

Die Gase des Verdauungsschlauches und ihre Beziehungen zum Blute.

Von Prof. Planer in Lemberg.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 19. Juli 1860.)

Ungeachtet der Bedeutung, welche die Ärzte mit vollem Rechte der im Darmcanale stattfindenden Gasentwicklung beilegen, fand dieser Gegenstand in neuerer Zeit doch keine Bearbeitung. So viel mir bekannt ist, liegen bis nun nebst Marchand's Analysen von abgegangenen Flatus ¹⁾ nur einige Untersuchungen von Gasen aus dem Darmcanale menschlicher Leichen vor, welche von Magendie und Chevreul ²⁾, so wie von Chevillot ³⁾ zu einer Zeit vorgenommen wurden, wo die Methode der Gasanalyse noch weit von ihrer gegenwärtigen Exactheit entfernt war und bei welchen noch überdies keine besondere Rücksicht auf die eingenommenen Nahrungsmitteln genommen werden konnte.

Diese Umstände, verbunden mit der praktischen Wichtigkeit der Gasentwicklung im Darmcanale, liessen schon lange eine Bearbeitung dieses Gegenstandes wünschenswerth erscheinen und bewogen mich, von dem gefälligen Anerbieten Prof. Pebal's, der mir die Benützung seines zu Gasanalysen eingerichteten Laboratoriums anbot, Gebrauch zu machen, um einige Versuche über Entwicklung der Darmgase und ihre Beziehungen zu den Gasen des Blutes anzustellen.

I.

Die erste vor allen anderen zu lösende Aufgabe bestand in der Bestimmung der in den einzelnen Abtheilungen des Verdauungs-

¹⁾ Marchand, Journal für praktische Chemie.

²⁾ Berzelius, Lehrbuch der Chemie.

³⁾ Gaz. méd. de Paris 1833.

schlauches sich bildenden Gase, wobei die möglichste Rücksicht auf die eingebrachten Nahrungsmittel zu nehmen war. Da diese Aufgabe weder durch Analysen der Darngase von Leichen noch durch Untersuchung aus dem Rectum entleerter Gase Lebender zu lösen war, benützte ich zu diesem Zwecke Hunde, welchen ich durch einige Tage ausschliesslich eine bestimmte Art von Nahrungsmittel verabreichen liess. Dieselben wurden einige Stunden nach ihrer letzten Mahlzeit getödtet, worauf nach Unterbindung der einzelnen Abschnitte des Darmanals, dessen Wände nach Eröffnung der Bauchhöhle alsogleich mit Fett bestrichen wurden, die in den einzelnen Partien vorgefundenen Gase unmittelbar aus dem Darne unter Quecksilber in Glasgefässe entleert wurden.

Von der nicht unwahrscheinlichen Voraussetzung ausgehend, dass der in den Gedärmen des lebenden Thieres begonnene, von Gasentwicklung begleitete Umsetzungsprocess der Darneontenta bei Abschluss von Luft und einer der Körperwärme nahekommenden Temperatur auch ausserhalb der Darmhöhle durch einige Zeit in gleicher Weise fort dauern dürfte, brachte ich auch den Inhalt einzelner Partien des Verdauungsschlauches, ohne ihn mit Luft in Berührung zu bringen, in Glasglocken ¹⁾, welche durch Quecksilber abgesperrt wurden, um auch die sich hier bei einer Temperatur von 25—30° entwickelten Gase einer Analyse zu unterziehen. Durch solche Versuche hoffte ich in die Lage zu kommen, einerseits auch die relativen Mengen der durch die chemische Umsetzung des Darminhaltes gebildeten Gasarten, zu deren Bestimmung ich durch Untersuchung der im Darneanale der getödteten Hunde vorfindlichen Gase wegen der während des Lebens stattgefundenen Diffusion zwischen den Gasen des Blutes und des Darmes kaum gelangen konnte, ausmitteln zu können, anderseits auch etwaige geringe Quantitäten von Gasarten, die aus dem Darneanale durch Diffusion möglicher Weise

¹⁾ Um die Aufsammung des Gases, ohne den übrigen Inhalt der Glocken zu entleeren, vornehmen zu können, waren dieselben oben ausgezogen und mittelst eines an diesen Theil befestigten Kautschukrohres durch eine Klemme verschliessbar. Zur Aufsammung des Gases wurde das mit Quecksilber gefüllte Gassammungsrohr an der einen Seite in Verbindung mit der Glocke, an der andern in Verbindung mit einem mit Quecksilber gefüllten Glasrohre gebracht und nach Öffnen der Klemme das Gas durch Heberwirkung in das Gassammungsrohr geschafft, worauf letzteres an beiden Enden abgeschmolzen wurde.

ganz verschwinden konnten, entdecken und die Gasentwicklung in verschiedenen Zeitperioden verfolgen zu können.

Das Materiale zu vergleichenden Analysen der Darmgase bei Menschen, entnahm ich Leichen, an welchen durch die eben herrschende Kälte die Fäulniss grösstentheils hintangehalten war. Die Versuche, Darmgase von Kranken, bei welchen bedeutender Meteorismus vorhanden war, durch Auspumpen zu gewinnen, waren stets fruchtlos.

Die Analysen der Gase wurden genau nach Bunsen's Methode ausgeführt.

I. Versuch.

Ein durch sechs Tage ausschliesslich mit gekochtem Fleische gefütterter Hund, dessen letzte Mahlzeit jedoch wie sich bei der Eröffnung der Magen- und Darmhöhle zeigte, durch Versehen der Diener einige kleine Knochenstücke beigemischt waren, wurde fünf Stunden nach einer reichlichen Mahlzeit getödtet. Im Dünndarme fand sich milchige, schwach sauer reagirende Flüssigkeit, der Dickdarm enthielt breiige, stark sauer reagirende Fäcalstoffe. Das im Magen, Dünn- und Dickdarme in ganz geringer Menge vorgefundene Gas wurde aus jedem dieser Abschnitte besonders gesammelt und einer Analyse unterzogen. Das stinkende Dickdarmgas bräunte feuchtes, mit Bleizuckerlösung getränktes Papier, während das Magen- und Dünndarmgas geruchlos war und keine Spur von Schwefelwasserstoff enthielt.

Ein Theil des breiigen Dickdarminhaltes wurde auf die angegebene Weise in eine Glasglocke gebracht und an einen erwärmten Ort gestellt, worauf sehr bald eine lebhaft Gasentwicklung begann, die aber nach 48 Stunden ganz aufzuhören schien. Das angesammelte Gas wurde nach 8 Tagen aus der Glocke zur Analyse herausgenommen.

A. Gas aus dem Magen.

Absorptionsrohr l.		Beob. Vol. l.)	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Anfangsvolume	feucht	154·49	5·8	0·7067	105·86
Nach Absorption der Kohlensäure	trocken	118·67	6·6	0·6834	79·18
Nach Absorption des Sauerstoffes	—	109·11	6·1	0·6812	72·70
CO ₂ und O freies Gas im End. l. .	feucht	186·25	6·9	0·2889	51·137
Nach Zusatz von Luft	—	321·2	7·0	0·4235	130·28
Nach der Verpuffung	—	321·1	6·5	0·4228	130·34

1) Die unter dieser Aufschrift bei den Analysen angeführten Zahlen enthalten bereits die Correction nach der Volumstabelle und jener des Meniscus.

Das analysirte Gas besteht daher in 105·86 Volumen aus:

Kohlensäure	26·67 Vol.
Sauerstoff	6·48 „
Stickstoff	72·70 „

Mithin 100 Volumen aus:

Kohlensäure	25·20 Vol.
Sauerstoff	6·12 „
Stickstoff	68·68 „

B. Analyse des Gases aus dem Dünnarme.

Absorptionsrohr l.	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Anfängl. Vol. im Absorptionsrohr l. feucht	115·13	4·7	0·6891	77·28
Nach Absorption des Kohlenstoffes trocken	72·58	4·0	0·6471	46·29
„ „ „ Sauerstoffes . —	73·58	5·1	0·6354	45·89
CO ₂ und O freies Gas im End. l . feucht	143·07	4·9	6·2328	31·81
Nach Zusatz von Luft —	287·33	4·8	0·3791	105·23
Nach der Verpuffung —	271·99	5·0	0·3323	94·09
Nach Einführung einer Kalikugel . trocken	263·88	6·1	0·6350	94·22

77·28 Volumen des analysirten Gases bestehen mithin aus:

Kohlensäure	30·99 Vol.
Wasserstoff	10·71 „
Sauerstoff	0·39 „
Stickstoff	35·18 „

folglich 100 Volumen aus:

Kohlensäure	40·1 Vol.
Wasserstoff	13·86 „
Stickstoff	45·52 „
Sauerstoff	Spuren?

C. Analyse des Gases aus dem Dickarme.

Absorptionsrohr l.	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Anfängliches Volumen feucht	117·18	5·1	0·6829	77·80
Nach Absorption des Schwefelwasserstoffes ¹⁾ trocken	114·32	6·1	0·6903	77·20
Nach Absorption der Kohlensäure . —	32·0	5·4	0·6206	19·47
„ „ des Sauerstoffes . —	31·1	4·0	0·6192	18·98
CO ₂ und O freies Gas im End. l . feucht	85·29	4·6	0·1892	15·34
Nach Zusatz von Luft —	277·36	4·8	0·3813	102·19
Nach der Verpuffung —	275·36	4·7	0·3790	100·86
Nach Einführung einer Kalikugel . trocken	280·58	5·1	0·3662	100·86

¹⁾ Die Bestimmung des Schwefelwasserstoffes wurde stets mittelst einer mit Phosphorsäure getränkten Kugel aus feingeschlemmtem Braunslein vorgenommen, und das Gas darnach mittelst einer Kugel aus Phosphorsäure getrocknet.

77·8 Volumen des analysirten Gases bestehen mithin aus:

Kohlensäure	57·72 Vol.
Wasserstoff	1·10 „
Schwefelwasserstoff	0·60 „
Sauerstoff	0·49 „
Stickstoff	17·89 „

100 Volumina daher aus:

Kohlensäure	74·19 Vol.
Wasserstoff	1·41 „
Schwefelwasserstoff	0·77 „
Sauerstoff	0·63 „
Stickstoff	23·00 „

D. Gas aus Dickdarminhalt unter der Glocke entwickelt.

(Bleipapier stark schwärzend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Anfangsvol. im Absorptionsrohre III.	feucht	137·4	5·0	0·7094	94·17
Nach Abs. d. Schwefelwasserstoff	trocken	133·37	4·8	0·7094	92·98

Nach Absorption der Kohlensäure konnte wegen zu geringer Menge restirenden Gases nicht mehr abgelesen werden, wesshalb die Analyse desselben Gases wiederholt wurde, wobei sich jedoch schon nach der kaum mehr merkbaren Reaction auf feuchtes Bleipapier zeigte, dass der vorhanden gewesene Schwefelwasserstoff mittlerweile durch den Contact mit Quecksilber vollständig zerlegt worden war, daher auch der Berechnung der Analyse die erste Schwefelwasserstoff-Bestimmung zu Grunde gelegt wurde.

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Anfängl. Vol. im Absorptionsrohre III	feucht	78·9	6·0	0·6045	49·99
Nach Zusatz von Wasserstoff . . .	—	96·21	6·6	0·6756	62·78
Nach Absorption des Schwefelwasserstoffes	trocken	94·6	6·9	0·6805	62·78
Nach Absorption der Kohlensäure . . .	—	24·95	6·0	0·6128	14·96
„ „ des Sauerstoffes	—	23·98	6·4	0·6111	14·35
CO ₂ und O freies Gas im Eud. I . . .	feucht	71·67	6·3	0·1733	11·64
Nach Zusatz von Luft	—	239·66	6·0	0·3427	78·73
Nach der Verpuffung	—	214·08	5·4	0·3101	63·69
Nach Einführung einer Kalikugel . . .	trocken	212·72	7·0	0·3066	63·60

Da nach der ersten Schwefelwasserstoff-Bestimmung 94·17 Volumina 1·187 Vol., mithin die analysirten 49·99 Volumina 0·638

Vol. Schwefelwasserstoff enthalten sollten, der aber durch das längere Aufbewahren schon zersetzt war, so entsprechen den analysirten 49·99 Vol. 50·628 Vol. bestehend aus:

Kohlensäure	47·83 Vol.
Schwefelwasserstoff	0·64 „
Sauerstoff	0·61 „
Stickstoff	1·55 „

und 100 Volumina nach Abzug des Stick- und Sauerstoffes) aus:

Kohlensäure	98·7 Vol.
Schwefelwasserstoff	1·3 „

II. Versuch.

Ein durch 4 Tage ausschliesslich mit Fleisch gefütterter Hund wurde 3 Stunden nach seiner letzten Mahlzeit getödtet. Im Magen fand sich fast kein Gas, im Dünndarme eine sehr geringe Menge geruchlosen Gases, welches keine Spur von Schwefelwasserstoff enthielt, im Dickdarme eine grössere Menge stinkenden Gases, welches Bleipapier schwärzte. Das im Dün- und Dickdarme vorgefundene Gas wurde zur Analyse gesammelt, anderseits auch Dün- und Dickdarminhalt gesondert unter Glasglocken gebracht.

Nach kurzer Zeit begann in letzteren eine lebhafte Gasentwicklung, wobei die Reaction des Inhaltes stark sauer wurde. Das entwickelte Gas wurde nach 24 Stunden aus den Glocken entfernt und zur Analyse bei Seite gestellt, die mit Dickdarminhalt gefüllte Glocke aber wieder in den erwärmten Raum zurückgebracht, worauf sich an ersten Tage noch eine geringe Menge Gas entwickelte, während späterhin keine Zunahme des Gasvolums mehr zu bemerken war. Erst nach 14 Tagen wurde dann der Rest des Gases aus dieser Glocke zur Analyse herausgenommen.

A. Gas aus dem Dünndarme.

(Geruchlos, Bleipapier nicht bräunend.)

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Aufangsvol. im Absorptionsrohre V	feucht 22·9	5·9	0·5739	12·71
Nach Zusatz von Luft	— 42·9	5·4	0·5970	24·83

1) Da der bei den Analysen der in den Glocken aus Darminhalt entwickelten Gase sich ergebende Stickstoff und Sauerstoff nicht das Product der chemischen Umsetzung des Darminhaltes, sondern theils mit dem Darminhalte in die Glocke eingebrachtes Darmgas, theils bei der Überfüllung des Gases eingedrungene Luft ist, bringe ich diese beiden Gase bei der Berechnung der Analyse in Abzug.

