

Sumpfgasgährung. Zuerst erschien die der Isobuttersäure ähnliche Säure, die Hauptmenge aber bildete Essigsäure.

Eine nicht uninteressante Frage ist die nach dem Vorkommen dieser Cellulosegährung in der Natur. Eine Entwicklung von Wasserstoff durch Gährung ist meines Wissens auf der Erdoberfläche bisher nicht beobachtet worden. Es sind jedoch Anzeichen vorhanden, die einen solchen Vorgang als einen nicht selten stattfindenden erscheinen lassen. Schliesst man Wiesenheu mit Wasser und etwas Luft in eine Flasche ein, deren Hals in eine unter Quecksilber tauchende Röhre sich fortsetzt, so beginnt sehr bald eine starke Entwicklung von Gas von der Zusammensetzung:

CO ₂	51.15	pCt.
H	44.58	»
CH ₄	0.09	»
N	4.18	»

Aus dem Inhalte lassen sich dann durch Destillation bedeutende Mengen von flüchtigen Säuren, die grösstentheils aus Essigsäure bestehen, gewinnen, die ersten Destillate gaben auch sehr deutliche Alkohol- und Aldehydreaktionen. Man sollte nun glauben, die Bedingungen für die beschriebene Gährung müssten auf der Erdoberfläche, wo vertrocknete Pflanzentheile mit Wasser unter geringem Luftzutritt häufig zusammentreffen, nicht selten sich finden. Sollten vielleicht die im Moor- und Torfwasser gefundenen flüchtigen, niederen Fettsäuren auf diese Quelle sich zurückführen lassen? Ich hoffe noch den Beweis zu erbringen, dass bei der beschriebenen Heugährung Cellulose die Substanz ist, welche in die aufgeführten Produkte zerfällt.

Bei diesen Untersuchungen hat mich im chemischen Theile derselben Hr. F. Strauss eifrigst unterstützt.

333. H. Tappeiner: Ueber die Sumpfgasgährung im Schlamme der Teiche, Sümpfe und Kloaken.

(Eingegangen am 10. Juli.)

Die Frage, welche Substanz bei dieser Gährung im Schlamme zersetzt wird, muss noch als eine offene bezeichnet werden, denn die bisher veröffentlichten Versuche, welche beweisen sollten, dass diese Substanz Cellulose sei, indem sie zeigten, dass man durch Zusatz von Kloakenschlamm in Wasser suspendirtes Papier vergähren könne, lassen zwei Einwände zu:

1. Es waren, wie es scheint, die bei diesen Versuchen verwandten Materialien (Gefässe, Papier, Wasser u. s. w.) nicht sterilisirt, wenig-

stens ist dieses Umstandes nicht Erwähnung gethan. Der die Cellulosegährung erzeugende Pilz konnte daher in diesem Falle ebensogut an den genannten Gegenständen gehaftet haben wie in dem zugesetzten Schlamme enthalten gewesen sein.

2. Es wird auch für den Fall, dass der Gährungserreger wirklich aus dem Schlamme stammte, durch den Versuch nur bewiesen, dass im Schlamme Organismen enthalten sind, welche Cellulosegährung zu veranlassen vermögen, keineswegs aber bewiesen, dass diese Gährung auch im Schlamme selbst statthat.

Im Schlamme der Kloaken, der sich aus Abfällen des menschlichen und thierischen Lebens sammelt, werden alle möglichen Gährungserreger vorkommen, nur wenige aber die Bedingungen vorfinden, dort Gährung zu erregen. Zumal das Vorkommen von cellulosevergärenden Pilzen im Kloakenschlamm konnte nach meinen Untersuchungen über Celluloseverdauung¹⁾ vorausgesagt werden, da solcher Schlamm wohl immer mit Exkrementen von Pflanzenfressern versetzt ist, diese aber die Organismen, welche die Cellulose im Darne zersetzen, natürlich enthalten müssen.

Es enthält indess auch der Schlamm abgeschlossener Teiche und Sümpfe, die ihrer Lage nach von Thieren nicht betreten und verunreinigt werden konnten, Cellulose vergärende Pilze, wie aus folgenden Versuchen hervorgeht.

Der hierzu gebrauchte Schlamm wurde mit allen Vorsichtsmaassregeln gegen das Hineingelangen fremder Pilze aufgefangen und in das Laboratorium gebracht. Alles hierzu gebrauchte Material war vorher sterilisirt und gegen Zudrang von Pilzen während des Transportes zur Stelle und zurück geschützt.

