

## **Die Bestimmung des Stickstoffs der Stoffwechselprodukte.**

Von

**Dr. Th. Pfeiffer.**

(Der Redaktion zugegangen am 27. Juli 1886.)

Die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte im thierischen Kothe verursachen bekanntlich unliebsame Complicationen bei Entscheidung der Frage, wieviel von dem in der Nahrung aufgenommenen Stickstoff unverdaut ausgeschieden wird. Während man früher fast allgemein glaubte annehmen zu dürfen, dass dieselben bei Aufstellung der bezüglichen Verdauungscoefficienten unberücksichtigt gelassen werden könnten, mehren sich in neuerer Zeit die experimentellen Daten, aus welchen hervorgeht, dass hier ein nicht zu unterschätzender Factor bei der Beurtheilung der Verdauungsvorgänge vorliegt. Wenn man trotzdem noch nicht dahin gelangt ist, den Stickstoff der Stoffwechselprodukte von dem ausgeschiedenen Gesamtstickstoff des Kothes in Abzug zu bringen, so liegt dies einfach daran, dass eine genaue, directe Bestimmungsmethode der Stoffwechselprodukte bislang gänzlich fehlt.

Es liegen zwar schon eine Reihe von Versuchen vor, welche es sich zur Aufgabe gestellt haben, die fragliche Lücke auszufüllen. Wie ich an anderer Stelle <sup>1)</sup> bereits früher ausgeführt habe, handelt es sich dabei aber entweder nur um die Bestimmung des Maximums des in Form von Gallenstoffen dem Kothe beigemengten Stickstoffs (Henneberg-Stohmann, Schulze-Maercker, Heiden), oder die

1) Journal f. Landwirtschaft. 1885, S. 151, 182, 186.

betreffenden Untersuchungen lassen keine endgültige Verallgemeinerung zu. Zu letzterer Kategorie gehört die Berechnung des auf die Stoffwechselprodukte entfallenden Stickstoffs auf indirectem Wege von Kellner, sowie eine Bestimmung dieser Stickstoffmenge im Schweinekoth, wie ich dieselbe in einer früheren Arbeit ausgeführt habe. Bekanntlich ergibt sich bei der künstlichen Verdauung von Futtermitteln mit Magensaft nach Stutzer im Vergleich zu der natürlichen durch das Thier eine bedeutende Differenz. Dieses Plus von Stickstoff, welches sich im Kothe der Thiere findet, setzt Kellner <sup>1)</sup> gleich dem vom Organismus geleisteten Zuschuss an Stoffwechselprodukten. Hieraus berechnet sich dann, dass auf je 100 gr. verdaute Trockensubstanz (ohne Mitberücksichtigung der Stoffwechselprodukte) 0,4 gr. Stickstoff in Form von Stoffwechselprodukten entfallen. Da die künstliche Verdauung mit Pepsin nach meinen Untersuchungen <sup>2)</sup> zu niedrige Werthe ergibt, so konnte der obige Weg nur zu Minimalzahlen führen, die aber auch sonst unter manchen Unsicherheiten zu leiden haben. In meiner oben erwähnten Arbeit <sup>3)</sup> hatte ich mir die Aufgabe gestellt, die Menge der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte im Kothe von Schweinen zu bestimmen, welcher von einer eiweissfreien Nahrung herrührt. Sämmtlicher im Kothe ausgeschiedene Stickstoff war dann den gesuchten Stoffen zuzurechnen. Auf diese Weise habe ich gefunden, dass die Stoffwechselprodukte jedenfalls einen wohl zu beachtenden Factor bei Ausnutzungsversuchen bilden, und ferner ergaben sich mir bei diesbezüglichen Berechnungen in Uebereinstimmung mit Kellner, dass beim Schweine auf 100 gr. verdaute Trockensubstanz 0,4 gr. Stickstoff vom Organismus zum Kothe zugeschossen werden. Diese Thatsache lässt sich aber, wie bereits erwähnt, durchaus nicht verallgemeinern. Sie könnte höchstens für Schweine Gültigkeit beanspruchen und auch hierfür sind Einwürfe nicht aus-

1) Biedermann's Centralblatt f. Agriculturchemie, 1880, S. 763.

2) Journal für Landwirtschaft, 1883, S. 221.

3) Ibid., 1885, S. 149.

geschlossen, weil die Versuchsbedingungen keine ganz normalen waren. Ueberhaupt können selbstverständlich so vereinzelt dastehende Versuche nicht zur Aufstellung weitgehender Gesetze führen.