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Nach Absorption der Kohlensäure	trocken 36·6	5·6	0·5910	21·19
CO ₂ freies Gas im End. I	feucht 89·99	4·0	0·1893	16·25
Nach der Verpuffung	— 89·09	5·6	0·1863	15·67
Nach Einführung einer Kalikugel	trocken 86·59	5·7	0·1860	15·77
Nach Zusatz von Wasserstoff	— 211·45	6·5	0·3091	63·84
Nach der Verpuffung	— 201·46	5·9	0·2976	58·69

12·71 Volumina enthalten mithin:

Kohlensäure	3·64 Vol.,	daher 100 Volumen	28·62
Stickstoff	8·57 „	„ „ „	67·44
Wasserstoff	0·5 (Spuren)	„ „ „	Spuren.

B. Gas aus dem Dickdarne.

(Stinkend, Bleipapier schwärzend.)

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Angew. Gas im Absorptionsrohre III	feucht 42·18	6·1	0·6164	25·14
Nach Absorption des Schwefelwas- serstoffes	trocken 41·53	5·5	0·6165	25·10
Nach Absorption des CO ₂	— 6·9	4·0	0·5311	3·95
Luft im End. I	feucht 57·63	4·0	0·1501	8·18
Nach Zusatz des CO ₂ freien Gases	— 69·99	5·0	0·1647	10·87
Nach der Verpuffung	— 68·83	5·6	0·1588	10·25
Nach Einführung einer Kalikugel	trocken 65·03	5·7	0·1602	10·20
Nach Zusatz von Wasserstoff	— 152·78	8·5	0·2487	37·11
Nach der Verpuffung	— 139·39	5·9	0·2348	32·04

21·15 Vol. des analysirten Gases enthalten:

Kohlensäure	21·15 Vol.,	100 Volumen mithin:	84·12 Vol.
Stickstoff	3·35 „	„ „ „	13·32 „
Wasserstoff	0·6 „	„ „ „	2·4 „
Schwefelwasserstoff	(0·04) Spuren	„ „ „	Spuren.

C. Gas aus Dünndarminhalt, ausserhalb des Darmes entwickelt.

(Stinkend, Bleipapier schwach bräunend.)

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Anfängl. Vol. im Absorptionsrohre III	feucht 84·4	6·0	0·6694	54·71
Nach Absorption des Schwefelwas- serstoffes	trocken 84·1	6·5	0·6668	54·77
Nach Absorption der Kohlensäure	— 21·77	5·9	0·6033	12·86
Nach Absorption des Sauerstoffes	— 20·26	5·3	0·6090	12·11
CO ₂ und Ox freies Gas im End. III	feucht 60·87	5·6	0·1604	9·16
Nach Zusatz von Luft	— 209·75	5·7	0·3097	62·22
Nach der Verpuffung	— 185·138	5·4	0·2866	50·89
Nach Einführung einer Kalikugel	trocken 185·18	6·2	0·2817	51·01

Die analysirten 54·71 Volumina bestehen somit aus:

Kohlensäure	41·84
Wasserstoff	9·99
Stickstoff	2·42
Sauerstoff	0·75
Schwefelwasserstoff	Spuren

und 100 Volumina nach Abzug des Stickstoffes und Sauerstoffes aus:

Kohlensäure	80·74
Wasserstoff	19·26

D. Gas aus Dickdarminhalt in der Glöcke, nach 24 Stunden entwickelt.

(Stinkend, Bleipapier schwärzend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Anfängl. Vol. im Absorptionsrohre I	feucht	152·61	6·6	0·7133	105·21
Nach Absorption des Schwefelwas- serstoffes	trocken	148·92	5·6	0·7144	104·25
Nach Absorption der Kohlensäure .	—	19·5	5·6	0·5900	11·27
„ „ des Sauerstoffes .	—	16·44	6·2	0·5876	9·44
CO ₂ und O freies Gas im End. I . .	feucht	47·88	5·0	0·1343	6·81
Nach Zusatz von Luft	—	172·68	5·7	0·2736	45·42
Nach der Verpuffung	—	172·58	5·4	0·2670	45·49

Nach Abzug der eingetretenen Luft besteht das analysirte Gas in 100 Volumen aus:

Kohlensäure	99 Vol.
Schwefelwasserstoff	1 „

E. Gas aus dem Dickdarminhalt, nach 14tägigem Stehen unter der Glöcke entwickelt.

(Stinkend, Bleipapier schwärzend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Angew. Gas im Absorptionsrohre III	feucht	109·45	12·2	0·6848	70·64
Nach Zusatz von Wasserstoff . . .	—	126·82	12·1	0·6983	83·53
Nach Absorption des Schwefelwas- serstoffes	trocken	128·0	12·7	0·6928	83·41
Nach Absorption der Kohlensäure .	—	36·8	12·5	0·6100	21·46
„ „ des Sauerstoffes .	—	36·2	12·0	0·6154	21·34
CO ₂ und O freies Gas im End. II . .	feucht	96·91	12·5	0·1852	16·16
Nach Zusatz von Luft	—	334·24	12·2	0·4248	132·52
Nach der Verpuffung	—	314·04	11·8	0·4046	118·70
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken	308·58	11·4	1·4010	118·91

100 Volumina des analysirten Gases bestehen somit nach Abzug der eingedrungenen Luft aus:

Kohlensäure	99·8 Vol.
Schwefelwasserstoff	0·2 „

III. Versuch.

Ein durch 8 Tage ausschliesslich mit Brot gefütterter Hund wurde 5 Stunden nach der letzten Mahlzeit getödtet. Der Mageninhalt bestand so wie der des Dünn- und Dickdarmes aus fast unverändertem, breiig erweichtem Brote und reagirte intensiv sauer. Im Magen und Dickdarme fand sich fast kein Gas, im Dünndarme eine sehr geringe Menge, so dass nur letzteres gesammelt und analysirt werden konnte. Ein Theil des Dünn- und Dickdarminhaltcs gesondert in Glasglocken gebracht, hatte nach 14tägigem Stehen in der Wärme noch so wenig Gas entwickelt, dass dasselbe zu einer Analyse nicht ausreichte; dasselbe war ganz geruchlos und enthielt keine Spur von Schwefelwasserstoff; letzteres Gas war auch nicht nachzuweisen, als ich die Fäcalstoffe mit Weinsäure versetzte und aufkochte.

Analyse des Gases aus dem Dünndarme.

(Geruchlos, ohne Spur von Schwefelwasserstoff.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre IV	feucht	64·9	5·5	0·6248	39·32
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	40·80	6·0	0·6029	24·07
„ „ des Sauerstoffes .	—	410·10	7	0·5943	23·81
CO ₂ und O freies Gas im Eud. II .	feucht	103·13	8·2	0·1833	17·92
Nach Zusatz von Luft	—	211·03	8·1	0·2899	37·76
Nach der Verpuffung	—	203·16	7·9	0·2833	34·93
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken	201·46	7·2	0·2810	33·13

Die analysirten 39·32 Volumina Dünndarmgas bestehen mithin:

Kohlensäure	13·23 Vol.
Wasserstoff	2·49 „
Stickstoff	21·32 „
Sauerstoff	0·26 (Spuren?)

und 100 Volumina aus:

Kohlensäure	38·78 Vol.
Wasserstoff	6·33 „
Stickstoff	54·22 „
Sauerstoff	Spuren?

IV. Versuch.

Ein Hund wurde durch vier Tage mit breiig gekochten Hülsenfrüchten gefüttert und fünf Stunden nach der letzten Mahlzeit getödtet. Der Magen enthielt nur sehr wenig, der Dünn- und Dickdarm aber eine sehr grosse Quantität Gas. Ein Theil des Dünn- und Dickdarminaltes wurde gesondert in Glasglocken gebracht. Nach zwei Stunden begann in beiden lebhaft Gasentwicklung, die allmählich schwächer wurde und nach achtundvierzig Stunden ihr Ende erreicht zu haben schien. Nach vierundzwanzig Stunden wurde ein Theil des innerhalb dieser Zeit entwickelten Gases zur Analyse aus den Glocken genommen, diese selbst wieder in den erwärmten Raum zurückgebracht und erst nach dreiwöchentlichem Stehen neuerdings Gas zum Behufe einer Analyse herausgenommen. Der übrige Theil des Dünndarminaltes wurde mit Wasser verdünnt und das mit verdünnter Schwefelsäure versetzte Filtrat destillirt. Das sauer reagirende Destillat wurde hierauf mit Barytwasser im Ueberschusse versetzt und aufgekocht, nach Einleitung von Kohlensäure filtrirt und im Wasserbade abgedampft. Der Rückstand, welcher zu gering war, um damit noch eine halbwegs genaue Bestimmung vornehmen zu können, wurde in einer geringen Menge von Wasser gelöst, mit verdünnter Schwefelsäure versetzt und aufgekocht, wobei sich keine Spur eines Geruches von Buttersäure wahrnehmen liess.

A. Analyse des Magengases.

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.	
Angew. Gas im Absorptionsrohre III	feucht	27·49	6·0	0·6041	16·43
Nach Zusatz von Wasserstoff . . .	—	41·43	6·6	0·6177	24·76
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	32·25	5·7	0·6125	19·35
„ „ des Sauerstoffes .	—	32·0	4·0	0·6108	19·22
CO ₂ und O freies Gas im Eud. I .	feucht	87·79	4·7	0·1871	15·60
Nach Zusatz von Luft	—	277·61	4·7	0·3772	101·21
Nach der Verpuffung	—	260·33	4·0	0·3613	91·13
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken	258·82	4·7	0·3584	91·19

Nachdem der gefundene Wasserstoff (8·28 Volumina) genau dem zugesetzten (8·33) entspricht, bestehen die analysirten 16·43 Volumina aus :

- Kohlensäure 5·41 Vol.
- Stickstoff 10·89 „
- Sauerstoff (0·13) Spuren

nithin 100 Volumina ans:

Kohlensäure	32·91 Vol.
Stickstoff	66·30 „
Sauerstoff	0·79 „

B. Gas aus dem Dünndarme.

(Geruchlos, Bleipapier nicht bräunend.)

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.	
Angew. Gas im Absorptionsrohre III	feucht	127·23	5·6	0·6909	85·29
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	72·0	6·2	0·6380	44·92
„ „ des Sauerstoffes .	—	70·9	5·5	0·6467	44·94
CO ₂ und O freies Gas im End. I .	feucht	111·71	5·9	0·2043	21·54
Nach Zusatz von Luft	—	311·75	5·9	0·2043	21·54
Nach der Verpuffung	—	264·89	5·4	0·3594	91·61
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken	262·87	6·0	0·3561	91·60

85·29 Volumina dieses Gases enthalten somit:

Kohlensäure	40·37 Vol.
Wasserstoff	41·53 „
Stickstoff	3·38 „

und 100 Volumina:

Kohlensäure	47·34 Vol.
Wasserstoff	48·69 „
Stickstoff	3·97 „

C. Gas aus dem Dickdarme.

(Geruchlos, ohne Spur von Schwefelwasserstoff.)

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.	
Angew. Gas im Absorptionsrohre III	feucht	85·7	4·7	0·6682	55·76
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	32·2	4·9	0·6146	19·44
„ „ des Sauerstoffes .	—	31·7	5·0	0·6119	19·05
CO ₂ und O freies Gas im End. I .	feucht	89·49	4·5	0·1835	15·60
Nach Zusatz von Luft	—	246·21	4·0	0·3484	83·07
Nach der Verpuffung	—	210·09	4·6	0·3124	63·23
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken	210·44	4·9	0·3059	63·24

Die Analyse ergibt für 55·76 Volumina:

Kohlensäure	36·32 Vol.
Wasserstoff	16·15 „
Stickstoff	0·39 „
Sauerstoff	2·58 „

für 100 Volumina:

Kohlensäure	65·13 Vol.
Wasserstoff	28·97 „
Stickstoff	5·9 „
Sauerstoff	— „

D. Gas aus dem Dünndarminhalt unter der Glocke in den ersten 24 Stunden entwickelt.

(Geruchlos, Bleipapier nicht bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Angew. Gas im Absorptionsrohre III	feucht	144·64	11·0	0·7251	99·46
Nach Absorption der Kohlensäure	trocken	58·39	10·8	0·6349	35·69
„ „ des Sauerstoffes	—	57·98	10·4	0·6312	35·25
CO ₂ und O freies Gas im Eud. III	feucht	123·9	11·3	0·2342	26·47
Nach Zusatz von Luft	—	312·0	12·1	0·4225	123·09
Nach der Verpuffung	—	222·4	10·9	0·3621	85·53
Nach Einführung einer Kalikugel	trocken	247·9	11·3	0·3599	85·67

99·46 Volumina dieses Gases enthalten daher:

Kohlensäure	63·77 Vol.
Wasserstoff	32·56 „
Sauerstoff	0·44 „
Stickstoff	2·87 „

Nach Abrechnung des mit dem Darminhalte in die Glocke gebrachten Stickstoffes und der bei der Überfüllung des Gases eingedrungenen Luft bestehen 100 Volumina des analysirten Gases aus:

Kohlensäure	66·20 Vol.
Wasserstoff	33·80 „

E. Gas aus Dünndarminhalt nach dreiwöchentlichem Stehen desselben unter der Glocke.

(Geruchlos, Bleipapier nicht bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Angew. Gas im Absorptionsrohre III	feucht	106·18	14·8	0·6904	68·28
Nach Absorption der Kohlensäure	trocken	32·2	14·0	0·6085	18·64
„ „ des Sauerstoffes	—	32·7	15·2	0·6017	18·64
CO ₂ und O freies Gas im Eud. II	feucht	87·67	15·5	0·1612	12·29
Nach Zusatz von Luft	—	279·85	15·0	0·3541	90·57
Nach der Verpuffung	—	245·1	14·5	0·3237	72·48
Nach Einführung einer Kalikugel	trocken	242·57	14·0	0·3154	72·78

68·28 Volumina enthalten:

Kohlensäure	49·64 Vol.
Wasserstoff	18·30 „
Stickstoff	0·34 „

100 Volumina mithin nach Abzug des Stickstoffes :

Kohlensäure	73 Vol.
Wasserstoff	27 „

F. Gas aus Dickdarminhalt in den ersten 24 Stunden entwickelt.

(Geruchlos, Bleipapier nicht bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Angew. Vol. im Absorptionsrohre III	feucht	116·68	11·3	0·6913	76·36
Nach Absorption der Kohlensäure	trocken	50·06	10·9	0·6222	29·95
„ „ des Sauerstoffes	—	40·03	11·5	0·6150	23·62
CO ₂ und O freies Gas im Eud. II	feucht	108·86	12·2	0·1846	18·13
Nach Zusatz von Luft	—	210·05	12·2	0·2871	55·61
Nach der Verpuffung	—	208·05	12·4	0·2848	54·55
Nach Einführung einer Kalikugel	trocken	204·46	12·5	0·2797	54·68

Die analysirten 76·36 Volumina bestehen aus :

Kohlensäure	46·41 Vol.
Wasserstoff	0·92 „
Sauerstoff	6·33 „
Stickstoff	22·7 „

mithin 100 Volumina nach Abzug der bei der Überfüllung des Gases eingedrungenen Luft aus :

Kohlensäure	98·1 Vol.
Wasserstoff	1·9 „

G. Gas aus Dickdarminhalt nach dreiwöchentlichem Stehen unter der Glocke.

(Geruchlos, Bleipapier nicht bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Anfängl. Vol. im Absorptionsrohre III	feucht	139·61	14·5	0·7082	92·26
Nach Absorption der Kohlensäure	trocken	112·16	14·0	0·6757	72·09
„ „ des Sauerstoffes	—	91·3	13·4	0·6654	57·91
CO ₂ und O freies Gas im Eud. III	feucht	184·78	13·9	0·2635	44·25
Nach Zusatz von Luft	—	325·84	14·3	0·4069	122·29
Nach der Verpuffung	—	325·13	13·4	0·4069	122·29

Die analysirten 92·26 Volumina bestehen aus :

Kohlensäure	20·17 Vol.
Sauerstoff	14·18 „
Stickstoff	57·91 „

mithin erweist sich das in der Glocke entwickelte Gas als reine Kohlensäure, da der bei der Analyse sich ergebende Stickstoff und Sauerstoffgehalt von Luft herrührt, die in Folge mangelhafter Verbindung bei der Entleerung des Gases aus der Glocke in das Gas-aufsammlungsrohr eintrat.

