

Vergleichende Untersuchung der Darmgase.

Von

H. Tappeiner.

(Aus dem chemischen Laboratorium des pathologischen Instituts in München).
(Der Redaction zugegangen am 10. April 1882).

Die Untersuchungen der Darmgase erstreckten sich bisher nur auf ganz wenige Organismen. Abgesehen von meinen jüngst veröffentlichten Analysen der Darmgase der Pflanzenfresser¹⁾ sind von Planer²⁾ untersucht worden der Mensch und der Hund, von Ruge³⁾ die Mastdarmgase des Menschen, von C. B. Hofmann⁴⁾ der Hund und das Kaninchen.

Hierbei traten erhebliche Differenzen zu Tage, insbesondere bezüglich des Auftretens des Sumpfgases. Die Untersuchungen von Ruge gaben das Resultat, dass beim Menschen CH_4 in den Darmgasen erscheine nach ausschliesslichem Genuss von Leguminosen- oder Fleisch-Kost, dass es hingegen fehle, bei alleinigem Genusse von Milchkost.

Beim Hunde hingegen gelang es weder Planer noch Ruge, noch Hofmann CH_4 in den Darmgasen nachzuweisen, auch nicht bei Fütterung mit Leguminosen. Zum selben Resultate kam Hofmann beim Kaninchen. Eine Erklärung dieser Differenzen konnte bisher nicht gegeben werden. Der Mangel einer solchen macht sich besonders in der Frage geltend, aus welchen Substanzen CH_4 bei der Darmfäulniss gebildet werde.

¹⁾ Berichte der deutschen, chemischen Gesellschaft 1881.

²⁾ Sitzungsbr. der k. Academie der Wissenschaften zu Wien Bd. XLII, 1860.

³⁾ desgl., Bd. XLIV, 1862.

⁴⁾ Wien. med. Wochenschrift 1872.

Seit Popoff¹⁾ es sehr wahrscheinlich gemacht hat, dass bei der Sumpfgasgährung im Kloakenschlamm Cellulose die vergahrte Substanz sei, lag natürlich die Annahme sehr nahe, es möchte wohl auch für das CH_4 des Darmes Cellulose die gleiche Rolle spielen und darauf ihre Lösung im Darne wenigstens zum Theile beruhen. In den aufgeführten 3 Untersuchungen der Darmgase sind aber manche Beobachtungen enthalten, die dem glatten Gange dieser Schlussweise sich entgegenstellen. Einmal die Angabe von Hofmann, dass Kaninchen bei Leguminosenfutterung kein CH_4 liefern. Im Kaninchen-Darme geht aber, wie bei allen anderen Pflanzenfressern, Cellulose in Lösung, und Bohnen und Erbsen sind cellulosehaltig, die Auflösung ihrer Cellulose ist zwar bei diesen Thieren noch nicht durch Ausnützungsversuche festgestellt, aber aus Erfahrungen an anderen Pflanzenfressern doch sehr wahrscheinlich, weshalb es doppelt auffällig erscheint, dass Sumpfgas gerade bei dieser Fütterung in den Darmgasen des Kaninchens fehlen sollte.

Zweitens die Beobachtung von Ruge, dass die Dickdarmgase des Menschen auch bei reiner Fleischkost viel CH_4 enthalten. Daraus geht hervor, dass CH_4 auch durch Zersetzung gewisser Eiweissarten z. B. der Eiweisskörper des Fleisches gebildet werden könne. Die Ursprungs-Quellen des CH_4 bei Gährungen, mithin im Allgemeinen mindestens zwei sein müssen: Cellulose und Eiweiss.

Nichts aber hindert vor der Hand die Ruge'sche Beobachtungen zu verallgemeinern und zu sagen: das vergahrte Material bei jeder CH_4 -Entwicklung im Darne sind Eiweisskörper, denn diese sind immer, auch bei jeder cellulosehaltigen Nahrung zugegen.

Diese Hypothese hat sogar vor jener, welche in der Cellulose die Quelle des Sumpfgases im Darne der Pflanzenfresser sucht, den grossen Vorzug voraus, dass sie sich auf eine im Organismus beobachteten Gährung stützt, während die andere einen ausserhalb des Organismus vorkommenden, diesem vielleicht ganz fremden Gahrungsprocess verallgemeinert.

¹⁾ Archiv f. Physiologie. Bd. 10.

Der Satz: CH_4 kann bei Vergahrung von Eiweiss gebildet werden, fusst bis jetzt nur auf den Beobachtungen Ruge's. Denn die Angabe Kunkel's, dass kleine Mengen von CH_4 (nicht über 1,5%) auch bei Pancreasfaulniss aus Fibrin gebildet werden, braucht nicht mit Nothwendigkeit hieher gerechnet zu werden. Die Bemerkung, dass das CH_4 erst am Schlusse der Fäulniss auftrete, lässt es nicht als unmöglich erscheinen, dass es erst durch Zersetzung cellulosehaltiger Bacterienleiber abgestorbener Generationen entstanden sei.

In Anbetracht der eben dargelegten Wichtigkeit des Gegenstandes hielt ich es für wünschenswerth, die Untersuchung der Darmgase bei verschiedener Nahrung über eine grössere Reihe von Thieren auszudehnen. Einmal um zu erfahren, was die Ursache sein möge, warum CH_4 bei der einen Thierart sich fände, bei der anderen nicht. Zweitens aber, um durch weitere Versuche sicher zu stellen, ob Sumpfgas nach reiner Fleischkost sich bilde und ob es dann zulässig sei, die Bildung dieses Gases nach gemischter Nahrung oder nach Pflanzenkost ausschliesslich auf vergahrtes Eiweiss zurückzuführen oder ob hiefür auch andere Substanzen herangezogen werden müssen.

Ueber die Untersuchungsmethoden selbst ist nur wenig zu bemerken.

Die Thiere wurden mindestens 14 Tage vor dem Aufang der Gase mit der betreffenden Nahrung zu füttern begonnen. Nach ihrer Tödtung wurden die Darmabtheilungen unterbunden und ihr gasförmiger Inhalt aufgefangen. Diess geschah über Quecksilber, nur bei Schweinen wurde wegen Grösse des Dickdarms concentrirte Kochsalzlösung verwendet. Bei einzelnen kleinen Thieren, die wenig Gase lieferten, habe ich mich, um nicht zu viele Thiere opfern zu müssen, auf die Untersuchung der Mastdarmgase beschränkt und diese am lebenden Thiere durch geeignete Vorrichtung aufgefangen.

Die Analysen selbst wurden zumeist nach den von Hempel ausgearbeiteten Methoden mit dem Apparate, den er Seite 126 seines Buches: «Neue Methoden zur Analyse

der Gase» beschrieben, vorgenommen.¹⁾ Ueber die Genauigkeit seines Arbeitens geben die am Schlusse dieser Abhandlung beigefügten analytischen Belege Aufschluss.

Mit Ausnahme des Schwefelwasserstoffes, der immer nur in Spuren vorkam und gemeinsam mit der Kohlensäure absorbirt wurde, wurden in der Mehrzahl der Fälle alle Bestandtheile eines Gases bestimmt und deren Summe auf 100 Theile berechnet gezogen. Die Absorptionen des Sauerstoffes geschahen mittelst Pyrogallus-Säure in alcalischer Lösung. Nur in den letzten Analysen wurde die kürzlich von Hempel für technische Zwecke empfohlene Absorption durch metallisches Kupfer nach entsprechender Umgestaltung der Absorptionspipette angewandt.

Im analytischen Anhang finden sich auch einzelne Angaben über Beschaffenheit des Darminhalts, die, weil sie die hier interessirenden Fragen nicht wesentlich berühren, im Texte nicht mit aufgenommen wurden.

In einzelnen Fällen wurde Darminhalt in kurze mit Quecksilber gefüllte Cylinder aufsteigen gelassen und bei Körpertemperatur einer Nachgärung überlassen. Das Herausholen resp. Umfüllen der Gase geschah mittelst der auch für diese Zwecke sehr bequemen Hempel'schen Gaspipetten.

Ich gehe zur Darlegung der Versuche über:

I. Versuch am Hunde.

Die Darmgase des Hundes sind insbesondere von Planer bei Fütterung mit Fleisch, Brod und Hülsenfrüchten untersucht worden; es ergab sich in allen Fällen die gänzliche Abwesenheit von CH_4 . Da es denkbar war, dass vielleicht bei Fütterung mit einem cellulosenreicheren Futter, als es die beiden letzten Nahrungsmittel sind, Sumpfgas gebildet werden könnte, habe ich einen grossen Hund 10 Tage lang mit gekochtem Wirsing gefüttert. Die Aufnahme wurde

¹⁾ Der Apparat, wie er vom Mechaniker geliefert wird, lässt mehrere kleine Verbesserungen zu, die ich als unwesentlich hier nicht näher erörtern will, ich erwähne nur eine: die Anbringung eines Spiegel-Streifens längs des Skalenrohres in dem das ablesende Auge sich spiegelt.

durch Beimischung von Liebig'schem Fleischextract und ganz kleinen Mengen von Fleisch erzielt. Nach 10 Tagen wurde der Hund getödtet. Die Reaction des Dünndarm-inhalts war im oberen Theile des Jejunum sauer, in der Mitte neutral, im Ileum deutlich alcalisch. Die Reaction im Dickdarm war sauer. Gase waren im Ileum und im Dickdarm in ziemlich bedeutender Menge angehäuft. Sie wurden gesondert, über Quecksilber aufgefangen und hatten folgende Zusammensetzung:

	Ileum	Dickdarm
CO ₂	15,95	53,69
O	0,29	0,84
H	26,48	26,01
N	57,28	19,46

Das Ergebniss ist mithin, dass auch bei dieser Fütterungs-Weise kein Sumpfgas im Darm des Hundes entwickelt wird, sondern nur CO₂ und H. Der geringe Gehalt der Gase des Dickdarms an Stickstoff, gegenüber dem Stickstoffgehalt des Dünndarmgases zeigt, dass hier die Gasentwicklung stärker ist. Aus diesem Grunde findet sich hier auch mehr CO₂, weil die stärkere Entwicklung dieses Gases mit seiner Diffusion in's Blut nahezu gleichen Schritt hält.

II. Versuche an Gänsen.

Die Gasmengen, welche diese Thiere in einem gegebenen Momente in ihrem Darne enthalten, sind zu gering, um untersucht werden zu können. Es wurde darum versucht, dieselben während des Lebens zu sammeln. Zu diesem Zwecke befestigte ich die Thiere nach vorausgegangener genügend langer Vorfütterung mit der gewählten Nahrung in Kästchen, wie sie zu Stoffwechsel-Versuchen an Vögeln gebräuchlich sind, führte in den After eine weite, schwach S-förmig gebogene Glasröhre ein und sammelte die Gase über concentrirter Kochsalzlösung. Die Anwendung von Quecksilber als Sperrflüssigkeit war nicht möglich, weil die Darmgase dessen Druck nicht überwinden konnten. Um aber die gewonnenen Gase nicht zu lange über Kochsalzlösung stehen

zu lassen, wurden die Auffangcylinder häufig gewechselt und die aufgefangenen Gasblasen mittels der Hempel'schen Gaspipette in eine mit Quecksilber gefüllte Glocke übergeführt. Da die Thiere die eingeführte Glasröhre längere Zeit nicht ertragen wollten, dauerte das Auffangen immer nur wenige Stunden. Doch gelang es durch öfteres Wiederholen der Sitzungen immer genügende Gasmengen innerhalb zwei Tagen zu sammeln. Die Thiere wurden hierauf getödtet und die Reaction des Darminhaltes geprüft.

a) Gans, 12 Tage mit gekochtem Wirsing gefüttert.

