

Über den Ersatz von Eiweiß durch Leim.

Von

P. Rona und **W. Müller.**

(Aus dem physiologischen Institut der tierärztlichen Hochschule zu Berlin.
Geh.-Rat H. Munk.)

(Der Redaktion zugegangen am 21. November 1906.)

Eine der ältesten Fragen, die die Stoffwechselphysiologie beschäftigen, ist die über den Nährwert des Leimes. War die Frage auch zunächst nur aus rein praktischen Gesichtspunkten aufgeworfen worden, so erhielt sie weiterhin ein großes theoretisches Interesse, als man bei einer genaueren Kenntnis der Stellung, die Leim zu den Eiweißkörpern einnimmt, erkannte, daß das Unvermögen des Leimes, Eiweiß voll zu ersetzen, auf den Mangel gewisser Bestandteile im Leim, wie Tyrosin und Tryptophan, die zu den konstanten Spaltungsprodukten des Eiweißes gehören, zurückzuführen ist.

Sowohl die Frage, wie weit Leim im Stoffwechsel das Eiweiß zu ersetzen vermag, als auch die andere, ob durch Zusätze der fehlenden Bestandteile der Leim dem Eiweiß vollwertiger gemacht werden kann, ist schon sehr frühzeitig in Angriff genommen worden.

Ohne auf die hierher gehörende ältere Literatur näher eingehen zu wollen,¹⁾ sei hier nur die Annahme von J. Munk,²⁾ daß die Grenze, bis zu welcher Eiweiß-N durch Leim-N ersetzt werden kann, bei $\frac{1}{5}$ des Eiweißes liegt, erwähnt, ferner die Arbeit von Escher,³⁾ der allerdings nur auf Grund von

¹⁾ Ausführliche Literatur gibt die Dissertation von W. Müller, Gießen 1906.

²⁾ Realenzyklopädie der ges. Heilkunde, Leimstoffe, Bd. XIII, S. 401, 1897.

³⁾ Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1876, S. 36.

Bestimmungen des Körpergewichtes annimmt, daß Leim mit Tyrosin zusammen in eiweißfreier Nahrung den Organismus zu erhalten vermag.

Die tiefere Einsicht, die die Fortschritte der letzten Jahre in der Chemie und Physiologie des Eiweißes zeitigten, brachte es naturgemäß mit sich, daß auch das Problem des Ersatzes von Eiweiß in der Nahrung durch Leim neuerlich in Angriff genommen wurde.

Eine in diese Richtung fallende Arbeit von Kauffmann¹⁾ beschäftigt sich zunächst mit den beiden erwähnten Problemen und konnte vorerst die Annahme von J. Munk bestätigen. Er kommt zu dem Schluß, «daß in der Nahrung von Hunden, welche nur so viel Eiweiß erhalten, als bei genügender Aufnahme von Brennmateriale zur Erhaltung des Körperbestandes nötig ist, einem Fünftel Eiweiß-N dieselbe Menge Leim-N physiologisch gleichwertig, wahrscheinlich sogar überlegen ist, daß ein Fünftel auch die Grenze des vollwertigen Ersatzes von Eiweiß durch Leim ist; denn schon bei Ersatz von $\frac{1}{4}$ Eiweiß-N durch Leim-N tritt eine kleine Unterbilanz zu Ungunsten des Leims auf».

Um nun die Rolle der Zusätze zu prüfen, fütterte Kauffmann weiterhin neben Leim noch Tyrosin und Tryptophan, indem er entsprechend dem Gehalt des Caseins an diesen beiden Aminosäuren 4% des Leim-N durch Tyrosin und 2,5% des Leim-N durch Tryptophan ersetzte. Er fühlt sich berechtigt, aus seinen Untersuchungen den Schluß zu ziehen, daß der Wert des Leimes als Ersatz des Eiweißes durch die erwähnten Zugaben bis auf die Hälfte des Gesamt-N erhöht werden kann.