1. Bei allen diesen Versuchen fanden sich nur geringe Mengen von Gas im Magen vor, so dass nur bei zwei derselben eine zur Analyse genügende Menge gesammelt werden konnte. Das im Magen vorgefundene Gas bestand in beiden Fällen in überwiegender Menge aus Stickstoff (66 und 68 Procent). Die dem gefundenen Stickstoffvolumen entsprechende Sauerstoffmenge der in den Magen beim Kauen und Verschlucken eingebrachten Luft war in beiden Fällen bereits grösstentheils verschwunden. Ausser diesen Resten der eingebrachten atmosphärischen Luft fand sich im Magen nur noch Kohlensäure. Vergleicht man das Volumen der in den Versuchen I und IV im Magen gefundenen Kohlensäure mit der Menge von Sauerstoff, welche, nach dem gefundenen Stickstoffe zu schliessen, von der in den Magen eingebrachten Luft verschwand, so findet man, dass dieselbe das doppelte Volumen des verschwundenen Sauerstoffes beträgt.

	Gefundener Stickstoff	Dem gefundenen Stickstoffe ent- sprechendes Sauerstoff-Vol.	Verschwundener Sauerstoff	Gefundene Kohlensäure
Versuch I. . . .	72·7	19·28	12·8	26·6
.. IV. . . .	10·89	2·88	2·75	5·4

2. Bei Betrachtung der Gasentwicklung in den weitem Stadien der Verdauung im Dünn- und Dickdarme zeigt sich aus den angeführten Analysen der im Darmcanale vorgefundene und der aus Darminhalt ausserhalb des Darmes entwickelten Gase, dass anfänglich sowohl bei Pflanzen- als Fleischnahrung eine Umsetzung in den Darminhalt stattfindet, bei der Kohlensäure und Wasserstoff gebildet wird; dass jedoch diese Art der Zersetzung bald einer anderen Gärung Platz mache, bei der nur Kohlensäure entwickelt wird, die dann durch ungefähr achtundvierzig Stunden anhält, nach welcher Zeit keine oder nur mehr ganz geringe Mengen von Gas gebildet werden. Dieser Wechsel in der Gasentwicklung aus dem Darminhalte scheint mit dem Eintritte desselben in den Dickdarm und der hier vor sich gehenden Fäcalbildung zusammenzufallen, wie sich einerseits aus dem sogleich zu besprechenden Verhältnisse des Kohlensäure- und Wasserstoff-Gehaltes des Dünn- und Dickdarmgases, das zu den Analysen, um eine gleichförmige Mischung

zu erzielen, stets dem ganzen Dünndarme entnommen wurde; anderseits aus den angeführten Analysen der Dickdarmgase, die meist nur Spuren oder vergleichungsweise sehr geringe Mengen von Wasserstoff enthielten, und weiter daraus ergibt, dass der stets dem Anfang des Dickdarms (*Coecum, Colon ascend.*) entnommene Inhalt desselben unter den Glocken nur Kohlensäure, aber keinen Wasserstoff entwickelte.

3. Bei der Fäcälgährung finden jedoch bei vegetabilischer und Fleischnahrung nennenswerthe Unterschiede in der Gasentwicklung Statt. Bei ersterer entwickelt sich nämlich aus dem Dickdarminhalte weder im Darne des lebenden Thieres noch ausserhalb desselben (selbst nach dreiwöchentlichem Stehen in der Wärme) auch nur eine Spur von Schwefelwasserstoff, und das entwickelte Gas bleibt stets ganz geruchlos, während bei der Fleischnahrung mit der Fäcälbildung auch Schwefelwasserstoff auftritt, der jedoch nie ein Procent des entwickelten Gases übersteigt und sich zugleich auch der bekannte ekelhafte Riechstoff entwickelt, der im Gange der Analyse erst bei Bestimmung der brennbaren Gase durch Verpüffung verschwand, ohne sich jedoch in den Resultaten der Analyse irgendwie geltend zu machen ¹⁾.

Ein in praktisch-medizinischer Beziehung nicht unwichtiger Unterschied in der Gasentwicklung bei Fleisch- und Pflanzennahrung besteht weiters noch darin, dass die im Dünndarme stattfindende Gasentwicklung bei ersterer höchst unbedeutend ist, so zwar, dass ich bei meinen Versuchen mit Fleischfütterung aus dem ganzen Darmrohre kaum die geringe zu einer Analyse nöthige Menge von Gas gewann, während bei vegetabilischer Nahrung weit grössere Gasmengen im Dünndarme gebildet werden. Bei der im Dickdarme vor sich gehenden Fäcälgährung war jedoch kein Unterschied in der Quantität des entwickelten Gases bei verschiedener Nahrung bemerkbar.

Bei dem mit Brot gefütterten Hunde (Vers. IV) fand wohl gleichfalls im Dünndarme eine höchst unbedeutende Gasentwicklung Statt und der Darminhalt entwickelte selbst unter der Glasglocke kein Gas,

¹⁾ Nach Valent in soll der eigenthümliche Geruch der Fäcälstoffe von der Zersetzung der Gallenbestandtheile herrühren, was jedoch, da die Fäcälstoffe bei vegetabilischer Nahrung stets geruchlos sind, nicht der Fall sein kann.

jedoch ging hier die Verdauung, wie bereits bemerkt, und wie sich auch aus den Volumsverhältnissen zeigen wird, nicht unter normalen Verhältnissen vor sich, was auch mit der Angabe *Bischoff's*¹⁾, dass Hunde Brod nur unvollkommen verdauen, übereinstimmt.

4. Im Widerspruche mit den bis nun vorliegenden Analysen, nach welchen die Gase des Dickdarmes eine grosse Menge eines noch nicht bestimmten Kohlenwasserstoffes enthalten sollen, fand ich bei Hunden sowohl nach Fleisch als vegetabilischer Nahrung weder in dem dem Dickdarme entnommenen noch in dem aus Fäcalstoffen (selbst nach dreiwöchentlichem Stehen) unter Glasglocken entwickelten Gasgemenge auch nur eine Spur eines Kohlenwasserstoffes.

5. Die Bestimmung der Volumsverhältnisse, in welchen sich die Gase im Dünndarme entwickeln, war voraussichtlich durch die Untersuchung der im Darne lebender Thiere entwickelten Gase nicht erreichbar, da die aus der Diffusion zwischen den Darm- und Blutgasen sowie die aus der Absorption der ersteren in der Darmflüssigkeit sich ergebenden Abänderungen der ursprünglichen Volumsverhältnisse nicht in Rechnung gezogen werden können. Unerwarteter Weise scheinen sich dieselben jedoch aus den durch die angeführten Analysen erhaltenen Zahlen noch ganz genau ableiten zu lassen, was daraus zu erklären ist, dass die zu den Versuchen verwendeten Hunde stets zu einer Zeit nach der letzten Mahlzeit getödtet wurden, zu welcher die Gasentwicklung aus dem Dünndarminhalte noch im lebhaften Gange war, so dass gegenüber der Raschheit und Reichlichkeit derselben die aus der Diffusion und Absorption resultirenden Abänderungen der Volumsverhältnisse, in denen sich die Gase entwickelten, noch nicht so bedeutend waren, um diese schon unkenntlich zu machen.

In dem Versuche IV, wo die Kohlensäure- und Wasserstoff-Entwicklung im Dünndarme sehr reichlich war, so dass der Stickstoffgehalt des Gases bis auf 4 Procent herabsank, während er im Magengase noch 66 Procent betrug, wo mithin dem Dünndarmgase eine relativ nur ganz geringe Menge Magengas beigemischt war, ist es nach der Analyse, die 47 Procent Kohlensäure und 48 Procent Wasserstoff ergab, wohl ganz augenscheinlich, dass gleiche Volumina beider Gase im Dünndarme entwickelt wurden.

1) Gesetze der Ernährung des Fleischfressers.

In den übrigen Versuchen jedoch, wo nach dem beträchtlichen, 45 — 67 Procent betragenden Stickstoffgehalte des Dünndarngases zu urtheilen letzteres zum grössern Theile aus dem Magen stammte, lässt sich das Verhältniss, in welchem sich die Kohlensäure und der Wasserstoff im Dünndarme entwickelten, aus den erhaltenen Zahlen nicht unmittelbar erkennen ¹⁾. Macht man jedoch die Annahme, dass der Stickstoff und die Kohlensäure des Magengases noch ungefähr in demselben Verhältnisse als sie in diesem nachgewiesen wurden, den im Dünndarme erzeugten Gasen beigemischt wurden, und bringt man die nach dieser Annahme aus dem Magen stammende Kohlensäure von der im Dünndarme gefundenen in Abzug, so erhält man auch bei den übrigen Versuchen Zahlen, die das Verhältniss der im Dünndarme entwickelten Gase ganz deutlich erkennen lassen. Bringt man diesen Calcul in Anwendung, indem man von der Kohlensäure des Dünndarngases, entsprechend dem im Magengase gefundenen Verhältnisse, das doppelte Volumen des Sauerstoffes in Abzug bringt, welcher von der dem gefundenen Stickstoffe zur Zusammensetzung atmosphärischer Luft entsprechenden Sauerstoffmenge verschwand, so findet man, dass die restirende Kohlensäuremenge sich zum gefundenen Wasserstoffe im ersten sowie im vierten Versuche, nämlich wie 1 : 1; im dritten Versuche aber, wo die Verdauung, wie früher bemerkt wurde, nicht unter normalen Verhältnissen vor sich ging, wie 2 : 1 verhalte. Wie aus den beigefügten Zahlen ersichtlich ist, beträgt nämlich die Kohlensäure des Dünndarngases im ersten Versuche das doppelte Volumen des verschwundenen Sauerstoffes mehr dem einfachen; im dritten mehr dem doppelten Volumen des gefundenen Wasserstoffes.

	Gefundener N	Verschwun- dener Sauerstoff	Gefunden		Berechnete CO ₂	Verhältniss der im Dünndarme entwickelten CO ₂ : H
			Wasser- stoff	Kohlen- säure		
Versuch I . .	35·18	9·33	10·7	30·99	29·37	1 : 1
„ III . .	21·32	3·39	2·5	15·25	15·7	2 : 1
„ IV . .	2·38	0·89	41·5	40·3	43·3	1 : 1

¹⁾ Nach dem hohen Procentgehalt des Magengases an Kohlensäure und dem hohen Absorptionsefficienten dieses Gases zu urtheilen, musste die durch den Versuch ermittelte Kohlensäuremenge im Dünndarngase kleiner als die nach meiner Supposition

Nach dieser Betrachtung erscheint es höchst wahrscheinlich dass im Versuche I nach Fleischfütterung gleiche Volumen Kohlensäure und Wasserstoff im Dünndarme entwickelt wurden, unzweifelhaft aber war dies im Versuche IV nach Fütterung mit Hülsenfrüchten der Fall. Wie früher erwähnt, wurde der Dünndarminhalt in diesem Versuche bei Abschluss der Luft unter eine Glasglocke gebracht, wobei sich innerhalb der ersten vierundzwanzig Stunden ein Gasgemenge entwickelte, worin sich die Kohlensäure zum Wasserstoffe wie 2 : 1 verhielt. Das Ansehen des Dünndarminhaltes veränderte sich dabei so, dass man auf eingetretene schleimige Gährung schliessen konnte, womit auch das Volumverhältniss der dabei gebildeten Kohlensäure und des Wasserstoffes übereinstimmt, das ich in Ludwig's Lehrbuch der Physiologie wie 2 : 1 angegeben finde. Die chemische Untersuchung des Inhaltes der Glocke erstreckte sich wohl vorzüglich nur auf die Nachweisung von Milch- und Buttersäure, von denen aber nur die erstere in ganz geringer Menge nachgewiesen werden konnte, während flüchtige organische Säuren kaum in Spuren erhalten wurden.

Meine Voraussetzung, dass die im Darne des lebenden Thieres begonnene, von Gasentwicklung begleitete Umsetzung der Dünndarmcontenta sich ausserhalb des Darmes bei Abschluss der Luft und einer der Körperwärme nahelkommenden Temperatur in gleicher Weise durch einige Zeit fortsetzen dürfte, bestätigte sich somit nicht, da nach dem verschiedenen Volumsverhältnisse der im Darne und in der Glocke entwickelten Gase in letzterer jedenfalls eine andere Umsetzung als im Darne vor sich gegangen sein musste. Die Erklärung des Aufhörens der im Darne begonnenen Umsetzung nach Einbringung seines Inhaltes in die Glocke dürfte wohl zunächst in dem stattgehabten Wechsel der Temperatur zu suchen sein, wenn nicht der Einfluss des beständigen Zuflusses der normalen Darmsäfte und

berechnete sein. In den Versuchen III und IV ist dies nicht der Fall, während in dem Versuche I dieselbe sogar um 0.4 Vol. mehr beträgt, was jedoch aus den kleinen, der Nahrung zufällig beigemischten Knochenstücken zu erklären ist.