CO ₂	10,83
O	2,09
H	2,76
CH ₄	13,51
N	70,78

Die Reaction des Darminhaltes war im I. Drittel sauer, im letzten Drittel schwach alcalisch.

Inhalt vom letzten Drittel bei Körpertemperatur gährend entwickelte in den ersten 10 Stunden ein Gas von der folgenden Zusammensetzung, er war hiebei schwach sauer geworden:

CO ₂	87,83
H	12,12
CH ₄	0,36

In späteren Stunden, wo die Säuerung sehr zunahm, wurde nur mehr CO₂ entwickelt.

Weiske¹⁾ fand bekanntlich bei Ausnützungsversuchen, angestellt an Gänsen mit cellulosehaltiger Nahrung, keine Lösung von Cellulose im Darne. Zusammengehalten mit unserem Resultate, wonach bei dieser Kost die Darmgase der Gänse CH₄ enthalten, würde dies direkt der Ansicht widersprechen, nach der CH₄ Bildung im Darne und Lösung der Cellulose in causalem Zusammenhange stünden, wenn man nicht bedenken müsste, dass der Nachweis der Bildung von CH₄ viel leichter ist, als der der Lösung von Cellulose,

¹⁾ Landwirthschaftliche Versuchsstationen, Bd. 21 und 24.

die gefundenen CH_4 Mengen daher sehr wohl einem celluloselösenden Prozesse ihren Ursprung verdanken können, der nur wegen des notorisch sehr kurzen Aufenthaltes des Futters im Darne der Gänse keinen so grossen Umfang erreichen konnte, um auch durch die chemischen Methoden der Ausnützungsversuche erkannt werden zu können.

b) Gans, 14 Tage mit Erbsenmehl gefüttert.

Die erhaltenen Gase waren frei von Schwefelwasserstoff und hatten die Zusammensetzung

CO_2	2,04
O	0,37
H	8,32
CH_4	10,64
N	78,99

Die Reaktion des Darminhaltes zeigte sich bei der Section im oberen Drittel des Darmes stark sauer, im mittleren neutral, im unteren schwach alcalisch. Inhalt dieses Darmtheils wurde bei der Nachgährung rasch intensiv sauer und entwickelte nur Kohlensäure.

c) Gänse, gefüttert mit Cerealien.

Der Darminhalt einer mit Hafer und Gerste gefütterten Gans wurde bei Körpertemperatur gähren gelassen; der Inhalt reagirte nach 5 Stunden sauer und hatte entwickelt:

CO_2	62,66
H	31,35
N	5,99

Auch die Mastdarmgase einer mit Roggenmehl gefütterten Gans enthielten kein Sumpfgas, sondern nur N und CO_2 neben geringen Mengen von H.

Analyse I.

CO_2	17,54
O	3,62
H	0,72
N	78,12

Analyse II.

mit einer grösseren Menge nach Absorption der CO_2 und des O wiederholt	
H	0,98
N	99,02

Dessgleichen ergab auch die Analyse der Mastdarmgase einer mit Waizenkörnern gefütterten Gans, ausgeführt mit

einer grossen Menge derselben, die vollständige Abwesenheit von Sumpfgas. Es wurden in 100 Theilen gefunden

CO ₂	11,30
H	8,68
N	80,02

d) Gänse mit magerem Fleisch gefüttert.

Gans I. 3 Wochen lang gefüttert.

CO ₂	7,73
O	1,14
H	5,93
N	85,28

Gans II. 12 Tage lang gefüttert.

Analyse I.

CO ₂	11,68
H	20,06
CH ₄	0,33
N	67,92

Analyse II.

mit einer grösseren Gasmenge nach Absorption der CO₂ wiederholt:

H	19,29
N	81,00

Schwefelwasserstoff war nicht nachzuweisen. Die Reaction im Darne war in beiden Fällen im ersten Drittel sauer, im letzten schwach alcalisch.

Die Versuche an den Gänsen ergeben also, dass bei Fütterung mit Wirsing und Erbsenmehl die Darmgase aus CO₂, H und CH₄ bestehen; bei Fütterung mit Fleisch und Cerealien hingegen nur CO₂ und H im Darne entwickelt werden. Denn das vollständige Fehlen des Sumpfgases kann wohl kaum so interpretirt werden, dass in diesen letzteren Fällen wohl CH₄ entwickelt, aber schon vor seinem Erscheinen im Mastdarm vom Blute absorhirt worden sei; jedenfalls würde es sich dann nur um sehr kleine Mengen von Sumpfgas handeln, denn die Absorptionsfähigkeit des Blutes für dasselbe ist, namentlich gegenüber der Kohlensäure, nicht gross und wir finden darum bei jeder Wanderung eines CH₄ enthaltenden Gases von seiner Entwicklungsstätte in eine andere Darmpartie eine bedeutende relative Zunahme dieser Gasart auf Kosten der viel rascher (weil chemisch angezogen) in's Blut diffundirenden Kohlensäure.

III. Versuche an Schweinen.

7 Schweine wurden 14 Tage bis 3 Wochen lang ausschliesslich mit gekochtem Kopfkohl, Erbsenmehl, Roggenmehl, sehr magerem Pferdefleisch oder Milch gefüttert und die Gase des Magens, Dünndarms, Blinddarms und Grimmdarms aufgefangen und analysirt. Ich gebe die Resultate übersichtlich in folgender Tabelle:

Darmgase des Schweins.

Bemerkung. Am Schlusse jeder Analyse ist auch die Reaction des Inhalts und die Menge des Gases des betreffenden Darmtheils bemerkt.

Art der Fütterung.	Magen	Jejunum	Ileum	Blinddarm	Grimmdarm
14 Tage gekochten Kopfkohl.	CO ₂ 53,80 O 2,26 H 25,19 CH ₄ 1,36 N 17,48 sauer, viel Gas.	— sauer, mässig Gas.	CO ₂ 14,40 H 9,64 CH ₄ 0,28 N 75,82 neutral, wenig Gas.	CO ₂ 70,32 O 0,24 H 21,51 CH ₄ 5,35 N 3,16 schw. sauer, viel Gas.	CO ₂ 48,60 H 2,82 CH ₄ 37,58 N 11,34 stark sauer, viel Gas.
14 Tage Erbsen, Mehl.	CO ₂ 48,78 O 7,39 H Spur N 43,83 stark sauer, viel Gas.	— stark sauer, ziemlich viel Gas.	CO ₂ 30,63 O 0,14 H 19,74 CH ₄ 0,69 N 48,76 sauer, wenig Gas.	CO ₂ } 72,81 SH ₂ } H 11,49 CH ₄ 9,21 N 6,62 sauer, viel Gas.	CO ₂ } 82,17 SH ₂ } H 3,72 CH ₄ 13,27 N 1,35 sauer, viel Gas.
20 Tage Roggenmehl.	CO ₂ 79,76 O 1,62 H 0,95 N 17,85 stark sauer, ziemlich viel Gas.	CO ₂ 26,92 — — N 73,08 ganz schw. sauer, wenig Gas.	CO ₂ 38,44 H 28,29 CH ₄ 1,47 N 31,79 neutral, mässig Gas.	CO ₂ } 85,85 SH ₂ } H 6,26 CH ₄ 4,17 N 3,72 sauer, viel Gas.	—
10 Tage Roggenmehl.	CO ₂ 44,69 O 2,19 H 5,44 CH ₄ 0,51 N 47,09 stark sauer, viel Gas.	CO ₂ 22,88 O 2,83 H 4,25 — N 70,44 schw. sauer, wenig Gas.	— — — — ganz schw. sauer, wenig Gas.	— — — — schw. sauer, wenig Gas.	CO ₂ } 66,36 SH ₂ } CH ₄ 28,36 — N 5,12 ganz schw. sauer, mässig Gas.
3 Wochen gekochtes Pferdefleisch.	—	CO ₂ 8,80 SH ₂ 0,48 H 11,85 N 78,86 schw. sauer, mässig Gas.	CO ₂ } 2,61 SH ₂ } H 47,77 N 49,62 schw. sauer, mässig Gas.	CO ₂ 19,62 H 5,41 CH ₄ 27,65 N 47,32 schw. alcal. wenig Gas.	—

Art der Fütterung.	Magen	Jejunum	Ileum	Blind- darm	Grimm- darm
3 Wochen 10 Pfd. gekochtes Pferde- fleisch und 1 Liter Milch.	CO ₂ } 77,84 SH ₂ } O 0,59 H 19,68 N 1,98 stark sauer, viel Gas.	CO ₂ } 23,78 SH ₂ } O 0,08 H 38,25 N 37,89 schw. sauer, wenig Gas.	— neutral, mässig Gas.	— ganz schw. alcalisch, viel Gas.	CO ₂ } 29,74 SH ₂ } CH ₄ 32,71 N 37,92 neutral, viel Gas.
10 Liter Milch, 1 1/2 Pfund Pferde- fleisch.	CO ₂ 42,39 O 5,36 H 12,16 N 40,09 — — stark sauer, viel Gas.	CO ₂ 13,59 O 0,31 H 14,69 N 71,72 — — sauer, wenig Gas.	— sauer, wenig Gas.	CO ₂ 65,77 H 29,01 CH ₄ 0,07 N 5,42 — — stark sauer, sehr viel Gas.	CO ₂ } 67,11 SH ₂ } O 0,07 H 28,85 CH ₄ 0,33 N 3,86 stark sauer, sehr viel Gas.

Aus dieser Tabelle lassen sich folgende Ergebnisse ziehen:

- Die Analysen der Magengase zeigen, dass nach Verabreichung von Kohl, Fleisch oder Milch und in einem Falle auch von Mehl schon im Magen eine nicht unbedeutende Gärung unter Entwicklung von H stattfinden kann. Dieser H ist sicherlich nicht aus dem Dünndarm heraufgedrungen, da dort der Stickstoffgehalt bedeutend höher ist als im Magen, dieses Factum also mit Entschiedenheit eine eigene Gasentwicklung im Magen constatirt. Wasserstoffentwicklung findet in den übrigen Fällen im Magen nicht statt, ob aber die gefundene Kohlensäure immer bloss durch Diffusion aus dem Blute in die Magenhöhle gelangt sei, möchte mit Grund wenigstens beim Schwein, das 20 Tage mit Roggenmehl gefüttert worden war, zu bezweifeln sein, da hier der N-Gehalt der Magengase bedeutend niedriger ist, als im Dünndarm und diese Herabdrückung der Procentzahl des N wohl eher einer CO₂-Entwicklung durch Gärung als einer Austreibung von CO₂ aus genossenen, kohlen-sauren Salzen zuzuschreiben ist.

