

## Zur Kenntnis der Darmgärung.

Von

Dr. phil. et med. **Carl Oppenheimer.**

Mit einer Abbildung im Text.

(Aus dem tierphysiologischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin.  
Geh.-Rat Zuntz.)

(Der Redaktion zugegangen am 2. Juni 1906.)

Die Darmgase der verschiedensten Tiere und auch des Menschen sind häufig untersucht worden. Man hat in ihnen neben Kohlendioxyd vor allem Wasserstoff, Methan und geringe Mengen anderer Gase nachgewiesen. Da man gewöhnlich die Gase so analysierte, wie sie aus der Afteröffnung austraten, oder andererseits Darminhalt an der Luft gären ließ, so hat man ferner stets Reste der im Darm enthaltenen atmosphärischen Luft, insbesondere also Stickstoff in ihnen gefunden.

Mir kam es nun bei den Versuchen, die ich im folgenden kurz schildern möchte, gerade auf die Frage an, ob sich bei Darmgärung Stickstoff neu bildet. Es bildet diese Frage einen Teil des größeren Problems, ob sich überhaupt Stickstoff aus komplizierteren Verbindungen im tierischen Körper abspaltet. Vor kurzem ist bekanntlich von Schittenhelm und Schröter<sup>1)</sup> die Behauptung aufgestellt worden, daß sich bei Fäulnisvorgängen, wie sie auch im Darm vorhanden sein könnten, freier Stickstoff neu bilden könnte. Ich habe indessen bei einer Kritik dieser Arbeit<sup>2)</sup> zeigen können, daß dieser Schluß auf groben Irrtümern beruht, daß vielmehr die Zahlen der genannten Autoren keinen Schluß auf eine Neubildung von Stickstoff zulassen. Mir erschien überhaupt die bisher allgemein angewandte Methodik,

<sup>1)</sup> Schittenhelm und Schroeter, Über die Spaltung der Hefenucleinsäure durch Bakt., Diese Zeitschrift, Bd. XL, S. 70.

<sup>2)</sup> Oppenheimer, Angebl. Stickstoffgärung durch Fäulnisbakterien, Diese Zeitschrift, Bd. XLI, S. 3.

die Gärung in Anwesenheit von Luft stattfinden zu lassen, für die Entscheidung grade dieser Frage nicht geeignet. Ich habe deshalb einen etwas anderen Weg eingeschlagen, indem ich den Inhalt des Blinddarms von Kaninchen usw. im Vakuum gären ließ.

Im einzelnen war die angewandte Methodik folgende. Frisch getöteten, gesunden Kaninchen oder Pferden wurde der Blinddarm entnommen und sein Inhalt mit etwas dünner Kochsalzlösung zu einem homogenen Brei verrieben. Dieser wurde nun in ein zu diesem Zweck konstruiertes Gärungskölbchen gebracht. (Fig. 1.)

Dies besteht aus einem starkwandigen Gefäß von ca. 300 ccm Inhalt mit rundem Boden, das ein Vakuum erträgt. Es ruht in einem ausgehöhlten Holzfuß. Es trägt einen luftdicht aufgeschliffenen Helm, der von 2 eingeschmolzenen Kapillaren mit kleinen Glashähnen durchbohrt ist. Die eine Kapillare geht bis fast auf den Boden des Kölbchens, die andere nur bis an den Hals. An dem Hals ist ferner ein Glasmantel aufgeschliffen, der zum Zwecke der luftdichten Absperrung mit einer Sperrflüssigkeit gefüllt werden kann.

In dieses Kölbchen wird nun der Darminhalt eingefüllt, der Helm und der Mantel aufgesetzt, die lange Kapillare durch den Hahn verschlossen, und dann die kurze an der Strahlpumpe bis auf 20—30 mm evakuiert. Dies geschieht, um die Luft aus der Flüssigkeit zu entfernen. Man läßt dann 24 Stunden in der Kälte stehen. Dann wird an der Blutgaspumpe völlig evakuiert, der Mantel mit Quecksilber gefüllt, in die überstehende Kapillare ebenfalls ein Quecksilbertropfen eingebracht, um auch hier jede Diffusion von Luft zu verhüten, und dann 1—2 Tage im Brutschrank der Inhalt der Gärung überlassen. Dann wurde die überstehende Kapillare mit Hilfe eines mit Quecksilber gefüllten Kapillarschlauches und einer hakenförmig gekrümmten Glaskapil-

