

430. B. Tacke: Ueber die Bedeutung der brennbaren Gase im thierischen Organismus.

[Aus dem thierphysiologischen Institut der landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.]

(Eingegangen am 7. August.)

Unter Bezugnahme auf die unlängst als Dissertation erschienene ausführlichere Abhandlung sollen hier nur die Resultate der Untersuchung mit der Beschreibung der Methode, soweit sie neu ist, gegeben werden.

Brennbare Gase, Wasserstoff und Sumpfgas, sind als Produkte des thierischen Stoffwechsels durch eine Reihe von Untersuchungen nachgewiesen worden. Ort ihrer Entstehung im Organismus ist der Verdauungskanal, in welchem man diese Gase in reichlicher Menge bei verschiedenen Thieren gefunden hat, ihre Bildung ist auf Gährungen, welche durch Mikroorganismen erzeugt werden, zurückzuführen.

Ueber die Frage, ob und wie diese brennbaren Gase mit dem Thierkörper reagiren, sind die Meinungen getheilt. Nach der Ansicht der einen (Pettenkofer) kann z. B. der Wasserstoff, wenn er überhaupt in das Blut aufgenommen wird, in demselben verbrannt werden.

Bevor sich diese Frage beantworten lässt, ist die Vorfrage zu erledigen, auf welchem Wege diese Gase aus dem Körper treten, ob auf dem einfacheren durch den Anus oder auf dem zusammengesetzteren durch Blut und Lunge. Nur auf dem letzten Wege ist für das freilebende Thier eine Möglichkeit der Verbrennung, also Ausnutzung, gegeben.

Um den Weg der brennbaren Gase zu bestimmen, wurde bei einem darmgasproducirenden Thiere die durch den Anus ausgestossene Menge derselben durch direktes Auffangen und Analysiren gefunden, die durch das Blut und die Lunge austretende Menge durch einen Respirationsapparat, der in direkter Verbindung mit der Luftröhre des Versuchstieres steht, die Diffusion durch die Haut wurde durch Versenken des Versuchstieres unter Wasser auf ein Minimum reducirt. So musste sich erkennen lassen, welchen Weg diese Gase bei ihrem Austritt aus dem Thierkörper wählten.

Bezüglich der näheren Beschreibung des Respirationsapparates sei auf die Abhandlung von Wolfers (Pflüger's Arch. Bd. XXXII, S. 226) verwiesen. Wesentlich neu für unseren Apparat war, dass die einzelnen Glastheile, durch Seegen-Nowack'sche Quecksilberdichtungen oder, wo dieses nicht anging, durch Kautschukschläuche, welche mit Wasserdichtungen gesichert wurden, verbunden waren. So war jede Diffusion in oder aus dem Apparat unmöglich.

Nachdem das Versuchsthier (Kaninchen) tracheotomirt, in die Trachea eine Canüle eingebunden und diese mit den Endstücken der

Leitung des Respirationsapparates verbunden war, also das Thier am Spirometer athmete, wurde es rücklings in ein auf Körperwärme gehaltenes Bad versenkt. Zum Auffangen der Darmgase diente ein Trichter, der in ein Rohr eingebunden war. Rohr wie Trichter wurden mit Wasser gefüllt und unter Wasser über den Anus des Thieres gestülpt.

Um zu beliebiger Zeit, ohne das Experiment zu stören, Proben zur Analyse aus dem Respirationsapparat entnehmen zu können, trug die Inspirationsleitung einen Capillaransatz, durch den die Probenahme mittelst eines calibrirten Quecksilberpumpchens geschah. Aus der Analyse und dem Volum der entnommenen Gasproben wurde die Gesammtmenge der einzelnen Gase im Apparat zur Zeit der jedesmaligen Probenahme berechnet. Die hierzu erforderliche Kenntniss des Gesammtvolumens des Respirationsapparates wurde durch Ausmessen mit Wasser oder durch Messen der Druckabnahme in dem allseitig geschlossenen Apparat bei Entnahme eines bestimmten Gasvolumens erlangt.

In der nachstehenden Tabelle folgt die Zusammenstellung der Versuchsergebnisse:

No.	Gewicht des Thieres g	Nahrung	Dauer des Versuches	Produktion pro kg u. Stunde von		
				H in ccm	CH ₄ in ccm	
I.	1880	Cellulose- reiches Futter	4 Std. 25 M.	2.142	—	Darmgas nicht gesammelt.
II.	1650	Roggenkleie	1 » 42 »	-1.049	1.690	Darmgas spontan entleert 2.1 ccm. ¹⁾
III.	1940	Gras	5 » 47 »	1) 0.439 2) 0.663	—	Darmgas 3.8 ccm.
IV.	1940	Gras	8 » 15 »	1) 1.980 2) 2.390 3) -2.200	2.730 2.550 3.240	
V.	1698	Kohl, Gras	10 » 5 »	1) 3.900 2) 0.058 3) 2.730	3.610 4.240 4.210	30 ccm Darm- gas. ²⁾
VI.	1320	Hungerthier (hat Mg S O ₄ erhalten)	2 » — »	3.475	1.214	

¹⁾ Post mortem fanden sich 40 ccm Darmgas mit 67.583 pCt. C H₄, 7.062 pCt. H.