Eine Entwicklung brennbarer Gase im Magen hat man beim Menschen bisher nur in pathologischen Zu-

ständen,¹⁾ die von Störungen in der Secretion des Magensafts begleitet waren, beobachtet; sie bei den Schweinen ebenfalls auf derartige Störungen zurückzuführen, fehlte jeder Anlass. Ich halte sie vielmehr für eine normale Erscheinung und glaube, dass sie in ähnlicher Weise, wie die CO₂- und H-Entwicklung im Magen der Pferde zu Stande kommt.

Der Magen des Pferdes und des Schweines unterscheidet sich anatomisch vom Magen des Menschen dadurch, dass sich bei diesen Thieren die labdrüsenfreie Schleimhaut des Oesophagus noch über einen Theil der Magenwandungen erstreckt und eine wohlumgrenzte Magenabtheilung, die Schlundportion, eine Vorstufe in der Entwicklung der Vormägen der Wiederkäuer bildet.

In diese Partie des Magens gelangen die Futtermassen zuerst und vermischen sich nur allmählich mit den tiefer liegenden, vom sauren Magensaft durchtränkten Massen, so dass die mit dem Futter in den Magen gelangenden Spaltpilze Zeit gewinnen, einen Theil derselben zu gasförmigen Producten zu vergähren. Dass beim Pferde der Ort der Gasentwicklung im Magen, dessen Schlundportion sein müsse, lässt sich durch Prüfung der dort herrschenden Reaction noch wahrscheinlicher machen, man findet dieselbe dort nämlich immer neutral oder nur schwach sauer. Beim Schweine ist diess nicht der Fall. Auch der in der Nähe der Cardia gelegene Theil des Mageninhalts reagirte in den von mir untersuchten Fällen stark sauer. Vermuthlich tritt wegen der geringeren Ausdehnung der Schlundportion und der grösseren Flüssigkeit des Inhalts beim Schweine die Vermischung des Inhalts beider Magenportionen sehr bald ein und lässt sich schon durch die Manipulationen bei der Herausnahme und dem Oeffnen des Organs nicht umgehen.

¹⁾ Siehe unter anderen Ewald, Archiv f. Anat. und Physiologie 1874, pag. 217.

2. Die im Dünndarm gefundenen Gase sind, ausser Spuren von SH_2 bei Fleischkost, CO_2 und H. Gelegentlich gefundene, geringe Mengen von CH_4 sind wohl aus dem Blinddarm heraufgedrungen.

Ueber das Verhältniss, in dem CO_2 und H bei der Gährung im Dünndarme gebildet werden, vermögen die Analysen Nichts auszusagen, denn da die Gasentwicklung in allen Fällen nur mässig war, wie der unmittelbare Befund bei der Section und das Verhalten des N zeigt, so wird dieses Verhältniss durch die Diffusion in's Blut sehr geändert erscheinen und zwar, weil CO_2 viel rascher übertritt als H und N, die gefundenen CO_2 -Mengen zu Gunsten des H und N sehr gering. Dies ist besonders auffällig in den Analysen der Gase nach Fleischkost.

3. Sehr bedeutend hingegen ist durchgehends die Gas-Entwicklung im Blind- und Grimmdarm.

Die hier entwickelten Gase sind SH_2 , CO_2 , H und CH_4 und zwar herrscht im Blinddarm die Wasserstoff-, im Grimmdarm aber die Sumpfgas-Entwicklung vor, ja sind die geringen hier vorfindlichen Mengen von H wohl nur aus dem Dün- und Blinddarme herübergewandert. Ausnahme machen die Fütterung mit Fleisch, wo die Zusammensetzung der im Blinddarm gefundenen und aus Blinddarminhalt bei Körpertemperatur entwickelten Gase auch für den Blinddarm das ausschliessliche Vorhandensein einer Sumpfgasgährung beweist und die Fütterung mit Milch, bei der auch im Grimmdarm nur Wasserstoff, kein Sumpfgas sich entwickelte.

SH_2 wird sowohl bei Fleisch- als auch bei Pflanzennahrung entwickelt, die Angaben Planer's, dass SH_2 beim Hunde nur bei Fleischkost gebildet worden sind, also für den Omnivoren nicht gültig.

Das Hauptergebniss der Analysen der Dickdarmgase aber ist, dass CH_4 bei allen Fütterungsweisen im Dickdarm gebildet wird, selbst bei ausschliesslicher Fütterung mit Fleisch. Nur wenn zu diesem noch eine grosse Menge Milch verabreicht wird, hört seine Bildung fast ganz auf.

Die Ergebnisse stehen also im Einklang mit den Untersuchungen Ruge's, der Mastdarmgase des Menschen, der nach seiner Fleischkost viel CH_4 , nach seiner Milchdiät aber kein CH_4 oder nur Spuren dieses Gases auffand.

An diese Darlegungen knüpfe ich den Bericht über die Resultate einiger Nachgärungen, die mit Darminhalt ausserhalb des Körpers bei 38—40° C. vorgenommen wurden.

Vom Schweine, das mit Kohl gefüttert war, wurde Inhalt des Ileum und des Blinddarms gähren gelassen. Die aufgefundenen Gase hatten folgende Zusammensetzung:

Ileum		Blinddarm mit wenig Mg. usta versetzt.		Blinddarm mit mehr Mg. usta versetzt.	
CO_2	79,89	CO_2	} 78,71	CO_2	} 81,50
H	18,09	SH_2		SH_2	
N	2,02	O	0,69	H	12,33
		H	17,50	CH_4	5,37
		CH_4	0,17	N	0,76
		N	2,93		

Diese Analysen zeigen zunächst, dass bei der Gährung des Inhalts aus dem Ileum nur CO_2 und H und zwar erstere in überwiegender Masse entwickelt wird, CO_2 und H also in ähnlichem Verhältnisse stehen, wie bei den Dünndarmgärungen der grossen Pflanzenfresser. Bei der Gährung des Blinddarminhalts wurde, wenn er mit wenig Magnesia usta versetzt war, CO_2 und H in einem mit der eben besprochenen Gährung ganz ähnlichen Verhältnisse entwickelt, die Bildung von CH_4 , welche doch im Darne constatirt wurde, hatte sich nicht fortgesetzt, vermuthlich wegen der sehr bald eintretenden sauren Reaction, welche einem Ueberhandnehmen der CO_2 und H entwickelnden Spaltpilze günstig war. Erst als durch stärkeren Magnesiazusatz eine andauernde neutrale Reaction hergestellt wurde, setzte auch die Sumpfgasentwicklung sich fort. Was bei der Nachgährung durch den Zusatz der Magnesia wird im Darne durch den Zufluss alcalisch reagirender Secrete bewirkt.

Die Nachgärungen, vorgenommen mit Dickdarminhalt, des mit Fleisch und wenig Milch gefütterten Schweines er-

wiesen, dass die Darmgährungen auch ausserhalb desselben in gleicher Weise sich fortsetzen und zwar aussr Spuren von SH_2 nur CO_2 und CH_4 liefern, somit als Sumpfgasgährungen anzusprechen sind. Die Entwicklung ist anfangs ziemlich lebhaft, wird aber nach einem Tage sehr langsam, die ursprünglich neutrale oder schwach alcalische Reaction erfährt hiebei keine Aenderung. Das Verhältniss der gebildeten CH_4 zur CO_2 war ein wechselndes, im Blinddarm 1:5,1, im Grimmdarm 1:2,3, wie die folgenden Analysen zeigen:

Blinddarm		Grimmdarm	
CO_2	} 83,48	CO_2	} 68,00
SH_2		SH_2	
CH_4	16,11	CH_4	29,46
N	0,39	N	2,69

Die Zusammensetzung der entwickelten Gase erfuhr keine wesentlich Aenderung, wenn Grimmdarminhalt mit Essigsäure ganz schwach angesäuert würde.

CO_2	77,37
CH_4	22,87

In gleicher Weise fuhr auch der Grimmdarminhalt des mit viel Milch und wenig Fleisch gefütterten Schweines fort, auch als er mit NaHO neutralisirt und mit kohlen-saurem Kalk versetzt war, dieselben gasförmigen Produkte zu entwickeln, wie im Darne. Das aufgefangene Gas hatte nach Absorption des CO_2 und des O folgende Zusammensetzung:

H	74,00
CH_4	2,15
N	23,86

Die entwickelte CO_2 wurde nicht bestimmt, weil sie zum Theil doch nur aus dem durch die gleichzeitig gebildete Säure zerlegten kohlen-sauren Kalk stammte.

Wollte man diese beiden Angaben zu dem Schlusse verwerthen, dass die naheliegende Annahme — die bei Milchfütterung im Dickdarm herrschende saure Reaction sei die Ursache, warum bei dieser Fütterung, die doch auch eine Eiweisskost sei, kein CH_4 entwickelt werde — nicht richtig

sei, so würde man, scheint mir, hiebei zu voreilig sein. Denn wenn auch eine momentane Aenderung in der Reaction, sei es der Uebergang von der sauren zur neutralen bei der Milchfütterung, oder von der neutralen zur schwachsauren bei Fleischfütterung, nicht auch die erwartete Aenderung in der Art der Gährung nach sich zieht, so kann dies doch eine langdauernde, im Darne während der ganzen Fütterungsperiode.

IV. Versuch an Kaninchen.

Noch nicht veröffentlichte Versuche an Kaninchen bei Fütterung mit Heu oder Kohlblättern haben ergeben, dass hierbei im Dickdarne grosse Mengen von CH_4 entwickelt werden. Da nun ausserdem die Fütterungen mit Leguminosen bei allen untersuchten Thieren mit Ausnahme des Hundes eine Entwicklung dieses Gases im Dickdarm nach sich zogen, erschien die Hofmann'sche Angabe, dass Kaninchen bei Fütterung mit Leguminosen in ihrem Darm kein CH_4 enthielten, doppelt auffallend und eine Nachprüfung angezeigt. Ich fütterte darum zwei Kaninchen drei Wochen lang ausschliesslich mit Erbsenmehl und fing die im Darm befindlichen Gase über Quecksilber auf. Sie hatten folgende Zusammensetzung:

Magen.		Dünndarm.		Blind- und Grimmdarm.		Mastdarm.		Aus Grimmdarm-Inhalt durch Nachgährung entwickelt.	
CO_2	16,59	CO_2	13,56	CO_2 / SH_2 }	30,53	CO_2	7,70	CO_2 / SH_2 }	73,73
O	1,34	O	0,19	O	0,18	—	—	—	—
H	2,06	H	7,72	H	—	—	—	H	1,43
CH_4	3,84	CH_4	2,83	CH_4	43,58	CH_4	47,68	CH_4	23,72
N	76,22	N	75,71	N	25,70	N	44,62	N	1,24

Die Analysen der im Dickdarm vorgefundenen, wie auch der aus Dickdarminhalt durch Nachgährung entwickelten Gase enthalten also, wie zu erwarten war, bedeutende Mengen von Grubengas, ja es ist dieses Gas neben CO_2 und Spuren von SH_2 das einzige, das im Dickdarm entwickelt wird.