Zuletzt führte Kauffmann einen Versuch an sich selbst aus, bei dem er den gesamten Eiweiß-N durch Leim-N + Tyrosin, Tryptophan und Cystin ersetzt hat. Hierbei ergab sich in der Leimperiode eine Durchschnittsbilanz von — 0,538 g N gegen die normale Vorperiode mit — 0,97 g N und die Nachperiode mit + 0,07 g N.

Der Schluß, den Kauffmann aus diesen Versuchen zieht,

¹⁾ Pflügers Archiv für die ges. Physiologie, Bd. CIX, S. 440, 1905.

ist der, «daß der mit den erwähnten aromatischen Aminosäuren versetzte Leim physiologisch dem Eiweiß nahekommt, ja ihm vielleicht vollkommen gleichwertig ist».

Diese Resultate zusammen mit den sonstigen Erfahrungen über den Eiweißstoffwechsel verdienen wohl erhöhtes Interesse. Über die Schicksale der beiden in Frage kommenden Aminosäuren sind wir genügend gut unterrichtet. Daß Tyrosin vom Hunde sehr gut assimiliert wird, ist bekannt und ist neuerdings auch für das hier speziell in Frage kommende l-Tyrosin von Reiss¹⁾ gezeigt worden. Das Tryptophan wird nach den Untersuchungen von Ellinger²⁾ beim Hunde zum größten Teil als Kynurensäure ausgeschieden. Als konstanter Bestandteil des Eiweißmoleküls ist es jedoch bei dem Aufbau desselben nach dem «Gesetze des Minimums»³⁾ sicher notwendig. Daß Ersatz fehlender «Bausteine» Leim dem Eiweiß gleichwertig macht, wird durch die neugewonnenen Vorstellungen über die Zusammensetzung des Eiweißmoleküls eher gestützt. Ferner sprechen die Kauffmannschen Befunde, wenn auch keineswegs zwingend, zugunsten eines totalen Aufbaues des Körper-eiweißes aus den einzelnen Spaltungsprodukten, da dies mit den Resultaten besser in Einklang zu bringen ist, als etwa die Einschlebung der fehlenden Bausteine in ein bereits hochzusammengesetztes komplexes Molekül.

Immerhin mußten aber, bevor diese wichtigen Schlüsse als endgültig sichergestellt angesehen werden, die Versuche Kauffmanns einer Nachprüfung unterzogen werden, zumal verschiedene Punkte in der Versuchsanordnung, wie wir unten zeigen werden, eine Nachprüfung keineswegs als überflüssig erscheinen lassen.

Für unsere Versuche standen uns zwei gesunde Bastardhündinnen zur Verfügung, von denen die kleinere (A) ungefähr 7 kg, die größere ungefähr 10 kg schwer war. Bei den Versuchen wurde der Harn stets mit dem Katheter entnommen.

¹⁾ Beiträge zur chem. Physiol. u. Pathol., Bd. VIII, S. 332, 1906.

²⁾ Diese Zeitschrift, Bd. XLIII, S. 325, 1904.

³⁾ Vergl. E. Abderhalden, Lehrbuch der physiologischen Chemie, 1906, S. 383.

Die Tiere gewöhnten sich sehr schnell daran, den Harn 24 Stunden zu halten, nur am Anfang der Versuche wurde zuweilen ein Teil in den Stoffwechselkäfig entleert. Die Abgrenzung des Kotes geschah mittels Tierkohle. Als stickstoffhaltige Grundnahrung diente, wie bei Kauffmann, dessen Anordnung betreffs Auswahl und Mengenverhältnisse in der Nahrung möglichst befolgt wurde, Plasmon und sterilisierte Milch. Die Milch bezogen wir aus dem Rassestall der tierärztlichen Hochschule in einer Quantität, daß wir etwa zehn Tage damit reichten. Es wurden ca. 2 l Milch, deren N-Gehalt vorher genau durch mehrere übereinstimmende Bestimmungen festgestellt war, zu je 200 ccm in Flaschen getan, dann wiederholt je eine halbe Stunde auf 115° erwärmt. Nach dem Sterilisieren wurden sie im Eisschrank aufbewahrt. Gelatine (die vollkommen eiweißfrei war), Stärke, Traubenzucker wurde von der Firma Schering bezogen. Die Stickstoffbestimmung geschah nach der Kjeldahlschen Methode. Die Daten für die Berechnung der Kalorien sind den Tabellen von Landolt-Börnstein entnommen.

