

# Neue<sup>1)</sup> Versuche zum Vergleich der natürlichen und künstlichen Verdauung stickstoffhaltiger Futterbestandtheile.

Von

**Dr. Th. Pfeiffer.**

(Der Redaktion zugegangen am 30. Juli 1886.)

Die bisher allgemein übliche Bestimmung des verdau-lichen Antheils der stickstoffhaltigen Futterbestandtheile durch den directen Thierversuch leidet an zweierlei Uebelständen. Sie kann erstens, da sie auf dem Vergleich zwischen dem im Futter aufgenommenen und dem im Koth ausgeschiedenen Gesamtstickstoff beruht, keine sicheren Resultate liefern. Der Koth enthält die dem Organismus entstammenden Stoffwechselprodukte, und diese haben bislang keine, oder doch nur eine ungenügende Berücksichtigung erfahren. Hiergegen soll die vorstehende<sup>2)</sup> Arbeit über die Bestimmung der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte ein Mittel an die Hand geben. Zweitens aber sind die Verdauungsversuche mit Thieren recht umständlich und zeitraubend, sie erfordern besondere bauliche Einrichtungen und sonstige Vorkehrungen, so dass nicht jedes Versuchslaboratorium in der Lage ist, dieselben zur Ausführung zu bringen. Es müsste daher mit lebhafter Freude begrüsst werden, wenn sich ein vereinfachter, aber sicher zum Ziele führender Weg finden liesse, welcher die Verlegung der beregten Versuche ausserhalb des thierischen Organismus in das Laboratorium gestattete, welcher auch in dieser Richtung einfachen chemischen Analysen Eingang verschaffte. Stutzer gebührt das grosse Verdienst, diesen Weg betreten und, unbeirrt durch einen ersten Miss-

1) Cf. Journal für Landwirthschaft, 1883, S. 221.

2) Der Ausdruck « vorstehende Arbeit » bezieht sich auf die im Jahrgang 1886, Bd. X, S. 561, abgedruckte Mittheilung über die Bestimmung des Stickstoffs der Stoffwechselprodukte. Der hieran beabsichtigte unmittelbare Anschluss der vorliegenden Arbeit ist leider unterblieben.

erfolg, weiter verfolgt zu haben. Nachdem sich gezeigt hatte, dass die zuerst in Vorschlag gebrachte künstliche Verdauung der Futtermittel mit Pepsinlösung zu niedrige Werthe ergiebt, stellte der genannte Forscher neue Versuche<sup>1)</sup> in gedachter Richtung mit alkalischem Pankreassaft an, welche uns nach den vorliegenden Untersuchungen dem Ziele ziemlich nahe gebracht haben. Stutzer fand nämlich, dass von dem in Pepsin unlöslichen Stickstoff ein Theil durch nachfolgende Behandlung mit Pankreas gelöst werden kann, und dass dieser Theil annähernd mit der von mir<sup>2)</sup> zwischen der künstlichen Verdauung mit Magensaft und der natürlichen durch das Thier beobachteten Differenz übereinstimmt. Für die Brauchbarkeit der neuen Stutzer'schen Methode würde dies genügende Beweiskraft besessen haben, wenn eine directe Gegenüberstellung der angezogenen Versuche statthaft wäre. Dies ist aber nicht der Fall. Es bleibt immer bedenklich, Versuche, die auf ganz verschiedener Grundlage beruhen, mit einander zu vergleichen, etwaige Uebereinstimmungen können dabei rein zufälliger Natur sein und gestatten daher keine Verallgemeinerung. So auch hier. Durch die künstliche Verdauung des getrockneten Kothes findet man, dass ein bestimmter Theil des in Pepsin unlöslichen Stickstoffs der verzehrten Futtermittel im Kothe nicht wieder erscheint, also vom Thier verdaut wird. Dieser bestimmte Theil bildet für Stutzer den Ausgangspunkt für seinen Vergleich, muss aber eine ungenaue Schlussfolgerung herbeiführen, weil wir es dabei durchaus nicht mit einem physiologisch scharf begrenzten constanten Werthe zu thun haben. Stutzer nimmt offenbar an, dass der in Pepsin unlösliche Stickstoff des getrockneten Kothes als die auf die Nahrungsresiduen entfallende Menge anzusprechen sei<sup>3)</sup>. In der vorstehenden

1) Zeitschrift für physiologische Chemie, 1885, S. 211.

2) Journal für Landwirthschaft, 1883, S. 22.

3) Bei der künstlichen Verdauung der getrockneten Hammelkothe habe ich bereits ausdrücklich hervorgehoben, dass in dem unlöslichen Rückstand höchst wahrscheinlich noch ein Theil der Stoffwechselprodukte (Mucin etc.) enthalten sei. Cf. Journal für Landwirthschaft, 1883, S. 237.

Arbeit habe ich aber gezeigt, dass dies unrichtig ist, dass erst durch Behandlung des frischen Kothes in der angegebenen Weise die Stoffwechselprodukte vollständig gelöst werden, und dass daher die Differenz zwischen dem durch Pepsin unlöslichen Stickstoff der Futtermittel und dem im Thierkörper factisch unverdaulichen Stickstoff eine grössere sein muss, als die von Stutzer vergleichsweise benutzten Versuche ergeben haben. Andererseits verhalten sich die Futtermittel der lösenden Wirkung eines alkalischen Pankreasauszuges gegenüber durchaus nicht gleichmässig. Ich erinnere hierbei an die von Stutzer festgestellte Thatsache, dass von dem Stickstoff der Oelfabrikationsrückstände (Palmkern-Cocoskuchen) durch Pankreatin nicht mehr in Lösung gebracht wird, als durch Pepsin, während der genannte Forscher neuerdings für andere Futtermittel, wie erwähnt, das Gegentheil nachgewiesen hat. Man kann daher durchaus nicht sagen, bei jeder Futtermischung werden von dem in Pepsin unlöslichen Stickstoff einige 20 % durch Pankreatin gelöst, eine solche Verallgemeinerung ist unzulässig.

Nach Darlegung dieser Verhältnisse brauche ich auf die neueste von Stutzer zur Begründung seiner in Vorschlag gebrachten künstlichen Verdauungsmethode veröffentlichte Berechnung<sup>1)</sup> nicht weiter einzugehen. Sie beruht, wie ich auch schon in der vorstehenden Arbeit zu einem anderen Zwecke erörtert habe, auf irrthümlichen Annahmen.

Die Stutzer'sche Methode zur Bestimmung der Verdaulichkeit stickstoffhaltiger Futterbestandtheile durch die künstliche Verdauung mit Pepsin und Pankreatin bedurfte vielmehr noch der Controle resp. Bestätigung durch den directen Thierversuch, bevor sie Anspruch auf Anerkennung machen konnte. Trotz des von Stutzer dagegen erhobenen Widerspruchs<sup>2)</sup> bildet bei derartigen Fragen das Thier die höchste entscheidende Instanz. Die von Stutzer zuerst vorgeschlagene künstliche Verdauung mit Pepsin schien in mancher

1) Zeitschrift für physiologische Chemie, 1886, S. 159.

2) Ibid., 1885, S. 213.

