

Die Formel  $C_{12}H_{10}N.C_2H_3.Cl.(PO_3H_2) + H_2O$  verlangt:

C	51.0	pCt.
H	5.17	-
Cl	10.7	-
P	9.41	-
N	4.24	-

Die den Analysen II zu Grunde liegende Substanz verlor nun beim Trocknen bei  $100^{\circ}C$ . 10.2—10.02 und 10.3 pCt. Wasser, während 2 Moleküle Wasser 10.3 pCt. Wasser entsprechen. — Uebrigens scheint die bei  $100^{\circ}C$ . getrocknete Substanz beim Erhitzen auf höhere Temperatur noch  $1H_2O$  abzugeben, wenigstens wurde aus einem bei  $150^{\circ}C$ . getrockneten Material 10.47 pCt. und 10.13 pCt. Phosphor gefunden, während die Formel  $C_{12}H_{10}N.C_2H_3.Cl.PO_2$  10.56 pCt. Phosphor verlangt.

Noch sei erwähnt, dass ein durch Neutralisation mit Natron dargestelltes Salz bei der Analyse einen Gehalt von 12.83 pCt. Natrium und ein aus diesem Natronsalz gefälltes Silbersalz einen Silbergehalt von 41.04 pCt. ergab, während die neutralen Salze der Formel  $C_{12}H_{10}N.C_2H_3.Cl.(PO_3Me_2)^1$  12.96 pCt. Natrium, resp. 41.14 pCt. Silber berechnen lassen. — Die weitere Untersuchung dieser Phosphorsäure wird fortgesetzt.

Freiburg i. B., den 24. Oktober 1881.

#### 442. H. Tappeiner: Die Darmgase der Pflanzenfresser.

(Eingegangen am 27. Oktober.)

Aus den Beobachtungen, dass im Darmkanale der Pflanzenfresser sich constant viel bedeutendere Gasmengen angesammelt zeigen als in jenem der Fleischfresser, dass ferner der Harn jener Thiere viel reicher an jenen aromatischen Substanzen ist, die man mit gutem Recht als durch Fäulnissprocesse im Darmkanale entstanden ansieht, hat man geschlossen, dass diese Processe im Verdauungskanale der Pflanzenfresser viel intensiver ablaufen müssen, sich aber nicht veranlasst gefühlt, sich näher mit ihnen zu befassen, trotzdem sich damit zugleich die Aussicht eröffnete, dem bisher ganz räthselhaften Auflösungsprocesse der Cellulose im Darm der Pflanzenfresser näher zu treten, denn die Möglichkeit, dass derselbe ganz oder theilweise auf

<sup>1)</sup> Natürlich muss es bei diesen Formeln noch unentschieden gelassen bleiben, ob das Chloratom und die Phosphongruppe an demselben, oder an je einem andern Kohlenstoffatom des Acetylrestes angelagert zu betrachten sind.

Gährungsvorgänge (Thätigkeit von Spaltpilzen) zurückzuführen sei, ist nicht von der Hand zu weisen.

Ich will in den folgenden zwei Abhandlungen eine kurze Uebersicht der Gärungen im Darne der Pflanzenfresser, soweit dieselben durch die Untersuchung der dabei in den verschiedenen Darmabtheilungen gebildeten, leichter fassbaren Produkte, der Gase und der flüchtigen aromatischen Körper, charakterisirt werden können, zu geben versuchen und beginne mit den Gasen.

Das Auffangen derselben geschah unmittelbar nach dem Tode des Thieres unter den nöthigen Cautelen, ferner wurden jedesmal Proben des Inhalts der einzelnen Darmabschnitte unter Bedingungen, welche dem Organismus möglichst angepasst waren, weiterer Gährung überlassen und die dabei entwickelten Gase ebenfalls analysirt. Die Analysen geschahen zumeist nach den von Hempel ausgearbeiteten Methoden mit dem Apparate, den er Seite 126 seines Buches „Neue Methoden zur Analyse der Gase“ beschrieben hat. Ich habe denselben für derartige Untersuchungen sehr bewährt befunden, da er rasches und doch genügend genaues Arbeiten gestattet. In den Analysen der folgenden Tabellen, welche eine Uebersicht der an den grossen Pflanzenfressern Pferd und Wiederkäuer erhaltenen Resultate gibt, sind mit Ausnahme des Schwefelwasserstoffs, der immer nur in Spuren vorkommt, meist alle Bestandtheile eines Gases direkt bestimmt. Ihre Summe auf 100 Theile berechnet, weicht von dieser Zahl selten um mehr als  $\pm 0.3$  im Maximum ab.