²⁾ Spontan wurden entleert 30 ccm Darmgas mit 56.265 pCt. C H₄, 4.393 pCt. H.

Aus den gegebenen Zahlen geht hervor, dass beträchtliche Mengen brennbarer Gase beim Kaninchen allein auf dem Wege durch Blut und Lunge den Organismus verlassen und ferner, dass, wenn sie sich per anum auch einen zweiten Ausweg suchen, die Menge, die auf diesem Wege austritt, viel geringer ist als die durch die Lunge ausgeschiedene.

Der Einwurf, dass durch das Versenken unter Wasser die Thiere in ihren normalen Darmexhalationen gehindert worden seien, wird durch die Beobachtung hinfällig, dass von allen Versuchsthiere Fäces reichlich während des Experimentes entleert wurden. Die Menge der producirten Darmgase schwankt natürlich sehr, da sie von der wechselnden Energie, mit welcher die Gährungsprocesse im Darm verlaufen, abhängt. Was die Qualität anlangt, so schieden die Kaninchen in allen Versuchen Wasserstoff, meist auch Kohlenwasserstoff aus, ein mit früheren Untersuchungen an Kaninchen übereinstimmender Befund.

Ob das Verschwinden von Wasserstoff in Versuch II. und IV. auf eine Oxydation im Thierkörper zurückzuführen ist, vermag ich noch nicht zu entscheiden. Nach dem Ergebniss, dass der normale Weg der Darmgase durch Blut und Lunge geht, gewann die Frage, ob sie auf diesem Wege verbrannt werden, erhöhte Bedeutung. Eine Reihe von Versuchen wurden von mir in der Richtung angestellt; sie zeigen, dass die Oxydation dieser brennbaren Gase, übereinstimmend mit den Versuchen von Regnault und Reiset, falls sie überhaupt vorhanden, sich in sehr engen Grenzen bewegt. Es musste daher die Wasserstoffproduktion des Thieres selbst thunlichst eingeschränkt werden, was bei Kaninchen trotz grosser Dosen gährungswidriger und abführender Mittel sowie längeren Hungers nicht zu erreichen war. Ein abschliessendes Resultat habe ich noch nicht gewonnen.

Betreffs der Untersuchung der entnommenen Gasproben sei bemerkt, dass bei derselben die von Geppert (J. Geppert, diese Berichte XV, Heft 15, S. 2403) gegebene Modification der Bunsen'schen Methoden befolgt wurde. In einem nach dem am angegebenen Ort von Geppert näher erläuterten Princip hergestellten Apparat, den ich in meiner Dissertation näher beschrieben habe, wurden fünf gleichzeitige Analysen ausgeführt. Um eine Vorstellung von den Fehlergrenzen zu geben, lasse ich zwei einander controlirende Analysen desselben Gases hier folgen:

Doppel-Analyse eines Probegases vom 10. Juli.
1. Analyse.

	Temp.	Druck m	Vol. ccm	Red. Vol.	Mittel
Anfangsgas	21.00	0.3342	54.662	22.238	22.232
	21.05	0.3333	54.791	22.226	
Nach der Verbrennung .	19.90	0.2913	44.246	15.754	15.754
	20.00	0.2899	44.482	15.753	
Nach Absorption der Koh- lensäure	20.70	0.2935	44.009	15.739	15.743
	20.70	0.2913	44.374	15.747	
Nach Zusatz von über- schüssigem Wasserstoff	21.00	0.6898	126.602	106.310	106.305
	21.15	0.6853	127.460	106.300	
Nach der Verbrennung .	21.20	0.5240	95.563	60.910	60.914
	21.25	0.5232	95.739	60.919	

2. Analyse.

	Temp.	Druck m	Vol. ccm	Red. Vol.	Mittel
Anfangsgas	23.1	0.3481	89.327	37.568	37.587
	23.15	0.3458	90.031	37.606	
Nach der Verbrennung .	23.05	0.3054	72.040	26.588	26.588
	23.05	0.3034	72.518	26.589	
Nach Absorption der Koh- lensäure	22.60	0.2978	73.792	26.599	26.592
	22.70	0.2952	74.430	26.586	
Nach Zusatz von über- schüssigem Wasserstoff	23.10	0.7190	208.155	180.830	180.790
	23.20	0.7172	208.664	180.760	
Nach der Verbrennung .	23.50	0.5582	154.450	104.020	104.010
	23.50	0.5558	155.093	104.000	

Hieraus berechnet sich der Gehalt des Gases nach:

	Analyse 1.	Analyse 2.
H	19.471	19.508 pCt.
O	77.843	77.834 »
N	2.686	2.658 «

Die besprochenen Untersuchungen wurden von mir im thierphysiologischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule unter der Leitung des Hrn. Prof. Zuntz ausgeführt.