Hinsicht zutreffende Resultate zu geben. Fütterungsversuche stellten aber die Unzulänglichkeit dieser Methode ausser Zweifel, und Stutzer hat die durch das Thier gefällte Entscheidung dadurch anerkannt, dass er bestrebt gewesen ist, einen anderen Weg zur Erreichung des gesteckten Zieles aufzufinden. Sollte es aber richtig sein, diesen Weg blindlings zu betreten, ohne auf die höhere Instanz der Fütterungsversuche, welche sich in derselben Frage bereits trefflich bewährt hatte, zu recurriren? Stutzer hat, um die Resultate von Fütterungsversuchen im Allgemeinen in Misscredit zu bringen, auf die Tappeiner'schen Untersuchungen über die Cellulose-Gährung hingewiesen. Ohne auf diesen Punkt näher eingehen zu wollen, bemerke ich nur, dass sich die Ansichten darüber, wo das Recht zu suchen ist, durchaus noch nicht geklärt haben. Es ist daher unzulässig, die Tappeiner'sche Arbeit in der erwähnten Weise zu verwerthen. Wie zwei Autoritäten auf diesem Gebiete treffend bemerken<sup>1)</sup>, hat das Neue seine Anhänger gefunden, welche zum Theil über die Intentionen des Urhebers hinausgehen. Selbstverständlich wird man nicht behaupten können, dass die Fütterungsversuche in allen Fällen stets das Richtige getroffen haben. Die sich im thierischen Organismus abspielenden complicirten Prozesse setzen der Forschung bedeutende Hindernisse entgegen, aus denen uns Fehlerquellen erwachsen, die oft erst nach langer Zeit überwunden resp. auf ein bedeutungsloses Maass eingeschränkt werden. Bis dies gelingt, müssen wir mit Factoren rechnen, von denen wir wissen, dass sie mit einem Fehler behaftet sind. Es wird stets unser Bestreben bleiben, derartige Fehler zu beseitigen, dies kann aber nur durch Versuche am Thier geschehen, Schätzungen auf Grund anderweitiger Beobachtungen erweisen sich häufig nachträglich als unzutreffend. Diese allgemeinen Erörterungen auf unseren speciellen Fall übertragen, sollen zunächst daran erinnern, dass die Fütterungsversuche zur Bestimmung der Verdaulichkeit stickstoff-

<sup>1)</sup> Henneberg und Stohmann, Zeitschrift für Biologie, 1885, S. 614.

haltiger Futterbestandtheile unter der Nichtberücksichtigung der Stoffwechselprodukte zu leiden hatten. Trotzdem gebührte denselben den künstlichen Verdauungsversuchen gegenüber meiner Ansicht nach der Vorrang grösserer Sicherheit, weil man bei letzteren direct gar nicht übersehen konnte, welche Fehlerquellen sich dabei geltend machten. Nachdem sich nun, wie ich in der vorstehenden Arbeit glaube gezeigt zu haben, ein Mittel gefunden hat, welches mit hinreichender Genauigkeit die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte im Koth zu bestimmen gestattet, besitzen die Fütterungsversuche in der behandelten Frage eine erhöhte Bedeutung; mehr noch wie früher müssen dieselben als die entscheidende Instanz angesprochen werden.

Diese Erwägungen haben Veranlassung zu den nachstehend beschriebenen Versuchen gegeben. Der zu Grunde gelegte Versuchsplan war folgender: Zwei Hammel erhalten in fünf Perioden verschiedene Futtermischungen, in welchen der unverdauliche Stickstoff nach der neuen Stutzer'schen Methode durch successive Behandlung mit saurer Pepsinlösung und mit alkalischem Pankreasauszug bestimmt wird. Der von den Thieren producirte Koth wird quantitativ gesammelt und der darin enthaltene, ausschliesslich auf Nahrungsresiduen entfallende Stickstoff durch künstliche Verdauung des frischen Kothes mit Pepsinlösung ermittelt. Ein Vergleich der solcher-gestalt gewonnenen Resultate lehrt erkennen, ob die Stutzer'sche künstliche Verdauung einen Ersatz für den Thierversuch bieten kann oder ob sie wenigstens für manche, mehr praktische Zwecke hinreichende Genauigkeit besitzt.

Die benutzten Thiere waren 3jährige Hammel des süd-hannoverschen Landschlags, welche bereits zu ähnlichen Futterrausnutzungsversuchen gedient hatten. Dieselben wurden in den gebräuchlichen, zuletzt von Kern<sup>1)</sup> beschriebenen, Zwangsställen untergebracht, welche die quantitative Bestimmung der verzehrten Futtermittel und des producirten Kothes gestatten. Mit Rücksicht auf ausserhalb dieser Ver-

---

1) Journal für Landwirthschaft, 1883, S. 346.

suche liegende Gründe wurden Wiesenheu, Luzerneheu, Erdnusskuchen<sup>1)</sup> und getrocknete Rübenschnitzel<sup>2)</sup> als Futtermittel ausgewählt und hieraus für die einzelnen Perioden die folgenden Futtermischungen zusammengestellt.

**Tabelle I.**  
Pro Tag und Stück in gr.

Art der Futtermittel	Periode I.	Periode II.	Periode III.	Periode IV.	Periode V.
Wiesenheu . . . . .	800	700	300	—	—
Erdnusskuchen . . . . .	—	120	120	—	120
Getrocknete Schnitzel . . . . .	—	—	400	—	400
Luzerneheu . . . . .	—	—	—	800	300

Ausserdem in allen Perioden gleichmässig pro Tag und Stück 10 gr. Kochsalz, sowie Wasser ad libitum.

Die in zwei resp. zeitweise drei Portionen vorgelegten Futtermengen wurden fast vollständig verzehrt. Ganz unbedeutende Futterrückstände bestanden ausschliesslich aus Heu und konnten daher direct von letzterem in Abzug gebracht werden. Die Probenahme der Futtermittel zur Analyse geschah nach den bestehenden Vorschriften in sorgfältigster Weise.

Der producirte Koth wurde Morgens und Abends in tarirte, gut schliessende Glasgefässe entleert und täglich gewogen. Zur Gewinnung einer richtigen Durchschnittsprobe wurden die Tagesmengen in einem eisernen Mörser zerstampft und hierauf aliquote Theile abgewogen und bei ca. 40° lufttrocken gemacht. Gleichzeitig wurden je 4 gr.<sup>3)</sup> frischer Koth abgewogen und zur künstlichen Verdauung mit Pepsin angesetzt. Die lufttrocknen Tagesproben wurden in den einzelnen Perioden, natürlich getrennt für beide Thiere, vereinigt und dienten zur Bestimmung der absoluten Trockensubstanz, sowie des Gesamtstickstoffs. Bei dieser Gelegenheit will ich einige Versuche erwähnen, welche ich zur Feststellung des durch das Trocknen des Kothes bedingten Einflusses auf

1) Rückstände der Oelfabrikation aus *Arachis hypogaea*.

2) Rückstände der Zuckerfabrikation.