Da im zweiten Versuche bei dem schon drei Stunden nach der Fütterung getödteten Hunde noch gar keine Gasentwicklung aus dem Dünndarminhalte eingetreten war, wie aus dem Mangel an Wasserstoff in dem Dünndarmgase und der höchst geringen absoluten Menge des letzteren selbst zu entnehmen ist, entfällt natürlich hier jede Betrachtung der Volumsverhältnisse.

der fortwährend vor sich gehenden Resorption im Darne dabei in Betracht zu ziehen kommt.

Dieselbe Art der Gährung, die in diesem Versuche unter der Glocke stattfand, scheint nach dem Volumsverhältnisse der gebildeten Gase und der äusseren Beschaffenheit der gährenden Flüssigkeit zu urtheilen, auch im Dünndarme des mit Brot gefütterten Hundes (Versuch III) stattgefunden zu haben, wo, wie besprochen, die Verdauung nicht unter normalen Verhältnissen vor sich gegangen sein konnte.

6. Die Untersuchung der festen Stoffe des Darminhaltes, welche ich zur Erforschung der chemischen Umsetzungen, die der Gasentwicklung zu Grunde liegen, vornahm, blieben aus Gründen, die Jedem leicht begreiflich sind, der sich mit Untersuchung von derlei complicirten Gemengen thierischer Substanzen beschäftigt hat, ziemlich resultatlos.

Da es sich gezeigt hatte, dass die saure Reaction sowohl des Dün- als Dickdarminhaltes während der Gasentwicklung stets zunahm, war meine Untersuchung vorzüglich auf die Nachweisung der dabei sich bildenden freien Säuren, namentlich flüchtiger, gerichtet. Ich erhielt jedoch stets nur so geringe Quantitäten von Gemengen flüchtiger Säuren, dass keine nähere Bestimmung derselben möglich war.

Frerichs und Lehmann bezweifeln nicht, dass die im Dünndarme vor sich gehende Entwicklung von Kohlensäure und Wasserstoff in der Umwandlung von Milch- in Buttersäure begründet sei, wobei nach der Gleichung $C_{12} H_{12} O_{12} = C_8 H_8 O_4 + 4 CO_2 + 4 H$ gleiche Volumina beider Gase gebildet werden mussten. Frerichs will Buttersäure durch den Geruch des sauer reagirenden Destillates im Dünndarminhalte eines mit Brot und Kartoffeln gefütterten Hundes nachgewiesen haben, während Lehmann eben nur aus dem Auftreten von Kohlensäure und Wasserstoff die Buttersäuregährung erschliesst ohne die Säure selbst nachgewiesen zu haben.

Wie bereits im vierten Versuche erwähnt wurde, gelang es mir nicht, im Dünndarminhalte eines mit Hülsenfrüchten gefütterten Hundes, in dessen Darne bedeutende Quantitäten von Wasserstoff angehäuft waren, Buttersäure nachzuweisen. Da es mir immerhin möglich erschien, dass dieselbe durch rasche Resorption aus dem Darne bald nach ihrer Bildung verschwinden und sich so der Nachweisung entziehen könnte, tödtete ich einen Hund, der vier Stunden bevor eine

beträchtliche Quantität breiig gekochter Hülsenfrüchte verschlungen hatte, entleerte den ganzen Inhalt des Dünndarmes in eine durch Quecksilber abgesperrte Glasglocke, die an einen warmen Ort gestellt wurde, und setzte, so oft die Gasentwicklung schwächer wurde, etwas frisch gebrannte Magnesia zu, wodurch die Gasentwicklung wieder lebhafter in Gang kam. Als nach zwei Tagen auch nach Zusatz von Magnesia nur mehr ganz geringe Gasmengen gebildet wurden, zog ich den Inhalt der Glocke mit Wasser aus und destillirte das mit verdünnter Schwefelsäure versetzte Filtrat. Das sauer reagirende Destillat wurde mit Barytwasser bis zur alkalischen Reaction versetzt, aufgeköcht, nach Einleitung von Kohlensäure filtrirt und zur Krystallisation abgedampft. Da die geringe Menge des sich dabei ergebenden Rückstandes keine Trennung und Bestimmung der einzelnen Bestandtheile erlaubte, löste ich denselben in einem Proberöhrchen in etwas Wasser, setzte etwas verdünnte Schwefelsäure zu und kochte auf, wobei sich durchaus kein Geruch nach Buttersäure erkennen liess.

Nach diesem und mehrfachen anderen vergeblichen Versuchen, Buttersäure im Dünndarminhalte, selbst nach noch so reichlicher Wasserstoffentwicklung nachzuweisen, halte ich weder das allerdings mit Bildung von Buttersäure aus Milchsäure übereinstimmende Volum-Verhältniss der im Dünndarme gebildeten Gase, noch die vereinzelt stehende Untersuchung *Frerichs'* für genügende Beweise, dass die im Normalzustande im Dünndarme stattfindende Kohlensäure- und Wasserstoffentwicklung in Buttersäurebildung aus Milchsäure begründet sei. Die Untersuchung *Frerichs'* ist, abgesehen von der unsicheren Art der Nachweisung auch namentlich desshalb zu diesem Beweise ungenügend, weil bei dem mit Brot und Kartoffeln gefütterten Hunde sicher nicht die normalen Verhältnisse der Verdauung vorhanden waren.

Es ist daher die Frage über die der Gasentwicklung im Dünndarme zu Grunde liegende chemische Umsetzung noch durchaus nicht als gelöst anzusehen und es müsste namentlich bei weiteren Untersuchungen darauf Rücksicht genommen werden, dass die Wasserstoff- und Kohlensäure-Entwicklung im Dünndarme auch in anderen chemischen Processen, die im Darminhalte ganz wahrscheinlich vorkommen dürften, begründet sein könne.

Eben so wenig als die Bildung der Buttersäure bestätigten meine Untersuchungen die Angabe *Frerichs'*, dass die Entwicklung

der Kohlensäure im Dickdarme durch Essig-säure-Gährung bedingt sei, indem es mir auch nicht gelang, diese Säure mit einiger Sicherheit nachzuweisen.

Da mich eine weiter fortgesetzte Untersuchung der Umsetzungen im Darminhalte, welche von Gasentwicklung begleitet sein könnten, von der mir gesetzten Aufgabe zu weit abgelenkt hätte, unterliess ich es, fernere Arbeiten in dieser Richtung vorzunehmen.

7. Da bei keinem dieser Versuche in dem im Magen vorgefundenen Gasgemenge Wasserstoff nachgewiesen wurde und die Kohlensäure-Entwicklung in demselben, abgesehen von der Zersetzung eingebrachter kohlensaurer Salze, in einem bestimmten Verhältnisse zum Sauerstoffe der eingebrachten Luft zu stehen scheint, daher auch, ausser in jenen Fällen, in welchen grössere Mengen kohlensaurer Salze in den Magen eingeführt oder bedeutendere Mengen von Luft verschluckt wurden, im Normalzustande bei den gewöhnlichen Nahrungsmitteln keine beträchtlichere Gasanhäufung im Magen vorkommen dürfte, es aber anderseits durch ärztliche Erfahrung sichergestellt ist, dass bei normalen Verhältnissen der Verdauung nicht selten schon im Magen bedeutende Gasanhäufungen stattfinden, die weder durch Verschlucken von Luft noch durch Zersetzung eingeführter kohlensaurer Salze erklärt werden können, mithin in einer anderweitigen chemischen Umsetzung des Mageninhaltes begründet sein müssen, schien es mir von Interesse, den Ursachen nachzuforschen, welche eine solche Gasentwicklung aus dem Magen-inhalte im Normalzustande verhindern. Wenn es auch das Nächstliegende ist, diese in dem zur Einleitung solcher Processe zu kurzem Aufenthalte des Speisebreies im Magen zu suchen, schien mir doch die Erfahrung, dass bei manchen Anomalien der Verdauung schon ganz kurze Zeit nach dem Genusse mancher vegetabilischen Speisen Gasansammlungen im Magen stattfinden, dafür zu sprechen, dass hierin nicht allein die Ursache liegen könne.

Der bei meinen Gährungsversuchen mit Dünn- und Dickdarm-inhalt ausserhalb des Darmes sich ergebende Umstand, dass mit der Entwicklung von Gas zugleich auch eine freie Säure gebildet und die Gasentwicklung bei weiterer Zunahme der sauren Reaction allmählich schwächer werde, durch Neutralisation der freien Säure aber wieder in lebhafteren Gang gebracht werden könne, legte den Gedanken nahe, der freien Säure des Magens einen, den Eintritt der

später im Dünndarme auftretenden Gährung verhindernden oder verlangsamenden Einfluss zuzuschreiben.

Ich suchte daher durch den Versuch zu eruiiren, ob der mit Magensaft durchtränkte Speisebrei überhaupt einer mit Gasentwicklung, namentlich Wasserstoffbildung verbundenen Gährungsart fähig, und ob die freie Säure des Magens darauf von irgend einem Einfluss sei.

V. Versuch.

Zur Lösung dieser Frage tödtete ich vorerst einen mit breiig zerkochten Hülsenfrüchten gefütterten Hund 1½ Stunden nach der Mahlzeit und brachte den stark sauer reagirenden Mageninhalt unter zwei mit Quecksilber abgesperrte Glasglocken, ohne ihn mit Luft in Berührung zu bringen. Nachdem der Inhalt einer derselben mit frisch gebrannter Magnesia neutralisirt war, wurden beide an einen warmen Ort gebracht. Der mit Magnesia neutralisirte Speisebrei entwickelte alsbald und rasch eine reichliche Menge Gas, während in der andern Glocke erst nach ungefähr sechs und dressig Stunden eine langsam vorschreitende ganz geringe Gasentwicklung begann. Nach etwa vier und zwanzig Stunden wurde das Gas aus der mit neutralisirtem Speisebreie gefüllten Glocke zur Analyse herausgenommen, wobei sich zeigte, dass derselbe mittlerweile wieder saure Reaction angenommen habe und nach 3 Tagen wurde die geringe Menge des Gases, welches sich in der andern Glocke angesammelt hatte, vom übrigen Inhalte derselben getrennt.

A. Analyse des aus neutralisirtem Speisebreie entwickelten Gases.

(Geruchlos, keine Spnr von Schwefelwasserstoff enthaltend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Eed. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre III .	feucht	140·42	19·0	0·7036	90·23
Nach Absorption der Kohlensäure .	troeken	63·3	18·8	0·6276	37·17
„ „ des Sauerstoffes .	—	61·7	18·5	0·6365	36·78
CO ₂ und O freies Gas im Eud. II .	feucht	144·22	19·4	0·2239	27·90
Nach Zusatz von Luft	—	302·95	19·6	0·3827	103·40
„ der Verpuffung	—	255·08	18·9	0·3350	76·05
„ Einführung einer Kalikugel .	troeken	247·52	18·7	0·3283	76·03

Die Berechnung der Analyse ergibt für

	90·23 Vol.		100 Vol.
Kohlensäure	53·06	„	58·80
Wasserstoff	24·03	„	26·63
Stickstoff	12·75	„	14·14
Sauerstoff	0·39	„	Spuren.

B. Analyse des aus saurem Speisebreie entwickelten Gases.
(Geruchlos, ohne Spur von Schwefelwasserstoff.)

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre IV	feucht 106·8	19·0	0·6639	64·66
Nach Absorption der Kohlensäure	trocken 27·93	18·9	0·5861	15·31
„ „ des Sauerstoffes	— 28·13	18·7	0·5816	15·31
CO ₂ und O freies Gas im Eud. II	feucht 84·86	18·9	0·1650	11·81
Nach Luftzusatz	— 206·45	18·4	0·2886	52·78
Nach der Verpuffung	— 203·46	18·8	0·2806	50·35
Nach Einführung einer Kalikugel	trocken 193·48	19·0	0·2788	50·43

Die erhaltenen Zahlen ergeben für:

	64·66 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	49·35	76·32
Wasserstoff	2·10	3·20
Stickstoff ¹⁾	13·21	13·21

Nach diesem Versuche fand in dem mit Magnesia versetzten Mageninhalt alsbald eine rasche Gasentwicklung Statt, die Kohlensäure und Wasserstoff lieferte. Nachdem der Inhalt der Glocke während der Gasentwicklung wieder saure Reaction annahm, mithin die anfangs durch die Magnesia gebundene Kohlensäure wieder gasförmig abgeschieden wurde, ist eine Vergleichung des Volumsverhältnisses der gebildeten Kohlensäure zum Wasserstoffe möglich gemacht, wenn man die bei der Füllung der Glocke aus dem Magen mit eingebrachte Kohlensäure in Abzug bringt.

Nimmt man dieselbe nach den Ergebnissen der früheren Versuche wieder als das doppelte Volumen des nach dem gefundenen Stickstoffe berechneten, verschwundenen Sauerstoffes an, so findet man, dass die restirende Kohlensäure genau die doppelte Menge des gefundenen Wasserstoffes beträgt.

Gefundener Stickstoff	Entsprechend O Vol.	Verschwundener O	Gefunden		Berechnete CO ₂
			H	CO ₂	
12·75	3·38	3	24	53	54

¹⁾ Der Stickstoffgehalt dieser beiden Gasmenge rührt davon her, dass bei der Füllung der Glocke auch ein Theil des im Magen befindlichen Gases mit dem übrigen Inhalte in den Glockenraum aufstieg und zwar in die mit neutralisirtem Mageninhalt gefüllte Glocke eine weit grössere Menge als in die andere.

Wir finden somit hier wieder das Verhältniss der Kohlensäure zum Wasserstoff von 2 : 1; dasselbe Verhältniss wie im Dünndarme des mit Brot gefütterten Hundes (Versuch III) und bei der Gährung von Dünndarminhalt ausserhalb des Darmes im Versuche IV; und diesem entsprechend aber auch die äussere Veränderung des Speisebreies wie bei schleimiger Gährung. In dem nicht neutralisirten Speisebrei trat erst nach 36 Stunden eine ganz langsam vor sich gehende Gasentwicklung auf; das gebildete Gas bestand beinahe ganz aus Kohlensäure, was einen ganz andern Umsetzungsprocess als in neutralisirten Speisebrei voraussetzen lässt.