Den Verlauf der ersten Versuchsreihe an der Hündin A schildert Tabelle I. Die Hündin wurde zunächst mit 675 Kalorien und 1,5 g N in Stickstoffgleichgewicht gesetzt. Es war natürlich nötig, um sich bei den folgenden Versuchen vor Trugschlüssen zu sichern, die kleinste Menge Eiweiß-N, mit der das Tier gerade gut auskommt, festzustellen — ein Punkt, den Kauffmann, wie seine Tabellen I, S. 445, und II, S. 448, zeigen, nicht berücksichtigt hat. Dann sollte geprüft werden, ein wie großer Teil des Eiweiß-N durch Leim-N ohne Störung des Stickstoffgleichgewichtes ersetzt werden kann.

Während der Vorperiode bestand die Nahrung aus:

Milch	mit 0,525 % N;	pro Kubikzentimeter	0,648 Kalorien
Stärke	» 0,17 % » ;	» Gramm	4,1 »
Plasmon	» 12,424 % » ;	» »	4,1 »
Fett	» »	» »	9,5 »
Traubenzucker	» »	» »	4,1 »
Ferr. lactic.			

Hiervon erhielt die Hündin:

200 ccm Milch	=	1,050 g N; 129,6 Kalorien
50 g Stärke	=	0,085 » » ; 205,0 »
2,94 » Plasmon	=	0,365 » » ; 12,1 »
10,56 » Traubenzucker	=	43,3 »
30 » Fett	=	285,0 »
0,05 » Ferr. lactic.		

Im ganzen 1,500 g N; 675,0 Kalorien.

Pro Kilogramm Körpergewicht 0,2 g N, 91,2 Kalorien.

In der Leimperiode wurde $\frac{1}{5}$ Eiweiß-N = 0,3 g N in Form von Leim verabreicht.

In dieser Periode enthielt die Milch 0,503% N. Gelatine mit 14,578% N, 4,4 Kalorien.

Zusammensetzung der Nahrung:

200 ccm Milch	=	1,006 g N; 129,6 Kalorien
50 g Stärke	=	0,085 » » ; 205,0 »
30 » Fett	=	285,0 »
0,88 » Plasmon	=	0,109 » » ; 3,6 »
2,06 » Gelatine	=	0,300 » » ; 9,1 »
10,41 » Traubenzucker	=	42,7 »
0,05 » Ferr. lactic.		

Im ganzen 1,500 g N; 675,0 Kalorien.

In der ersten Leimperiode betrug die Bilanz — 0,09. Mithin ist in Übereinstimmung mit dem Befunde von Kauffmann der Leim befähigt, $\frac{1}{5}$ Eiweiß-N in der Nahrung zu ersetzen.

Solange Leim verabreicht wurde, erhielt die Hündin als Vorbeuge gegen Diarrhoe jeden 2. Tag 0,1 g Opium pulveratum. Der Kot war infolgedessen stets von fester Konsistenz, ohne daß jedoch Obstipation bestand.

Ein 2. Versuch (siehe Tabelle II, Hündin A), $\frac{2}{5}$ des Eiweiß-N durch Leim-N zu ersetzen, ergab ein negatives Resultat. Der Hund schied täglich 0,45 g N von seinem eigenen Körpergewicht aus.

In einem 3. Versuch, der durch Tabelle III erläutert wird, sollte geprüft werden, ob die eiweißersetzende Wirkung des Leims durch Hinzufügen von Tyrosin und Tryptophan gesteigert werden kann. Tyrosin wurde durch Hydrolyse aus Seide, das Tryptophan aus Casein nach Hopkins und Cole¹⁾ dargestellt.