3) In den ersten Tagen je 5 gr.

den Stickstoffgehalt angestellt habe. In neuerer Zeit finden sich nämlich in einer Arbeit von Saltet<sup>1)</sup> Angaben, wonach menschliche Fäces beim Trocknen 2—15% ihres Stickstoffgehaltes verlieren. Für den Koth von Herbivoren liegen zwar bereits Versuche von Henneberg und Stohmann<sup>2)</sup> vor, woraus hervorgeht, dass die fragliche Fehlerquelle in diesem Falle keine Bedeutung besitzt, indem mit und ohne Salzsäurezusatz getrocknete Kothproben bei der Stickstoffbestimmung fast völlig übereinstimmende Resultate, deren Differenzen nicht einmal gleichmässig nach einer Seite ausschlugen, ergaben. Trotzdem habe ich zu aller Sicherheit an mehreren Tagen den Stickstoff in dreierlei Weise bestimmt: direct in dem frischen Koth (a), oder in dem mit etwas Schwefelsäure getrockneten Koth (b), oder endlich in dem in gewöhnlicher Weise ohne Zusatz von Säure getrockneten Koth (c). Das Nähere findet sich in der folgenden Tabelle; sämtliche Stickstoffbestimmungen sind hier nach der Methode von Kjeldahl ausgeführt.

Tabelle II.

	a) Frischer Koth.			b) Mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> getrockneter Koth.			c) Ohne Zusatz getrockneter Koth.		
	Angewandte Trocken-substanz	Gefunden N		Angewandte Trocken-substanz	Gefunden N		Angewandte Trocken-substanz	Gefunden N	
	gr.	gr.	%	gr.	gr.	%	gr.	gr.	%
2. 3. Febr., Hammel I	1,7295	0,029572	1,71	—	—	—	2,4580	0,040843	1,67
do. Hammel II	—	—	—	2,1361	0,034196	1,60	2,2129	0,035930	1,62
3. 4. Febr., Hammel I	—	—	—	1,5617	0,027260	1,75	1,4752	0,025237	1,71
do. Hammel II	1,7180	0,028127	1,64	—	—	—	1,9865	0,032462	1,64
4. 5. Febr., Hammel I	2,4012	0,044022	1,83	—	—	—	1,7093	0,031884	1,87
do. Hammel II	—	—	—	2,0077	0,032173	1,60	1,8594	0,029861	1,60
2. 3. März, Hammel I	1,7137	0,043572	2,54	1,7369	0,044744	2,57	—	—	—
do. Hammel II	—	—	—	1,8067	0,046795	2,59	1,8391	0,047674	2,59
3. 4. März, Hammel I	—	—	—	2,1776	0,054120	2,49	2,3483	0,059394	2,53
do. Hammel II	1,7565	0,044451	2,53	1,7743	0,045037	2,54	—	—	—
4. 5. März, Hammel I	—	—	—	1,7564	0,046795	2,61	2,1480	0,057929	2,69
do. Hammel II	—	—	—	1,6207	0,041814	2,58	1,9439	0,050018	2,57

1) Archiv für Hygiene, III, S. 450.

2) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer, II, S. 376.

Wie leicht ersichtlich, bewegen sich die erhaltenen Differenzen vollständig innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen, sie schlagen bald nach dieser, bald nach jener Seite aus, und kann somit — wenigstens für die vorliegenden Versuche — von einem Einfluss des Trocknens auf den Stickstoffgehalt des Kothes keine Rede sein. Die betreffenden Bestimmungen sind daher auch, wie erwähnt, in den getrockneten Kothproben ausgeführt.

Ueber die bei dieser Arbeit benutzten Untersuchungsmethoden bemerke ich das Folgende.

a) Die absolute Trockensubstanz wurde stets bei ca. 105° unter Ueberleiten von getrocknetem Wasserstoff bestimmt und das Mittel von zwei gut übereinstimmenden Analysen benutzt.

b) Der Gesamtstickstoff der Futtermittel und Kothes ist durch Verbrennen mit Natronkalk ermittelt worden.

c) Die künstlichen Verdauungsversuche der Futtermittel sind erstens nach der alten Stutzer'schen Methode nur durch Behandlung mit Pepsinlösung, zweitens aber nach den neueren Vorschlägen desselben Autors durch successive Anwendung von Pepsinlösung und Pankreasauszug ausgeführt. Zu den Pepsinverdauungen habe ich nichts zu erwähnen, da ich mich hierbei vollständig nach den von Stutzer gegebenen Vorschriften richtete. Die event. nachfolgende Verdauung mit Pankreas giebt mir jedoch zu einigen kurzen Bemerkungen Veranlassung, obgleich ich im Allgemeinen auch hier auf die Stutzer'schen Angaben<sup>1)</sup> verweisen kann. Je 400 gr. mit Sand zerriebenes Rinds-Pankreas liefern mit 1 Liter Glycerin und 1 Liter Wasser schon nach dreitägigem Stehen einen sehr kräftig wirkenden Auszug, welcher sich bei Zusatz von 5 cbem. Chloroform auf 1 Liter Flüssigkeit, an einem kühlen Orte aufbewahrt, Monate lang hält. Seine Wirksamkeit controlirte ich durch Verdauungsversuche mit Blutfibrin, welches in der vorgeschriebenen Zeit stets vollständig gelöst wurde. Von dieser Flüssigkeit wandte ich auf je 2 gr. lufttrockene Substanz, nach der Behandlung mit Pepsinlösung, 100 cbem. an. Die nöthige alkalische Reaktion wurde durch Zusatz von

<sup>1)</sup> Zeitschrift für physiologische Chemie, 1885, S. 214.

10 cbcm. einer 10,1 procentigen Sodalösung (auf wasserfreies Salz<sup>1)</sup> berechnet) erreicht. Demnach enthielt die Verdauungsflüssigkeit stets 1 % Soda, was dem von Heidenhain festgestellten und von Stutzer empfohlenen Optimum entspricht. Den Rückstand von der Pepsinverdauung habe ich nicht vom Filter abgespritzt, sondern dieses die weiteren chemischen Prozesse mit durchlaufen lassen. Bei der Stickstoffbestimmung muss der Gehalt dieses Filters an N natürlich ebenfalls berücksichtigt werden. Mir scheint hierdurch das vollständige Auswaschen des sauren Pepsin-Rückstandes leichter von Statten zu gehen und etwaige kleine Verluste sind vollständig ausgeschlossen. Die Digestion mit dem alkalischen Pankreassaft erstreckte sich auf 8—10 Stunden in einem Wasserbade, welches durch einen Thermoregulator auf 38—40° gehalten wurde. Dann wurde der Rückstand abfiltrirt, gut ausgewaschen, getrocknet und zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl verwandt. Die Filtration ist nach meinen Erfahrungen mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, indem der alkalische Glycerinauszug das Filter sehr leicht verstopft; sie ist mir nur bei Beobachtung der folgenden Vorsichtsmassregeln gelungen: Die Filter werden, unter Anwendung eines kleinen Conus von Mull, zur Benutzung einer kräftigen Wasserstrahlpumpe hergerichtet und zur Beförderung des Filtrirens mit etwas reinem Sand bestreut. Die Verdauungsflüssigkeit wird vor Beginn der Filtration mit kochendem Wasser verdünnt und Anfangs möglichst vorsichtig ohne feste Theile auf das Filter gegossen. Trotzdem hatte ich, selbst wenn das an der Wasserstrahlpumpe befindliche Vacuummeter 750 mm. anzeigte, einige Misserfolge zu verzeichnen. Die schlechte Filtrirbarkeit der verwandten Verdauungsflüssigkeit macht daher die Methode zu einer sehr zeitraubenden, bei welcher störende Zwischenfälle überdies kaum vermieden werden können. Da sich hierbei augenscheinlich das Glycerin unangenehm bemerkbar macht, so bin ich bemüht gewesen, für den Glycerin-Pankreasauszug einen passenden Ersatz zu finden, leider aber