Dagegen glaube ich in dem auf die erwähnte Weise gewonnenen Koth von Schweinen ein Material zu besitzen, mit dessen Hülfe sich eine allgemein gültige Bestimmungsmethode der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte finden und begründen liesse. Dies hat Veranlassung zu vorliegender Arbeit gegeben, welche ich im Einverständniss mit Herrn Professor Henneberg an hiesiger Versuchstation ausgeführt habe. Da sich dieselbe an die oben erwähnten Fütterungsversuche mit Schweinen eng anschliesst, so will ich zunächst den Versuchsplan, welcher diesen letzteren zu Grunde lag, hier kurz recapituliren.

Zwei Ferkel erhielten in einer ersten Periode zur Orientirung über die Verdauungsverhältnisse ein normales Sättigungsfutter von Gerstenschrot und etwas Salz.

In der zweiten Periode wurde ein dem vorigen in seinen Nährstoffcomponenten mit Ausschluss der Proteinstoffe möglichst ähnliches Futter aus Kartoffelstärke, Zucker, Olivenöl, Papierfaser (als Ersatz für die Rohfaser der gewöhnlichen Futtermittel) und Salzen zusammengesetzt und verabreicht.

Um endlich den Einfluss kennen zu lernen, welchen etwa das Fortlassen der Proteinstoffe im Futter auf die Ausscheidung der Stoffwechselprodukte in Periode II ausgeübt hatte, wurde in einer dritten Periode der vorigen Ration ein Eiweisskörper zugesetzt, von dem anzunehmen ist, dass er ganz oder doch fast vollständig verdaut wird. Es stand hierzu Conglutin zur Verfügung, welchem nach früheren Versuchen <sup>1)</sup> die geforderte Eigenschaft zugesprochen werden muss.

Periode II und III haben demnach das Material zu den vorliegenden Untersuchungen geliefert, einen Koth, dessen

<sup>1)</sup> Journal für Landwirtschaft, 1885. S. 176.

Stickstoffgehalt ausschliesslich auf Stoffwechselprodukte zurückzuführen ist. Periode I konnte nur nebensächlich, vergleichsweise herangezogen werden. Zur Aufgabe stellte ich mir die Lösung der Frage:

Giebt es einen Weg, um sämtliche stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte im thierischen Kothe resp. den darauf entfallenden Stickstoff in Lösung zu bringen, von welchem man mit Sicherheit annehmen kann, dass er im gegebenen Falle die übrigen, den Nahrungsresiduen entstammenden Stickstoffverbindungen unberührt lässt?

Da inzwischen Stutzer<sup>1)</sup> auf rechnerischem Wege dieser Frage ebenfalls näher getreten ist, und ich mich veranlasst gesehen habe, die von dem genannten Forscher gezogenen Schlüsse zurückzuweisen<sup>2)</sup>, so sei es mir gestattet, meinen definitiven Versuchsergebnissen einige chronologisch geordnete allgemeine-Betrachtungen vorzuschicken.

Den vielleicht am nächsten liegenden Weg, die Gallenstoffe durch Extraction mit Alkohol und Aether, das Mucin durch Digestion mit Kalkwasser und Fällung mit Essigsäure (Hoppe-Seyler) zu bestimmen, habe ich nur insofern betreten, als ich über die auf die angegebene Weise ermittelten Mucinmengen a. a. O. bereits berichtet habe. Bei dieser Gelegenheit habe ich jedoch schon hervorgehoben, dass die erwähnte Methode meiner Ansicht nach nicht geeignet ist zur quantitativen Trennung des Mucins von den stickstoffhaltigen Nahrungsresiduen. Wir wissen meines Erachtens nicht, ob die angewandten Reagentien die Schleimstoffe vollständig zu lösen resp. quantitativ zur Abscheidung zu bringen vermögen, wir können uns nicht des Bedenkens entwehren, ob Kalkwasser seine verändernde, lösende Wirkung nicht auch auf andere Stickstoffverbindungen des Kothes ausdehnt, die wir vollständig intact zu erhalten bestrebt sein müssen. Aus diesen Gründen habe ich von dem weiteren Studium der fraglichen Bestimmungsmethoden Abstand genommen.

1) Zeitschrift für physiologische Chemie, 1886, S. 156.

2) Ibid., 1886, S. 170.