Auch im Magen und Dünndarm fanden sich kleine Mengen von Sumpfgas. Wo dieses entwickelt wurde, ob im Magen oder im Dünndarm lässt sich aus den Analysen nicht mit Sicherheit erschliessen, da der Stickstoffgehalt in beiden Fällen nahezu derselbe ist. Da indess der H-Gehalt der Dünndarmgase grösser ist als der im Magen gefundenen Gase, der CH_4 -Gehalt hingegen geringer, so ist es wahrscheinlich, dass die geringen CH_4 -Mengen sich im Magen gebildet und sodann, soweit sie nicht in's Blut übergetreten, den im Dünndarm entwickelten Gasen (CO_2 und H) sich beigemischt haben.

V. Dickdarmgase des saugenden Lammes.

Von dem 6 Wochen alten Thiere, das noch saugte, aber gleichzeitig schon Heu zu fressen anfang, wurden nur die Dickdarmgase aufgefangen, hauptsächlich um zu sehen, ob auch beim Wiederkäuer, in dessen Dickdarm sich sonst CH_4 regelmässig findet, bei Milchfütterung dieses Gas nicht entwickelt wird.

Es fanden sich im Dickdarm nicht unbedeutende Mengen an Gas, mehr als beim erwachsenen Thiere nach Heufütterung, die Reaction des Darminhalts war sauer, die Gase hatten folgende Zusammensetzung:

CO_2	14,36
O	1,96
H	58,23
N	25,44

Die Dickdarmgase wurden mithin sowie beim Menschen und Schweine auch beim Lamme nach Milchkost frei von Sumpfgas gefunden. Der gefundene O stammt, wie nebenbei bemerkt sei, aus während des Auffangens eingedrungener atmosphärischer Luft.¹⁾

¹⁾ Ich habe endlich noch mehrere fleischfressende Seethiere in den Bereich meiner Untersuchung gezogen, da mir daranlag, Fleischfresser in grösserer Zahl mit verschiedenen Darmlängen zu untersuchen, war aber nicht vom Glück begünstigt. Eine grosse im Münchener Aquarium mit Fischen gefütterte Seeschildkröte enthielt in ihrem Darne gar kein Gas und die in den zoologischen Stationen von Triest und Neapel untersuchten Seefische (mehrere Haifische und ein *Orthogoriscus Mola*),

Schlussfolgerungen.

Die Erfahrungen, welche bezüglich des Auftretens und der Bildungsweise des Sumpfgas durch diese und durch frühere, im Eingange citirte, Untersuchungen bekannt geworden sind, lassen sich in 3 Sätzen zusammenfassen:

1. Sumpfgas entsteht im Darne der Pflanzenfresser und der Omnivoren, nicht aber im Darne der Fleischfresser.
2. Es entsteht bei den Herbi- und Omnivoren im Allgemeinen bei jeder Art von Nahrung, ausgenommen bei Milchkost.
3. Es entsteht, abgesehen vom Magen, nur im Dickdarne, nie im Dünndarme, mit Ausnahme der Wiederkäuer, bei denen schon im Ileum Sumpfgasgährung beginnt.

Die aufgestellten 3 Sätze schliessen ebenso viele Fragen ein:

Warum bildet sich CH_4 nicht bei den Carnivoren, warum nicht bei Milchkost, warum endlich nur im Dickdarne, nicht im Dünndarm?

Ich will im Folgenden eine Darlegung geben von der ich glaube, dass sie geeignet, dieselben genügend zu beantworten.

Dieser Erklärungsversuch fusst auf der Annahme, dass die im Darne gefundenen Gase Folge von Gährungsprozessen sind, veranlasst durch Organismen (Spaltpilze insbesondere), die mit dem Futter in den Darmkanal gelangen und nimmt den bemerkenswerthesten Unterschied, den der Darm der Herbi- und Omnivoren gegenüber dem der Carnivoren besitzt — seine grössere Länge und die dadurch bedingte verlängerte Aufenthaltszeit der Futtermassen in ihm — zum Ausgangspunkt.

Die Darmlänge beträgt auf Körperlänge als Maasseinheit bezogen, bekanntlich beim Rinde ungefähr das 20fache derselben, bei den kleineren Wiederkäuern (Ziege und Schaf) sogar das 25fache, beim Pferde das 12fache, beim Kaninchen das 10fache, bei Menschen das 10—12fache, beim Schweine das 15fache, beim Hunde das 5fache und bei der Gans war

welche zu benutzen mir Herr Prof. Claus und Herr Prof. Dorn freundlichst gestattet hatten, enthielten neben grossen Mengen verschluckter atmosphärischer Luft nur Kohlensäure und Stickstoff.

es nach einer von mir vorgenommenen Messung bloss das $3\frac{1}{2}$ fache.

Auf diesen Längendifferenzen, die vermuthlich noch schärfer hervortreten würden, wenn sie von ihren Untersuchern auf Körpergewicht statt auf Körperlänge bezogen worden wären, beruhen zumeist die Unterschiede in der Aufenthaltsdauer des Futters im Verdauungsschlauche. Ich spreche hier nur von den Aufenthaltszeiten des Futters in jenen Darmtheilen, wo die Eindickung desselben (die Kothbildung) noch nicht so weit vorgeschritten, dass Fermentations- und Gährungsprocesse in demselben nicht mehr oder nur schwierig ablaufen können.

Bei jenen Thieren, welche einzelne Bestandtheile ihres Futters unvollständig ausnützen, wie z. B. die Pflanzenfresser, und welche darum häufig Koth entleeren, lässt sich die Aufenthaltsdauer annähernd aus der Zeit erschliessen, zu welcher die Reste eines leicht kenntlichen Futters im Kothe erscheinen, bei den Omnivoren und noch mehr bei den Fleischfressern, welche die täglich gebildeten kleinen Mengen von Koth oft erst nach Tagen ausscheiden, ist es geboten, sich in die Darmbefunde der zu bestimmten Zeiten nach der Fütterung getödteten Thiere zu halten.

Die Aufenthaltsdauer des Darminhalts beträgt im ungefähren Durchschnitt bei den Wiederkäuern 2—3 Tage, beim Pferde 1—2 Tage, bei den Schweinen $1\frac{1}{2}$ Tage, beim Hunde 12—15 Stunden, bei den Gänsen sogar nur 4—5 Stunden.

Nach diesen Auseinandersetzungen gestaltet sich nun der besprochene Erklärungsversuch folgendermassen:

In den Verdauungskanal gelangen mit dem Futter mindestens 2 Arten¹⁾ von Spaltpilzen; die einen bilden im Wesentlichen CO_2 und H_2 , die anderen CO_2 und CH_4 . Sie versuchen ihre Thätigkeit schon im Magen aufzunehmen. Die dort herrschende starksäuere Reaction bietet dafür ein

¹⁾ Unter verschiedenen Arten verstehe ich hier Spaltpilze verschiedener Gährungsthätigkeit, gleichgültig, ob dieselbe mit unwandelbaren morphologischen Unterschieden verknüpft ist, oder ob beides nach Nägeli durch Züchtung unter anderen Lebensbedingungen veränderbar ist.

Hemmniss. Geschieht die Vermischung der neu ankommenden Futtermassen mit dem Mageninhalte sogleich, dann kommt es zu gar keiner Gasentwicklung, geschieht sie nur allmählig, dann vermögen die Pilze eine Zeit lang Gase zu entwickeln und zwar in den meisten Fällen nur die erste Art, die CO_2 - und H-Bilder, weil diese weniger empfindlich gegen Säuren sind.

Die saure Reaction im Magen verhindert nicht bloß die Entwicklung und die Thätigkeit der Spaltpilze, sie schwächt sie auch auf längere Dauer, so dass dieselben, auch wenn sie nach dem Passiren des Pylorus in Regionen, wo nur mehr schwach saure, neutrale oder alcalische Reaction herrscht, gelangen, ihre Functionen nur mit anfänglich geringer Intensität wieder aufnehmen, daher die Gasentwicklung im ganzen Dünndarm im Gegensatz zum Dickdarm nur gering ist, wie der hohe Gehalt dieser Gase an N beweist. Die CO_2 und H entwickelnden Pilze erholen sich aus dem durch die Säure des Magens erzeugten Schwächezustand zuerst, weil sie, wie schon gesagt, weniger empfindlich gegen Säuren sind. Es findet deshalb CO_2 - und CH_4 -Entwicklung in der ersten Hälfte des Dünndarms niemals statt; dieselbe beginnt in den meisten Fällen erst im Blinddarm und erreicht im Grimmdarm ihre Höhe.

Diese Sumpfgasgährung tritt aber nur bei jenen Thieren ein, welche entweder einen so kleinen Magen haben, dass die Aufenthaltszeit des Futters dortselbst zu kurz ist, um einen dauernden Schwächezustand der Gährungserreger nach sich zu ziehen (wie bei allen Gänsen) oder, — was das Häufigste ist, — welche einen so langen Dünndarm besitzen, dass die CO_2 - und CH_4 -Bilder während seiner Durchwanderung Zeit finden sich zu erholen. Bei Thieren mit sehr langem Dünndarm, wie beim Rind und noch mehr bei der Ziege beginnt die Sumpfgasentwicklung schon am Ende, oder (bei der Ziege) selbst schon in der Mitte des Dünndarms.

Die Sumpfgasentwicklung tritt ferner nicht ein bei jenen Fütterungsweisen, welche im Darm eine stark saure Reaction zur Folge hatten. In dieser Säurebildung, welche bei Milchkost in allen Theilen des Darmes sehr deutlich nach-

weisbar ist, kann man in der That den Grund suchen, warum bei dieser Nahrung kein Sumpfgas entwickelt wird. Die Erreger der Sumpfgasgährung vermögen sich eben hierbei nicht genügend zu erholen. Eine andere Möglichkeit des Fehlens des Sumpfgases nach Milchkost wäre, dass diese Futterungsweise den CO_2 - und H-Bildern ein so günstiges und reichliches Ernährungsmaterial zulfuhrte, dass diese auch im Dickdarm das Uebergewicht behielten und die CO_2 - und CH_4 -Bilder nicht aufkommen liessen. Dass Milch den CO_2 und H entwickelnden Pilzen eine sehr zusagende Nährlösung ist, dafur spricht die grosse Gasanhaufung mit einem sehr niederen Stickstoffgehalte, welche ihre Fütterung im Darne zur Folge hat. Welche von beiden Möglichkeiten in Wirklichkeit die CH_4 -Entwickler an ihrer Thätigkeit verhindert, lasse ich offen. Ich fuhre nur noch an, dass die That-sache, dass neutralisirter Dickdarminhalt des Schweines nach Milchkost CH_4 nur in kleinen Mengen entwickelte, auch nicht so lange er noch neutral reagirte, sehr für die letztere Möglichkeit spräche, wenn sie nicht den Einwurf zuliesse, dass die Dauer der neutralen Reaction zu kurz gewesen sei, um den CO_2 - und CH_4 -Bildern Zeit zu lassen, sich gehörig zu entwickeln.

Dem eben dargelegten Erklärungsversuch kann man einen zweiten entgegenstellen, der sich ebenfalls auf die Differenz der Darmlangen stutzt.