---

1) Dasselbe wurde durch Glühen von reinem Mononatriumcarbonat gewonnen.

bisher ohne Erfolg. Verschiedene wässrige Auszüge von getrocknetem Pankreatin erwiesen sich Blutfibrin gegenüber mehr oder weniger wirkungslos, trotzdem ich zuletzt ein Präparat benutzte, welches von der bekannten Firma Friedr. Witte in Rostock in zuvorkommender Weise für die hiesige Versuchsstation ganz frisch bereitet worden war.

d) Die Bestimmung des auf die Nahrungsresiduen ausschliesslich entfallenden Stickstoffs (also nach Trennung der Stoffwechselprodukte vom Gesamt-Kothstickstoff) geschah nach der in vorstehender Arbeit in Vorschlag gebrachten Methode, durch künstliche Verdauung der frischen Kothe mit Pepsinlösung. Die betreffenden Analysen sind täglich für jedes Thier in doppelter Anzahl ausgeführt. Da dies für achttägige Perioden ziemlich umständlich ist, so habe ich versucht, ob sich event. für die Zukunft eine Vereinfachung in der Weise herbeiführen liesse, dass von dem frischen Kothe täglich ein aliquoter Theil abgewogen und unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln im Eisschrank, in einer Schwefelkohlenstoffatmosphäre aufbewahrt würde. Mit dieser vereinigten Durchschnittsprobe müsste eine besondere Trockensubstanzbestimmung, sowie die künstliche Verdauung ausgeführt werden. In vier Perioden habe ich diesen Versuch angestellt, dessen Resultat sich, wie folgt, aus einem Vergleich mit den Mittelwerthen der an jedem Tage ausgeführten Bestimmungen ergibt.

Tabelle III.

	Hammel I.				Hammel II.			
	Im Eisschrank aufbewahrte Durchschnittsprobe.			Im Mittel der täglichen Bestimmungen <sup>1)</sup>	Im Eisschrank aufbewahrte Durchschnittsprobe.			Im Mittel der täglichen Bestimmungen <sup>1)</sup>
	Ange wandte Trockensubstanz gr.	Gefunden N			Ange wandte Trockensubstanz gr.	Gefunden N		
	gr.	%	N %	gr.	gr.	%	N %	
Periode I	2,0428	0,023688	1,16	1,13	1,9380	0,022223	1,15	1,04
	2,0428	0,023395	1,14		1,9380	0,021930	1,13	
Periode II	2,1408	0,028669	1,34	1,32	1,9936	0,025739	1,29	1,30
	2,1408	0,028669	1,34		1,9936	0,025446	1,27	

<sup>1)</sup> Cfr. S. 16 ff.

Tabelle III. (Fortsetzung.)

	Hammel I.				Hammel II.			
	Im Eisschrank aufbewahrte Durchschnittsprobe.			Im Mittel der täglichen Bestimmungen <sup>1)</sup>	Im Eisschrank aufbewahrte Durchschnittsprobe.			Im Mittel der täglichen Bestimmungen <sup>1)</sup>
	Ange wandte Trocken substanz	Gefunden N			Ange wandte Trocken substanz	Gefunden N		
gr.	gr.	0/0	N 0/0	gr.	gr.	0/0	N 0/0	
Periode III	2,0140	0,029255	1,45	} 1,41	1,6408	0,024274	1,48	} 1,47
	2,0140	0,028669	1,42		1,6408	0,024567	1,50	
Periode IV	2,0044	0,020465	1,01	} 1,00	1,4848	0,015484	1,04	} 1,01
	2,0044	0,020465	1,01		1,4848	0,015484	1,04	

Man sieht, die Differenzen liegen, vielleicht mit Ausnahme von Periode I Hammel II, vollständig innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen. Allerdings ist zu bemerken, dass der Ausschlag, abgesehen von einem Fall, stets nach einer Seite liegt, so zwar, dass aus dem täglich untersuchten Kothe etwas mehr Stickstoff gelöst wird. Ob dies auf eine zunehmende Unlöslichkeit der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte beim längeren Liegen zurückgeführt werden kann und ob dieser Beobachtung überhaupt eine grössere Bedeutung beizulegen ist, möchte ich nach den bisherigen Untersuchungen unentschieden lassen. Bei der vorliegenden Arbeit werde ich zu den weiteren Berechnungen nur die Ergebnisse der täglichen Bestimmungen benutzen, da mir dieselben zuverlässiger zu sein scheinen.

Nach diesen Bemerkungen kann ich an die Besprechung der Versuchsergebnisse herantreten. Hierfür habe ich zunächst die Mengen der verzehrten Futtermittel und des producirten Kothes, sowie den Gehalt dieser Substanzen an Stickstoff in den verschiedenen Formen mitzutheilen; die nachfolgenden Tabellen geben meist ohne weiteren Commentar den nöthigen Aufschluss. Ich will nur bemerken, dass Einzelheiten in Bezug auf analytische Belege an anderer Stelle mitgetheilt werden sollen.

<sup>1)</sup> Cfr. S. 16 ff.

**Tabelle IV<sup>a</sup>.**  
Trockensubstanz der Futtermittel %.

	P e r i o d e				
	I.	II.	III.	IV.	V.
Wiesenheu . . . . .	83,23	84,58	86,31	—	—
Erdnusskuchen . . . . .	—	89,91	89,72	—	88,99
Getrocknete Schnitzel . . . . .	—	—	85,08	—	85,94
Luzerneheu . . . . .	—	—	—	86,01	85,90

**Tabelle IV<sup>b</sup>.**

Futterconsum pro Tag Trockensubstanz in gr., nach Abzug der Futterrückstände<sup>1)</sup>.

Art der Futtermittel.	Periode I.		Periode II.		Periode III.		Periode IV.		Periode V.	
	H. I.	H. II.								
Wiesenheu . . . . .	664,76	658,43	591,05	590,62	258,50	258,07	—	—	—	—
Erdnusskuchen . . . . .	—	—	107,89	107,89	107,67	107,67	—	—	106,79	106,79
Getrocknete Schnitzel . . . . .	—	—	—	—	340,32	340,32	—	—	343,76	343,76
Luzerneheu . . . . .	—	—	—	—	—	—	686,88	684,38	256,84	256,41
Sa. der Trockensubstanz . . . . .	<b>664,76</b>	<b>658,43</b>	<b>698,94</b>	<b>698,51</b>	<b>706,49</b>	<b>706,06</b>	<b>686,88</b>	<b>684,38</b>	<b>707,39</b>	<b>706,96</b>

**Tabelle V<sup>a</sup>.**

Gehalt der Futtermittel an Gesamtstickstoff %.

	An-gewandte Trocken-substanz gr.	Gefunden N		
		gr.	%	Im Mittel %
Wiesenheu . . . . .	0,9323	0,019513	2,09	2,09
	0,9323	0,019513	2,09	
Erdnusskuchen . . . . .	0,8977	0,079405	8,85	8,85
	0,8977	0,079405	8,85	
Getrocknete Schnitzel . . . . .	0,9360	0,013993	1,49	1,49
	0,9360	0,013993	1,49	
Luzerneheu . . . . .	0,9177	0,031933	3,48	3,51
	0,9177	0,032485	3,54	

<sup>1)</sup> Futterrückstände pro Tag fast ausschliesslich aus Heu bestehend und daher von diesem in Abzug gebracht.