Ich sah mich deshalb nach einem anderen Wege um und verfiel, gleich Stutzer, auf die Behandlung des Kothes mit einer aus der Schleimhaut vom Magen hergestellten Pepsinlösung. Es ist dies dasselbe Reagens, welches bekanntlich Stutzer<sup>1)</sup> zur Feststellung der Verdaulichkeit der Proteinstoffe ausserhalb des thierischen Organismus s. Z. in Vorschlag gebracht hatte. Bei vergleichenden Untersuchungen über die natürliche und künstliche Verdauung stickstoffhaltiger Futterbestandtheile bin ich, wie bereits erwähnt (S. 562), zu dem Resultate gelangt, dass von dem im Magensaft auf künstlichem Wege ungelösten Stickstoff der Futtermittel ein ziemlich bedeutender Theil im thierischen Organismus der Verdauung anheimfällt. Diesen Nachweis habe ich durch künstliche Verdauung einerseits der Futtermittel, andererseits der zugehörigen Kothes erbracht. Meine hiernach zu einem ganz anderen Zwecke ausgeführten künstlichen Verdauungsversuche mit Kothien verschiedener Herkunft benutzt nun Stutzer<sup>2)</sup>, um darauf eine Bestimmungsmethode der Stoffwechselprodukte zu gründen. Der durch Magensaft gelöste Kothstickstoff wird von ihm als diejenige Menge bezeichnet, welche den Gesamtstoffwechselprodukten entspricht, ohne den Beweis zu erbringen, ob letztere wirklich sämmtlich in dem genannten Reagens löslich sind. Nur die Darmepithelien erregen einiges Bedenken, doch soll deren geringe Menge das Resultat nicht beeinträchtigen. Als einzige Stütze dienen dem genannten Forscher weitere Berechnungen, woraus sich ergibt, dass nach den vorliegenden Annahmen in den verwertheten Versuchen auf je 100 gr. verdaute Trockensubstanz im Mittel 0,4 gr. Stickstoff in Form von Stoffwechselprodukten entfallen. Dies stimmt zufällig mit den von Kellner und mir gefundenen Werthen überein, aber auch nur zufällig, wie ich gleich zu beweisen gedenke, und berechtigt daher keineswegs dazu, diese Thatsache als besonders beweiskräftig mit gesperrter Schrift hervorzuheben. Der von Kellner beschrittene

1) Journal für Landwirtschaft, 1880, S. 195.

2) Zeitschrift für physiologische Chemie, I. c.

Weg zur Bestimmung der Stoffwechselprodukte muss nämlich zu ganz anderen Resultaten führen, wie der Stutzer'sche, wenn beide Methoden bei den gleichen Versuchen in Anwendung gebracht werden. Kellner setzt die Stoffwechselprodukte gleich der Differenz, welche sich zwischen der künstlichen und natürlichen Verdauung der Futtermittel ergibt. Wenn hiermit die durch Behandlung der Kothe mit Pepsinlösung ermittelten Werthe für die Stoffwechselprodukte (nach Stutzer) zusammenfielen, so müssten die im Magensaft unlöslichen Stickstoffreste in den Futtermitteln und in den zugehörigen Kothen ebenfalls gleich sein. Dies würde aber nichts Anderes bedeuten, als einen Nachweis für die vollberechtigte Gleichstellung der künstlichen Verdauung durch Pepsinlösungen gegenüber der natürlichen durch das Thier. Bekanntlich ist dies aber nicht zutreffend und somit kann obige Uebereinstimmung nur eine zufällige sein. Ein Beispiel aus meiner Versuchsreihe wird das Gesagte besser erläutern. Ich wähle aus den Versuchen von 1882 denjenigen mit Luzerneheu bei Hammel I.

	Die Stoffwechselprodukte berechnen sich nach:	
	Stutzer.	Kellner.
Trockensubstanz verdaut . . . . .	gr. 4068,90	gr. 4068,90
St. { N ausgeschieden im Kothe . . . . .	49,78	—
{ Koth N, in Magensaft unlöslich . . . . .	33,33	—
{ Durch Magensaft gelöster N der Futtermittel	—	140,33
K. { Im Thierkörper verdauter N (aufgenommener N minus Gesamtkoth N). . . . .	—	134,70
N in Form von Stoffwechselprodukten . . . . .	16,45	5,63
Auf 100 gr. verdaute Trockensubstanz entfällt N in Form von Stoffwechselprodukten . . . . .	0,40	0,14

Eine derartige Richtigstellung der vermeintlichen Uebereinstimmung liesse sich natürlich für sämtliche Versuche durchführen.