Die CO_2 und CH_4 bildenden Pilze sind im Concurrrenz-kampfe gegen die CO_2 - und H-Bilder viel schwächer und vermögen sich erst zu entwickeln und zu gähren, wenn diesen letzteren das Nahrungsmaterial grösstentheils entzogen ist. Dies ist bei den Thieren mit langem Darm schon im Dünn-darm nahezu vollendet, darum beginnt im Dickdarm bei diesen Thieren die CH_4 -Gährung, wogegen bei den Thieren mit kurzem Darm die CO_2 - und H-Bilder noch bis in jene Abschnitte des Dickdarms, wo die Wasser-Arnueth des Inhalts nicht so wie so schon jede Gährung aufhebt, genügende Nahrung finden, um den Kampf mit den CH_4 -Gahrern siegreich zu bestehen. Was aber sich beim Fleischfresser immer,

bei jeder Nahrung, ereignet, findet beim Herbi- und Omnivoren nur bei Milchnahrung statt.

Gegen die Richtigkeit dieser Annahme spricht zunächst die bekannte weit vorgeschrittene Ausnützung, welche beim Hunde der Inhalt des Dünndarms schon beim Verlassen desselben erfahren hat, noch bestimmter aber die in dieser Abhandlung bereits erwähnte Beobachtung, dass Inhalt des Dickdarms, der bei Gährung in der Darmhöhle Sumpfgas entwickelt hatte, bei Gährung im Brutofen wieder CO_2 und H zu entwickeln vermag. Diese nachträgliche Entwicklung von CO_2 und H beweist, dass es im Dickdarm an Material hierfür nicht gemangelt haben könne.

Ich gehe nun zur Erörterung der Frage über, aus welchen Substanzen entsteht im Darmkanale das Sumpfgas?

Was hier in den Vordergrund tritt, ist, dass es mir durch die Versuche von Ruge am Menschen und meine am Schweine wohl sicher gestellt zu sein scheint, dass CH_4 auch bei reiner Fleischkost sich in reichlicher Menge zu bilden vermöge. Die Frage indess, ob hierbei Eiweissstoffe das vergährte Material seien, würde selbst dann noch nicht entschieden sein, wenn ganz reines Eiweiss verfüttert worden wäre. Denn auch in diesem Falle bliebe es möglich, wenngleich nicht wahrscheinlich, dass die in den Verdauungsecreten, hauptsächlich der Galle enthaltenen Fette und Fettseifen, die Angriffsobjecte der Sumpfgaspilze gewesen sein können.

Das verfütterte Pferdefleisch enthielt ausser Eiweisskörpern und leimgebender Substanz noch kleine Mengen von Fetten, von Glycogen und die bekannten Extractivstoffe.

Diese Substanzen sind in so geringer Menge vorhanden, dass sie wie auch die von den Secreten gelieferten Seifen und Fette schon im Dünndarme nahezu vollständig zur Resorption gelangen und darum wohl kaum das Material für die Sumpfgasgährung im Dickdarme sein können.

Man kann daher wohl mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass die Quelle für die CH_4 -Bildung im Dickdarm bei

Fleischfütterung, Eiweiss- oder leimgebende Körper resp. deren Zersetzungs-Producte, erzeugt durch die Verdauung und durch andere Gährungen, seien. Damit wäre zugleich die Möglichkeit gegeben, bei gemischter Nahrung oder reiner Pflanzenkost das im Dickdarm gebildete Sumpfgas auf eine gemeinsame Quelle, auf vergährtes Eiweiss zurückzuführen.

Es lässt sich indess aus den Ergebnissen dieser Untersuchung ableiten, dass dies wenig wahrscheinlich ist.

Es spricht dagegen einmal das Verhalten der Reaction im Dickdarm des Schweines. Diese ist nach Fleischnahrung dort immer alkalisch oder neutral und ändert sich hierin auch bei den Nachgährungen nicht; nach Pflanzenkost (Erbsen oder Kohl) ist sie schon im Darne sauer und wird es bei den Nachgährungen bald intensiv. Noch entschiedener aber sprechen dagegen die Untersuchungen bei den Gänsen. Diese enthielten nach Pflanzenkost (Erbsen oder Kohl) in ihren Mastdarmgasen CH_4 , nach Fleischnahrung aber keines. Wäre CH_4 bei den ersteren Fütterungsweisen aus Eiweiss entstanden, so dürfte man erwarten, dass es auch im letzteren Falle erschienen wäre. Da dies aber nicht der Falle ist, muss das CH_4 nach Pflanzenkost wohl aus anderen Substanzen entstanden sein. Unter den verschiedenen hier in Betracht kommenden Möglichkeiten fallen die Fette sogleich aus, denn das an die Gänse verfütterte Fleisch (mageres Kalbfleisch) enthielt wohl noch ebensoviel Fette als der gefütterte Kohl. Bleibt somit die Gruppe der Kohlenhydrate: Zucker, Stärke und Cellulose.

Hier erlangt nun die Beobachtung, dass die Darmgase der Gänse nach Fütterung mit Cerealien (Roggenmehl und Waizenkörner) kein CH_4 enthielt, entschieden Bedeutung. Vermöchte dieses Gas aus Stärke oder Zucker durch Gährung zu entstehen, so hätte es doch bei diesen Fütterungsweisen entstehen müssen, da Getreidekörner noch reicher an Stärke und — in Folge deren theilweisen Umsetzung im Darmkanal — auch an Zucker sind, als die anderen genannten CH_4 liefernden Vegetabilien.

Es bleibt somit für die reichliche Bildung (Fütterung mit Leguminosen und Kohl wohl kaum Ursprungssubstanz übrig, als Cellulose resp. da von Stoffen, das als Pflanzenrohlfaser bezeichnet

Die aufgeworfene Frage, aus welchen Sub CH_4 im Dickdarm durch Gährung entstehe, kam Folge der vergleichenden Untersuchung zwar nicht Sicherheit aber doch mit grosser Wahrscheinlichkeit beantwortet werden, dass die Quellen für das CH_4 in zwei Substanzen sind, — Eiweiss und Cellulose.

Analytische Belege.

I. Versuche am Hunde.

Grosser Hund, 10 Tage mit gekochtem Wirsing und sehr kleinen Mengen von Fleisch gefüttert.

Reaction des Darminhalts:

Im Dünndarm oben sauer, in der Mitte neutral, im untern Drittel deutlich alcalisch, hier ziemlich viel Gas, geruchlos.

Reaction im Dickdarm: sauer, weniger Gas.

1. Gas aus dem Ileum.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angewandtes Volumen	15,2	528,8	715,8	174,1
n. A. d. CO_2	15,2	556,4	715,8	146,5
n. A. O.	15,2	556,9	715,8	146,0
n. Zusatz von Luft	15,2	192,0	715,7	511,8
n. d. Expl. auf Zusatz von Knallgas	15,2	260,2	715,7	442,6
n. Abs. d. CO_2	15,2	260,1	715,7	442,7

In 100 Theilen.

CO_2 15,95

O 0,29

H 26,48

N 57,28

2. Gas aus dem Dickdarm.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	9,8	582,0	710,2	119,2
n. Abs. d. CO ₂	9,8	646,0	710,2	55,2
n. Abs. d. O	9,8	647,0	710,2	54,2
n. Zus. v. Luft	9,8	370,5	710,2	330,7
n. d. Expl.	9,8	417,0	710,2	284,2
n. Abs. d. CO ₂	9,8	417,0	710,2	284,2
n. Abs. d. O.	9,8	461,5	712,2	241,7

In 100 Theilen.

CO ₂	53,69
O	0,84
H	26,01
N	19,46
	<hr/>
	100,00

II. Versuche an Gänsen.

a) Gans, 12 Tage mit Wirsing gefüttert.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol. auf 13,8 reducirt
Angew. Volumen	13,8	415,0	713,0	286,2
n. Abs. d. CO ₂	13,8	446,0	713,0	255,2
nach Abs. d. O	13,8	452,0	713,0	249,2
zur weiteren Analyse				
verwandtes Volumen	14,5	572,0	713,0	148,3
n. Zulass v. Luft	13,8	320,5	713,0	380,7
n. Zulass v. O	13,8	104,0	713,0	597,2
n. d. Explosion auf Zu- satz von Knallgas	13,8	153,0	709,0	544,2
n. Abs. d. CO ₂	13,8	176,0	709,0	521,2
n. Abs. d. O	13,8	392,0	708,0	304,2
	CO ₂	10,83		
	O	2,09		
	CH ₄	13,51		
	H	2,76		
	N	70,78		
		<hr/>		
		99,97		

Inhalt des oberen Darmdrittels: sauer.

« « unteren « schwach alkalisch reagierend.

Gans, Wirsing. Gärung des Inhalts vom unteren Darmdrittels, zu Beginn schwach alkalisch, nach 10 Stunden schwach sauer reagierend.

	Temp.	Dar.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	14,0	531,0	709,2	166,3
nach Abs. d. CO ₂	14,0	677,0	709,2	20,3
nach Abs. d. O	14,0	677,0	709,2	20,3
nach Zusatz v. Luft	14,0	532,8	709,2	164,5
nach der Explosion	14,0	564,0	709,2	133,3
nach Abs. d. CO ₂	14,0	565,0	709,2	132,5
	CO ₂	87,83		
	H	12,12		
	CH ₄	0,36		

Dasselbe, die Gase von der 10.—13. Stunde, der Inhalt ziemlich stark sauer geworden.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	14,4	323,0	714,0	378,8
nach Abs. d. CO ₂	14,4	696,0	714,0	5,8
	CO ₂	98,5		
Rest nicht weiter untersucht.		1,5		

b) Gans, mit Erbsen 14 Tage gefüttert.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angewandtes Volumen	14,2	426,5	707,5	268,9
nach Abs. d. CO ₂	14,2	432,0	707,5	263,4
nach Abs. d. O.	14,2	433,0	707,5	262,4
zur weiteren Analyse verwandtes Volumen	14,2	539,0	707,0	155,9
n. Zusatz v. O	14,2	416,5	705,5	276,9
n. Zusatz v. Luft	14,2	160,0	705,5	533,4
n. d. Explosion auf Zusatz von Knallgas	14,2	213,0	704,5	479,4
n. Absorption d. CO ₂	14,2	230,0	704,5	462,4
n. Abs. d. O	14,2	362,0	703,0	328,9

CO ₂	2,04
D	0,37
H	8,32
CH ₄	10,64
N	78,99
	<hr/>
	100,36

Bei der Section zeigte sich die Reaction des oberen Drittels stark sauer, die des unteren schwach alcalisch, das aufgefangene Gas bräunte Bleipapier nicht.

c) Gänse, gefüttert mit Cerealien.

1. Gans, Hafer und Gerste.

Der ganze Darminhalt sammt sehr geringen Gasmengen 5 Stunden gähren gelassen; sehr viel Gas.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol. auf 13,5 reducirt
	13,8	481,0	720,5	227,4
nach Abs. d. CO ₂	13,8	623,8	720,5	84,9
n. Abs. d. O	13,8	623,8	720,5	84,9
n. Zulass v. Luft	13,5	279,5	720,5	429,5
m. d. Explosion	13,5	388,8	720,5	320,2
n. Abs. d. CO ₂	13,5	389,0	720,5	320,0
n. Abs. d. O	13,5	423,5	721,0	286,0
	CO ₂	62,66		
	H	31,35		
	N	5,99		

2. Gans, 14 Tage Roggenmehl.

Reaction des Darmkanals wurde nicht untersucht, weil das Thier noch zu weiteren Versuchen diente, das verfütterte Mehl ist dasselbe, das auch an das Schwein II verabreicht wurde.