Nach diesem Versuche scheint es zweifellos, dass die freie Säure des Magensaftes von Bedeutung für die Verhinderung einer von Gasentwicklung begleiteten Gährung des Speisebreies ausserhalb des Magens sei, und ich suchte daher noch durch den Versuch zu ermitteln, ob durch Neutralisation der freien Säure im Magen des lebenden Thieres dieselbe Gasentwicklung wie in dem neutralisirten Speisebrei ausserhalb des Magens zu Stande gebracht werden könnte.

VI. Versuch.

Zu diesem Zwecke fütterte ich einen Hund, der seit 24 Stunden keine Nahrung erhalten hatte, mit einem Brei aus Hülsenfrüchten, dem eine geringe Menge (3—4 Gran) *Magnesia usta* beigemischt war. (Ein früherer misslungener Versuch hatte mir bereits gezeigt, dass eine etwas grössere Dosis bei Hunden sehr rasch heftige Diarrhöe hervorruft.) Der Hund wurde 1½ Stunden darnach getödtet; die Chylus-Gefässe fanden sich bereits mit milchiger Flüssigkeit gefüllt, der Magen enthielt wenig, der Dünndarm ziemlich viel Gas; der Inhalt beider reagirte schwach sauer.

A. Analyse des Gases aus dem Magen.

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.	
Ang. Gas im Absorptionsrohre II .	feucht	51·9	13·1	0·5844	28·39
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	37·9	12·5	0·5709	20·69
„ „ des Sauerstoffes .	—	35·3	12·5	0·5751	19·41
CO ₂ und O freies Gas im Eud. II .	feucht	92·9	13·2	0·1707	14·13
Nach Luftzusatz	—	160·7	13·4	0·2391	34·88
Nach der Verpuffung	—	155·5	13·0	0·2360	33·38
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken	148·0	12·0	0·2360	33·46

Die Berechnung der Analyse ergibt für:

	28·39 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	7·70 „	27·42 „
Wasserstoff	1·37 „	4·84 „
Sauerstoff	1·28 „	4·50 „
Stickstoff	18·04 „	63·54 „

B. Analyse des Gases aus dem Dünndarme.

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Vol. im Absorptionsrohre II	feucht	62·7	13·2	0·5970	38·03
Nach Absorption der Kohlensäure	trocken	29·1	12·0	0·5736	15·99
„ „ des Sauerstoffes	—	28·4	11·2	0·5789	15·79
CO ₂ und O freies Gas im End. II	feucht	76·6	11·4	0·4684	41·63
Nach Luftzusatz	—	133·78	11·5	0·2454	34·72
„ der Verpuffung	—	129·5	12·5	0·2182	25·69
„ Einführung einer Kalikugel	trocken	134·34	12·3	0·2018	25·94

Das Gas hestehet mithin in:

	35·03 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	19·04 „	54·35 „
Wasserstoff	8·46 „	23·31 „
Stickstoff	7·53 „	21·49 „
Sauerstoff	0·3 „	(0·85) Spuren.

In keinem der früheren Versuche bei normal saurem Magensaft konnte in dem im Magen vorgefundenen Gase auch nur eine Spur von Wasserstoff nachgewiesen werden, während in dem eben angeführten schon 1 1/2 Stunde nach der Fütterung dieses Gas vorhanden war. Bei Betrachtung der Volumsverhältnisse der Kohlensäure und des Wasserstoffes im Dünndarmgase zeigt sich jedoch, dass der Gasentwicklung in diesem Falle nicht der bei normaler Dünndarmverdauung auftretende Umsetzungsprocess zu Grunde lag, da sich hier wieder das Verhältniss der Kohlensäure zum Wasserstoffe von 2 : 1 herausstellt. Die Kohlensäure des Dünndarmgases ist nämlich hier wieder nahezu gleich der doppelten Menge des verschwundenen Sauerstoffes mehr dem doppelten Volum des gefundenen Wasserstoffes.

Gefundene N	Verschwun- dener O	Gefunden		Berechnete CO ₂
		CO ₂	H	
7·53	1·99	8·46	19·04	20·3

Nach der Übereinstimmung der qualitativen und quantitativen Verhältnisse der Gasentwicklung in diesem und dem vorigen Versuche unterliegt es keinem Zweifel, dass die Neutralisation der freien Säure des Mageninhaltes mit Magnesia im lebenden Thiere die nämliche Art der Gährung zur Folge hatte, die in dem neutralisirten Speisebrei und ausserhalb des Magens im vorigen Versuche stattfand und welche auch unter den abnormen Verdauungsverhältnissen des mit Brot gefütterten Hundes vorhanden war.

Um den Einfluss von freier Säure auf die Gasentwicklung im Dünndarme noch weiter zu prüfen, wurde als Gegenversuch ein Hund mit Hülsenfrüchtenbrei, der mit etwas Salzsäure angesäuert war, durch mehrere Tage gefüttert und fünf Stunden nach der letzten Fütterung getödtet. Bei der Eröffnung der Bauchhöhle fand sich im Magen eine ganz geringe Menge von Gas, im Dün- und Dickdarne aber gar keines vor. Der Dünndarminhalt reagierte nur mehr schwach sauer und entwickelte, unter eine Glasglocke gebracht, nach einigen Stunden ein Gasmenge, in dem sich die Kohlensäure zum Wasserstoff wie 2:1 verhielt. Zu einem andern unter eine Glocke gebrachten Theile des Dünndarminhaltes wurden einige Tropfen verdünnter Essigsäure gebracht, in Folge dessen in dieser Portion selbst nach drei Tagen noch keine Gasentwicklung eingetreten war. Da bei den früheren Versuchen bei gleicher Fütterung 4—5 Stunden nach derselben stets eine reichliche Menge von Gas im Dünndarme vorhanden war, so bestätigt auch dieser Versuch den Einfluss von freier Säure auf die Verhinderung oder Verlangsamung des Eintrittes der von Kohlensäure- und Wasserstoff-Entwicklung begleiteten Gährung im Inhalte des Verdauungsschlauches, womit auch die Erfahrung des täglichen Lebens ganz in Übereinstimmung steht.

8. Überblicken wir schliesslich die Ergebnisse dieser Reihe von Versuchen, so wäre namentlich hervorzuheben:

a) Dass das im Magen von Fleischfressern angesammelte Gas, wenn keine kohlensauren Salze eingeführt wurden, bei normalen Verhältnissen grösstentheils aus Stickstoff, dem Reste der in den Magen beim Schlingen eingebrachten Luft bestehe, deren Sauerstoff allmählich gänzlich verschwindet, so dass im Dünndarme grösstentheils keine Spur dieses Gases mehr nachzuweisen ist. Zu diesen Resten atmosphärischer Luft tritt jedoch noch regelmässig Kohlensäure hinzu, deren Auftreten jedoch in einem bestimmten Verhält-

nisse zum Verschwinden des Sauerstoffes steht, so zwar, dass jedes Volum verschwundenen Sauerstoffes durch 2 Volumina Kohlensäure ersetzt wird.

b) Während der Dünndarmverdauung tritt ein von Kohlensäure und Wasserstoffentwicklung begleiteter Umsatz im Dünndarminhalte ein, wobei sich zwischen fleisch- und mehlhaltiger Nahrung nur Unterschiede in der absoluten Quantität aber nicht in den Volumsverhältnissen der daselbst gebildeten Gase ergeben, da im Normalzustande sowohl bei fleisch- als mehlhaltiger Nahrung gleiche Volumina beider Gase gebildet werden. Bei Verdauungsstörungen nach mehlhaltiger Nahrung findet aber bei Fleischfressern eine andere Art der Gärung Statt (wahrscheinlich schleimige), bei welcher Kohlensäure und Wasserstoff im Verhältnisse von 2 : 1 gebildet werden. Das letztere Verhältniss in der Gasentwicklung ist auch stets bei der Gärung von Dünndarm- oder neutralisirten Mageninhalt ausserhalb des Darmes nach mehlhaltiger Nahrung vorhanden ¹⁾.

¹⁾ Zur leichteren Übersicht der im Texte zerstreuten Zahlen, auf welche die Ableitung der Volumsverhältnisse, in denen sich die Gase im Magen und Dünndarm entwickeln, gegründet ist, stelle ich dieselben in der nachstehenden Tabelle übersichtlich zusammen. Eine Betrachtung derselben zeigt, dass die Kohlensäure des Magengases nahezu gleich ist dem doppelten Volum des verschwundenen Sauerstoffes und die des Dünndarmgases dem doppelten Volum des verschwundenen Sauerstoffes mehr dem einfachen (bei anomalen Verhältnissen der Verdauung dem doppelten) Volum des gefundenen Wasserstoffes.

Nr. d. Versuches		Gefundener N	dem N entsprechende Sauerstoff	Verschwundener Sauerstoff	Gefunden		Berechnet CO ₂	Verhältniss d. im Dünndarm entwickelten CO ₂	
					H	CO ₂			
I	Magengas	72.7	19.28	12.8	—	26.6	23.6	—	Der letzten Mahlzeit waren einige kleine Knochenstücke beigemischt.
"	Dünndarmgas . .	35.18	9.33	9.33	10.7	30.99	29.36	1 : 1	
III	"	21.32	5.65	5.39	2.49	15.25	15.76	2 : 1	Ergebniss später anzuführender Versuche
IV	Magengas	10.89	2.88	2.75	—	3.41	3.50	—	
"	Dünndarmgas . .	3.38	0.89	0.89	41.5	40.3	43.3	1 : 1	
V	Gas aus Magen-Inhalt unter der Glocke entwickelt, mit heimgemengten Gasen aus dem Magen .	12.75	3.58	3.0	24	33	34	2 : 1	
VI	Dünndarmgas . .	7.53	1.99	1.99	8.16	19.04	20.3	2 : 1	
XV	Magengas	39.83	7.75	7.02	3.56	21.2	22.4	2 : 1	

c) Weiters ergaben diese Versuche, dass die von Kohlensäure und Wasserstoffentwicklung begleitete Gährung des Darminhaltes durch eine grössere Menge freier Säure verlangsamt und insbesondere das Eintreten einer solchen Gährung im Mageninhalte durch die freie Säure desselben verhindert werde und endlich

d) dass mit dem Eintritte des Dünndarminhaltes in den Dickdarm die Kohlensäure und Wasserstoff liefernde Gährung durch Erschöpfung der gährungsfähigen Substanz meist schon beendet oder ihrem Ende nahe sei und bei der nun vor sich gehenden Fäcalbildung sowohl bei Fleisch- als Pflanzennahrung nur mehr Kohlensäure entwickelt werde, zu der, jedoch nur bei Fleischnahrung noch Spuren von Schwefelwasserstoff und ein stinkender Riechstoff hinzutreten ¹⁾).

II.

Nachdem durch diese Versuche die Gasentwicklung im Verdauungsschlauche von Hunden bei verschiedener Nahrung hinsichtlich ihrer qualitativen und quantitativen Verhältnisse festgestellt war, schritt ich zur Eruirung etwaiger Unterschiede in der Gasentwicklung aus dem Darminhalte beim Menschen. Da fast in sämtlichen bis nun vorliegenden Analysen der Dickdarmgase des Menschen das Vorkommen eines nicht näher bestimmten Kohlenwasserstoffes

Dass diese für die Entwicklung der Darmgase geltenden Volumsverhältnisse allmählich durch die Diffusion mit den des Blutes vollständig abgeändert werden müssen, ist ebenso selbstverständlich als dass die Nachweisbarkeit dieser Verhältnisse an mehrfache Bedingungen geknüpft sein muss, von denen namentlich hervorzuheben wäre, dass weder kohlen saure Salze noch grössere Mengen Kohlensäure bindender Substanzen in den Magen gebracht wurden, dass die Untersuchung noch während der lebhaftesten Gasentwicklung vorgenommen werde und letztere selbst so reichlich sein müsse, dass gegenüber der Menge der entwickelten Gase die aus der Diffusion und Absorption bereits erfolgten Abänderungen der ursprünglichen Volumsverhältnisse verhältnismässig noch nicht erheblich sind, dass endlich zur Zeit des Versuches auch keine erhebliche Menge von Gasen im Darmeanale vorhanden war, die noch von einer vorhergegangenen Mahlzeit und Verdauung oder von vor längerer Zeit verschluckter Luft herrühren, kurz schon längere Zeit im Darmeanale eingeschlossen waren.

¹⁾ Aus dem Mangel von Schwefelwasserstoff nach vegetabilischer Nahrung (Brot, Hülsenfrüchten) zusammengehalten mit dem Umstände, dass sich aus den Fäcalstoffen bei letztgenannter Nahrung auch durch Kochen mit Säuren kein Schwefelwasserstoff entwickelte, wäre abzuleiten, dass die Quelle dieses Gases im Darne weder in dem Schwefelgehalte der Galle noch in dem der sogenannten Proteinsubstanzen liegen könne, vorausgesetzt dass die im Thier- und Pflanzenkörper erzeugten Proteinsubstanzen wirklich gleiche chemische Constitution besitzen.

in beträchtlicher Menge erwähnt wird, was mit den Resultaten meiner Analysen der Darmgase von Hunden, die keine Spur eines solchen Gases enthielten, nicht in Übereinstimmung war, richtete sich meine Aufmerksamkeit namentlich auf die Entdeckung und nähere Bestimmung eines solchen Gases im Darne.

Das Materiale zur Untersuchung der Magen- und Dünndarmgase konnte natürlich nur Leichen entnommen werden, aber auch in der Untersuchung der Dickdarmgase beschränkte ich mich darauf, nachdem mir die Versuche, die im Dickdarne angesammelten Gase bei Kranken mit bedeutendem Meteorismus mittelst des Mastdarmrohres und einer damit in Verbindung gebrachten Spritze auszupumpen, gänzlich misslangen.

VII. Versuch.

Untersuchung der Magen- und Darmgase einer Leiche, welche bald nach dem Tode einer bedeutenden Kälte ausgesetzt war, so dass sie bei der Überbringung in die anatomische Anstalt vollständig gefroren war. Die Obduction wies chronische Lungentuberculose und Follicularkatarrh der Dickdarmschleimhaut nach. Magen und Gedärme enthielten graue schleimige Flüssigkeit, in der nur wenige Reste amylnthältiger Nahrungsmittel mit Hilfe des Mikroskopes erkennbar waren. Der Gasgehalt derselben war unbedeutend, die Gase selbst ganz geruchlos, ohne Spur von Schwefelwasserstoff.