#### Darmgase des Rindes bei Heufütterung.

	Pansen	Dünndarm			Dickdarm	Mastdarm
		Anfang	Mitte	Ende		
Direkt auf- gefangen	$\text{CO}_2$ } 65.27 $\text{S H}_2$ }	$\text{CO}_2$ 17.69	—	—	$\text{CO}_2$ } 36.35 $\text{S H}_2$ }	$\text{CO}_2$ } 14.46 $\text{S H}_2$ }
	H 0.19	H 3.96	—	—	H 2.29	H —
	$\text{CH}_4$ 30.55	$\text{CH}_4$ 49.15	—	—	$\text{CH}_4$ 38.21	$\text{CH}_4$ 44.23
	N 3.99	N 29.26	—	—	N 23.14	N 41.31
Durch Gährung erhalten	$\text{CO}_2$ } 75.47 $\text{S H}_2$ }	$\text{CO}_2$ } 62.06 $\text{S H}_2$ }	$\text{CO}_2$ } 81.65 $\text{S H}_2$ }	$\text{CO}_2$ } 92.33 $\text{S H}_2$ }	$\text{CO}_2$ } 80.84 $\text{S H}_2$ }	—
	H 0.07	H 37.64	H 17.60	H 0.01	H —	—
	$\text{CH}_4$ 23.27	$\text{CH}_4$ 0.41	$\text{CH}_4$ —	$\text{CH}_4$ 6.59	$\text{CH}_4$ 17.25	—
	N 1.31	N —	N 0.71	N 1.20	N 1.97	—

Ich füge dieser Tabelle einige Erläuterungen bei.

Die Gasmengen, welche im ersten Magen der Wiederkäuer (Pansen) enthalten sind, sind immer sehr bedeutend. Ihre Zusammensetzung ist bei allen untersuchten Thieren, (Rind, Schaf, Ziege) ganz constant. Sie bestehen neben Spuren von Schwefelwasserstoff vorwiegend aus Kohlensäure und Grubengas im annähernden Verhältniss von 2:1. Wasserstoff ist entweder nur in ganz geringen Mengen vorhanden oder fehlt vollständig. Auch Stickstoff findet sich immer nur in kleinen Mengen. Da mit dem verschluckten Heu sicherlich viel atmosphärische Luft in den ersten Magen gelangt, so weist dieser Umstand darauf hin, dass die Gasentwicklung im Pansen sehr intensiv sein muss, das Fehlen des Sauerstoffs aber deutet an, dass derselbe dabei rasch verbraucht wird.

Die Gase, welche der Panseninhalt durch Gährung ausserhalb des Organismus entwickelt, zeigen dieselbe Zusammensetzung; die ursprünglich schwach alkalische Reaktion desselben schlägt hierbei constant sehr bald in eine saure um, die bei weiterer Gährung sehr intensiv wird. Die Gährung im Pansen kann somit als Sumpfgasgährung verbunden mit Säurebildung angesprochen werden.