¹⁾ Journ. of Physiol., Bd. XXVII, S. 418, 1902.

Hierzu wurde die Hündin zuerst in N-Gleichgewicht gebracht. Sodann wurden $\frac{2}{5}$ Eiweiß-N durch Leim-N + Tyrosin und Tryptophan ersetzt, also eine Leimmenge, die, wie Tabelle II zeigt, ohne Zusätze das Versuchstier aus dem N-Gleichgewicht brachte, um zu sehen, ob der Hund nun im N-Gleichgewicht bleibt.

Daran schloß sich eine Kontrollperiode, in der $\frac{2}{5}$ Eiweiß-N wieder durch Leim allein ersetzt wurden.

Die Nahrung der Vorperiode bestand, aus:

150 ccm Milch	=	0,905 g N;	97,2 Kalorien
50 g Stärke	=	0,203 » » ;	205,0 »
3,24 » Plasmon	=	0,392 » » ;	13,3 »
15 » Fett	=		142,5 »
41,95 » Traubenzucker	=		172,0 »
0,05 » Ferr. lactic.			

Im ganzen 1,500 g N; 630,0 Kalorien.

Pro Kilogramm Körpergewicht 0,21 g N; 90 Kalorien.

In der Hauptperiode wurden $\frac{2}{5}$ Eiweiß-N = 0,6 g N in Form von Leim + Tyrosin und Tryptophan gegeben, und zwar wurden hierbei 4% des Leim-N durch Tyrosin und 2% des Leim-N durch Tryptophan ersetzt.

Es wurde in diesem Versuch gefüttert:

Milch	mit	0,603% N;	0,648 Kalorien
Stärke	»	0,406% » ;	4,1 »
Plasmon	»	12,100% » ;	4,1 »
Gelatine	»	14,791% » ;	4,4 »
Tyrosin	»	7,735% » ;	5,9 »
Tryptophan	»	13,72 % » ;	
Fett	»		9,5 »
Traubenzucker	»		4,1 »

Hiervon wurden verabreicht:

100 ccm Milch	=	0,603 g N;	64,8 Kalorien
40 g Stärke	=	0,162 » » ;	164,0 »
1,12 » Plasmon	=	0,135 » » ;	4,6 »
3,79 » Gelatine	=	0,561 » » ;	16,7 »
0,31 » Tyrosin	=	0,024 » » ;	1,8 »
0,11 » Tryptophan	=	0,015 » » ;	
20 » Fett	=		190,0 »
45,88 » Traubenzucker	=		188,1 »
0,05 » Ferr. lactic.			

Im ganzen 1,500 g N; 630,0 Kalorien

In der Kontrollperiode fielen Tyrosin und Tryptophan fort. Es kam frische Milch mit 0,549% N zur Anwendung; daher erhielt die Hündin:

100 ccm Milch	=	0,549 g N;	64,8 Kalorien
45 g Stärke	=	0,183 » »;	184,5 »
1,39 » Plasmon	=	0,168 » »;	5,7 »
4,06 » Gelatine	=	0,600 » »;	17,9 »
20 » Fett	=		190,0 »
40,76 » Traubenzucker	=		167,1 »
0,05 » Ferr. lactic.			

Im ganzen 1,500 g N; 630,0 Kalorien.

Nach diesem Versuche üben die Aminosäuren Tyrosin und Tryptophan einen sichtbaren, aber äußerst geringen Einfluß aus. In der Vorperiode war die Bilanz — 0,015, in der Hauptperiode + 0,01 und in der Kontrollperiode — 0,16.

Sehr bemerkenswert ist, daß dasselbe Versuchstier in der Zeit vom 26. Mai bis 1. Juni bei dem Ersatz von $\frac{2}{5}$ Eiweiß-N durch Leim-N eine Unterbilanz von — 0,45 g N aufwies, während es jetzt, d. h. vom 22.—27. Juli, bei $\frac{2}{5}$ Leim-N nur die geringe Unterbilanz von — 0,16 g zeigte, also die Grenze des N-Gleichgewichtes kaum überschritten hatte.