Periode I.		Periode II.		Periode III.		Periode IV.		Periode V.	
H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.
1,2 gr.	8,9 gr.	1,2 gr.	1,7 gr.	0,5 gr.	1,0 gr.	1,4 gr.	4,3 gr.	1,0 gr.	1,5 gr.

Tabelle V<sup>b</sup>.

Gehalt der verzehrten Futtermittel an Gesamtstickstoff pro Tag in gr.

Art der Futtermittel.	Periode I.		Periode II.		Periode III.		Periode IV.		Periode V.	
	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.
Wiesenheu . . .	13,893	13,761	12,352	12,343	5,403	5,394	—	—	—	—
Erdnusskuchen	—	—	9,548	9,548	9,529	9,529	—	—	9,451	9,451
Getrocknete Schnitzel . . .	—	—	—	—	5,071	5,071	—	—	5,122	5,122
Luzerneheu . . .	—	—	—	—	—	—	24,109	24,042	9,015	9,000
Sa. d. Gesamtstickstoffs . . .	13,893	13,761	21,900	21,891	20,003	19,994	24,109	24,042	23,588	23,573

Tabelle VI<sup>a</sup>.

Gehalt der Futtermittel an Stickstoff, welcher löslich ist:

	A. in Pepsinlösung.				B. in Pepsinlösung und in Pankreasauszug.			
	Angewandte Trockensubstanz gr.	Gefunden N			Angewandte Trockensubstanz gr.	Gefunden N		
		gr.	‰	Im Mittel ‰		gr.	‰	Im Mittel ‰
Wiesenheu . . . . .	1,8646	0,010820	0,58	0,60	1,8646	0,007967	0,43	0,43
	1,8646	0,010820	0,58		1,8646	0,008243	0,44	
	1,8646	0,011370	0,61		1,8646	0,007415	0,41	
	1,8646	0,011645	0,63		1,8646	0,008243	0,44	
Erdnusskuchen . . . . .	1,7954	0,009170	0,51	0,52	1,7954	0,010727	0,60	0,57
	1,7954	0,009170	0,51		1,7954	0,009899	0,55	
	1,7954	0,009720	0,54		1,7954	0,010727	0,60	
	1,7954	0,009445	0,52		1,7954	0,009623	0,54	
Getrocknete Schnitzel	1,8720	0,008345	0,45	0,45	1,8720	0,005207	0,28	0,27
	1,8720	0,008070	0,44		1,8720	0,004931	0,26	
	1,8720	0,008620	0,46		1,8720	0,004655	0,24	
	1,8720	0,008345	0,45		1,8720	0,005483	0,30	
Luzerneheu . . . . .	1,8354	0,011920	0,65	0,64	1,8354	0,007415	0,40	0,38
	1,8354	0,011920	0,65		1,8354	0,006863	0,38	
	1,8354	0,011645	0,63		1,8354	0,006863	0,38	
	1,8354	0,011370	0,62		1,8354	0,006617	0,36	

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die nachfolgende Pankreasverdauung bei den untersuchten Futtermitteln eine ganz bedeutende lösende Wirkung auf den in

Pepsin unlöslichen Stickstoff ausgeübt hat. In dieser Beziehung sind der Pankreasverdauung von dem bei der Pepsinverdauung nicht Gelösten beim Wiesenheu 29,3 %<sup>1)</sup>, bei den getrockneten Schmitzeln 40 %, beim Luzerneheu 40,6 % anheimgefallen. Nur die Erdnusskuchen bilden, wie nach den Stutzer'schen Untersuchungen auch zu erwarten war, eine Ausnahme; dieselben lassen sogar in geringem Maasse das Gegentheil erkennen, was ich jedoch auf die unvermeidlichen Versuchsfehler zurückführen möchte, da gerade diese Substanz sich bei der alkalischen Pankreasverdauung sehr schwer filtriren und vollständig auswaschen liess.

Nach vorstehenden Analysen lassen sich die durch künstliche Verdauung ermittelten Verdauungscoëfficienten leicht berechnen. Um jedoch nicht zu viel Zahlenmaterial anführen zu müssen, will ich in der Folge stets nur den unverdaulichen Antheil berücksichtigen; eine einfache Differenzrechnung würde den verdaulichen Antheil resp. die Verdauungscoëfficienten kennen lehren.

**Tabelle VI<sub>b</sub>.**

Gehalt der verzehrten Futtermittel an Stickstoff, welcher in Pepsinlösung unlöslich ist, pro Tag in gr.

Art der Futtermittel.	Periode I.		Periode II.		Periode III.		Periode IV.		Periode V.	
	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.
Wiesenheu . .	3,989	3,951	3,546	3,543	1,551	1,548	—	—	—	—
Erdnusskuchen	—	—	0,561	0,561	0,560	0,560	—	—	0,555	0,555
Getrocknete Schmitzel . .	—	—	—	—	1,531	1,531	—	—	1,547	1,547
Luzerneheu . .	—	—	—	—	—	—	4,396	4,380	1,644	1,641
Sa Stickstoff .	3,989	3,951	4,107	4,104	3,642	3,639	4,396	4,380	3,746	3,743

In Pepsinlösung sind demnach von dem Gesamtstickstoff der einzelnen Futtermischungen unlöslich:

28,57 %    18,75 %    18,21 %    18,23 %    15,09 %

<sup>1)</sup>  $0,60 : (0,6) - 0,43) 0,17 = 100 : x$ .

Dies würden bei Acceptirung der von Stutzer zuerst in Vorschlag gebrachten künstlichen Verdauung mit Pepsin die zur Verdaulichkeitsberechnung maassgebenden Werthe sein. Es genügt hierzu auf die Differenzen hinzuweisen, welche sich beim Vergleich dieser Zahlen einerseits mit den durch Pepsin-Pankreasverdauung gewonnenen (Tabelle VI<sub>c</sub>), andererseits mit den durch das Thier bei Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte festgestellten Zahlen (Tabelle VIII<sub>b</sub>) ergeben.

**Tabelle VI<sub>c</sub>.**

Gehalt der verzehrten Futtermittel an Stickstoff, welcher in Pepsinlösung und Pankreasauszug unlöslich ist, pro Tag in gr.