Als damit eine mit Baumwolle und mit neutraler einprocentiger Fleischextraktlösung, die zu gleichen Theilen mit Nägeli'scher Salzlösung verdünnt war, gefüllte Flasche inficirt wurde, trat nach einigen Tagen starke Gährung ein, welche lieferte:

C O ₂	}	48.05 pCt.
SH ₂		
H		51.68 >
CH ₄		0.18 >
N		0.62 >

Als hingegen in einprocentige neutrale Fleischextraktlösung ausgesät wurde, war das Gas folgendermaassen zusammengesetzt:

CO ₂	}	81.81 pCt.
SH ₂		
H		4.89 >
CH ₄		13.07 >
N		0.33 >

¹⁾ Diese Berichte XV, 1001.

Cellulose war in beiden Versuchen verbraucht worden, im letzteren war von 1.8288 g trockener Baumwolle gelöst worden 1.3146 g.

Der Inhalt beider Flaschen reagirte nach Ablauf der Gährung sauer und es gingen bei der Destillation reichliche Mengen flüchtiger Säuren über. Das erste Destillat roch nach Buttersäure und sein Kalksalz zeigte das Verhalten, wie bei den Cellulosegährungen der obigen Mittheilung. Die späteren Destillate gaben die Reaktionen der Essigsäure.

Diese Versuche beweisen, dass im Schlamm der Teiche und Sümpfe Organismen vorkommen, welche gleiche oder mindestens ganz ähnliche Cellulosegährungen hervorrufen, wie die Organismen im Darne der Pflanzenfresser — ein Resultat, das im übrigen zu erwarten war. Denn diese Organismen können in den Darm der Thiere wohl auch nicht anders als mit den aufgenommenen Pflanzentheilen, an denen sie haften, hineingelangt sein.

Bei diesen Versuchen bin ich auf eine andere Gährung gestossen, die möglicherweise mit der Gährung im Schlamm in naher Beziehung stehen kann.

Es zeigte sich nämlich, dass in einprocentigen neutralisirten Fleischextraktlösungen, die mit etwas Schlamm inficirt worden waren, nach einer Woche eine Gährung eintrat, die in ihrem wochenlangen ruhigen Verlaufe und in der Zusammensetzung der entwickelten Gase eine überraschende Aehnlichkeit mit der Sumpfgasgährung des Schlammes hat.

Die aufgefangenen Gase hatten nämlich die Zusammensetzung:

Ende der ersten Woche der Entwicklung	Dritte Woche der Entwicklung
CO ₂ } 23.95	CO ₂ } 21.43 pCt.
SH ₂ }	SH ₂ }
H 0.43	
CH ₄ 74.75	CH ₄ 77.87 »
N 1.15	N 0.84 »
Verhältniss der CO ₂ : CH ₄ = 1 : 3.1	CO ₂ : CH ₄ = 1 : 3.6

Zum Vergleiche führe ich die Gaszusammensetzung an, welche Popoff¹⁾ erhielt, als er Kloakenschlamm bei 40° gähren liess. Es unterscheiden sich nach ihm die bei Zimmertemperatur und bei 40° aus Schlamm entwickelten Gase nicht principiell. Das Verhältniss von CO₂ : CH₄ macht nur bei höherer Temperatur rascher dieselbe Aenderung durch als bei niederer.

¹⁾ Arch. f. Physiologie X, p. 129.

Drei Wochen nach Anstellen des Versuches:

	I.	II.
CO ₂	31.44	26.24 pCt.
CH ₄	68.56	73.76 »
CO ₂ : CH ₄	= 1 : 2.2	= 1 : 2.6

Sechste Woche, nachdem Ende der dritten Woche vorübergehend Luft zutreten gelassen wurde.

CO ₂	15.34 pCt.
CH ₄	84.66 »
CO ₂ : CH ₄	1 : 5.5

Der Schlamm, welcher zu meinen Versuchen benutzt wurde, lieferte bei 40° ein ganz ähnlich zusammengesetztes Gas.