Dies mag zur Widerlegung der von Stutzer angeführten Gründe für die Richtigkeit seiner Methode genügen.

Ich komme nunmehr zu dem thatsächlichen Beweise, dass die Stoffwechselprodukte bei den in Rede stehenden Versuchen durch die Behandlung der Kothe mit Magensaft nicht vollständig in Lösung gebracht sein können, wofür ich schon in meiner vorläufigen Entgegnung<sup>1)</sup> die experimentellen Belege angekündigt habe.

Wie erwähnt versuchte ich bereits vor längerer Zeit den Gesamt-Stickstoff (also den Stickstoff der Stoffwechselprodukte) der aus Periode II und III meiner Schweineversuche stammenden Kothe durch künstliche Verdauung mit Pepsinlösung zu bestimmen. Die betreffenden Kothe waren die gewöhnlichen zur Analyse verwandten getrockneten Proben, und fand ich, dass auf diese Weise ein ziemlich bedeutender Theil der Stoffwechselprodukte der lösenden Wirkung des genannten Reagens widersteht. Das Nähere ergibt sich aus der folgenden Tabelle.

Zu den Einzelbestimmungen je 2 gr. Substanz<sup>2)</sup> verwandt.

	Periode II. 10. 11. Januar.				Periode III. 25./26. Januar.			
	Ferkel I.		Ferkel II.		Ferkel I.		Ferkel II.	
	Gefunden N				Gefunden N			
	gr.	‰	gr.	‰	gr.	‰	gr.	‰
Gesamt-N, nach früheren Bestimmungen . . . . .	0,01362	0,683	0,01302	0,651	0,01262	0,631	0,01276	0,638
Im Magensaft unlöslicher N	0,00591	0,288	0,00562	0,274	0,00504	0,247	0,00533	0,274
	0,00562		0,00533		0,00485		0,00562	
Vom Gesamt-N waren löslich . . . . .	0,00786	57,7	0,00755	57,9	0,00767	60,8	0,00729	57,1

Im Mittel der Einzelversuche sind demnach nur 58,4% Stickstoff der Stoffwechselprodukte aus den getrockneten Kothproben durch Magensaft in Lösung gebracht. Da nun die von Stutzer zu seinen Berechnungen herangezogenen

<sup>1)</sup> Zeitschrift f. physiolog. Chemie, I. c.

<sup>2)</sup> Bei diesen und den später folgenden «vorläufigen Versuchen» sind keine Trockensubstanzbestimmungen ausgeführt. Die Zahlen beziehen sich daher auf «lufttrockene Substanz».

künstlichen Verdauungsversuche mit Hammelkothem ausgeführt sind, welche sich ebenfalls in getrocknetem Zustand befinden haben, so dürfte mein Schluss, dass hierbei ähnliche Verhältnisse obgewaltet haben, volle Berechtigung besitzen. Die Stutzer'sche Schätzung der Stoffwechselprodukte ist auf alle Fälle viel zu niedrig. Nach meinen eben mitgetheilten Versuchen würden sich z. B. die Stickstoffmengen der Stoffwechselprodukte nach Stutzer in folgender Weise erhöhen.

	N der Stoffwechselprodukte gr. berechnet nach:		Auf 100 gr. verdaute Trockensubstanz entfallen N gr. nach:	
	Stutzer.	Pfeiffer.	Stutzer.	Pfeiffer.
1882/83, Luzerneheu, Hammel I	16,45	28,17	0,40	0,69
» » » II	16,06	27,50	0,35	0,66
» Wiesenheu . . . . .	40,32	69,04	0,48	0,83
1879, I . . . . .	2,470	4,23	0,45	0,77
» II . . . . .	2,196	3,76	0,36	0,63
» III . . . . .	2,717	4,65	0,41	0,72
» IV . . . . .	2,621	4,49	0,36	0,64
» V . . . . .	2,747	4,70	0,42	0,70
» VI . . . . .	2,215	3,79	0,38	0,65
» VII . . . . .	1,995	3,42	0,38	0,66

Es ist jedoch wohl möglich, dass sich die Stoffwechselprodukte in den verschiedenen getrockneten Kothem gegen Magensaft verschieden verhalten, und dass daher in Wirklichkeit die Stutzer'schen Zahlen der Wahrheit etwas näher kommen, als es hier den Anschein gewinnt. Jedenfalls steht fest, dass die besprochene Methode zu keinen sicheren Resultaten führen kann, und habe ich dieselbe desshalb auch s. Z. sofort wieder verlassen.