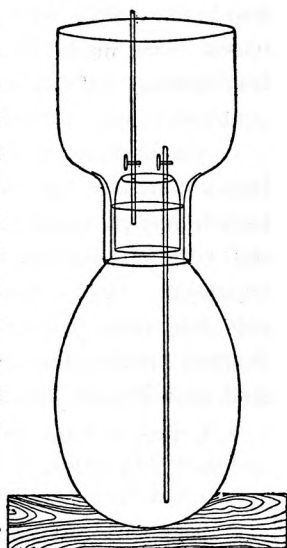
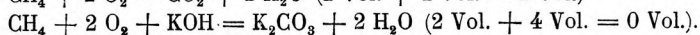
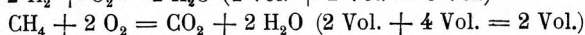
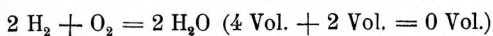


Fig. 1.

lare mit einem Absorptionsrohr verbunden, beide Hähne geöffnet, und durch Aufgießen von Quecksilber das Gärungsgas in ein gradiertes Absorptionsrohr hineingedrückt. In diesem wurde es roh gemessen, dann durch eine Kalikugel am Draht die Kohlensäure weggeschafft. Der Rest wurde durch Hineinbringen einer Phosphorkugel auf Sauerstofffreiheit geprüft, und wenn durch diese die Abwesenheit atmosphärischer Luft erwiesen war, in ein Eudiometer übergeführt, und im Geppertschen Apparat analysiert. Die Analyse wurde entweder komplet durchgeführt, indem die brennbaren Gase ebenfalls quantitativ bestimmt wurden, oder es wurde ein vereinfachtes Verfahren angewendet, indem die brennbaren Gase und die aus ihnen bei der Explosion gebildete Kohlensäure einfach weggeschafft wurden, und dann das Restgas quantitativ auf Stickstoff geprüft wurde.

Im ersteren Falle ist der Gang der Analyse folgender. Das gemessene Gas wird im Eudiometer mit der etwa sechsfachen Menge reinen, aus chlorsaurem Kali gewonnenen Sauerstoff versetzt, abgelesen, und die Kontraktion nach der Explosion bestimmt. Dann wird 7%ige Kalilauge eingeführt, und die gebildete Kohlensäure ebenfalls gemessen. Aus diesen beiden Werten erhält man dann die vorhandenen Mengen an Wasserstoff und Methan nach den Gleichungen:



Das nun zurückgebliebene Gas soll, wenn kein Stickstoff vorhanden ist, nur aus dem Überschuß an zugesetztem Sauerstoff bestehen. Es wird zur Feststellung des noch vorhandenen O mit überschüssigem Wasserstoff im Verhältnis von 1 zu 8 verpufft, und die Kontraktion gemessen. Beträgt diese weniger als 300% des Restgases, so ist Stickstoff in einer Menge vorhanden, die dem dritten Teil der an 300% fehlenden Kontraktion entspricht. In einigen Fällen wurde die Genauigkeit der Analyse durch eine Kontrolle geprüft, indem nun der überschüssige Wasserstoff wieder mit Sauerstoff zurück bestimmt wurde. Der nicht als Wasserstoff anzusehende Rest, d. h.  $\frac{2}{3}$  der an 150% fehlenden Kontraktion ist wieder als Stickstoff

anzusehen, und es müssen bei der Umrechnung auf das ursprüngliche Gasvolumen beide Stickstoffzahlen denselben Wert ergeben. Diese Kontrolle ermöglicht insbesondere die Prüfung, ob die eingeführten Gase zur Verbrennung rein gewesen sind.