Während der zweiten Woche entwickelt:

CO ₂	25.29 pCt.
CH ₄	72.89 »
N	1.78 »
CO ₂ : CH ₄	= 1 : 2.9

Schwefelwasserstoff war im aufgefangenen Gase nicht nachzuweisen. Hingegen ergab die Prüfung der über dem Schlamm gelagerten Gas-schicht nach Oeffnung der Flasche eine deutliche Bräunung des hineingehaltenen Bleipapiers.

In ganz ähnlicher Weise wie Fleischextrakt wird Eiweiss vom Schlamme vergährt.

Aus einer 150 ccm fassenden Flasche, welche mit Nägeli'scher Salzlösung, 1 proc. reinem Pflanzeneiweiss (aus Kürbissamen) und etwas Schlamm beschickt war, entwickelte sich:

Ende der ersten Woche	Ende der zweiten Woche
CO ₂ } 36.46	CO ₂ } 33.23 pCt.
SH ₂ }	SH ₂ }
CH ₄ 63.54	CH ₄ 66.77 »
CO ₂ : CH ₄ = 1 : 1.7	CO ₂ : CH ₄ = 1 : 2.0

Eine gleichgrosse mit Nägeli'scher Salzlösung und etwas Schlamm ohne Eiweiss beschickte Flasche entwickelte keine Spuren von Gas.

Eine in gleicher Weise behandelte, mit Salzlösung, 1.5 g reinem Pepsinfibrinpepton beschickte Flasche aber lieferte innerhalb 4 Wochen circa 153.0 ccm Gas (auf 0° und 1 m Druck reducirt), das in der Mitte der Entwicklung die Zusammensetzung hatte:

CO ₂ } 25.42 pCt.
SH ₂ }
CH ₄ 72.56 »
N 2.36 »

Verhältniss der CO₂ : CH₄ = 1 : 2.8.

Das Ergebniss dieser Versuche ist:

1. Im Schlamme kommen Organismen vor, welche nicht bloss Cellulose, sondern auch Eiweiss oder diesem nabestehende Körper, (Peptone und Leim) zu Kohlensäure und Grubengas zu vergähren vermögen.

2. Das Verhältniss, in dem bei der Eiweissgähung die genannten Gase zu einander stehen, entspricht der Zusammensetzung der vom Schlamme entwickelten Gase weit mehr, als dies bei den bis jetzt bekannten Cellulosegähungen der Fall ist.

3. Es genügen kleine Quantitäten von eiweissartigen Körpern, um eine wochenlange Gasentwicklung zu unterhalten. Solche Mengen an Proteïnsubstanzen sind sicherlich auch in den Pflanzenresten oder den Leichen der Wasserthiere, welche die organische Masse des Schlammes bilden, enthalten.

Ob aber nun die Eiweiss-Sumpfgasgähung wirklich im Schlamme der Kloaken und Sümpfe abläuft, ist eine Frage, die erst durch weitere Untersuchungen beantwortet werden kann. Sollte dies in bejahendem Sinne geschehen, so würde die Schlammgähung auch in hygienischer Beziehung unter Umständen Bedeutung erlangen.

Sie würde z. B. erklären, wesshalb der Genuss von Sumpfwasser manchmal den Tod nach sich zieht in so kurzer Zeit, dass an eine Infektion durch Pilze nicht gedacht werden kann.

Es ist nämlich nach den Untersuchungen von Brieger und Andern¹⁾ sehr wahrscheinlich, dass auch bei dieser Eiweissgähung Fäulnissalkaloide entstehen.

Ich werde mich bei Fortsetzung der Untersuchung dieser Eiweissgähung und der Gähung im Schlamme selbst, um fremdes Arbeitsgebiet nicht zu streifen, in dieser Beziehung vorderhand mit der Constatirung der Bildung toxischer Substanzen begnügen.

334. Karl Galle: Ueber Tetraäthylbenzol und Hexaäthylbenzol.

[Mittheilung aus dem Universitäts-Laboratorium zu Rostock.]

(Eingegangen am 11. Juli.)

Wiederholt habe ich bei der Synthese aromatischer Kohlenwasserstoffe nach der Friedel - Crafts'schen Methode es für zweckmässig befunden, nicht gasförmiges Aethylchlorid durch ein Gemenge von Benzol und Aluminiumchlorid zu leiten, sondern dieses Gemenge in Autoclaven mit flüssigem Aethylbromid auf 100° zu erhitzen. Ein

¹⁾ Diese Berichte XVI, 1186.