Die Gase des 2., 3. und 4. Magens wurden nicht untersucht, weil sie ohne Vermischung mit denen des ersten Magens nicht aufzufangen sind. Eine Gasentwicklung im 4. Magen, dem Labmagen, findet nicht statt, dieselbe beginnt erst wieder im Dünndarm, ist aber viel geringer als im Pansen, so dass selbst beim Rinde nur aus der oberen Hälfte eine zur Analyse genügende Menge aufgefangen werden konnte; und auch diese erwies sich als grösstentheils nicht hier entwickelt, sondern aus den Vormägen (Pansen zumal) herübergewandert, wobei ihre Zusammensetzung durch Diffusion in das Blut bedeutende Aenderungen erfuhr. Es diffundirt nämlich die Kohlensäure am raschesten, Wasserstoff und Grubengas viel langsamer, am langsamsten der Stickstoff. Dies Verhalten fand sich auch in allen anderen Fällen von Wanderung eines Gases von einer Darmabtheilung in die nächste benachbarte und ist darin begründet, dass das Blut chemische Absorption auf Kohlensäure ausübt, während es Wasserstoff, Grubengas und Stickstoff nur durch einfache Lösung aufnimmt, von Stickstoff aber desshalb am wenigsten, vielleicht gar nicht, weil es mit Stickstoff schon beim Durchgang durch die Lungen nahezu gesättigt wird. Wenn ich dem noch hinzufüge, dass ich bei den Gährungen des Darminhalts ausserhalb des Organismus nie eine Entwicklung von Stickstoff beobachten konnte, so wird es nicht mehr zweifelhaft bleiben, dass das relative Ansteigen und Absinken des Stickstoffs in den Gasen der verschiedenen Darmabtheilungen, als des einzigen Bestandtheiles, der seiner absoluten Menge nach sich nahezu gleich bleibt, ein brauchbares Maass für die Intensität der dort stattfindenden Gasentwicklung abgibt.

Die wahre Zusammensetzung der im Dünndarm entwickelten Gase geben die Nachgärungen, sie ist qualitativ dieselbe, wie sie von Planer im Dünndarm des Hundes gefunden wurde, unterscheidet sich aber quantitativ durch einen grösseren Gehalt an Kohlensäure im Verhältniss zum entwickelten Wasserstoff.

Im letzten Fünftel des Dünndarmes (bei der Ziege schon früher) ändert sich der Charakter der Gärung, der Wasserstoff tritt fast ganz zurück und an seiner Stelle wird Grubengas entwickelt, er nähert sich der Gärung im Blind- und Dickdarm, die in ihren gasförmigen Produkten genau der Gärung im Pansen entspricht, im übrigen aber von ihr ganz verschieden ist. Denn während der Inhalt des Pansens bei der Nachgärung sehr bald intensiv sauer wird, reagirt der Inhalt des Blinddarms constant alkalisch und bleibt es so selbst nach wochenlanger Gärung. Die Nothwendigkeit, zwei verschiedene Arten von Sumpfgasgärung anzunehmen, geht aus diesen Beobachtungen noch nicht hervor. Man könnte sich nämlich denken, dass die Grubengasgärung im Pansen mit der Säurebildung dortselbst in keinem causalen Zusammenhang stände, sondern dass letztere ein eigener Gärungsprocess (hervorgerufen durch andere Spaltpilzarten) wäre, welcher im Dickdarm nicht vorkommt; oder dass Grubengasentwicklung und Säurebildung allerdings Erscheinungen ein und desselben Gärungsprocesses sind, letztere aber im Dickdarm nur deshalb nicht bemerkbar wird, weil in diesem Darne gleichzeitig noch eine andere Gärung statthat, welche alkalisch reagirende Produkte liefert und die sauren neutralisirt. Ob eine dieser Unterstellungen thatsächlich realisirt ist, lässt sich durch einen Versuch prüfen. In beiden Fällen müsste nämlich die Grubengasgärung noch weitergehen, wenn man den Dickdarminhalt mit Essigsäure schwach ansäuert, da auch im Panseninhalte erst nach Bildung grosser Säuremengen die Gärung gehemmt wird. Der Versuch ergab aber, dass kein Grubengas, sondern nur Wasserstoff neben Kohlensäure entwickelt wurde. Woraus zu schliessen ist, dass im Verdauungskanal der Wiederkäuer zwei Arten von Sumpfgasgärung stattfinden, die eine mit Bildung von Säuren, die andere ohne solche.

Im Mastdarm findet wegen der trockenen Beschaffenheit des Inhalts nur geringe Gasentwicklung statt. Der grösste Theil der aufgefangenen Gasmengen ist aus dem Dickdarme herübergewandert, verändert in seiner Zusammensetzung nach den oben angegebenen Regeln.