Die abgekürzte Methode entspricht denselben Prinzipien. Der Gang ist auch genau derselbe, es werden jedoch einige Ablesungen unterlassen. Man bestimmt nur das Anfangsvolumen, der nötigen Umrechnung halber, dann wird aber einfach mit einem genügenden, aber nicht genau gemessenen Überschuß von Sauerstoff verpufft, Lauge hinzugesetzt, und nun erst wieder abgelesen. Man hat also ein Gas, das frei ist von  $\text{CO}_2$  und brennbaren Gasen, und das man einfach auf Stickstoff zu untersuchen hat, indem man mit überschüssigem Wasserstoff verpufft und die Kontraktion mißt. Wenn die Menge zu groß ist, um in das Eudiometer den genügenden Überschuß, mindestens 700%, einführen zu können, so entfernt man vorerst einen Teil des überschüssigen Sauerstoffes durch Explosion mit einer ungenügenden Menge Wasserstoff, wobei man nur auf die Explosionsgefahr zu achten hat, und setzt dann erst die gemessene Menge hinzu. Die Methode hat auch ihre Schattenseiten, besonders deshalb, weil man nur geringe Gasmengen untersuchen kann, da sonst infolge der großen zuzusetzenden Gasmengen zur Explosion die Eudiometer nicht ausreichen würden. Sie gestattet indessen doch den Nachweis von irgendwie in Betracht kommenden Mengen von Stickstoff mit absoluter Sicherheit. Unbedingt nötig ist allerdings, daß man sich stets der Abwesenheit von Sauerstoff versichert hält, denn sonst ist man nicht imstande, die Berechnung der Analyse durchzuführen, abgesehen davon, daß etwa vorhandene Stickstoffmengen dann mit größter Wahrscheinlichkeit auf Reste atmosphärischer Luft zurückzuführen wären. Daß man sich vor der Analyse von der Unversehrtheit des Quecksilberschlusses überzeugen muß, braucht wohl nicht erwähnt zu werden.

Ich habe nun mit Hilfe dieser Methodik eine Reihe von Darmgärungsgasen untersucht. Bei einer großen Zahl war das Verfahren dadurch wesentlich vereinfacht, daß sie fast ausschließlich aus Kohlendioxyd bestanden. Es genügte also

die Einführung einer Kalikugel in das Absorptionsrohr, um das Gas ganz oder bis auf einen winzigen, nicht mehr analysierbaren Rest verschwinden zu machen.

In anderen Fällen blieb ein analysierbarer Rest, der in ein Eudiometer umgefüllt werden konnte. Wenn dann die Analyse durchgeführt war, so fanden sich stets geringe Abweichungen von der berechneten Kontraktion, die aber immer unter einem Kubikzentimeter, auf das gesamte Gas berechnet, zurückblieben. Ob man diese auf Analysenfehler oder auf das tatsächliche Vorhandensein von minimalen Quantitäten Stickstoff zurückführen will, ist ziemlich gleichgültig. Es ist im übrigen auch das Vorhandensein so winziger Mengen nicht einmal ganz auszuschließen, wenn man sie auch als nicht metabolisch entstanden ansieht. Erstens kann doch in dem dicken Brei des Darminhaltes trotz des Evakuierens an der Pumpe eine Spur Luft absorbiert geblieben sein, oder aber man hat doch mit den großen Mengen Wasserstoff oder Sauerstoff die Spuren Stickstoff hineingebracht. Dabei ist ganz davon abgesehen, daß sich alle Analysenfehler natürlich auf den Stickstoff häufen. Meiner Meinung nach ist mit so geringen Mengen tatsächlich nichts anzufangen. Ich möchte übrigens an dieser Stelle bemerken, daß ich zuerst eine etwas andere Methode verwendete, indem ich nämlich nach der Verbrennung der brennbaren Gase den überschüssigen Sauerstoff mit alkalischer Pyrogallollösung zu entfernen versuchte. Diese scheinbar so bequeme Methode bewährte sich aber nicht, da der Sauerstoff in seinen letzten Spuren durch das Pyrogallol anscheinend nicht aufgenommen wird, und außerdem das undurchsichtige Absorptionsmittel im Eudiometer das Ablesen ungemein erschwerte. Trotzdem also diese Analysen nicht absolut genau sind, ergeben doch auch sie nur äußerst geringe Stickstoffmengen.