Da aus Versuch III auf eine gewisse Wirkung der Zusätze geschlossen werden könnte, wurde gleich weiter untersucht, ob ein noch größerer Teil des Eiweißes durch Leim + Tyrosin und Tryptophan ersetzbar wäre.

In dem Versuch IV, der sich gleich an Versuch III anschloß, wurde die Hälfte des Eiweiß-N in Form von Leim + Zusätzen gegeben. Es wurden in der Hauptperiode gefüttert:

90 ccm Milch	=	0,494 g N;	58,3 Kalorien
45 g Stärke	=	0,183 » »;	184,5 »
0,60 » Plasmon	=	0,073 » »;	2,5 »
4,47 » Gelatine	=	0,701 » »;	20,9 »
0,39 » Tyrosin	=	0,03 » »;	2,3 »
0,14 » Tryptophan	=	0,019 » »;	
20 » Fett	=		190,0 »
41,83 » Traubenzucker	=		171,5 »
0,05 » Ferr. lactic.			

Im ganzen 1,500 g N; 630,0 Kalorien

Während der einfachen Nachperiode erhielt die Hündin:

100 ccm Milch	=	0,547 g N;	64,8 Kalorien
50 g Stärke	=	0,193 » » ;	205,0 »
6,41 » Plasmon	=	0,760 » » ;	26,3 »
18 » Fett	=		171,0 »
39,73 » Traubenzucker	=		162,9 »
0,05 » Ferr. lactic.			

Im ganzen 1,500 g N; 630,0 Kalorien.

Über den Gang des Versuches IV gibt uns Tabelle IV, Hündin A, Aufschluß.

Wir sehen aus Tabelle IV, daß trotz der Zusätze das Versuchstier bei dem Ersatz von $\frac{1}{2}$ Eiweiß-N durch Leim + Zusätze aus dem N-Gleichgewicht gekommen ist.

Die Versuche mit Hündin B verliefen ebenfalls ganz glatt und zeigen die Verhältnisse noch klarer.

Der Hund wurde mit 2,40 g N und 630 Kalorien in N-Gleichgewicht gebracht. Dann wurden $\frac{2}{5}$ Eiweiß-N in Form von Leim-N verabreicht, wobei, wie Tabelle V, Hündin B, zeigt, das Versuchstier ganz wenig aus dem N-Gleichgewicht kam.

Sollte eine Wirkung der Zusätze bestehen, so war zu erwarten, daß eine Zufuhr der betreffenden Aminosäuren die Hündin bei der geringen bestehenden Unterbilanz gleich wieder voll in das N-Gleichgewicht bringen würde. Dies war aber, wie Versuch VI zeigt, nicht der Fall.

Nahrung der einzelnen Perioden in Versuch V.

Vorperiode.

Milch	mit	0,547 ^{0/0} N;	0,648 Kalorien
Stärke	»	0,385 ^{0/0} » ;	4,1 »
Plasmon	»	11,858 ^{0/0} » ;	4,1 »
Fett	»		9,5 »
Traubenzucker	»		4,1 »

Hiervon sind erforderlich:

150 ccm Milch	=	0,821 g N;	97,2 Kalorien
50 g Stärke	=	0,193 » » ;	205,0 »
11,69 » Plasmon	=	1,386 « » ;	47,9 »
15 » Fett	=		142,5 »
33,51 » Traubenzucker	=		137,4 »
0,05 » Ferr. lactic.			

Im ganzen 2,400 g N; 630,0 Kalorien.

Pro Kilogramm Körpergewicht 0,25 g N; 64,6 Kalorien.

Hauptperiode.

Gelatine mit 14,791 % N; 4,4 Kalorien.

150 ccm Milch	=	0,821 g N;	97,2 Kalorien
50 g Stärke	=	0,193 » » ;	205,0 »
3,59 » Plasmon	=	0,426 » » ;	14,7 »
6,49 » Gelatine	=	0,960 » » ;	28,6 »
15 » Fett	=		142,5 »
34,63 » Traubenzucker	=		142,0 »
0,05 » Ferr. lactic.			