## Darmgase des Pferdes bei Heufütterung.

	Magen	Dünndarm		Blinddarm	Grimmdarm	Mastdarm
		Anfang	Ende			
Direkt aufge- fangen	CO <sub>2</sub> 75.20	CO <sub>2</sub> 42.70	CO <sub>2</sub> 15.65	CO <sub>2</sub> } 85.47	CO <sub>2</sub> } 55.18	CO <sub>2</sub> 29.19
	SH <sub>2</sub> —			SH <sub>2</sub>	SH <sub>2</sub>	
	O 0.23					
	H 14.56	H 19.38	H 24.06	H 2.33	H 1.69	H 0.83
	CH <sub>4</sub> —			CH <sub>4</sub> 11.16	CH <sub>4</sub> 32.73	CH <sub>4</sub> 56.62
Durch Gährung erhalten	N 9.99	N 37.44	N 59.62	N 0.90	N 9.99	N 13.44
			CO <sub>2</sub> 80.60	CO <sub>2</sub> } 85.40	CO <sub>2</sub> } 70.49	
			SH <sub>2</sub> —	SH <sub>2</sub>	SH <sub>2</sub>	
			H 15.65	H 0.50	H —	
			CH <sub>4</sub> 0.09	CH <sub>4</sub> 13.40	CH <sub>4</sub> 26.08	
			N 3.66	N 1.20	N 3.43	

Was beim Pferde zunächst auffällt, ist, dass die Magengase im Gegensatze zum Fleischfresser neben Kohlensäure auch noch bedeutende Mengen von Wasserstoff enthalten und dass der Stickstoffgehalt desselben constant viel geringer als der des oberen Dünndarms ist. Dies lässt sich nur dadurch erklären, dass im Magen des Pferdes im Gegensatze zum Labmagen des Fleischfressers und der Wiederkäuer Gährungen unter Entwicklung von Kohlensäure und Wasserstoff stattfinden. Wie diese trotz der Gegenwart der Salzsäure des Magens möglich sind, scheint ein Räthsel. Bei näherer Untersuchung gewahrt man indess, dass die Reaktion des Mageninhalts nur in der rechten Hälfte, die den charakteristischen Bau der Labmagenschleimhaut besitzt, stark sauer ist, in der linken Hälfte, der sogenannten Schlundportion, aber neutrale oder schwach saure Reaktion herrscht. Hier hat also ohne Zweifel die Gährung stattgefunden und dieselben Gase entwickelt, wie Heu, welches mit Wasser bei Körpertemperatur stehen gelassen wird.

Die Gährung im Dünndarm des Pferdes liefert dieselben Produkte wie der Dünndarm des Rindes, nur in grösserer Menge, so dass aus allen Theilen desselben zur Analyse ausreichende Mengen genommen werden konnten; auch ändert sie sich nicht wie beim Rinde im untersten Theile, sondern Grubengas tritt erst im Dickdarm auf und bildet hier neben Kohlensäure den einzigen wesentlichen Bestandtheil der sehr

bedeutenden hier entwickelten Gasmengen, wobei es merkwürdig ist, dass das Verhältniss des Grubengases zur Kohlensäure hier in derselben Ordnung die gleiche Aenderung durchmacht, wie beim Rinde. Dort war beim Beginn der Grubengasgährung im untersten Theile des Dünndarms dieses Verhältniss 1:12, im Dickdarm aber 1:5; hier ist es im Blinddarm 1:7, im Grimmdarm aber 1:3, also gerade so wie bei der Gährung des Inhaltes vom Pansen des Rindes, mit der die Grimmdarmgährung des Pferdes auch sonst die grössten Analogien zeigt. Es wird nämlich der ursprünglich meist schwach alkalisch oder neutral reagirende Inhalt des Blind- und Grimmdarms vom Pferde bei der Nachgährung auch intensiv sauer, noch rascher als der Panseninhalt, woher es vermuthlich auch rührt, dass die entwickelten Gasmengen wohl bedeutend, aber doch nicht ganz so gross sind, wie bei der Pansengährung.