Schließlich gibt es noch eine Möglichkeit, diese geringen Stickstoffmengen zu erklären, wenn man sie als wirklich in dem Gärungsgas vorhanden annehmen will. Es ist nämlich bekannt, daß bei Gegenwart von Nitriten einige Bakterien freien Stickstoff entwickeln. Dieser ist dann natürlich nicht metabolisch im strengen Sinne entstanden, sondern durch die

Tätigkeit der denitrifizierenden Bakterien im Darm der Herbivoren. Es ist nun natürlich nicht auszuschließen, daß in dem Darminhalt der Kaninchen geringe Mengen Nitrite vorhanden waren, aus denen dann diese Spuren von Stickstoff entstanden sein könnten. Wie gesagt, ist diese Frage nicht sehr wichtig, da es sich um so außerordentlich geringfügige Mengen handelt. Ich habe indessen einige Versuche in dieser Richtung angestellt, indem ich zu dem Darmgemisch 1—2 ccm einer sehr verdünnten Natriumnitritlösung zufügte und damit gären ließ. Es zeigte sich dabei häufig, daß die Gase nach Stickstoffdioxyd rochen, indem das durch Reduktion gebildete NO bei Berührung mit der Luft in Stickstoffdioxyd überging. Diese Erscheinung machte mir insofern unerwartete Schwierigkeiten, als bei einer Reihe von Gasen bei der Kontrolle auf eingedrungene Luft mit Pyrogallol sich eine Kontraktion zeigte, die mich dazu veranlaßte, eine Reihe von Analysen aufzugeben, obwohl ich absolut keinen Grund für das danach zu vermutende Eindringen von Luft ausfindig machen konnte. Später zeigte sich, daß Pyrogallol Stickoxyd zu Stickoxydul reduziert, wie ich an anderer Stelle<sup>1)</sup> genauer ausgeführt habe, und außerdem noch einen beträchtlichen Teil des Stickoxyds absorbiert. Dadurch war der scheinbare «Sauerstoff» erklärt.

#### Versuch vom 31. Oktober 1902.

Bestimmung der brennbaren Gase, Absorption des Restsauerstoffes durch Pyrogallol.

Das Gas enthielt an Kohlendioxyd: 89,69%

Das Restgas (6,96 ccm) ergab: H 94,12%  
 CH<sub>4</sub> 0,26%  
 N 5,62% = 0,39 ccm.

Sauerstoffverbrauch bei der Explosion: 47,58%  
 absorb. Pyrogallol: 47,62%  
 95,20%

Es bleibt also ein durch Pyrogallol nicht absorbierbarer Rest von dem im ganzen zugesetzten Sauerstoff, nämlich 100,38%, von N = 5,18%

<sup>1)</sup> Oppenheimer, Über d. Red. von Stickoxyd durch alkal. Pyrogallol, Chem. Ber., Bd. XXXVI, S. 1744 (1903).

Die beiden Zahlen für den Stickstoff stimmen also überein. Allerdings fehlt bei dieser Analysenart der absolute Beweis, daß das Restgas wirklich Stickstoff ist, es ist aber kaum ein anderes Gas anzunehmen, in dem Falle wäre also ein Stickstoffgehalt von 0,39 ccm sichergestellt, jedenfalls aber kann es nicht mehr sein als die angegebene Ziffer. Insofern ist also die Analyse vollkommen brauchbar.

### Versuch vom 19. Dezember 1902.

Darminhalt ohne Zusatz. Methode: Explosion mit Sauerstoff, dann Absorption des überschüssigen O mit Phosphorkugel und der Kohlensäure mit KOH.

Restgas nach Absorption von 88,30%  $\text{CO}_2$  = 8,28 ccm

Davon zur Analyse: 6,40 >

Zusatz von 25 ccm Sauerstoff mit 5% N aus einer Bombe<sup>1)</sup> nach Explosion, Phosphorkugel und KOH als N anzusehender Rest = 1,40 ccm

N im O (5%) = 1,25 >

Stickstoff also im Gärungsgasrest: 0,15 ccm  
oder ca. N im Gesamtgas 0,20 ccm.