Ueber die folgenden, gleichfalls erfolglosen Versuche kann ich kurz hinweggehen. Ich theile dieselben hier nur mit, um etwaigen Untersuchungen in gleicher Richtung vorzubeugen. Die Widerstandsfähigkeit der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte gegen eine Pepsinlösung schob ich wesentlich auf das beigemengte Mucin. Für letzteres hoffte ich dann in

dem alkalischen Pankreasauszug, wie ihn Stützer<sup>1)</sup> gleichfalls zu Verdauungsversuchen in Vorschlag gebracht hat, ein wirksames Lösungsmittel gefunden zu haben, indem ich von der bekannten Thatsache ausging, dass sich das Mucin in verdünnten Alkalien an und für sich leicht löst. Meine Erwartungen haben sich nicht bestätigt. Ein aus frischem Pankreas bereiteter Glycerinauszug (nach Stützer) wirkte zwar besser, wie eine Pepsinlösung, aber immerhin blieb ein ziemlich erheblicher Theil des Gesamtstickstoffs ungelöst. Ganz dasselbe zeigte sich bei künstlichen Verdauungsversuchen mit Magensaft unter nachfolgender Behandlung des Verdauungsrückstandes mit Pankreasauszug, nur dass hierbei wieder etwas mehr Stickstoff gelöst wurde. Das Nähere ist aus der nachfolgenden Tabelle zu ersehen. Die betreffenden Bestimmungen sind wiederum mit je 2 gr. Substanz in der Stützer'schen Weise ausgeführt.

	Pankreatin-Verdauung.				Pepsin-Pankreatin-Verdauung.			
	Periode II. 10./11. Januar.				Periode II. 10./11. Januar.			
	Ferkel I.		Ferkel II.		Ferkel I.		Ferkel II.	
	Gefunden N				Gefunden N			
gr.	‰	gr.	‰	gr.	‰	gr.	‰	
Gesamt-N nach früheren Bestimmungen	0,01362	0,683	0,01302	0,651	0,01362	0,683	0,01302	0,651
unlöslich	0,00389	0,209	0,00446	0,237	0,00302	0,137	0,00272	0,165
	0,00447		0,00504		0,00244		0,00389	
Gesamt-N waren								
löslich	0,00944	69,3	0,00827	63,5	0,01089	80,0	0,00971	74,6

Ich habe diesen Zahlen nichts weiter hinzuzufügen, sie erweisen hinlänglich die Unbrauchbarkeit der in Aussicht genommenen Methoden.

In den bisher mitgetheilten Versuchen wurden, wie ausdrücklich hervorgehoben, durchgehends die getrockneten

1) Zeitschrift f. physiolog. Chemie, 1885, S. 211.

Kothproben, welche ja auch zu den übrigen analytischen Bestimmungen dienen, verwandt. Es war aber sehr wohl denkbar, dass die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte beim Trocknen der Koth eine derartige Veränderung erleiden, dass sie sich gegen die bisher angewandten Reagentien widerstandsfähig erweisen. Ich brauche wohl kaum hervorzuheben, dass es sich hierbei wesentlich um das Mucin handelt, welches beim Trocknen augenscheinlich bedeutende Veränderungen erleidet. In welcher Richtung dieselben vor sich gehen, ob sich hierbei coagulirtes Eiweiss bildet, kommt hier nicht in Betracht. Ich enthalte mich ausdrücklich hierüber jeglicher Meinungsäusserung. Durch diese Erwägungen veranlasst, behandelte ich den frischen, nicht getrockneten Koth mit verschiedenen Verdauungssäften und schon die ersten Vorversuche führten zu einem sehr befriedigenden Resultate, welches ich sofort bei Abfassung der Entgegnung auf die Stutzer'sche Berechnung benutzen konnte.