Im Blind- und Grimmdarme des Pferdes findet also eine Sumpfgasgährung statt, die im Gegensatze zum Dickdarm des Rindes mit Säurebildung einhergeht. Diese Säurebildung findet natürlich auch im Darne des lebenden Thieres statt, sie wird nur für gewöhnlich nicht bemerkt, weil ebenso wie im Pansen durch den Speichel auch hier eine fortwährende Neutralisation durch Zufluss der alkalisch reagirenden Sekrete des Dünn- und Dickdarms stattfindet. Sobald aber diese Sekrete aufhören zuzufliessen, wie nach dem Tode, oder infolge von Stauungen im Darmkanal sich nicht mehr mit dem Darminhalte vermischen, tritt sie regelmässig auf. Darum reagirt auch der Dickdarminhalt getödteter Pferde, da die Gährungen in demselben infolge des langsamen Absinkens der Körpertemperatur bei diesen grossen Thieren noch längere Zeit nach dem Tode fort dauern, einige Zeit nach dem Tode untersucht, constant sauer, der Inhalt an Kolik erkrankter und gefallener Pferde aber auch ganz frisch untersucht schon sauer. J. Munk und Terek<sup>1)</sup> hielten, da ihnen die normalen Vorgänge unbekannt waren, diese Säurebildung für eine der Kolik speciell eigenthümliche Erscheinung.

Bezüglich der Gase des Mastdarms ist zu erwähnen, dass hier das schon beim Wiederkäuer Gesagte Geltung hat.

Nach Kenntnissnahme der Gase bei ausschliesslicher Fütterung der Thiere mit Heu war es mir noch von Interesse zu erfahren, welche Aenderung deren Zusammensetzung erfährt, wenn zum Heu noch Kohlenhydrate gegeben würden. Ich war der Meinung, dass diese sehr bedeutend sei, dass insbesondere die Kohlenhydrate zur Entwicklung bedeutender Mengen von Wasserstoff im Pansen und Dickdarm Veranlassung geben würden, da in ihnen so leicht Milchsäure- und Buttersäuregährung eintritt.

<sup>1)</sup> Arch. f. Physiologie, 1880, Supplementband.

Ich war darum sehr erstaunt, als sich von allem diesen keine Spur zeigte, die Gährung bei Fütterung mit Heu und Hafer vielmehr in allen Beziehungen ganz so verlief, wie bei Gaben von Heu allein, trotzdem die beigegebenen Hafermengen gross waren und sich auch überall im Verdauungskanal bis in den Dickdarm Stärkekörner nachweisen liessen. Ich gebe zur Bestätigung des Gesagten die bei dieser Fütterungsweise erhaltenen Resultate in tabellarischer Uebersicht, ohne noch Weiteres hinzuzufügen.

### Darmgase der Ziege bei Fütterung mit Heu und Hafer.

	Pansen	Mitte des Dünndarms	Dickdarm	Mastdarm
Direkt aufge- fangen	CO <sub>2</sub> } 58.57	—	CO <sub>2</sub> 55.35	CO <sub>2</sub> 12.27
	SH <sub>2</sub> }			
	H 0.13		H 0.81	H —
	CH <sub>4</sub> 30.98		CH <sub>4</sub> 38.32	CH <sub>4</sub> 37.11
	N 10.57		N 5.90	N 50.25
	CO <sub>2</sub> } 75.24	CO <sub>2</sub> } 68.30	CO <sub>2</sub> } 80.67	
	SH <sub>2</sub> }	SH <sub>2</sub> }	SH <sub>2</sub> }	
	H —	H 2.59	H 0.62	
	CH <sub>4</sub> 24.53	CH <sub>4</sub> 14.56	CH <sub>4</sub> 17.86	
	N 0.15	N 14.56	N 1.24	

### Darmgase des Pferdes bei Fütterung mit Heu und Hafer.

Pansen	Mitte des Dünndarms	Blinddarm	Mastdarm
CO <sub>2</sub> 67.73	CO <sub>2</sub> 11.33	CO <sub>2</sub> } 75.86	CO <sub>2</sub> } 45.24
H 12.66	O 0.69	SH <sub>2</sub> }	SH <sub>2</sub> }
N 19.54	H 4.15	H 0.38	H 3.11
	N 33.89	CH <sub>4</sub> 17.68	CH <sub>4</sub> 40.05
		N 5.92	N 11.86