### Versuch vom 25. Januar 1903.

Eine komplette Analyse:

Kohlensäuregehalt des Gesamtgases: 89,92%

Restgas mit ganz geringem Verlust in ein Eudiometer

Anfangsvolum: 2,088 ccm

Bestimmt: Wasserstoff 60,82%

Methan 9,56%

Daraus berechnet der verbrauchte Sauerstoff in Kubikzentimeter 1,035

Tatsächlich zugesetzter Sauerstoff „ „ 4,155

Es mußten also noch vorhanden sein „ „ 3,120

Die Analyse des Restgases ergibt Sauerstoff „ „ 3,127

Folglich enthielt das Gas an brennbaren Gasen

nur H und  $\text{CH}_4$ , es bleibt also ber. Stickstoffrest 29,62% oder 0,62 ccm

In dem Restgas nach Explosion und KOH finden

sich nach der Sauerstoffanalyse 0,831 ccm N,

davon gehen ab 0,219, die aus dem zugesetzten

O stammen,<sup>1)</sup> es bleiben also 0,612 ccm oder 29,03%

Es findet sich also übereinstimmend ein Stick-

stoffgehalt des ursprünglichen Gases von 0,615 ccm.

<sup>1)</sup> Es wurde analysierter Sauerstoff aus einer Bombe verwendet, wie mehrfach zu den früheren Analysen.

## Versuch vom 11. Dezember 1902.

## Abgekürzte Analyse:

Verpuffen mit überschüssigem O unter Zusatz von etwas H zur Explosion, dann Absorption des Restes mit Pyrogallol.

Gehalt des sehr spärlichen Gases an Kohlendioxyd 68,818%, quantitativ in ein Eudiometer.

Anfangsvolumen 0,757 ccm.

Davon Stickstoff nach Absorption mit Pyrogallol 0,67 ccm.

Die Zahl ist wie bei allen Analysen mit Pyrogallol als Maximum anzusehen, da wie erwähnt die Absorption die letzten Spuren nicht entfernt, besonders fällt dies bei so geringen Gasmenigen ins Gewicht.

## Versuch von Ende November 1905.

Blinddarm von Kaninchen ohne Zusatz. Nach dem Evakuieren mit der Strahlpumpe 24 Stunden stehen gelassen. Dann total evakuiert.

Analyse: Verpuffung mit Sauerstoff, dann mit Wasserstoff, schließlich zur Kontrolle nochmals mit Sauerstoff.

Resultat: Das ursprüngliche Gasvolumen, nach Entfernung der Kohlensäure, von 7,71 ccm, das ca. die Hälfte des Gesamtgases bildete, enthielt nach dem Ergebnis der Verpuffung mit

Wasserstoff N 3,31%

Kontrolle mit O N 2,94%

Mittel: N 3,12% = 0,24 ccm.

## Ganz analoger Versuch. Dieselbe Methode.

Resultat: Das ursprüngliche Gasvolumen nach Entfernung der Kohlensäure betrug zirka die Hälfte des Gesamtgases und war gleich 9,53 ccm. Es enthielt nach der Verpuffung mit

Wasserstoff N 6,55%

Kontrolle mit O N 6,03%

Mittel: 6,29% = 0,6 ccm N.

## Versuch vom 12. Dezember 1905.

Pferdeblinddarminhalt. Ebenso behandelt. Die Kontrolle mit Sauerstoff wurde fortgelassen. Der Darminhalt war ein ziemlich dicker Brei, der schwer zu evakuieren war.

Gesamtgas nach Entfernung der Kohlensäure: 8,64 ccm.

Dieses enthielt an Stickstoff: 8,8% = 0,74 ccm.

## Versuch vom 19. Dezember 1902.

Gärung unter Zusatz von Nitrit.

Abgekürzte Analyse.

Absorption von 68,18% CO<sub>2</sub>.



Restgas zur Analyse 13,40 ccm. Prüfung mit Pyrogallol ergibt keine Absorption, also weder O noch Stickoxyd darin.

Nach Zusatz von überschüssigem O wird mit Hilfe von etwas Wasserstoff die Explosion bewirkt, dann sehr lange, bis zur Konstanz der überschüssige Sauerstoff durch Pyrogallol absorbiert. Es bleibt ein Rest von

91,17% oder 12,22 ccm Stickstoff aus dem Gärgas.

### Versuch vom 12. Februar 1903.

Desgleichen.

Das sehr spärliche Gärungsgas betrug nach Entfernung der Kohlensäure 1,76 ccm.