	Temp.	Dr.	Vol.	R. Vol.
Angew. Vol.	17,6	572,8	725,8	138,0
n. Abs. CO ₂	17,6	597,0	725,8	113,8
n. Abs. O	17,6	601,8	725,6	108,8
n. Zul. von Luft	17,6	200,2	724,9	509,7
n. Expl. auf Zusatz v. Knallgas	17,6	201,7	724,9	508,2
n. Abs. CO ₂	17,6	201,7	724,9	508,2

In 100 Theilen:

CO ₂	17,54
O	3,62
H	0,72
N	78,12

Dieselbe Analyse nach Absorption der CO₂ und des O wiederholt:

	Temp.	Dr.	Bar.	R. Vol.
Angew. Vol.	17,6	205,3	720,3	500,0
n. Zul. von O	17,6	219,7	720,2	485,5
n. Expl. auf Zusatz v. Knallgas	17,6	227,0	720,2	478,2
n. Abs. CO ₂	17,6	227,0	720,2	478,2

In 100 Theilen: H 0,98
N 99,02

3. Gans, 14 Tage ausschliesslich mit Weizen gefüttert.

	Tem.	Dr.	Bar.	R. Vol.
Angew. Vol.	18,3	206,4	730,8	508,7
n. Absatz der CO ₂	18,3	258,3	730,8	456,8
n. Abs. des O	18,3	268,7	730,7	446,3
n. Zul. von O	18,3	164,7	730,7	550,3
n. Explosion auf Zus. v. Knallgas	18,3	224,7	730,9	490,5
n. Abs. der CO ₂	18,3	224,8	730,9	490,4

In 100 Theilen:

Nach Abzug des O und des auf ihn treffenden N.

CO ₂	11,30
H	8,68
N	80,02

d) Gans, drei Wochen mit magerem Fleisch gefüttert.

Gewicht am Schlusse 2726 gramm, Länge des Darms 2,18 m.

Reaction des Inhalts im unteren Drittel schwach alcalisch.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Vol.	9,6	357,5	709,3	342,9
n. Abs. der CO ₂	9,6	384,0	709,3	316,4
n. Abs. des O	9,6	387,0	708,4	312,5

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
n. Zusatz von Luft	9,6	108,0	708,4	591,5
n. d. Expl. auf Zusatz v. Knallgas	9,6	138,5	708,4	561,0
n. Abs. der CO ₂	9,6	138,5	708,4	561,0
n. Abs. des O	9,6	191,3	712,8	512,6

In 100 Theilen:

CO ₂	7,73
O	1,14
H	5,93
N	85,28
	<hr/>
	100,08

Gans, seit 12 Tagen mit magerem Fleisch gefüttert.
 Reaction des Darminhalts im oberen Drittel sauer, im unteren schwach, aber deutlich alcalisch. Gase geruchlos. Kein SH₂ enthaltend.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Vol.	11,2	485,8	728,5	232,8
n. Abs. der CO ₂	11,2	513,0	728,5	205,6
n. Abs. des O	11,2	513,0	728,5	205,6
zur weiteren Analyse genommen:	11,2	611,5	728,5	107,1
n. Zufuhr von O	11,2	542,0	728,5	176,6
n. Zulass von Luft	11,2	125,0	728,5	593,6
n. d. Expl. auf Zusatz v. Knallgas	11,2	161,5	728,5	557,1
n. Abs. der CO ₂	11,2	161,0	728,4	557,5

CO ₂	11,68
H	20,06
CH ₄	0,33
N	67,92

Dieselbe Analyse mit einer Gasmenge nach Absorption der CO₂ und des O wiederholt:

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Vol.	10,3	433,0	713,0	270,6
n. Zusatz von Luft	10,3	140,0	713,0	563,6
n. Expl. auf Zusatz v. Knallgas	10,3	218,0	712,7	485,3
n. Abs. der CO ₂	10,3	218,0	712,7	485,3
n. Zulass von H	10,3	93,5	712,7	609,8
n. Expl. auf Zusatz v. Knallgas	10,3	197,0	712,7	506,3

In 100 Theilen:

H	19,29
N	81,00
	<hr/>
	100,29

III. Versuche an Schweinen.

a) Schwein, 14 Tage mit gekochtem Weisskraut gefüttert.

1. Magen: saure Reaction.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Vol.	11,2	494,0	725,0	221,1
n. Abs. CO ₂	11,2	613,0	725,0	102,1
n. Abs. O	11,2	618,0	725,0	97,1
n. Zusatz von Luft	11,2	334,0	725,0	381,1
n. der Explosion	11,2	422,5	724,0	291,6
n. Abs. CO ₂	11,2	425,5	724,0	288,6
n. Abs. O	11,2	451,0	724,0	263,1

In 100 Theilen:

CO ₂	53,80
O	2,26
H	25,19
CH ₄	1,36
N	17,48
	<hr/>
	100,09

2. Ileum. Neutrale Reaction, wenig Gas.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Vol.	13,8	504,2	716,0	200,0
n. Abs. der CO ₂	13,8	524,0	716,2	180,2
n. Abs. des O	13,8	537,0	716,2	167,4
n. Zufuhr von O	13,8	333,3	716,2	371,1
n. Zufuhr von Luft	13,8	112,0	716,2	592,4
nach Explosion auf Zu-				
lass von Knallgas	13,8	123,5	716,6	581,3
v. Abs. der CO ₂	13,8	124,0	716,6	580,8

Zusammensetzung in 100 Theilen nach Abzug des O und des
auf ihn treffenden N

CO₂ 9,9

O 6,4

H 6,7

CH₄ 0,2

N 76,8

CO₂ 14,40

H 9,64

CH₄ 0,28

N 75,82

3. Blinddarm: Viel Gas, geruchlos, kein SH₂, schwach
saure Reaction.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol. auf 14,0° rod.
Angew. Vol.	14,0	496,5	713,9	205,5
n. Abs. der CO ₂	14,0	641,0	713,9	61,0
n. Abs. des O	14,0	641,5	713,9	60,0
n. Zufuhr von O	13,0	474,5	713,9	229,3
n. Zufuhr von Luft	14,0	205,0	713,9	497,0
n. der Explosion	14,0	294,0	714,6	408,7
n. Abs. der CO ₂	14,0	305,0	714,6	397,7
n. Abs. der O	14,0	483,0	714,6	219,7

In 100 Theilen:

CO₂ 70,32

O 0,24

H 21,51

CH₄ 5,35

N 3,16

 100,58

4. Grimmdarm, stärker saure Reaction als im Blinddarm.
Viel Gas, kein SH₂.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Vol.	14,0	490,0	714,8	212,9
nach Abs. CO ₂	14,0	593,5	714,8	109,4
nach Abs. O	14,0	593,5	714,8	109,4
nach Zusatz von O	14,0	435,7	714,8	267,2
nach Zusatz von Luft	14,0	207,0	714,8	495,9
nach der Explosion	14,0	376,0	714,8	326,9
nach Abs. CO ₂	14,0	456,0	714,8	246,9
nach Abs. O	14,0	498,0	714,8	204,9

In 100 Theilen:

CO ₂	48,60
O	— —
H	2,82
CH ₄	37,58
N	11,34
	<hr/>
	100,34

Schwein, 14 Tage mit gekochtem Weisskraut gefüttert.

1. Gärung des Inhalts aus dem Ileum. Sie geht lebhaft vor sich; die Reaction ursprünglich neutral, wird bald sauer.

	Temp.	Dr.	Bar.	R. V.
Angew. Volumen	13,7	312,0	715,5	391,8
n. Abs. CO ₂	13,7	625,0	715,5	78,8
n. Zus. v. Luft	13,7	277,0	715,5	426,8
n. Expl.	13,7	383,2	715,3	320,4
n. Abs. CO ₂	13,7	383,1	715,2	320,4

In 100 Theilen:

CO ₂	79,89
H	18,09
N	2,02

2. Gärung des Blinddarminhalts mit wenig Mg. usta versetzt; am ersten Tage keine Entwicklung, am folgenden ziemlich reichliche. Die Reaction war hiebei sauer geworden, SH₂ in Spuren nachweisbar.

	Temp.	Dr.	Bar.	R. V.
Angew. Volumen	13,6	418,0	718,0	288,4
n. Abs. CO ₂	13,6	645,0	718,0	61,4
n. Abs. O	13,6	646,5	717,5	59,4
n. Zus. v. Luft	13,6	254,0	717,2	451,6
n. Expl.	13,6	328,5	715,5	375,4
n. Abs. CO ₂	13,6	329,0	715,5	374,9

In 100 Theilen:

CO ₂	}	78,71
SH ₂		
O		0,69
H		17,50
CH ₄		0,17
N		2,93

3. Gährung des Blinddarm Inhalts, versetzt mit mehr Magnesia. Die Entwicklung beginnt erst nach mehreren Tagen und ist nicht bedeutend. Die Reaction auch nach 14 Tagen neutral, H₂ nachweisbar.

	Temp.	Dr.	Bar.	R. V.
Angew. Volumen	10,8	551,0	728,3	167,6
n. Abs. CO ₂	10,8	687,3	728,3	31,0
n. Zul. v. Luft	10,8	304,0	728,0	414,3
n. Expl.	10,8	353,0	728,0	365,3
n. Abs. CO ₂	10,8	362,0	728,0	356,3

In 100 Theilen:

CO ₂	}	81,50
SH ₂		
H		12,33
CH ₄		5,37
N		0,76

b) Schwein, Erbsenmehl.

1. Magen, stark saure Reaction, viel Gas, geruchlos.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	10,5	406,4	706,0	290,9
n. Abs. CO ₂	10,5	547,5	706,0	149,0
n. Abs. O	10,5	569,0	706,0	127,5
n. Zusatz von Luft	10,5	292,5	706,0	404,0
n. Expl. auf Zusatz von Knallgas	10,5	293,0	706,0	403,5

In 100 Theilen:

CO ₂	48,78
O	7,39
H	Spur
N	43,83

2. Dünndarm: obere Hälfte ziemlich viel Gas, nicht riechend, stark saure Reaction.

Untere Hälfte weniger Gas, nicht riechend, saure Reaction.

