enthielt, getränkt und die in Vers. XV. gefundene CO₂ bei der Berechnung auf 2,6 g Harnstoff bezogen.

mit nicht-sterilisirtem Substrat liessen sich durchweg quantitativ bestimmbare Mengen von N_2O_3 oder N_2O_5 (bis 6,2 mgr) nachweisen, bei denjenigen mit sterilisirtem Substrat dagegen nur in 2 Fällen, und zwar da, wo Ammoniumcarbonatlösung zur Durchtränkung von Kohle und von Erde gedient hatte.

Die Arbeit von Behrend gelangt zu dem Ergebniss, dass die Gegenwart von Mikroorganismen für das Zustandekommen der Nitrification zwar nicht unbedingt nothwendig, jedoch demselben sehr förderlich ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1889-1891

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Schulz Oskar

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Einfluss der Mikroorganismen auf die Oxydationsvorgänge im Erdboden. 12-16](#)