Nach Zusatz von O betrug das Volumen 2,16 ccm

Nach Explosion mit Hilfe von Knallgas	2,14	>
	0,02	ccm

Diese winzige Kontraktion ließ sich, wie die gleichzeitige Kontrolle des Knallgases ergab, darauf zurückführen, daß dies bei der Explosion etwas Sauerstoff verbrauchte. Es besteht also das gesamte Gärungsgas aus Kohlensäure und Stickstoff.

### Zwei Versuche vom 26. Februar 1903.

Dasselbe Gärungsgemisch, die eine Probe mit einem, die andere mit 2 ccm der ca. 5%igen Nitritlösung versetzt.

Analysenmethode: Entfernung der Kohlensäure, Behandeln mit Pyrogallolkugel, Explosion mit Sauerstoff.

Das Gas 1 mit 2 ccm Nitrit:

Kohlensäure in 36,63 ccm	48,64%
--------------------------	--------

Vom Restgas (18,81 ccm) absorbiert Pyrogallol	6,83%
---	-------

Davon werden zur Analyse übergefüllt	12,51 ccm
--------------------------------------	-----------

Die Explosion mit überschüssigem Sauerstoff ergibt keine Kontraktion

(Explosion mit Hilfe von Knallgas).

Gas 2 mit einem Kubikzentimeter Nitrit:

Kohlensäure in 31,64 ccm	75,67%
--------------------------	--------

Pyrogallol absorbiert im Restgas von 7,70 ccm	5,6%
---	------

Zur Analyse im Eudiometer	7,03	>
---------------------------	------	---

Explosion mit überschüssigem O und Knallgas ergibt keine Kontraktion.

Das Ergebnis dieser Analysen ist folgendes:

Zunächst geht daraus hervor, daß brennbare Gase überhaupt nicht vorhanden waren. Da aber die Gase beim Umfüllen nach Stickstoffdioxid rochen, so kann man mit Sicherheit annehmen, daß sie Stickstoffoxyd enthielten. Dieses gibt

aber, wie ich an anderer Stelle<sup>1)</sup> ausgeführt habe, bei der Reduktion mit Pyrogallol Stickoxydul, das sich also in den Restgasen vorgefunden haben muß. Dies Gas ist aber, wie bekannt, gegen Sauerstoff selbst bei hohen Temperaturen nicht empfindlich, so daß die Kontraktion ausgeblieben ist. Nach meinen Erfahrungen wird unter dem Einfluß des Pyrogallols etwa 60% des Stickoxyds absorbiert, und daraus ca. 40% Stickoxydul gebildet, während 20% anderweitig, wahrscheinlich durch Bildung von Nitriten verschwinden. Danach läßt sich der Gehalt an Stickoxydul in dem analysierten Restgas annähernd bestimmen. In dem einen Fall beträgt die Kontraktion rund 7, in dem andern rund 6%. Danach wären also in den analysierten Restgasen 5 resp. 4% Stickoxydul enthalten.

Der Rest ist zweifellos als Stickstoff anzusehen. Da die Absorption durch Pyrogallol nicht genau 60% zu betragen pflegt, sind die Zahlen nicht absolut scharf, es kann sich um Schwankungen um einige Zehntelprozent handeln. Für die Hauptfrage ist dies aber völlig gleichgültig. Ob das Restgas außer dem Stickstoff 4 oder 5% Stickoxydul enthält, ist ohne Belang, da jedenfalls die Bildung von erheblichen Mengen von Stickstoff, nämlich mindestens 6,5 resp. 17,5 ccm erwiesen erscheint. Es ist noch darauf hinzuweisen, daß in dem Falle der Zufügung von 2 ccm Nitrit fast die dreifache Menge Stickstoff gebildet wird, als in dem Fall mit 1 ccm. Man könnte ja wohl durch umständlichere Methoden die sämtlichen Bestandteile des mit Pyrogallol behandelten Gases bestimmen, es erscheint dies jedoch angesichts der Hauptfrage des Nachweises von neugebildetem Stickstoff ohne großen Belang.

#### Versuch vom 29. Mai 1903.

Gärgemisch vom frisch getöteten Kaninchen mit 2 ccm Ammonnitrit versetzt. Das Gärungsgas riecht absolut nicht nach Stickstoffdioxid. Infolgedessen nur Verpuffung mit Sauerstoff.