Analyse des Gases von der unteren Hälfte.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	13,2	529,0	714,0	173,7
n. Abs. CO ₂	13,2	582,2	714,0	120,5
n. Abs. O	13,2	582,4	713,9	120,2
n. Zusatz v. Luft	13,2	172,8	713,9	529,8
n. Explosion auf Zusatz von Knallgas	13,2	226,7	713,9	475,9
n. Abs. d. CO ₂	13,2	228,0	714,0	474,7

In 100 Theilen:

CO ₂	30,63
O	0,14
H	19,74
CH ₄	0,69
N	48,76

3. Blinddarm: Viel Gas, bräunt Bleipapier, ziemlich stark saure Reaction des Inhalts.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	11,3	498,0	722,0	114,0
n. Abs. d. CO ₂	11,3	681,0	722,0	31,0
wurde mit einer zweiten Portion n. Abs. d. CO ₂ vereinigt	11,3	659,0	731,0	62,0
n. Abs. d. O	11,3	659,0	731,0	62,0
n. Zufuhr v. O	11,3	597,0	731,0	124,0
n. Zufuhr v. Luft	11,3	276,0	731,0	445,0
n. d. Expl.	11,3	356,5	730,0	363,5
n. Abs. d. CO ₂	11,3	377,5	730,0	342,5
n. Abs. d. O	11,3	450,5	729,3	268,8

In 100 Theilen:

CO ₂	72,81
SH ₂	Spur
H	11,49
CH ₄	9,21
N	6,62

 100,13

4. Grimmdarm: Bleipapier bräunend. Inhalt sauer reagirend.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	11,8	504,5	729,6	214,8
n. Abs. d. CO ₂	11,8	681,0	729,6	38,3
neue Portion nach Abs.				
d. CO ₂ zugefügt:	11,8	642,5	729,6	76,8
n. Abs. d. O	11,8	642,5	729,6	76,8
n. Zuf. v. O.	11,8	491,0	729,6	228,3
n. Zufuhr v. Luft	11,8	198,0	729,6	521,3
n. d. Expl.	11,8	333,0	729,6	386,3
n. Abs. d. CO ₂	11,8	390,0	729,6	329,3

In 100 Theilen:

CO ₂	82,17
SH ₂	Spur
H	3,72
CH ₄	13,27
N	1,35

c) Schwein I. Roggenmehl.

1. Magen, ziemlich viel Gas, sämmtlicher Geruch wie Kleister.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	9,2	450,0	709,6	258,9
n. Abs. d. CO ₂	9,2	648,0	709,6	52,9
n. Abs. d. O	9,2	652,0	709,4	48,7
n. Zusatz v. Luft	9,2	529,6	709,4	171,1
n. Explosion auf Zusatz von Knallgas	9,2	533,5	709,6	167,4
n. Abs. d. CO ₂	9,2	533,4	709,6	167,5

In 100 Theilen:

CO ₂	79,57
O	1,62
H	0,96
N	17,85

2. Dünndarm: obere Hälfte ganz schwach sauer; untere Hälfte neutral.

Analyse der oberen Hälfte.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	18,9	572,5	713,2	124,5
n. Abs. CO ₂	18,9	603,6	713,2	93,4
n. Abs. O	18,9	605,4	713,2	91,6
n. Zulass v. Luft	18,9	339,2	713,2	357,8
n. Explosion auf Zusatz von Knallgas	18,9	339,7	713,5	357,6

In 100 Theilen nach Abzug der aus dem Sauerstoff berechneten Luft:

CO ₂	26,92
N	73,08

Analyse der unteren Hälfte.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	11,8	512,0	725,0	202,9
n. Abs. CO ₂	11,8	590,0	725,0	124,9
n. Abs. v. O	11,8	590,0	725,0	124,9
n. Zusatz v. Luft	11,8	187,8	725,0	527,1
n. Explosion auf Zusatz von Knallgas	11,8	251,0	724,8	463,7
n. Abs. CO ₂	11,8	254,0	724,8	460,7

In 100 Theilen:

CO ₂	38,44
H	28,29
CH ₄	1,47
N	31,79

3. Blind- und Anfang des Grimmdarms: sehr viel Gas;
Bleipapier schwach bräunend, saure Reaction.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	12,0	533,0	722,4	177,4
n. Abs. der CO ₂ u. O	12,0	687,0	722,6	25,1
n. Zus. von Luft	12,0	452,0	723,3	260,8
n. der Explosion	12,0	485,0	724,8	229,3
n. Abs. der CO ₂	12,0	492,4	724,8	221,9

In 100 Theilen:

CO ₂	85,85
SH ₂	Spur
H	6,26
CH ₄	4,17
N	3,72

c) Schwein II. 10 Tage Roggenmehl, andere Sorte.

1. Magen. Inhalt von stark saurer Reaction, sehr flüssig,
viel Gas, SH₂ nicht nachweisbar.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	17,7	508,0	719,1	196,0
n. Abs. CO ₂	17,7	595,6	719,1	108,4
n. Abs. O	17,7	600,0	719,2	104,1
n. Zulass von Luft	17,7	338,0	719,3	366,2
n. Explosion	17,7	356,1	719,4	348,2
n. Abs. CO ₂	17,7	357,1	719,4	347,2
n. Abs. O	17,7	404,9	719,5	299,5

In 100 Theilen:

CO ₂	44,69
O	2,19
H	5,44
CH ₄	0,51
N	47,09

99,92

2. Dünndarm. Inhalt dünnbreiig, gelblich grün, schwach sauer, wenig Gas, Bleipapier ganz schwach bräunend; das analysirte Gas stammt aus dem Jejunum.

	Temp.	Dr.	Bar.	Vol.
Angew. Volumen	17,3	578,0	719,9	127,2
n. Abs. CO ₂	17,3	607,1	719,9	98,1
n. Abs. O	17,3	610,7	719,9	94,5
n. Zulass von Luft	17,3	389,9	719,9	315,3
n. Explosion	17,3	398,1	720,0	307,2
n. Abs. CO ₂	17,3	398,1	720,0	307,2
n. Abs. O	17,3	441,2	720,0	264,1

In 100 Theilen:

CO₂ 22,88

O 2,83

H 4,25

N 70,44

100,40

3. Grimmdarm. Inhalt des ganzen Dickdarms von schwach saurer Reaction, gelblich brauner Farbe und breiiger Consistenz, mässig Gas, SH₂ nachweisbar.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	16,9	585,5	719,0	119,2
n. Abs. CO ₂	16,9	664,6	719,0	40,1
n. Abs. O	16,9	664,6	719,0	40,1
n. Zul. von Luft	16,9	261,6	718,9	443,0
n. Explosion	16,9	329,1	718,9	375,5
n. Abs. CO ₂	16,9	362,9	718,9	341,7
n. Abs. O	16,9	380,0	718,9	324,6

In 100 Theilen:

CO₂ } 66,36

SH₂ }

CH₄ 28,36

N 5,12

99,84

d) Schwein, 3 Wochen gekochtes Pferdefleisch.

1. Dünndarm, obere Hälfte mässig Gas. Bleipapier schwach sauer. Reaction des Inhalts schwach sauer.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	11,9	496,5	717,0	210,1
n. Abs. CO ₂	11,9	515,0	717,0	191,6
n. Abs. O	11,9	516,0	717,0	190,6
n. Zusatz von Luft	11,9	248,5	717,1	458,1
nach Explosion auf				
Zusatz v. Knallgas	11,9	286,0	717,1	420,7
n. Abs. der CO ₂	11,9	286,0	717,1	420,7

In 100 Theilen:

CO ₂	} 8,80
SH ₂	
O	0,48
H	11,85
N	78,86

2. Dünndarm, untere Hälfte. Mehr Gas als in der oberen, Bleipapier schwach bräunend, nach SH₂ riechend, Reaction des Inhalts schwach sauer.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	12,4	507,5	717,0	198,8
n. Abs. der CO ₂	12,4	511,8	717,0	194,5
n. Abs. des O	12,4	519,0	717,0	187,3
n. Zusatz von Luft	12,4	296,5	717,0	409,8
n. Zusatz von O	12,4	195,0	717,0	511,3
n. der Explosion	12,4	313,0	717,0	393,3
n. Abs. der CO ₂	12,4	313,0	717,0	393,3

In 100 Theilen:

CO ₂	2,16
O	3,62
H	39,56
N	54,63

nach Abzug des O
und des auf ihn treffenden N.

CO ₂	} 2,61
SH ₂	
H	47,77
N	49,62

3. Blinddarm. Wenig Gas, geruchlos, Bleipapier nicht bräunend. Inhalt dunkelbraun, schwach alkalisch reagierend, von geringer Menge.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	13,0	517,0	705,0	176,8
n. Abs. der CO ₂	13,0	550,0	705,0	143,8
n. Abs. des O	13,0	552,0	705,0	141,4
n. Zusatz von Luft	13,0	275,0	705,0	418,8
n. Zusatz von O	13,0	120,8	705,0	573,0
n. der Explosion	13,0	227,5	705,0	466,3
n. Abs. der CO ₂	13,0	274,0	705,0	419,8
n. Abs. des O	13,0	388,0	705,0	305,8

In 100 Theilen: in 100 Theilen nach Abzug des O

CO ₂	18,66	CO ₂	19,62
O	1,13	H	5,41
H	5,15	CH ₂	27,65
CH ₂	26,30	N	47,32
N	49,15		

100,39

e) Schwein, 3 Wochen lang mit 10 Pfund gekochtem Pferdefleisch und 1 Liter Milch am Tage gefüttert.

1. Magen: stark saure Reaction, viel Gas, SH₂ nachweisbar.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	18,2	541,3	726,1	169,2
n. Abs. CO ₂	18,2	673,0	726,1	37,5
n. Abs. O	18,2	674,0	726,1	36,5
n. Zusatz von Luft	18,2	483,9	726,1	226,6
n. Explosion	18,2	533,8	726,1	176,7
n. Abs. CO ₂	18,2	533,8	726,1	176,7

In 100 Theilen:

CO ₂	} 77,84
SH ₂	
O	0,59
H	19,68
N	1,89

2. Dünndarm: Jejunum, Reaction des Inhalts schwach sauer, von hellgelber Farbe wie im Magen; wenig Gas, SH_2 nachweisbar.

Ileum, Reaction des Inhalts neutral, von brauner Farbe, mässig viel Gas, SH_2 nachweisbar.

Analyse des Gases, aus Jejunum gesammelt:

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	19,2	575,6	725,1	132,9
n. Abs. CO_2	19,2	607,2	725,1	101,3
n. Abs. O	19,2	607,0	724,8	101,2
n. Zulass v. Luft	19,2	193,0	724,8	515,2
n. d. Explosion	19,2	267,9	724,8	440,3
n. Abs. CO_2	19,2	267,8	724,8	440,4

In 100 Theilen:

CO_2	} 23,78
SH_2	
O	0,08
H	38,25
N	37,89

3. Dickdarm: Inhalt im Blindarm sehr wässerig, von schwarzer Farbe, von sehr unangenehmen kloakenschlammähnlichen Geruch und neutraler oder ganz schwach alkalischer Reaction, viel Gas, SH_2 nachweisbar.

Inhalt des Grimmdarms von gleicher Beschaffenheit, viel Gas, SH_2 nachweisbar.

Analyse der Gase aus dem Grimmdarm:

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	17,5	625,4	721,0	80,7
n. Abs. CO_2	17,5	649,4	721,0	56,7
n. Abs. O	17,5	649,5	721,1	56,7
n. Zul. v. Luft	17,5	120,6	721,5	586,0
n. Explosion auf Zusatz von Knallgas	17,5	173,2	721,5	533,4
n. Abs. CO_2	17,5	206,0	727,8	506,9
n. Abs. O	17,5	263,5	727,4	449,0

In 100 Theilen:

CO ₂	}	29,74
SH ₂		
CH ₄		32,71
N		37,92
		<hr/>
		100,37

Schwein, 10 Pfund Fleisch und 1 Liter Milch
im Tage.