Allerdings muss ich bemerken, dass mir wirklicher, frischer Koth, wie er direct von den Thieren geliefert wird, nicht zur Verfügung stand, da ich die betreffenden Untersuchungen selbstverständlich mit den von einer eiweissfreien Nahrung herrührenden Schweinekothen ausführen wollte. Bei den betreffenden, zwei Jahre zurückliegenden Fütterungsversuchen war aber ein aliquoter Theil des Kothes mit der ausdrücklichen Bestimmung zur weiteren Untersuchung auf Stoffwechselprodukte unter verdünntem (70 %) Alkohol in gut verschlossenen Gläsern aufbewahrt worden<sup>1)</sup>. So weit es sich beurtheilen lässt, hatte der Koth hierbei durchaus keine tiefgreifende Veränderung erlitten. Einzelne Körper hatten sich natürlich in Alkohol gelöst, und dieser war daher gelbbraun gefärbt. Welchen Einfluss dieser Umstand auf den Gesamtstickstoffgehalt ausgeübt hat, zeigen die folgenden Zahlenangaben. Es sei gleich hier bemerkt, dass die Probe-

<sup>1)</sup> L. c., S. 153. Diese Proben sollen im Folgenden stets als «frischer» Koth bezeichnet werden.

nahme zu den Einzelversuchen stets in folgender Weise vorgenommen wurde. Alkohol vom Kothe möglichst vollständig abgegossen; letzterer gut gemischt und eine grössere Durchschnittsprobe genommen: diese mit Wasser zur Befreiung von Alkohol mehrfach decantirt und mit der Wasserstrahlpumpe auf einem Papierfilter abgesogen; von dem resultirenden, mehr oder weniger consistenten Brei die Proben zur Trockensubstanzbestimmung, sowie zu sonstigen Untersuchungen abgewogen. Die Stickstoffbestimmungen sind nach der Methode von Kjeldahl ausgeführt.

	Jetzt gefunden:			Früher ge- funden ‰ N.
	Ange- wandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N		
		gr.	‰	
Periode I, Ferkel II. . . . .	1,0532	0,021191	2,01	2,76
	1,3174	0,026395	2,00	
Periode II, 10. 11. Januar, Ferkel II. .	2,0508	0,011365	0,55	0,65
	2,1379	0,012521	0,59	
Periode III, 25. 26. Januar, Ferkel II.	1,9031	0,009631	0,48	0,64
	2,8277	0,014833	0,52	

Die Differenzen sind zwar ziemlich bedeutend, aber sie zwingen durchaus nicht zu der Annahme, dass die Stickstoffverbindungen der Kothe eine Zersetzung erfahren hätten, wofür an und für sich in Folge der Aufbewahrungsmethode auch kein Grund vorliegt. Um aber einem derartigen Einwand auch noch anderweitig zu begegnen, habe ich die in Alkohol-Aether unlöslichen Stickstoffmengen des unter Alkohol aufbewahrten «frischen» Kothes bestimmt, um so die auf Mucin, Darmepithelien etc. entfallende Stickstoffmenge zu ermitteln, welche dem künstlichen Verdauungsprocesse anheimfallen muss. Zum Vergleich sind einige gleiche Bestimmungen in den getrockneten Kothten hinzugefügt, die ursprünglich zu anderen Zwecken ausgeführt wurden.

## In Alkohol und Aether unlöslicher Stickstoff.

	Im «frischen» Kothe.			Im getrockneten Kothe.		
	Angewandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N		Angewandte Substanz gr.	Gefunden N	
		gr.	%		gr.	gr.
1) Periode I, Ferkel I	1,5648	0,034521	2,21	/	—	—
	1,5648	0,033943	2,17	/	—	—
2) Periode II, Ferkel I	1,4335	0,007355	0,51	/	—	—
8. 9. Januar	1,4335	0,007355	0,51	/	—	—
3) Periode II, Ferkel II	1,416	0,007355	0,52	2,0000	0,010498	0,53
10. 11. Januar	1,416	0,006777	0,48	2,0000	0,009920	0,49
4) Periode III, Ferkel I	1,3950	0,006488	0,47	2,0000	0,010309	0,51
25. 26. Januar	1,3950	0,006777	0,49	2,0000	0,010309	0,51

Die unter 3 und 4 aufgeführten Controlbestimmungen im getrockneten, mit Alkohol-Aether extrahirten Kothe stimmen fast vollständig mit denjenigen im «frischen» Kothe überein.

Nach den bisherigen Erörterungen glaube ich demnach hinlänglich dargethan zu haben, dass in dem unter Alkohol aufbewahrten Schweinekoth ein völlig intactes Material vorlag, auf welches sich ohne Bedenken eine Methode zur Bestimmung der Stoffwechselprodukte gründen lässt.