Restgas nach Absorption von 68,73%  $\text{CO}_2$  = 8,17 ccm.

Nach Explosion mit Sauerstoff und Knallgas keine Kontraktion.

Das Restgas bestand also aus reinem Stickstoff.

---

<sup>1)</sup> Oppenheimer, Über die Reduktion von Stickoxyd durch alkalisches Pyrogallol, Ber. d. Deutsch. chem. Ges., Bd. XXXVI, S. 1744 (1903).

## Versuch vom 9. Juli 1903.

Ebenfalls 2 ccm Ammonnitrit.

Bei diesem Versuche wurde, um etwa vorhandenes Stickoxyd zu beseitigen, eine Blase reiner Sauerstoff bei Anwesenheit einer Kalikugel in das Gas gebracht, der etwa vorhandene Stickoxyd in Stickstoffdioxid übergeführt hätte, das von dem Kali aufgenommen wird. Dann wurde im Eudiometer wie üblich mit Sauerstoff verpufft.

Das Restgas mißt nach Entfernen der Kohlensäure 22,44 ccm.

Bei der Verpuffung keine Kontraktion.

Auch dieses Gas besteht aus reinem Stickstoff.

Stickoxyd war nicht vorhanden gewesen, da die kleine Sauerstoffmenge gemessen wurde und keine Kontraktion bei dem Zusatz erfolgte:

Abgemessener Zusatz 6,52 ccm. Zunahme des Volumens des Gases 6,70 ccm.

## Versuch vom 16. März 1903.

Zur Ergänzung dieser Befunde wurde auch ein Versuch eines Gärungsgemisches mit einem Zusatz von 3 ccm einer 5%igen Lösung von Ammonnitrat angesetzt.

Methode. Nach Entfernung der Kohlensäure (68,7%) Absorption mit Pyrogallol, dann Explosion mit Sauerstoff.

Vom kohlenstofffreien Gas mit	6,31 ccm
absorbiert Pyrogallol	14,48 %.

Bei der Verpuffung von 2,91 ccm mit O und Knallgas ergibt sich keine Kontraktion.

Für dies Gas gilt also das oben Gesagte. Nach einem Abzug von rund 10% für Stickoxydul bleibt ein Rest von rund 5,7 ccm Stickstoff. Indessen möchte ich auf diesen Befund, der ja auch etwas von meinem eigentlichen Thema entfernt liegt, doch weniger Gewicht legen. Es bleibt nämlich der Einwand offen, daß in diesem Falle sich Stickoxydul schon vorher direkt aus dem Nitrat gebildet haben könnte, und daß das, was sich scheinbar als Stickstoff darstellt, in Wirklichkeit Stickoxydul sein könnte. Leider unterblieb eine zweite Verpuffung mit Wasserstoff, die dies hätte entscheiden können, da diese Versuche in die Zeit fielen, als ich über die Grundlage der Absorption durch Pyrogallol noch keine Klarheit gewonnen hatte.

Aus diesen Analysen geht also hervor, daß auch der Darm der Pflanzenfresser bei gewöhnlicher Kost ein Gas liefert, das

frei von Stickstoff ist. Versuche an Fleischfressern anzustellen, schien mir überflüssig, da eine in Betracht kommende Darmgärung bei ihnen nicht vorhanden ist. Auch diese mögliche Quelle einer Stickstoffbildung im Organismus kann man also ausschließen. Dagegen geben meine Befunde eine Bestätigung und Ergänzung der bekannten Tatsache, daß im Darm der Pflanzenfresser denitrifizierende Bakterien vorkommen, die aus den etwa vorhandenen Nitriten der Nahrung Stickstoff in nicht unbedeutlichen Mengen abzuspalten imstande sind. Bekanntlich hat Jensen<sup>1)</sup> solche Bakterien im Kote von Herbivoren konstant gefunden, während sie sich im Darm anderer Tiere nicht halten können.

Diese Arbeit wurde auf Anregung von Herrn Prof. Zuntz ausgeführt im Anschluß an ähnliche frühere Versuche von Tacke in seinem Institut, die aber infolge Verlust der Protokolle nie publiziert worden sind.

---

<sup>1)</sup> Jensen, in Lafar, Techn. Mykol., Jena 1904, S. 188.