A. Analyse des Gases aus dem Magen.

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre III	feucht	108·95	5·4	0·6770	71·61
Nach Absorption der Kohlensäure	trocken	87·3	4·6	0·6607	56·72
„ „ des Sauerstoffes	—	88·26	3·3	0·6369	56·87
CO ₂ und O freies Gas im Eud. I	feucht	177·47	5·0	0·2588	43·97
Nach Zusatz von Sauerstoff	—	235·46	5·0	0·2238	73·37
„ „ „ Luft	—	525·35	5·6	0·6103	310·70
„ der Verpuffung	—	519·78	5·8	0·6063	305·10
„ Einführung einer Kalikugel	trocken	517·22	5·4	0·6017	305·18

Die Analyse ergibt für:

	71·61 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	14·89 „	20·79 „
Wasserstoff	4·81 „	6·71 „
Stickstoff	51·91 „	72·50 „

B. Analyse des Gases aus dem Dünndarme.

(Geruchlos, ohne Spur von Schwefelwasserstoff.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre IV .	feucht	113·8	5·4	0·6630	74·83
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	97·8	4·6	0·6517	62·68
„ „ des Sauerstoffes .	—	98·4	5·3	0·6497	62·71
CO ₂ und O freies Gas im End. I .	feucht	191·64	5·7	0·2831	51·87
Nach Zusatz von Luft	—	367·84	6·1	0·4624	163·84
Nach der Verpuffung	—	361·80	5·8	0·4590	160·17
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken	354·24	5·4	0·4611	160·17

Es enthalten daher

	74·83 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	12·15 „	16·23 „
Wasserstoff	3·02 „	4·04 „
Stickstoff	59·66 „	79·73 „

C. Analyse des Gases aus dem Dickdarme.

(Geruchlos, ohne Spur von Schwefelwasserstoff.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre III .	feucht	50·26	5·0	0·6148	30·02
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	35·01	5·8	0·6077	20·83
„ „ des Sauerstoffes .	—	35·11	5·4	0·6058	20·86
CO ₂ und O freies Gas im End. I .	feucht	97·59	5·6	0·1832	16·87
Nach Zusatz von Luft	—	192·04	5·8	0·2786	51·09
Nach der Verpuffung	—	192·39	6·0	0·2788	51·17

Es enthalten daher

	30·02 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	9·1 „	30·64 „
Stickstoff	20·81 „	69·36 „

VIII. Versuch.

Untersuchung der Gase des Magens und Dickdarmes einer Leiche (48 Stunden nach dem Tode zur Winterszeit), bei der die Obduktion gleichfalls Lungen- und Lymphdrüsentuberculose nebst Follicular-Exulceration der Dickdarmschleimhaut nachwies. Die dünnen Gedärme waren von geruchlosem Gase stark ausgedehnt, welches keine Spur von Schwefelwasserstoff enthielt; in der granen, schleimigen, schwach sauer reagirenden Flüssigkeit, welche dieselben erfüllte, waren nur wenige Reste vegetabilischer Nahrungsmittel nachweisbar.

A. Analyse des Gases aus dem Magen.

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre III .	feucht	142·4	4·1	0·7025	97·70
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	99·14	4·6	0·6631	64·65
" " des Sauerstoffes	—	98·31	5·1	0·6631	64·29
CO ₂ und O freies Gas im Eud. I . .	feucht	163·28	5·9	0·2537	39·45
Nach Zusatz von Luft	—	407·86	5·4	0·4980	196·51
Nach der Verpuffung	—	379·08	4·8	0·4670	171·59
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken	375·3	5·6	0·4665	171·56

Die Analyse ergibt für:

	97·70 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	33·05 "	33·83 "
Wasserstoff	26·95 "	27·58 "
Stickstoff	37·34 "	38·22 "
Sauerstoff	(0·36) Spuren . . .	(0·37) Spuren

B. Analyse des Gases aus dem Dickdarme.

(Geruchlos, ohne Spur von Schwefelwasserstoff.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre III .	feucht	102·33	6·0	0·6939	68·78
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	69·1	5·0	0·6608	44·84
" " des Sauerstoffes .	—	69·2	3·8	0·6610	45·11
CO ₂ und O freies Gas im Eud. I . .	feucht	151·48	3·7	0·2511	36·64
Nach Zusatz von Sauerstoff	—	215·09	3·4	0·3172	66·14
Nach Luftzusatz	—	449·3	3·9	0·5492	240·60
Nach der Verpuffung	trocken	448·37	3·1	0·5488	240·79

Die Analyse ergibt für:

	68·78 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	23·94 "	34·80 "
Stickstoff	44·84 "	65·20 "

Übersichtliche Zusammenstellung dieser Analysen.

	Magen			Gas aus dem Dünndarm			Gas aus dem Dickdarm in 100 Vol.	
	CO ₂	H	N	CO ₂	H	N	CO ₂	N
	I	21	7	72	16	4	80	30
II	34	27	38	.	.	.	35	65

Nach diesen Analysen bestand der Gasinhalt des Verdauungsschlauches dieser Leichen auch nur aus jenen Gasen, welche sich im Darmeanale der Hunde nach vegetabilischer Nahrung entwickeln, und aus Stickstoff, dem Reste eingebrachter Luft, deren Sauerstoff bereits völlig verschwunden war. Das im Magen vorgefundene Gasgemenge bestand sowie das im Dünndarme aus Kohlensäure, Wasserstoff und Stickstoff; ob die Kohlensäure und Wasserstoff liefernde Gährung des Mageninhaltes schon im Leben begonnen hatte, ist natürlich aus den vorliegenden Daten nicht zu beantworten. Bei Eintritt des Dünndarminhaltes in den Dickdarm scheint auch im menschlichen Darmeanal das Materiale zu der Kohlensäure und Wasserstoff liefernden chemischen Umsetzung erschöpft zu sein und es wird daher im Dickdarme des Menschen auch nur mehr Kohlensäure gebildet. Da die Individuen, deren Leichen mir das Materiale zu diesen beiden Analysen lieferten, vermuthlich vor ihrem Tode keine Fleischnahrung zu sich nahmen, wurde im Dickdarmgase derselben auch kein Schwefelwasserstoff gefunden.

Da fernere Untersuchungen des Magen- und Dünndarngases von Leichen dem Bekannten nichts Neues hinzugefügt hätten, wandte ich meine Bemühungen nun ausschliesslich den Gasen des Dickdarmes zu, um über den fraglichen Kohlenwasserstoff, welcher in den Analysen von Chevreuil, Chevillot und Marchand regelmässig gefunden worden sein soll, Gewissheit zu erlangen. Zahlreiche Analysen von Gasen aus dem Dickdarme von Leichen ergaben stets nur so wie die beiden angeführten Kohlensäure und Stickstoff mit oder ohne Spuren von Schwefelwasserstoff als die Bestandtheile des Gasgemisches.

IX. Versuch.

Erst gegen Abschluss meiner Untersuchungen obducirte ich eine Leiche, bei der sich eine, lange Zeit bestehende Stricture in der S roman. Schlinge durch ein vernarrendes tuberculöses Geschwür vorfand. Das darüber liegende Stück des *Colon descendens* war in seiner Muskelhaut bedeutend hypertrophirt, der ganze Dickdarm und das unterste Stück des Dünndarmes erweitert und mit einer grossen Menge, von Gasblasen durchsetzter Fäcalflüssigkeit gefüllt. Die Darmschlingen waren noch überdies durch schiefergrau gefärbtes von Tuberkelknoten durchsetztes Bindegewebe vielfältig unter ein-

ander verwachsen, wodurch ein zweites beträchtliches Hinderniss der Fortbewegung der Darminhalt gegeben war. Dünn- und Dickdarm enthielten eine grosse Menge stinkenden, feuchtes Bleipapier leicht brännenden Gases. Die eigentliche Todesursache lag in der Erweichung einer Hemisphäre des grossen Gehirnes rings um ein käsig metamorphosirtes Neugebilde, woraus zu entnehmen war, dass der Kranke schon viele Tage vor dem Eintritte des Todes in soporösem Zustande gelegen sein mag. Ein Theil des Dünn- und Dickdarmgases wurde sogleich nach Eröffnung der Bauchhöhle mit der erforderlichen Vorsicht zur Analyse entfernt.

A. Analyse des Gases aus dem Dünndarme.

(Stinkend, Bleipapier nur ganz schwach bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre IV .	feucht	157·25	11·4	0·7237	107·87
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	113·40	10·8	0·6697	73·06
„ „ des Sauerstoffes .	—	113·2	10·4	0·6645	72·46
CO ₂ und O freies Gas im End. II .	feucht	133·34	11·3	0·2092	25·51
Nach Zusatz von Sauerstoff	—	176·53	12·4	0·2507	40·60
„ „ „ Luft	—	362·42	11·4	0·4381	148·92
„ der Verpuffung	—	334·96	10·9	0·4092	128·67
„ Einführung einer Kalkugel .	trocken	329·48	11·3	0·4060	128·46

Die Berechnung der Analyse ergibt für:

	107·87 Vol.		100 Vol.
Kohlensäure	34·81	„	32·27
Wasserstoff	38·35	„	35·55
Stickstoff	34·01	„	31·63
Schwefelwasserstoff .	Spuren		Spuren
Sauerstoff	0·6??	„	0·55??

B. Analyse des Gases aus dem Dickdarme.

(Stinkend, Bleipapier schwärzend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Vol. im Absorptionsrohre IV .	feucht	157·35	6·6	0·7261	110·43
Nach Absorption des Schwefelwasserstoffes	—	156·35	5·4	0·7266	110·38
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	110·0	6·2	0·6760	72·71
„ „ „ Sauerstoffes .	—	106·5	4·9	0·6661	69·69
CO ₂ und O freies Gas im End II . .	feucht	182·16	5·5	0·2647	46·06
Nach Zusatz von Luft	—	346·1	5·6	0·4289	143·15

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Nach der Verpuffung (ohne Zusatz von Knallgas) ¹⁾	—	318·78	3·7	0·4048 124·26
.. Einführung einer Kalikugel . trocken	307·69	7·0	0·3830	114·90
.. Zusatz von Luft	—	347·9	6·2	0·4198 142·82
.. nochmaliger Verpuffung	—	347·4	6·7	0·4195 142·36
.. Zusatz von Wasserstoff	—	389·2	8·0	0·4598 173·86
.. der Verpuffung	—	360·97	6·8	0·4346 153·0

Aus den durch die Analyse im Endiometer erhaltenen Werthen :

Contraction: 18·89

Gebildete Kohlensäure: 9·36

Verbrauchter Wasserstoff: 19·27 bereeh. sich 9·4 Eud. Vol. Grubengas (C₂H₂)

so dass das analysirte Gas folgende Zusammensetzung hat:

	in 110·43 Vol.	in 100 Vol.
Kohlensäure	37·67	34·19
Grubengas	14·22	12·88
Stiekstoff	55·52	50·20
Schwefelwasserstoff	Spur	Spur
Sauerstoff	3·02	2·73

„ (von zufällig beigemischter Luft herrührend).

Die zahlreichen Analysen von Gas aus dem Dickdarne menschlicher Leichen und von Hunden, welche ich durchführte, ohne auch nur eine Spur eines Kohlenwasserstoffes zu finden, und der Umstand, dass ich bei den vorgenommenen Gährungsversuchen mit Fäcalstoffen aus dem Dickdarne von Hunden weder nach Fleisch- noch vegetabilischer Nahrung, selbst nach dreiwöchentlichem Stehen derselben an einem erwärmten Orte auch nicht die geringste Menge eines solchen Gases entdeckte, brachte mich bereits zu der Meinung dass sich im Darmcanale überhaupt kein Kohlenwasserstoff erzeuge. Namentlich wurde ich aber in dieser Meinung durch ein später anzuführendes Experiment (15) bestärkt, wo ich den Mastdarm

1) Die wiederholt getäuschte Erwartung, bei meinen Analysen von Dickdarmgas einen Kohlenwasserstoff zu finden, verleitete mich dazu, den Zusatz von Sauerstoff vor der Verpuffung zu unterlassen, so dass nur zufällig der Sauerstoff der zugesetzten Luft, gerade noch zu einer vollständigen Verbrennung des vorhandenen Grubengases zureichend war. Um mich aber von der vollständigen Verbrennung desselben zu überzeugen, setzte ich noch Luft zu und verpuffte das Gasgemenge mit Hilfe von Knallgas nochmals.

eines lebenden Hundes unterband und bei der zwölf Tage darnach vorgenommenen Untersuchung noch keine Spur eines solchen Gases nachweisen konnte. Erst die eben mitgetheilte Analyse bewies mir, dass sich unter gewissen Umständen auch ein gasförmiger Kohlenwasserstoff im Darmanale erzeugen könne, und gab mir zugleich auch Gelegenheit denselben als Grubengas, C_2H_4 , zu bestimmen. Es scheint jedoch, nach allen mitgetheilten Versuchen zu schliessen, ein sehr langer Aufenthalt der Fäcalstoffe im Darmanale zur Bildung dieses Gases erforderlich zu sein, wie dies in diesem Falle nach dem Obductionsbefunde der Fall war, so dass sich dieses Gas bei normaler Thätigkeit des Darmes kaum in irgend nennenswerther Menge in demselben bilden dürfte.

X. Versuch.

Um jedoch darüber doch zu einer bestimmteren Ansicht zu gelangen und damit auch einen vollständigeren Überblick über die Gasentwicklung im menschlichen Darmanale zu gewinnen, untersuchte ich noch die aus frischen menschlichen Fäcalstoffen nach gemischter Nahrung unter einer Glocke bei Abschluss von Luft sich entwickelnden Gase. Die Gasentwicklung ging in den ersten acht- und vierzig Stunden sehr lebhaft vor sich, wurde dann allmählich schwächer und endlich nach Verlauf von drei Tagen ganz unmerklich. Am zweiten, achten und vierzehnten Tage wurde Gas aus der Glocke zum Behufe einer Analyse herausgenommen. Bei der Analyse des am zweiten Tage herausgenommenen Gases unterliess ich den Zusatz eines andern Gases vor Absorption der Kohlensäure; das Gas wurde durch die eingebrachte Kalikugel bis auf einen kaum bemerkbaren Rückstand absorbirt, so dass keine Ablesung mehr möglich war.