Art der Futtermittel.	Periode I.		Periode II.		Periode III.		Periode IV.		Periode V.	
	H. I.	H. II.								
Wiesenheu . .	2,858	2,831	2,542	2,540	1,112	1,110	—	—	—	—
Erdnusskuchen	—	—	0,615	0,615	0,614	1,614	—	—	0,616	0,616
Getrocknete Schnitzel . .	—	—	—	—	0,919	0,919	—	—	0,928	0,928
Luzerneheu . .	—	—	—	—	—	—	2,610	2,600	0,976	0,974
Sa. Stickstoff .	<b>2,858</b>	<b>2,831</b>	<b>3,157</b>	<b>3,155</b>	<b>2,645</b>	<b>2,643</b>	<b>2,610</b>	<b>2,600</b>	<b>2,520</b>	<b>2,518</b>

In Pepsinlösung und Pankreasauszug sind demnach von dem Gesamtstickstoff der einzelnen Futtermischungen unlöslich:

|| **20,57%** || **14,41%** || **13,22%** || **10,83%** || **10,69%**

Da die Aufgabe der vorliegenden Arbeit auf einen Vergleich zwischen dem unverdaulichen Stickstoffantheil verschiedener Futtermischungen einerseits bei der künstlichen Verdauung derselben mit Pepsin-Pankreas, andererseits bei der natürlichen Verdauung durch das Thier unter Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte hinausläuft, so liefern obige Zahlen die eine entscheidende Grundlage. Um zu der anderen zu gelangen, folgen in den nächsten Tabellen die Angaben über Kothproduction und die darin enthaltenen Stickstoffmengen.

Tabelle VII.

Kothproduction pro Tag absolute Trockensubstanz in gr.

Periode I.		Periode II.		Periode III.		Periode IV.		Periode V.	
H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.
267,82	283,66	253,40	261,94	196,31	181,86	275,53	266,85	185,72	183,06

Die maassgebenden procentischen Mittelzahlen für den in Pepsin unlöslichen Kothstickstoff sind aus den täglichen Einzelbestimmungen gewonnen worden, welche nachstehendes Resultat lieferten:

Tabelle VIII a.

Gehalt des Kothes an Stickstoff, welcher in Pepsin unlöslich ist %.

Datum.	Hammel I.				Hammel II.			
	Angewandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N			Angewandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N		
		gr.	%	Im Mittel %		gr.	%	Im Mittel %
2./3. Februar	2,4560	0,025851	1,05	1,04	2,2825	0,021805	0,96	0,96
	2,4560	0,025273	1,03		2,2825	0,021805	0,96	
3./4. »	2,5020	0,026718	1,07	1,06	2,3945	0,022094	0,92	0,92
	2,5020	0,026429	1,06		2,3945	0,022094	0,92	
4./5. »	1,9008	0,022383	1,18	1,17	1,9516	0,018915	0,97	0,97
	1,9008	0,021805	1,16		1,9516	0,018915	0,97	
5./6. »	2,0496	0,022961	1,12	1,13	1,9268	0,019782	1,03	1,03
	2,0496	0,023539	1,14		1,9268	0,019782	1,03	
6./7. »	2,0256	0,022383	1,14	1,13	1,9664	0,022383	1,14	1,14
	2,0256	0,022672	1,12		1,9664	0,022383	1,14	
7./8. »	2,0060	0,022961	1,14	1,15	1,9932	0,022383	1,12	1,11
	2,0060	0,023539	1,17		1,9932	0,021805	1,10	
8./9. »	2,0992	0,025739	1,23	1,21	2,0692	0,021930	1,06	1,08
	2,0992	0,024860	1,19		2,0692	0,022516	1,09	
9./10. »	2,0844	0,024567	1,17	1,18	2,0200	0,023102	1,14	1,13
	2,0844	0,024860	1,19		2,0200	0,022809	1,12	
Im Mittel von Periode I.	—	—	—	1,13	—	—	—	1,04

Tabelle VIIIa. (Fortsetzung.)

Datum.	Hammel I.				Hammel II.				
	Angewandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N			Angewandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N			
		gr.	‰	Im Mittel ‰		gr.	‰	Im Mittel ‰	
Periode II.	16./17. Febr.	2,0784	0,026032	1,25	1,24	1,9976	0,025446	1,27	1,28
		2,0784	0,025446	1,23		1,9976	0,026032	1,30	
	17./18. »	2,1172	0,028376	1,34	1,34	1,9772	0,026618	1,35	1,33
		2,1172	0,028376	1,34		1,9772	0,026032	1,31	
	18./19. »	2,1144	0,029255	1,38	1,37	1,9448	0,024567	1,26	1,26
		2,1144	0,028962	1,37		1,9448	0,024567	1,26	
	19./20. »	2,1172	0,027497	1,30	1,30	2,0960	0,028376	1,35	1,35
		2,1172	0,027497	1,30		2,0960	0,028376	1,35	
	20./21. »	2,0708	0,028376	1,37	1,36	2,0136	0,027790	1,38	1,38
		2,0708	0,028083	1,35		2,0136	0,027790	1,38	
21./22. »	2,0924	0,028376	1,35	1,34	2,0556	0,026618	1,29	1,29	
	2,0924	0,028083	1,33		2,0556	0,026618	1,29		
22./23. »	2,0772	0,027790	1,34	1,32	1,9564	0,025446	1,30	1,29	
	2,0772	0,027204	1,31		1,9564	0,025153	1,28		
23./24. »	2,1664	0,027497	1,27	1,27	2,0220	0,024860	1,23	1,23	
	2,1664	0,027497	1,27		2,0220	0,024860	1,23		
Im Mittel von Periode II.	—	—	—	1,32	—	—	—	1,30	
Periode III.	2./3. März	2,1848	0,029548	1,35	1,36	1,6092	0,024860	1,54	1,55
		2,1848	0,030134	1,38		1,6092	0,025153	1,56	
	3./4. »	2,0888	0,028376	1,36	1,38	1,6340	0,025446	1,56	1,55
		2,0888	0,028962	1,39		1,6340	0,025153	1,54	
	4./5. »	2,0056	0,029548	1,47	1,47	1,7592	0,026032	1,48	1,48
		2,0056	0,029548	1,47		1,7592	0,026032	1,48	
	5./6. »	1,9904	0,028376	1,44	1,44	1,8576	0,026911	1,45	1,46
		1,9904	0,028376	1,44		1,8576	0,027497	1,48	
	6./7. »	1,9200	0,026911	1,40	1,40	1,8684	0,025446	1,36	1,34
		1,9200	0,026911	1,40		1,8684	0,024860	1,33	
	7./8. »	1,7944	0,026325	1,47	1,47	1,6908	0,023981	1,42	1,41
		1,7944	0,026325	1,47		1,6908	0,023688	1,40	
	8./9. »	1,9952	0,027790	1,39	1,39	1,7296	0,025739	1,49	1,49
		1,9952	0,027790	1,39		1,7296	0,025739	1,49	
9./10. »	2,0876	0,029255	1,40	1,40	1,6528	0,024860	1,50	1,50	
	2,0876	0,029255	1,40		1,6528	0,024860	1,50		
Im Mittel von Periode III.	—	—	—	1,41	—	—	—	1,47	

Tabelle VIIIa. (Fortsetzung.)