1. Gährung des Blinddarms liefert die ersten 24 Stunden ein dem eingefüllten Inhalte gleiches Volumen an Gas, geht aber dann nur mehr sehr langsam vor sich. Reaction des Inhalts nach 10 Tagen unverändert neutral.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	18,0	607,1	725,5	103,0
n. Abs. CO ₂	18,0	693,0	725,4	17,0
n. Zul. v. Luft	18,0	505,6	725,2	204,2
n. Explosion auf Zusatz von Knallgas	18,0	538,9	725,3	171,0
n. Abs. CO ₂	18,0	555,6	725,3	154,3

In 100 Theilen:

CO ₂	83,48
CH ₄	16,11
N	0,39

CH₄ : CO₂ = 1 : 5,1

2. Gährung des Grimmdarminhalts liefert in den ersten 24 Stunden ein dem Inhalte gleiches Volumen an Gas, SH₂ nachweisbar, hört dann aber ganz auf. Reaction neutral.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	17,1	596,8	726,3	115,0
n. Abs. CO ₂	17,1	675,0	726,3	36,8
n. Abs. O	17,1	675,0	726,3	36,8
n. Zul. v. Luft	17,1	203,5	726,2	508,2

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
n. d. Explosion	17,1	270,5	726,2	441,2
n. Abs. CO ₂	17,1	304,6	726,2	407,1
n. Abs. O	17,1	336,0	726,2	375,7

In 100 Theilen:

CO ₂	} 68,00
SH ₂	
CH ₄	29,46
N	2,69

100,15

CH₄ : CO₂ = 1 : 2,3

3. Gährung des Grimmdarminhalts mit Essigsäure ganz schwach sauer gemacht, Reaction am Schluss der Entwicklung eben erkennbar sauer.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	17,4	621,9	720,2	84,4
n. Abs. CO ₂	17,4	686,3	720,2	19,1
n. Zulass von Luft	17,4	341,0	720,3	364,5
n. d. Explosion auf Zulass v. Knallgas	17,4	380,0	720,7	325,9
n. Abs. CO ₂	17,4	400,0	721,1	306,3

In 100 Theilen:

CO ₂	77,37
CH ₄	22,87

CH₄ : CO₂ = 1 : 3,4

f) Schwein, 3 Wochen lang ausschliesslich mit magerem Pferdefleisch, in den letzten 4 Tagen mit 10 Liter Milch und 1/2 Pfund Pferdefleisch gefüttert.

1. Magen: Inhalt dick breiig von geronnener Milch, überall stark saure Reaction, viel Gas; kein SH₂.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	15,8	538,0	711,8	160,4
n. Abs. CO ₂	15,8	606,0	711,8	92,4

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
n. Abs. O	15,8	614,6	711,8	83,8
n. Zul. v. Luft	15,8	221,0	711,8	477,4
n. Explosion auf Zusatz				
von Knallgas	15,8	250,2	711,8	448,2
n. Abs. CO ₂	15,8	250,2	711,8	448,2
n. Abs. O	15,8	323,2	711,8	375,4

In 100 Theilen:

CO₂ 42,39

O 5,36

H 12,16

N 40,09

 100,00

2. Dünndarm: Inhalt sehr flüssig, im unteren Ileum etwas consistenter, von hellgelber Farbe und saurer Reaction. Wenig Gas, SH₂ nicht nachweisbar.

Analyse des Gases aus dem Duodenum und Jejunum.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	16,8	566,5	708,0	127,3
n. Abs. CO ₂	16,8	583,9	708,1	110,0
n. Abs. O	16,8	584,3	708,1	109,6
n. Zus. v. Luft	16,8	300,1	708,1	393,8
n. Explosion auf Zusatz				
von Knallgas	16,8	328,2	708,1	365,7
n. Abs. CO ₂	16,8	328,2	708,1	315,7
n. Abs. O	16,8	378,0	708,1	315,9

In 100 Theilen:

CO₂ 13,59

O 0,31

H 14,69

N 71,72

 100,31

3. Blinddarm: Inhalt sehr flüssig, hellgelb, nicht riechend, von stark saurer Reaction und geringer Menge. Sehr viel Gas, SH₂ nicht nachweisbar.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	15,8	554,0	709,4	142,0
n. Abs. CO ₂	15,8	647,4	709,5	48,6
n. Abs. O	15,8	647,4	709,5	48,6
n. Zul. v. Luft	15,8	343,9	709,7	352,4
n. Expl. auf Zusatz von Knallgas	15,8	406,0	709,8	290,4
n. Abs. CO ₂	15,8	406,5	710,2	290,3
n. Abs. O	15,8	449,0	710,2	247,8

In 100 Theilen:

CO ₂	65,77
H	29,01
CH ₄	0,07
N	5,42
	<hr/> 100,27

4. Grimmdarm: Inhalt breiigflüssig, gelbbraun, stark sauer reagirend, sehr viel Gas, Reaction auf SH₂ sehr schwach.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red Vol.
Angew. Volumen	17,1	549,2	713,9	150,2
n. Abs. CO ₂	17,1	650,0	713,9	49,4
n. Abs. O	17,1	650,1	713,9	49,3
n. Zul. von Luft	17,1	172,7	713,8	526,6
n. Expl. auf Zusatz von Knallgas	17,1	238,4	713,5	460,6
n. Abs. CO ₂	17,1	238,9	713,5	460,1
n. Abs. O	17,1	314,8	712,4	383,1

In 100 Theilen:

CO ₂	} 67,11
SH ₂	
O	0,07
H	28,85
CH ₄	0,33
N	3,86
	<hr/> 100,22

f) Schwein, 10 Liter Milch, $\frac{1}{2}$ Pfund Fleisch.

Gährung des mit NaOH neutralisirten und mit kohlen-saurem Kalk versetzten Grimmdarminhalts, reiche Entwicklung. Die analysirte Probe stammt aus den zuerst aufgefangenen Gasmengen, die Reaction war zu dieser Zeit noch neutral.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angewandtes Volumen nach				
Absorption d. CO ₂ u. d. SH ₂	17,5	662,1	714,3	37,3
n. Zulass von Luft	17,5	193,0	714,3	506,4
n. Expl. auf Zulass v. Knallgas	17,5	235,0	714,3	464,4
n. Abs. CO ₂	17,5	235,8	714,3	463,6

In 100 Theilen:

H 74,00

CH₄ 2,15

N 23,86

IV. Versuch an Kaninchen.

3 Wochen ausschliesslich mit Erbsenmehl gefüttert.

1. Magen: stark saure Reaction, viel Gas. (Zur Analyse der gemischte Inhalt zweier Mägen verwendet.)

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	17,4	480,6	714,0	208,6
n. Abs. CO ₂	17,4	525,0	713,8	174,0
n. Abs. O	17,4	527,8	713,8	171,2
n. Zuf. von Luft	17,4	206,0	713,8	493,0
nach Expl. auf Zusatz				
von Knallgas	17,4	228,6	713,9	470,5
n. Abs. CO ₂	17,4	236,6	713,9	462,5
n. Abs. O	17,4	286,3	714,0	412,9

In 100 Theilen:

CO₂ 16,59

O 1,34

H 2,06

CH₄ 3,84

N 76,22

100,05

2. Dünndarm: Reaction im Anfange schwach sauer, in den tieferen Theilen neutral, wenig Gas, zur Vornahme einer Analyse erst reichend, als es mit den eines zweiten, in gleicher Weise gefütterten Kaninchens vereinigt wurde.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	17,9	652,1	720,5	53,1
n. Abs. CO ₂	17,9	659,3	720,5	45,9
n. Abs. O	17,9	659,4	720,5	45,8
n. Zuf. von Luft	17,9	523,0	720,5	182,2
nach Expl. auf Zusatz von Knallgas	17,9	532,0	720,3	173,0
n. Abs. CO ₂	17,9	533,5	720,3	171,5

In 100 Theilen:

CO ₂	13,56
O	0,19
H	7,72
CH ₄	2,83
N	75,71

3. Blind- und Grimmdarm viel Gas, SH₂ nachweisbar, Reaction überall neutral, selbst im Mastdarm.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	17,2	601,4	719,5	103,5
n. Abs. CO ₂	17,2	632,5	719,0	71,9
n. Abs. O	17,2	632,3	718,6	71,7
n. Zuf. von Luft	17,2	87,6	718,6	616,4
n. Explosion	17,2	178,0	718,6	526,0
n. Abs. CO ₂	17,2	223,0	718,5	480,9
n. Abs. O	17,2	246,0	717,7	457,1

In 100 Theilen:

CO ₂	30,53
SH ₂	
O	0,18
CH ₄	43,58
N	25,70
	<hr/>
	99,99

4. Mastdarm.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	16,0	606,5	714,8	94,8
n. Abs. CO ₂	16,0	613,8	714,8	87,5
n. Abs. O	16,0	613,8	714,8	87,5
n. Zuf. von Luft	16,0	58,4	715,0	643,1
nach Expl. auf Zusatz				
von Knallgas	16,0	149,0	715,2	552,7
n. Abs. CO ₂	16,0	194,3	715,2	507,4

In 100 Theilen.

CO₂ 7,70CH₄ 47,68

N 44,62

Kaninchen, 3 Wochen lang mit Erbsenmehl gefüttert.

Gährung des Dickdarminhalts: Reaction anfangs neutral, sehr bald nach Beginn der regen Gasentwicklung schon sauer. Die analysirte Probe stammt aus den zuerst entwickelten Gasen.

	Temp.	Dr.	Bar.	Red. Vol.
Angew. Volumen	16,2	550,4	724,5	161,4
n. Abs. CO ₂	16,2	668,6	724,5	42,2
n. Zuf. von Luft	16,2	202,0	724,4	508,7
nach Expl. auf Zusatz				
von Knallgas	16,2	282,0	724,3	428,6
n. Abs. CO ₂	16,2	320,1	724,1	390,3
n. Abs. O	16,2	339,3	723,7	370,7

In 100 Theilen:

CO₂ } 73,73SH₂ }

H 1,43

CH₄ 23,72

N 1,24

 100,12

V. Lamm.

6 Wochen alt, noch saugend, Pansen so gross wie Labmagen, beide schon mit zerkauteu Heualmen in ziemlicher Menge gefüllt.

Im Dickdarm viel Gas, Reaction des Inhalts sauer.

Gas aus Blind- u. Grimmdarm, Analyse nach Bunsen.

	Vol.	Dr.	Temp.	auf 1 ^m u. 0° corrig. V.
Angew. Volumen	57,0	0,6343	12,3	34,60
n. Abs. d. CO ₂ trocken	48,9	0,6395	15,1	29,63
n. Abs. d. O trocken	47,2	0,6426	13,0	28,95
n. dem Ueberfüllen	206,7	0,2482	11,0	49,30
n. O-Zulass	389,5	0,4265	12,0	162,80
n. Luftzulass	606,6	0,6293	12,3	365,50
n. der auf Zulass v.				
Knallg. erfolg. Expl.	562,2	0,5841	13,1	314,03
n. Abs. d. CO ₂	557,6	0,5893	12,8	313,89

In 100 Theilen:

CO ₂	14,36
O	1,96
H	58,23
N	25,44