A. Analyse des nach acht Tagen aus der Glocke genommenen Gases.

(Stinkend, Bleipapier schwach bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre IV .	feucht	108·2	21·9	0·6636	60·52
Nach Zusatz von Luft	—	122·1	21·6	0·6779	74·47
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	19·69	20·2	0·3768	10·57
CO ₂ freies Gas im Eud. II	feucht	66·04	20·8	0·1450	7·777
Nach der Verpuffung	—	61·69	20·5	0·1452	7·302
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken	55·50	21·7	0·1411	7·25

Aus den erhaltenen Zahlen berechnet sich die Zusammensetzung dieses Gasmengens für

	64·5 2 Vol.		100 Vol.	
Kohlensäure	63·90	„	99·04	„
Wasserstoff	0·38	„	0·59	„
Grubengas	0·06	„	0·10	„
Schwefelwasserstoff .	Spuren	„	Spuren	„
Stick- und Sauerstoff .	0·18	„	0·27	„

B. Analyse des nach vierzehn Tagen aus der Glocke genommenen Gases.

(Bleipapier leicht bräunend.)

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre III .	feucht 137·6	22·3	0·7098	87·75
Nach Zusatz von Luft	— 155·2	22·3	0·7274	101·5
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken 25·98	22·1	0·5980	14·37
Luft im Eud. II	feucht 132·1	22·2	0·2110	23·35
Nach Zusatz des CO ₂ freien Gases .	— 135·7	22·7	0·2171	24·63
Nach der Verpuffung	— 130·1	22·0	0·2135	23·34
Nach Einführung einer Kalikugel .	trocken 121·4	22·0	0·2049	23·02

Die Analyse ergibt für 100 Volumina dieses Gases:

- 99·29 Vol. Kohlensäure,
- 0·25 „ Wasserstoff,
- 0·18 „ Grubengas,
- Spuren von Schwefelwasserstoff,
- 0·28 Vol. Stick- und Sauerstoff.

Nach diesen beiden Analysen bestand das aus den Fäcalstoffen entwickelte Gas aus Kohlensäure, dem nur Spuren von Wasserstoff, Grubengas und Schwefelwasserstoff beigemischt waren. Der Gehalt an Grubengas berechnete sich für 100 Volumina nach achttägigem Stehen der Fäces auf 0·1 Volumina, nach vierzehntägigem auf ungefähr 0·2 Volumina. Man sieht hieraus und aus den vorher angeführten Analysen der Darmgase von Leichen, dass Grubengas im Normalzustande jedenfalls höchstens nur in Spuren im Darmcanale entwickelt und nur bei sehr langem Aufenthalte der Fäces im Darne in grösserer Menge gebildet werde, wie es in dem Versuche IX in Folge der lange bestandenen Darmstrictur und der Verwachsung der Gedärme unter einander der Fall gewesen war.

Da es mir aber bei Hunden nie gelang, auch nur eine Spur dieses Gases nachzuweisen, so dürfte vielleicht hierin der einzige Unterschied in der im Darmeanale stattfindenden Gasentwicklung zwischen Fleischfressern und dem auch für die Verdauung vegetabilischer Nahrung eingerichteten Darmeanale des Menschen bestehen, wornach zu vermuthen wäre, dass im Darmschlauche pflanzenfressender Thiere Grubengas in grösserer Menge gebildet werde. Da ich im Laufe meiner Untersuchung davon unterrichtet wurde, dass Untersuchungen über die Darmgase von Wiederkäuern bereits von verlässlicher Hand in Angriff genommen wurden, unterliess ich es, diese zur Vervollständigung meiner Arbeit erforderlichen Analysen selbst vorzunehmen. Den Werth der Analysen Valentin's von Darmgasen der Pferde ¹⁾, die einen Kohlenwasserstoffgehalt von 4—11 Proc. ergaben, bin ich nicht im Stande zu beurtheilen, da mir die angewandte Untersuchungsmethode unbekannt ist; den Analysen Pflüger's ²⁾ von Darmgasen bei Wiederkäuern, nach welchen eine grosse Menge von Kohlenoxydgas gefunden worden sein soll, ist jedoch sicher gar keine Bedeutung beizulegen.

III.

Nachdem durch diese Versuche ein Überblick über die Gasentwicklung im Darmeanale von Fleischfressern und Menschen für die beiden Hauptgruppen von Nahrungsmitteln gewonnen war, suchte ich die in der Wechselwirkung zwischen den Blut- und Darmgasen begründeten Veränderungen der quantitativen Verhältnisse der letzteren durch einige Versuche zu verfolgen, die ich trotz ihrer Unvollständigkeit hier anschliesse, da in dieser Richtung noch gar keine directen Versuche vorliegen.

Vor der Anstellung jedes dahin gerichteten Experimentes hielt ich es jedoch für nothwendig, die mit den physikalischen Gesetzen nicht in Einklang zu bringende Beobachtung Magendie's und Girardin's ³⁾ von Gassecretion aus dem Blute in leere, unterbundene Darmschlingen zu widerlegen, da bei Bestätigung dieser Beobachtung jeder aus Experimenten am lebenden Thiere ziehbare

¹⁾ M o l e s c h o t t, Physiologie der Nahrungsmittel 1860.

²⁾ B e r z e l i u s, Chemie.

³⁾ Recherch. physiol. sur les Gases intest. Paris, 1824.

Schluss über die Diffusionsverhältnisse der Darmgase unsicher gewesen wäre. Namentlich musste mich der Umstand, dass diese Beobachtung von Frerichs ¹⁾ bestätigt, ja selbst in Fick's Compendium der Physiologie ²⁾ noch als unbezweifelt, wenn auch räthselhaft erwähnt wird, zur Wiederholung des Versuches anregen.

XI. Versuch.

Da sich bei Fleischnahrung im Dünndarme von Hunden nur eine ganz unbedeutende Menge von Gas entwickelt, reichte ich einem Hunde durch einige Tage ausschliesslich Fleisch, eröffnete 10 Stunden nach der letzten Mahlzeit die Bauchhöhle, wobei sich im Dünndarme gar kein Gas vorfand, reinigte eine 10" lange, nach oben hin abgebundene Darmschlinge durch wiederholtes Einspritzen von lauem Wasser vollständig von ihrem Inhalte, streifte das eingespritzte Wasser wieder aus, unterband dieselbe dann auch nach unten und vereinigte die kleine Bauchwunde. Zwei Stunden darauf wurde der Hund getödtet. Bei Eröffnung der Bauchhöhle fand sich die unterbundene Darmschlinge ausgedehnt, prall gespannt, durchscheinend, so dass sie ganz das Aussehen hatte, als wäre sie mit Gas gefüllt. Beim Ausdrücken des Inhaltes der Darmschlinge in ein mit Quecksilber gefülltes Glasgefäss stieg jedoch auch nicht die kleinste Gasblase auf, hingegen erwies sich das Darmstück mit röthlich gelbem, gallertigen Schleime gefüllt, wodurch das durchscheinende Aussehen desselben bedingt war. Das mit diesem Schleime gefüllte Glasrohr wurde an einen warmen Ort gestellt, am andern Tage fand sich in demselben schon Gas vor, welches aus Kohlensäure mit Spuren von Schwefelwasserstoff bestand.

Da dieser Versuch zur Erklärung der Beobachtung Magendie's vollständig genügt, hielt ich eine Wiederholung desselben für überflüssig. Entweder dürfte bei dem Versuche Magendie's der Inhalt der Darmschlinge nicht vollständig entleert gewesen sein (Frerichs gibt nur an, dieselbe durch Ausstreifen zwischen den Fingern entleert zu haben), in welchem Falle die Gasentwicklung aus der chemischen Umsetzung der Reste des Inhaltes zu erklären ist, oder dem Versuche wurde eine solche Zeitausdehnung gegeben, dass bereits

¹⁾ Wagner's Handwörterbuch der Physiologie.

²⁾ Fick's Compendium der Physiologie 1859. pag. 399.

Gasentwicklung aus dem in die Darmschlinge abgesonderten Schleime eingetreten war, wenn nicht etwa gar das durchscheinende Aussehen der unterbundenen Darmschlinge zu einer Täuschung Veranlassung gab.

Nachdem diese angebliche Gassecretion aus dem Blute in den leeren Darm widerlegt war, veranstaltete ich einige Versuche, um Anhaltspunkte zur ungefähren Beurtheilung der Schnelligkeit der Diffusion zwischen den Darm- und Blutgasen zu gewinnen und weiterhin die etwaige Nachweisbarkeit von Gasen, welche aus dem Darne in das Blut aufgenommen wurden, in diesem zu constatiren.

XII. Versuch.

Zu erstgenanntem Zwecke füllte ich eine leere, durch Ausspritzen mit Wasser vollständig gereinigte, an beiden Enden abgebundene, 1' lange Dünndarmschlinge eines Tags zuvor mit Fleisch gefütterten Hundes ungefähr zur Hälfte mit Luft, tödtete denselben 1½ Stunde darauf und unterzog das in der Darmschlinge befindliche Gas einer Analyse.

	Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre I . . . feucht	92·5	7·6	0·6219	55·26
Nach Absorption der Kohlensäure . trocken	80·9	7·6	0·6207	48·86
„ „ des Sauerstoffes . . . —	76·5	8·5	0·6116	45·38

Die Analyse ergab mithin in 55·26 Volumina des Gases:

Kohlensäure	6·41 Vol.
Sauerstoff	5·48 „
Stickstoff	43·37 „

Da dem gefundenen Stickstoff-Volumen zur Zusammensetzung atmosphärischer Luft 11·5 Sauerstoff entsprechen, so verschwanden während der Dauer meines Versuches, vorausgesetzt, dass kein Stickstoff in das Blut übertrat, 6·02 Volumina Sauerstoff, während die gleiche Menge, und zwar 6·4 Volumina Kohlensäure, aus dem Blute in den Darm gelangte.

XIII. Versuch.

Ein auf die gleiche Weise angestellter Versuch, bei welchem eine 1' lange Dünndarmschlinge mit Wasserstoff gefüllt wurde,

ergab nach 1 1/2 stündiger Dauer des Versuches durch die Analyse des eingeschlossenen Gases auf 10 Volumina noch vorhandenen Wasserstoffes ungefähr 2.5 Volumina Kohlensäure. Bei der Eröffnung der Bauchhöhle fand sich die nach der Füllung ziemlich gespannte Darmschlinge so zusammengefallen, dass augenscheinlich auf eine beträchtliche Volumsabnahme des eingeschlossenen Gases zu schliessen war.

Die Analyse desselben ergab folgende Werthe:

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre IV .	feucht	29.84	7.6	0.5788	16.58
Nach Zusatz von Wasserstoff . . .	—	49.89	8.7	0.5987	28.54
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	44.92	7.6	0.6043	26.41
„ „ des Sauerstoffes .	—	44.4	8.3	0.5995	25.81
CO ₂ und O freies Gas im Eud. II .	feucht	112.98	9.2	0.1881	19.61
Nach Luftzusatz	—	336.77	9.6	0.4124	131.27
Nach der Verpuffung	—	297.95	8.4	0.3739	105.95

Die analysirten 16.58 Volumina dieses Gasgemenges bestanden daher aus:

Wasserstoff	10.25 Vol.
Kohlensäure	2.40 „
Sauerstoff	0.6 „
Stickstoff	3.32 „

Die Raschheit des Überganges von Schwefelwasserstoff aus dem Darne in das Blut ist am besten aus der Schnelligkeit des Eintrittes von Vergiftungssymptomen nach Einleitung dieses Gases in den Dickdarm ersichtlich. Schon eine bis zwei Minuten nach Beginn der Einleitung einer geringen Menge von Schwefelwasserstoff, der durch mehr als die zehnfache Menge von Wasserstoff verdünnt war, in den Mastdarm eines Hundes traten die heftigsten Symptome erschwerter Respiration ein, denen alsogleich Gehirnsymptome, taumelnder Gang, Convulsionen, Lähmung der hinteren Extremitäten folgten. Nach kurzer Zeit, meist nach zehn bis fünfzehn Minuten, nahmen diese Symptome jedoch stets wieder ab und das Thier erholte sich alsbald wieder vollständig. Die ausgeathmete Luft wurde während der Andauer dieser Erscheinungen vergeblich auf Schwefelwasserstoff durch Leitung derselben auf feuchtes, mit Bleizuckerlösung getränktes Papier geprüft.

XIV. Versuch.

Um nun zu prüfen, ob sich die aus dem Darne in das Blut aufgenommenen Gase auch in diesem nachweisen lassen würden, leitete ich einem Hunde ein Gemisch von Wasserstoff und Schwefelwasserstoff in den Mastdarm, umschnürte den After mit einem Faden, öffnete nach Verlauf von fünfzehn Minuten die *Carotis* und gleich darauf die Pfortader und leitete das Blut nach der von Lothar Meyer in dessen Arbeit über „die Gase des Blutes“ angegebene Weise in verschliessbare mit ausgekochtem destillirten Wasser gefüllte Retorten. Da es sich dabei nur um eine qualitative Nachweisung der in den Darm eingeleiteten Gase im Blute handelte, narkotisirte ich den Hund mittelst Äther und da das Blut aus der Pfortader sehr langsam floss, öffnete ich rasch die untere Hohlvene bei ihrer Einmündung in das Herz, sammelte das venöse Blut aus der rechten Vorkammer mittelst eines Saugrohres und gab dasselbe zu der geringen Menge des aus der Pfortader erhaltenen Blutes. Aus diesen Umständen, so wie aus dem zu kleinen Gassammlungsrohre, welches ich beim Auskochen der Blutgase anwandte, ist der Mangel an Übereinstimmung der durch die Analyse erhaltenen Zahlen mit anderen quantitativen Bestimmungen der Blutgase zu erklären.

Bei dem Versuche wurde die Vorsicht angewendet, dass die Einleitung des Gases in den Darm in einem andern Locale vorgenommen, dass während des Aufsammelns des Blutes im Arbeitslocale ein starker Luftzug unterhalten und die Luft desselben überdiess durch herumgestreutes, befeuchtetes Bleipapier auf eine etwaige Verunreinigung derselben mit Schwefelwasserstoff geprüft wurde, wobei sich keine Spur einer Farbenveränderung der Papierstreifen zeigte.

Die Gase des Blutes wurden im luftleeren Raume zuerst ohne, dann mit Zusatz von Weinsäure ausgekocht. Da das durch Auskochen erhaltene Gas deutlich nach Äther roch, wurde nach der Bestimmung der Kohlensäure zur Absorption des Ätherdampfes eine mit rauchender Schwefelsäure getränkte Coaks-Kugel und hierauf abermals eine weiche Kalikugel eingeführt.