Datum.	Hammel I.				Hammel II.				
	Angewandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N			Angewandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N			
		gr.	%	Im Mittel %		gr.	%	Im Mittel %	
Periode IV.	16./17. März	2,0596	0,021051	1,02	1,03	1,3980	0,014312	1,02	1,01
		2,0596	0,021637	1,04		1,3980	0,014019	1,00	
	17./18. »	2,1364	0,022223	1,04	1,03	1,4684	0,014605	0,99	0,98
		2,1364	0,021930	1,02		1,4684	0,014312	0,97	
	18./19. »	2,1036	0,022516	1,07	1,07	1,4828	0,015484	1,04	1,04
		2,1036	0,022516	1,07		1,4828	0,015484	1,04	
	19./20. »	1,9968	0,021444	1,07	1,08	1,4412	0,016070	1,12	1,12
		1,9968	0,021930	1,09		1,4412	0,016070	1,12	
	20./21. »	2,0776	0,021051	1,01	0,99	1,4572	0,015191	1,04	1,04
		2,0776	0,020465	0,98		1,4572	0,015191	1,04	
21./22. »	1,9544	0,016070	0,82	0,82	1,4272	0,011675	0,82	0,82	
	1,9544	0,016070	0,82		1,4272	0,011675	0,82		
23./24. »	1,9904	0,019293	0,97	0,98	1,6564	0,016949	1,03	1,03	
	1,9904	0,019879	0,99		1,6564	0,016949	1,03		
Im Mittel von Periode IV.		—	—	—	1,00	—	—	—	1,01
A p e r i o d e	28./29. März	1,8960	0,024540	1,29	1,30	1,8132	0,023420	1,29	1,28
		1,8960	0,025100	1,32		1,8132	0,022860	1,27	
	29./30. »	1,9860	0,023420	1,18	1,18	1,6768	0,021460	1,28	1,28
		1,9860	0,023420	1,18		1,6768	0,021460	1,28	
	30./31. »	2,0764	0,026500	1,28	1,28	1,7220	0,022860	1,33	1,31
		2,0764	0,026500	1,28		1,7220	0,022300	1,30	
	31. März bis 1. April	1,9756	0,025940	1,31	1,31	1,9216	0,024820	1,29	1,29
		1,9756	0,025940	1,31		1,9216	0,024820	1,29	
	1./2. April	2,0052	0,023700	1,18	1,17	1,7940	0,022860	1,27	1,25
		2,0052	0,023420	1,16		1,7940	0,022300	1,24	
	2./3. »	1,9520	0,024260	1,24	1,26	1,6836	0,022300	1,32	1,32
		1,9520	0,024820	1,27		1,6836	0,022300	1,32	
	3./4. »	2,0584	0,024845	1,21	1,22	1,5132	0,020170	1,33	1,33
		2,0584	0,025120	1,22		1,5132	0,020170	1,33	
Im Mittel von Periode V.		—	—	—	1,25	—	—	—	1,29

Tabelle VIII b.

Gehalt des Kothes an Stickstoff, welcher in Pepsin unlöslich ist, pro Tag in gr. (Kothstickstoff minus auf Stoffwechselprodukte entfallenden Stickstoff.)

Periode I.		Période II.		Periode III.		Periode IV.		Periode V.	
H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.
3,026	2,940	3,345	3,405	2,768	2,693	2,755	2,695	2,321	2,361

Die Thiere haben demnach von dem aufgenommenen Gesamtstickstoff unverdaut, nach Abzug der Stoffwechselprodukte, ausgeschieden:

21,53	21,37	15,25	15,55	13,84	13,47	11,43	11,21	9,84	10,02
21,46%		15,40%		13,65%		11,32%		9,93%	

Ueberblickt man diese Zahlen, so muss zunächst constatirt werden, dass die beiden Thiere unter einander in den einzelnen Perioden vorzügliche Uebereinstimmung erkennen lassen, was den zu ziehenden Schlussfolgerungen jedenfalls zur Stütze dient. Mit Bezug auf letztere will ich zur besseren Uebersicht die bei den künstlichen Verdauungsversuchen der Futtermittel erhaltenen Endergebnisse hier nochmals aufführen. Vom Stickstoff erwiesen sich bei der Pepsin- und Pankreasverdauung als unverdaulich (Tabelle VI<sup>c</sup>):

20,57%    14,41%    13,22%    10,83%    10,69%

Die Unterschiede zwischen der natürlichen und künstlichen Verdauung sind, wie man sieht, bei den vorliegenden Untersuchungen sehr gering, sie schwanken zwischen 0,43 und 0,99% und liegen somit absolut innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen. Ich erinnere hierbei daran, wie häufig es bei der bisher üblichen Bestimmungsmethode der Verdauungscoefficienten vorkam, dass sich zwischen den einzelnen Thieren weit höhere Differenzen als die vorliegenden geltend machten. Der geringste Analysenfehler bei den Stickstoffbestimmungen genügt, um die Unterschiede vollständig zu erklären. Ein Punkt muss hierbei jedoch noch berücksichtigt werden. Wäh-

rend in Periode I—IV durch die künstliche Verdauung etwas mehr Stickstoff in Lösung gebracht worden ist, lässt Periode V das Umgekehrte erkennen. Die Unterschiede fallen also nicht gleichmässig nach einer Seite, da dieselben aber an und für sich so unbedeutend sind, so kann dieser Umstand meiner Ansicht nach auch nicht ausschlaggebend wirken. Man muss sagen, im Allgemeinen fällt die Bestimmung der Verdauungscoefficienten auf künstlichem Wege etwas zu hoch aus, es bleibt etwas weniger Stickstoff ungelöst, als der Thierversuch bei Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte erwarten lässt. Eine Erklärung für diese Beobachtung, wenn es derselben überhaupt bedarf, scheint mir auch nahe zu liegen. Bei den künstlichen Verdauungsversuchen mit Pepsin-Pankreas stellen wir nach den Stutzer'schen Vorschlägen das Optimum für die Wirksamkeit der betreffenden Flüssigkeiten her und bringen deshalb von den untersuchten Futtermitteln die grösstmögliche Menge von Stickstoff in Lösung, während der thierische Organismus vielleicht nicht immer unter gleich günstigen Bedingungen arbeitet und demselben daher geringe Mengen von Stickstoff entgehen könnten. Der letzte Punkt verdient deswegen allgemeinere Berücksichtigung, weil es gewiss abnormale Fälle giebt, in welchen das Thier die gereichten Stickstoffgaben sehr schlecht ausnutzt, in welchen die künstliche Verdauung daher beträchtlich falsche Werthe finden lässt, da diese stets unter gleichen Bedingungen vorgenommen wird. Hiervon abgesehen glaube ich die künstlichen Verdauungsversuche mit Pepsin-Pankreas nach Stutzer getrost als gleichwerthig mit den Bestimmungen der Verdauungscoefficienten durch das Thier bezeichnen zu können. Dies wenigstens ist das Ergebniss der vorliegenden Untersuchungen, welche allerdings bei der Bedeutung der behandelten Frage noch der weiteren Bestätigung bedürfen.

Somit scheint es gelungen zu sein, die complicirten Vorgänge bei der thierischen Verdauung durch einfache analytische Operationen nachzubilden, welche zu völlig befriedigenden Resultaten führen. Ob es dieser neuen Methode gelingen wird, in fraglicher Beziehung bei streng wissenschaftlichen

Untersuchungen das biologische Experiment zu verdrängen, bleibt mehr als zweifelhaft. Aber für manche Arbeiten, für die Controle der Nahrungs- und Futtermittel glaube ich den Stutzer'schen künstlichen Verdauungsversuchen ein günstiges Prognostikon stellen zu können.

Einiges Interesse dürften noch die nach alter Weise, ohne Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte ausgeführten Bestimmungen des unverdaulichen Stickstoffs besitzen. Die betreffenden Angaben lasse ich deshalb hier folgen.

Tabelle IX<sup>a</sup>.

Gesamtstickstoff im Kothe ‰.