Es sollen hier zunächst die betreffenden Versuchsergebnisse, tabellarisch geordnet, folgen, um hieran einige allgemeine Bemerkungen anzuknüpfen.

	Nach der Behandlung					
	mit Pepsinlösung.			mit Pankreasauszug.		
	Angewandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N		Angewandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N	
gr.		%	gr.		gr.	%
Periode II, Ferkel I	1,4160	0,000419	0,029	/	—	—
10. 11. Januar	1,4160	0,000708	0,050	/	—	—
Periode II, Ferkel I	1,4335	0,000419	0,029	/	—	—
8. 9. Januar	1,4335	0,000419	0,029	/	—	—
Periode II, Ferkel II	1,2190	0,000130	0,011	1,2190	0,000166	0,014
10. 11. Januar	1,2190	0,000130	0,011	1,2190	-0,000123	-0,010

Fortsetzung der Tabelle auf S. 572.

	Nach der Behandlung					
	mit Pepsinlösung.			mit Pankreasauszug.		
	Ange- wandte Trocken- substanz	Gefunden N		Ange- wandte Trocken- substanz	Gefunden N	
gr.	gr.	o/o	gr.	gr.	o/o	
Periode II, Ferkel II \	1,5320	0,000688	0,045	/		
8. 9. Januar /	1,5320	0,000130	0,008	/		
Periode III, Ferkel I \	1,3950	0,000130	0,009	/		
25. 26. Januar /	1,3950	0,000708	0,051	/		
Periode III, Ferkel I \	1,3500	0,000688	0,051	/		
28./29. Januar /	1,3500	0,000688	0,051	/		
Periode III, Ferkel II \	1,4450	0,000419	0,029	1,4450	0,000166	0,011
25. 26. Januar /	1,4450	0,000130	0,009	1,4450	0,000166	0,011
Periode III, Ferkel II \	1,4040	0,000130	0,009	/		
28./29. Januar /	1,4040	0,000130	0,009	/		
Im Mittel . . . . .	—	—	0,026	—	—	0,007

Durch die künstliche Verdauung der «frischen» Kothe mit Pepsinlösung ist es also gelungen, den Stickstoff fast vollständig in Lösung zu bringen. Die geringen Spuren, welche der Verdauung entgangen sind, können nicht in's Gewicht fallen; sie liegen innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen, da es sich dabei um den Mehrverbrauch von wenigen Zehntel Cubikcentimeter Barytwasser<sup>1)</sup> bei der Titration handelt. Die Behandlung der Kothe mit einem Pankreasauszug hat in zwei Fällen ein noch etwas günstigeres Resultat ergeben; bei Periode I Ferkel I lässt sich aber das Umgekehrte constatiren. Sonst lag kein Grund vor, dieser Methode den Vorzug zu ertheilen, und obige Resultate genügen auch allen billiger Weise zu stellenden Anforderungen vollständig. Die Pankreasverdauung habe ich bei den weiteren Untersuchungen gänzlich ausgeschlossen, weil deren Ausführung mit mancherlei

<sup>1)</sup> Das bei der Titration verwandte Barytwasser war so gestellt, dass 1 cbcm. 0,00289 gr. N entsprach.

Schwierigkeiten verknüpft ist, worüber ich an anderer Stelle kurz berichten werde.

Wir besitzen also in der künstlichen Verdauung der frischen Kothe mit Pepsinlösung ein Mittel, um den Stickstoff der Stoffwechselprodukte mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen. Es kann hierbei meines Erachtens nur noch ein Bedenken auftauchen. Wie verhalten sich die stickstoffhaltigen Nahrungsresiduen gegenüber der lösenden Wirkung des vorgeschlagenen Reagens? Bleiben dieselben wirklich, wie es die gestellte Aufgabe verlangt, völlig unberührt? Letztere Frage glaube ich getrost bejahen zu können, trotzdem mir hierfür keine experimentellen Beweise zur Seite stehen. Es scheint mir aber völlig unglaublich, dass die Nahrungsresiduen, nachdem sie im Darmtractus so mannigfachen Verdauungssäften widerstanden haben, ausserhalb des Organismus durch eine Pepsinlösung irgendwie verändert werden sollten. Hierzu kommt, dass die schwächere Wirkung der künstlichen Verdauung mit Magensaft gegenüber der natürlichen für Futtermittel erwiesen ist, und dass man keine Veranlassung hat, für Kothe andere Verhältnisse anzunehmen. Schliesslich möchte ich noch auf die für Periode I zwischen der berechneten und gefundenen Stickstoffmenge der Stoffwechselprodukte bestehende Uebereinstimmung hinweisen, wie sich dieselbe aus der folgenden Zusammenstellung ergibt.