A. Analyse des durch Auskochen des arteriellen Blutes ohne Säurezusatz erhaltenen Gases.

(Bleipapier intensiv bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre I	feucht	70·47	5·4	0·6284	42·96
Nach Absorption des Schwefelwas- serstoffes	—	70·37	7·2	0·6293	42·62
Nach Zusatz von Luft	—	99·74	6·2	0·6626	63·93
Nach Absorption der CO ₂	trocken	37·9	7·2	0·6124	34·33
„ „ des Ätherdampfes	—	33·26	6·0	0·6098	32·97
CO ₂ freies Gas im End. I	feucht	116·2	4·1	0·2064	22·93
Nach der Verpuffung	—	116·34	3·3	0·2059	22·78

Die analysirten 42·96 Volumina enthielten daher:

Kohlensäure	29·38
Sauerstoff und Stickstoff	12·0
Aetherdampf	1·58
Schwefelwasserstoff	Spuren (0·3 Vol.)
Wasserstoff	Spuren ?

B. Analyse des durch Auskochen des arteriellen Blutes mit Säuren erhaltenen Gases.

(Bleipapier stark bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Vol. im Absorptionsrohre V	feucht	21·0	7·2	0·5633	11·37
Nach Luftzusatz	—	33·9	6·6	0·5789	18·92
Nach Absorption des Schwefelwas- serstoffes	trocken	32·1	5·3	0·5820	18·33
Nach Absorption der Kohlensäure	—	14·04	5·3	0·5350	7·63

11·37 Volumina dieses Gases enthalten:

10·77 Vol. Kohlensäure,
0·6 „ Schwefelwasserstoff.

C. Analyse des durch Auskochen des venösen Blutes ohne Säuren erhaltenen Gases.

(Bleipapier stark bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre III	feucht	70·0	6·6	0·6418	43·36
Nach Absorption des Schwefelwas- serstoffes	trocken	69·1	7·2	0·6339	42·69
Nach Zusatz von Luft	—	90·5	6·1	0·6560	58·07
Nach Absorption der Kohlensäure	—	44·24	6·0	0·6089	26·36
„ „ des Ätherdampfes	—	41·03	4·0	0·637	24·95
CO ₂ freies Gas im End. I	feucht	103·33	4·6	0·1981	19·91
Nach der Verpuffung	—	103·33	3·8	0·1978	19·73

Die analysirten 43·36 Volumina enthalten mithin:

Kohlensäure	26·36
Stick- und Sauerstoff	14·70
Ätherdampf	1·41
Schwefelwasserstoff	0·67
Wasserstoff	Spuren?

Da die Menge des durch Auskochen des venösen Blutes mit Säure erhaltenen Gases zu gering war, um eine Analyse desselben vornehmen zu können, begnügte ich mich mit der qualitativen Nachweisung durch die starke Reaction auf feuchtes mit Bleizuckerlösung getränktes Papier.

Nach dem Ergebniss dieser Analysen konnte der aus dem Darne in das Blut aufgenommene Wasserstoff in diesem nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Die Bestimmung des Schwefelwasserstoffes im Blute ergab hingegen, für 100 Theile berechnet, allerdings nicht unbedeutende Mengen dieses Gases: im venösen Blute betrug der Schwefelwasserstoff 1·5 Procent, im arteriellen 0·8 Procent der durch Auskochen ohne Säurezusatz austreibbaren Gase; der Schwefelwasserstoffgehalt des durch Auskochen des arteriellen Blutes mit Säure erhaltenen Gases würde, auf 100 Theile berechnet, sogar 4·8 Procent betragen. Da jedoch bei der geringen Menge des Gases, welches zur Analyse verwendet werden konnte, die durch den Versuch wirklich erhaltene Menge von Schwefelwasserstoff die Grenze der Beobachtungsfehler nicht weit übersteigt, so würden diese Bestimmungen demungeachtet auch Zweifel über die Anwesenheit dieses Gases lassen, wenn dieselbe nicht durch die intensive Reaction auf Bleipapier unzweifelhaft festgestellt wäre. Nachdem durch diesen Versuch nebst Schwefelverbindungen auch absorbirter Schwefelwasserstoff im Blute, und zwar sogar noch im arteriellen Blute nachgewiesen wurde, ist zu entnehmen, dass dieses Gas nur allmählich aus dem Blute durch Bildung von Schwefelverbindungen oder sonstige Zersetzungen verschwinde, worin auch die Erklärung der bald vorübergehenden Wirkung dieses Gases bei Aufnahme desselben in das Blut zu suchen ist.

XV. Versuch.

Um endlich schliesslich zu bestimmen, ob sich bei länger andauernder Retention der Fäcalstoffe im Darne von Hunden auch andere Gase als die im Normalzustande gefundenen, namentlich Grubengas entwickle, um andererseits die Veränderungen in den Volumsverhältnissen der Darmgase unter diesen Umständen zu prüfen und den Übergang derselben in das Blut durch Untersuchung der Gase des letzteren nachzuweisen, unterband ich einem Hunde den Mastdarm und beabsichtigte bei Eintritt lebensgefährlicher Symptome eine Untersuchung der Blut- und weiterhin der Darmgase vorzunehmen. Da der Hund am siebenten Tage noch ziemlich bei Kräften war, bestimmte ich den folgenden Tag zur Ausführung des Versuches, jedoch verschied derselbe eben als ich mich dazu anschickte. Um den Versuch nicht nutzlos bis zu diesem Punkte geführt zu haben, unterband ich alsogleich die grossen Gefässstämme des Herzens und füllte das darin enthaltene Blut mittelst eines Trichterrohres in eine mit ausgekochtem destillirten Wasser gefüllte Retorte, setzte einige Weinsäure-Krystalle zu und kochte die Gase des gesammelten Blutes aus. Die geringe Menge des erhaltenen Gases schwärzte Bleipapier intensiv und hatte deutlich den ekelhaften Geruch des Fäcalgases bei Fleischnahrung. Als Gegenversuch liess ich die Leiche eines Hundes bei einer Temperatur von 18 Grad durch drei Tage liegen und verfuhr in meiner Prüfung auf einen etwaigen Gehalt des Blutes an Schwefelwasserstoff oder Schwefelverbindungen gänzlich in gleicher Weise, wobei sich jedoch keine Spur des genannten Gases nachweisen liess.

Der Darmcanal des Hundes, an welchem ich die Unterbindung vorgenommen hatte, war in seiner Continuität noch ganz erhalten, stark ausgedehnt, von gleich beschaffener stinkender Fäcalflüssigkeit erfüllt. Der Dünn- und Dickdarm enthielt eine höchst geringe (etwa 10 C. Cent. betragende) Menge von Gas, während im Magen eine viel grössere Menge angesammelt war; ersteres enthielt keine Spur von Schwefelwasserstoff, während letzteres Bleipapier leicht bräunte.

A. Analyse des im Magen vorgefundenen Gases.

(Stinkend, Bleipapier bräunend.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre IV .	feucht	89·18	12·6	0·6473	54·25
Nach Absorption des Schwefelwas- serstoffes	—	89·18	12·3	0·6468	54·23
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	36·27	13·0	0·6146	33·01
„ „ des Sauerstoffes	—	36·27	12·9	0·6122	32·89
CO ₂ und O freies Gas im Eud. II .	feucht	129·9	13·8	0·2120	24·77
Nach Luftzusatz	—	316·76	13·6	0·4002	117·26
„ Zusatz von Sauerstoff	—	365·48	13·6	0·4509	152·92
„ der Verpuffung	—	360·47	14·0	0·4462	148·92
„ Einführung einer Kalikugel .	trocken	353·0	14·2	0·4455	149·49

Die Berechnung der Analyse ergibt für

	54·25 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	21·22 „	39·11 „
Wasserstoff	3·56 „	6·56 „
Stickstoff	29·33 „	54·07 „
Sauerstoff	0·12 „	0·22 „
Schwefelwasserstoff . .	Spuren	Spuren

B. Analyse des im Darne vorgefundenen Gases.

(Stinkend, Bleipapier nicht verändernd.)

		Beob. Vol.	Temp.	Druck in Meter	Red. Vol.
Ang. Gas im Absorptionsrohre II .	feucht	39·3	12·6	0·3823	21·58
Nach Absorption der Kohlensäure .	trocken	29·3	12·9	0·3724	16·12
„ „ des Sauerstoffes	—	29·4	13·0	0·3710	16·03
CO ₂ und O freies Gas im Eud. II .	feucht	79·33	13·3	0·4596	11·21
Nach Zusatz von Sauerstoff	—	167·27	13·7	0·2483	37·68
„ „ „ Luft	—	353·22	13·8	0·4356	142·53
„ der Verpuffung	—	351·27	12·8	0·4340	141·93

Das analysirte Gas besteht mithin in

	21·58 Vol.	100 Vol.
Kohlensäure	5·46 „	25·30 „
Stickstoff	16·12 „	74·70 „

Die Ergebnisse dieses Versuches bestätigen einerseits die voraus-
zusehenden Veränderungen in den quantitativen Verhältnissen der
Darmgase bei längerem Verweilen derselben in der Darmhöhle, ander-
seits zeigen dieselben, dass auch unter diesen abnormen Verhältnissen
bei Retention der Fäcalstoffe nur die im Normalzustande im Darm-
canale von Hunden sich bildenden Gase nachgewiesen werden konnten.

Vorerst fällt die geringe, ungefähr 10 C. Cent. betragende absolute Menge des im ganzen Darmcanale vorgefundenen Gases auf, während doch nach den Resultaten der vorigen Versuche eine bedeutende Menge von Gas entwickelt worden sein musste, da der Hund täglich eine nicht unbeträchtliche Menge von Nahrungsmitteln (Fleisch, Brot, Hülsenfrüchtenbrei) zu sich nahm und dem entsprechend sich auch eine grosse Quantität von Fäcalstoffen in der Leiche vorfand. Dass eine beträchtliche Gasentwicklung stattgefunden hatte, bewies auch die Aufgetriebenheit des Unterleibes und der tympanitische Percussionston desselben, welche sich später allmählich verloren. Dass das gebildete Gas aber durch Diffusion in das Blut gelangte und nicht durch den Magen und die Speiseröhre entwich, dafür spricht nebst dem Umstande, dass der Hund während der Dauer des Versuches nie erbrach, das Volumverhältniss der im Magen vorgefundenen Gase. Eine Betrachtung desselben zeigt nämlich auch hier das bei den früheren Versuchen während der Gasentwicklung nachgewiesene Verhältniss der Kohlensäure zum Wasserstoffe und Stickstoffe 1), welches bei einem stattgefundenen Zurücktreten von Gasen aus dem Darne in den Magen nothwendig eine beträchtliche Abänderung erfahren hätte.

Vergleicht man die Zusammensetzung des im Magen vorgefundenen Gases mit jenem des Darmes 2), in welchem die Gasentwicklung aus dem Darminhalte bereits aufgehört hatte, daher die aus der Diffusion resultirenden Veränderungen der Volumverhältnisse des eingeschlossenen Gases hier deutlich hervortreten, so findet

1)	Gefundener Stickstoff	Verschwundener O	Gefunden		Berechnete CO ₂
			H	CO ₂	
	29.33	7.66	3.56	21.2	22.4

Die gefundene Kohlensäure ist auch in diesem Falle gleich dem doppelten Volumen des verschwundenen Sauerstoffes mehr dem doppelten Volumen des gefundenen Wasserstoffes.

2)	Kohlen-säure	Stickstoff	Wasser-stoff	Schwe-felwas-serstoff	Sauer-stoff
Das Gas a. d. Magen bestand i. 100 V.	39	54	6.5	Spuren	0.2
„ „ „ „ Darne „ „ 100 „	25	75	0	0	0

man, dass in diesem sämmtlicher Wasserstoff und Schwefelwasserstoff bereits völlig verschwunden war und der Kohlensäuregehalt im Verhältniss zum Stickstoffe bedeutend abgenommen habe.

Zur Beurtheilung des letzteren Verhältnisses braucht nur aufmerksam gemacht zu werden auf die Reichlichkeit der Kohlensäureentwicklung bei der Fäcälgährung, welche sich aus den vorigen Versuchen ergab und auf die geringe absolute Quantität des im Darne vorgefundenen Gases, woraus zu folgern ist, dass das relative Überwiegen des Stickstoffes in demselben nicht durch Einbringung einer grösseren Menge atmosphärischer Luft bedingt sein konnte.

Das Ergebniss dieses Versuches steht daher, so weit dies eben nach dem Misslingen der Untersuchung der Blutgase noch möglich war, ganz in Übereinstimmung mit dem bei Retention der Darmgase im Verdauungscanale vorauszusehenden Resultate, dass nämlich der Wasserstoff und Schwefelwasserstoff gänzlich verschwinden und der Kohlensäuregehalt im Verhältniss zum Stickstoffe so lange abnehmen müsse, bis endlich eine Ausgleichung des Spannungsunterschiedes zwischen dem Kohlensäuregehalte des Darmgases und des Blutes erfolgt ist.

Zugleich findet in dem Resultate dieses Versuches das Ergebniss meiner Analysen von Dickdarmgasen aus menschlichen Leichen, welche stets einen überwiegenden Stickstoffgehalt und vergleichungsweise nur geringe Mengen Kohlensäure ergaben, bei Berücksichtigung dessen, dass in den angeführten Fällen keine Fäcälstoffe im Dickdarne vorgefunden wurden, mithin schon einige Zeit keine Gasentwicklung in demselben stattgefunden hatte, genügende Erklärung, und die Richtigkeit der häufig bezweifelte Beobachtung verlässlicher Kliniker, dass beträchtliche Gasanhäufungen im Darne verschwinden, ohne dass ein Abgang von Gasen durch eine der beiden Mündungen desselben bemerkbar war, ihre Bestätigung.

Durch diese Versuche wurde ein vollständiger Überblick der Verhältnisse der Gasentwicklung im Darneanale bei Menschen und Fleischfressern sowohl in qualitativer als quantitativer Beziehung erreicht und nebstbei einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung des Verhaltens der Gase des Darmes zu den Blutgasen gewonnen. Eine Feststellung der hierbei sich geltend machenden Diffusionsgesetze, so wie die Bestimmung der chemischen Prozesse, welche der Gasentwicklung zu Grunde liegen, muss künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1861

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Planer

Artikel/Article: [Die Gase des Verdauungsschlauches und ihre Beziehung zum Blute. 307-354](#)