	Hammel I.				Hammel II.			
	Ange- wandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N			Ange- wandte Trocken- substanz gr.	Gefunden N		
		gr.	‰	Im Mittel ‰		gr.	‰	Im Mittel ‰
Periode I	1,8470	0,033898	1,83	1,81	1,8244	0,032248	1,77	1,77
	1,8470	0,033348	1,81		1,8244	0,032523	1,79	
	1,8470	0,033348	1,81		1,8244	0,032248	1,77	
	1,8470	0,033073	1,79		1,8244	0,031973	1,75	
Periode II	0,9349	0,020423	2,18	2,12	0,9330	0,019323	2,07	2,07
	0,9349	0,019323	2,04		0,9330	0,019323	2,07	
	0,9349	0,019873	2,13		0,9330	0,019323	2,07	
	0,9349	0,019873	2,13		0,9330	0,019323	2,07	
Periode III	0,9218	0,025373	2,75	2,75	0,9238	0,023448	2,54	2,54
	0,9218	0,025373	2,75		0,9238	0,023448	2,54	
Periode IV	0,9304	0,019789	2,13	2,13	0,9249	0,019513	2,11	2,08
	0,9304	0,019789	2,13		0,9249	0,018961	2,05	
Periode V	0,9155	0,023653	2,58	2,58	0,9175	0,023121	2,52	2,53
	0,9155	0,023653	2,58		0,9175	0,023377	2,54	

Tabelle IX<sup>b</sup>.

Gehalt des Kothes an Gesamtstickstoff pro Tag in gr.

Periode I.		Periode II.		Periode III.		Periode IV.		Periode V.	
H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.
4,847	5,021	5,372	5,422	5,398	4,619	5,869	5,550	4,791	4,631

Hiernach würden die Thiere vom aufgenommenen Gesamtstickstoff unverdaut ausgeschieden haben:

34,89	36,49	24,53	24,77	26,99	23,11	24,34	23,08	20,31	20,51
35,69 <sup>0/0</sup>		24,65 <sup>0/0</sup>		25,05 <sup>0/0</sup>		23,71 <sup>0/0</sup>		20,41 <sup>0/0</sup>	

Diese Zahlen entfernen sich ziemlich weit von den durch die künstliche Verdauung, sowie durch die natürliche Verdauung bei Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte gewonnenen Werthen; es zeigen sich Differenzen von 9—14%. Nach den bisherigen Darlegungen muss allen bislang ausgeführten Ausnutzungsversuchen ein etwa in gleicher Höhe liegender Fehler anhaften, vorausgesetzt dass man die Richtigkeit der hier in Benutzung genommenen Untersuchungsmethoden anerkennen will. In dieser Beziehung möchte ich mich schon jetzt einem Einwand gegenüber zu rechtfertigen versuchen, welcher mir vermuthlich von dieser oder jener Seite gemacht werden wird. Es lässt sich nicht leugnen, dass die Bestimmung der Stoffwechselprodukte noch an Unsicherheiten leidet, deren Bedeutung nur durch Wahrscheinlichkeitsschlüsse entgegengetreten werden konnte. Ich hege jedoch die Ueberzeugung, dass die angeführten Gründe und Beweise anerkannt und bei etwaigen späteren Versuchen eine Bestätigung finden werden. Deswegen habe ich es gewagt, auf dieser Basis den Nachweis für die Richtigkeit der Stutzer'schen Methode der künstlichen Verdauung aufzubauen, und die gewonnenen günstigen Resultate können meiner Ansicht nach als Stütze für beide Methoden verwerthet werden. Ich glaube nicht, dass man hierbei ernstlich an eine «zufällige» Uebereinstimmung denken kann, obgleich ich den strikten, vollgültigen Beweis hierfür schuldig bleiben muss.

Es erübrigt noch, hier einige kurze Bemerkungen über die Beziehungen zwischen der Menge der verdauten Trockensubstanz und der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte anzuschliessen. Wie erwähnt, habe ich in Uebereinstimmung mit etwas unsicheren Angaben von Kellner für Herbivoren gefunden, dass bei den besprochenen Versuchen mit Schweinen

auf 100 gr. verdaute Trockensubstanz 0,4 gr. Stickstoff in Form von Stoffwechselprodukten entfielen. Aehnliche Berechnungen lassen sich auch hier anstellen. Die Menge der verdauten Trockensubstanz ergibt sich aus der Differenz zwischen der aufgenommenen (Tabelle IV<sup>b</sup>) und der ausgeschiedenen (Tabelle VII) Trockensubstanz; den Stickstoff der Stoffwechselprodukte findet man durch Abzug des in Pepsin unlöslichen Kothstickstoffs (Tabelle VIII<sup>b</sup>) von dem Gesamtkothstickstoff (Tabelle IX<sup>b</sup>), wie folgt:

**Tabelle X.**

Stickstoff der Stoffwechselprodukte pro Tag in gr.

Periode I.		Periode II.		Periode III.		Periode IV.		Periode V.	
H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.	H. I.	H. II.
1,821	2,081	2,027	2,017	2,630	1,926	3,114	2,855	2,470	2,270

Verdaute Trockensubstanz pro Tag in gr.:

396,94	374,77	445,54	436,57	510,18	524,20	411,35	417,53	521,67	523,90
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Auf 100 gr. verdaute Trockensubstanz entfällt Stickstoff in Form von Stoffwechselprodukten gr.:

0,46	0,55	0,45	0,46	0,52	0,37	0,76	0,68	0,47	0,43
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Im Mittel 0,515.

Unter einander weichen die gewonnenen Werthe ebensowohl bedeutend ab, wie die Mittelzahl der für Schweine direct gefundenen gegenüber eine nicht unwesentliche Differenz erkennen lässt. Eine Uebereinstimmung ist also in dieser Beziehung nicht erzielt worden. Besonders auffallend erscheint dies bei einem Vergleiche von Periode I und IV, in welchen ausschliesslich Wiesenheu resp. Luzerneheu, also zwei in vieler Beziehung sehr ähnliche Futtermittel, Verwendung fanden. Trotzdem sind gerade hier die Unterschiede recht bedeutend, indem Periode IV am weitesten von der Mittelzahl abweicht. Einen Grund vermag ich hierfür nicht aufzufinden, ich muss mich damit begnügen, die Thatsache einfach zu constatiren.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit fasse ich zum Schluss dahin zusammen:

1. Bei einem Vergleiche zwischen der natürlichen Verdauung stickstoffhaltiger Futterbestandtheile unter Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte nach der von mir in Vorschlag gebrachten Methode und der künstlichen Verdauung der betreffenden Futtermittel nach dem Stutzer'schen Verfahren mit Pepsin und Pankreas ergab sich eine fast absolute Uebereinstimmung.

2. Mit Hülfe der Stutzer'schen Methode kann man daher die Verdaulichkeit stickstoffhaltiger Futterbestandtheile mit hinreichender Genauigkeit ermitteln. Sie liefert jedenfalls zutreffendere Resultate wie das bisher übliche Verfahren, bei welchem die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte im Kothe keine Berücksichtigung fanden.

3. Dem biologischen Experiment fällt die Aufgabe zu, den betretenen Weg weiter zu verfolgen, um womöglich eine abschliessende, absolut sichere Genauigkeit zu erzielen.

Göttingen, landwirthschaftliche Versuchsstation, im Juli 1886.

---