In Periode II und III entfallen auf 100 gr. verdaute Trockensubstanz, 0,364—0,426, im Mittel 0,394 gr. Stickstoff in Form von Stoffwechselprodukten. Gleiche mittlere Verhältnisse für Periode I angenommen, habe ich in der mehrfach citirten Arbeit (S. 187) berechnet, dass

bei Ferkel I 2,898 gr. N

» » II 2,891 » »

für Stoffwechselprodukte in Ansatz zu bringen sind. Zu welchen Werthen führt uns nun die directe Bestimmung der Stoffwechselprodukte?

	Gesamt-N im Kothe %	Im Magen- saft unlös- licher Koth N %) <sup>1)</sup>	Auf Stoff- wechsel- produkte entfallen- der (lös.) N %	Ausge- schiedene Koth- trocken- substanz gr.	N der Stoff- wechsel- produkte gr.
Periode I, Ferkel I	2,466	0,614	1,852	150,33	2,784
Periode I, Ferkel II	2,758	0,830	1,928	158,32	3,052
				Mittel = 2,948 gr.	

Auf 100 gr. verdaute Trockensubstanz entfallen hier-  
nach:

Ferkel I (735,52 gr. verd. Trockensubstanz: 2,784 = 100 : x)  
= 0,379 gr. N

Ferkel II (733,69 gr. verd. Trockensubstanz: 3,052 = 100 : x) } im Mittel  
= 0,415 gr. N } 0,397 gr.

Derartige gleiche Resultate bei einer durchgeführten Be-  
stimmung und einer unabhängig davon angestellten Berechnung  
sind geeignet, die angewandte Methode, gegen welche sich an  
und für sich keine Bedenken erheben lassen, zu stützen.

Zur Bestimmung des Stickstoffs der Stoffwechselprodukte  
bringe ich daher folgende Methode in Vorschlag, von welcher  
ich hoffe, dass sie sich bei weiterer Prüfung als ausreichend  
erweisen wird.

Vom frischen Kothe werden gute Durchschnittsproben  
abgewogen, welche annähernd 1,5—2,0 gr. Trockensubstanz  
entsprechen. Dieselben werden mit 200 ccm. Pepsinlösung

1)

	Nach der Behandlung					
	mit Pepsinlösung.			mit Pankreasauszug.		
	Ange- wandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N		Ange- wandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N	
	gr.	%		gr.	gr.	%
Periode I, Ferkel I	1,2217	0,007644	0,626	1,2217	0,007969	0,652
	1,2217	0,007355	0,602	1,2217	0,007680	0,628
Periode I, Ferkel II	1,5648	0,013424	0,858	—	—	—
	1,5648	0,012557	0,802	—	—	—

(nach Stutzer aus der Schleimhaut von frischem Magen bereitet) bei Bluttemperatur 24 Stunden unter allmählichem Zusatz von verdünnter Salzsäure, bis die Gesamtflüssigkeit 1% HCl enthält, digerirt, dann abfiltrirt, mit Wasser und zuletzt mit Alkohol und Aether ausgewaschen. Der Rückstand wird mit dem benutzten Filter zur Stickstoffbestimmung verwandt. Von dem gefundenen Stickstoff ist derjenige des Filters natürlich in Abzug zu bringen. Die solcher Gestalt gewonnenen Zahlen geben die in den Nahrungsresiduen enthaltenen Stickstoffmengen an. Diese abgezogen von dem Gesamt-Kohlstickstoff führen zu den auf die Stoffwechselprodukte entfallenden Stickstoffmengen. Zur Berechnung der Verdauungscoefficienten werden die auf die Nahrungsresiduen entfallenden Stickstoffmengen den aufgenommenen Gesamt- resp. Protein-Stickstoffmengen gegenübergestellt.

Die vorliegende Methode habe ich in einer Reihe von neuen Versuchen zur Vergleichung der künstlichen und natürlichen Verdauung, über welche in der nachstehenden Arbeit berichtet wird, verwerthet. Auf einige hierbei gewonnene, neue Gesichtspunkte werde ich an entsprechender Stelle zurückkommen.

Göttingen, landwirthschaftliche Versuchsstation, im Juli 1886.