Im ganzen 2,400 g N; 630,0 Kalorien.

In Versuch VI, in dem $\frac{2}{5}$ Eiweiß-N durch Leim-N + 4 % Tyrosin und 2,5 % Tryptophan ersetzt wurden, bestand die Nahrung aus:

150 ccm Milch	=	0,786 g N;	97,2 Kalorien
50 g Stärke	=	0,193 » » ;	205,0 »
3,89 » Plasmon	=	0,461 » » ;	15,9 »
6,07 » Gelatine	=	0,898 » » ;	27,1 »
0,49 » Tyrosin	=	0,038 » » ;	2,9 »
0,17 » Tryptophan	=	0,024 » » ;	
15 » Fett	=		142,5 »
34 » Traubenzucker	=		139,4 »
0,05 » Ferr. lactic.			

Im ganzen 2,400 g N; 630,0 Kalorien

Wie Tabelle VI, Hündin B, aufweist, war es also nicht möglich, durch Leim + Aminosäuren das Versuchstier in N-Gleichgewicht zu bringen. Die eiweißersetzende Wirkung des Leimes konnte durch Hinzufügen von Tyrosin und Tryptophan nicht erhöht werden.

In einem letzten und VII. Versuch, den Tabelle VII, Hündin B, darstellt, sollte noch gezeigt werden, ob die Hündin, wenn sie sich im N-Gleichgewicht befindet, auch im N-Gleichgewicht bleibt, wenn $\frac{2}{5}$ Eiweiß-N durch Leim-N + 4 % Tyrosin und 2,5 % Tryptophan ersetzt werden.

Ogleich in diesem VII. Versuche neben Leim noch Tyrosin und Tryptophan verabreicht wurden, ist das Tier doch erheblich aus dem N-Gleichgewicht herausgekommen, was mit den Ergebnissen der früheren Versuchsreihen (IV und VI) übereinstimmt.

Während der Versuche waren die Hunde vollkommen gesund, und die Versuche verliefen ohne Störung. Hündin A erkrankte jedoch kurz nach Abschluß der Versuchsreihe aus unbekannter Ursache, anscheinend an einer Gehirnaffektion, und starb. Die Obduktion konnte auch keine Anhaltspunkte für die Todesursache geben; namentlich waren die innern Organe vollkommen normal.

Wie aus den Versuchen ersichtlich ist, konnte eine Erhöhung des Ersatzwertes von Leim durch die Zusätze nicht erzielt werden. Nur in einer Versuchsreihe bei Hündin A, Tab. III, könnte man von einer günstigen Wirkung der Zusätze sprechen. Aber auch hier in kaum nennenswertem Grade, während bei der Hündin B von einer Wirkung überhaupt nicht die Rede sein kann.

Worauf diese Unterschiede den Kauffmannschen Befunden gegenüber beruhen, kann vorläufig nicht sicher entschieden werden. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die von Kauffmann getroffene Versuchsanordnung keineswegs geeignet ist, seine Resultate als ganz gesichert zu betrachten, da er es unterlassen hat, den Perioden mit Leim + Zusätze gleich als Kontrolle eine Periode mit Leim allein anzuschließen. Wie wenig berechtigt man ist, bei Stoffwechselversuchen früher gewonnene Werte für eine spätere Vergleichsuntersuchung als immer feststehende Grundwerte zu benutzen, zeigen am instruktivsten unsere in den Tabellen II und III wiedergegebenen Versuchsreihen. Obgleich sich die Hündin unter vollkommen gleichen äußern Umständen befand, das Körpergewicht wie die Ernährung keine Unterschiede aufwies, gestaltete sich die Bilanz bei der Ernährung mit $\frac{2}{5}$ Leim-N, das eine Mal im Mittel pro Tag zu — 0,45 g, das andere Mal, 3 Wochen später, — 0,16 g. Hätte man den ersten Wert bei der Prüfung der Wirkung der Zusätze als Grundwert herangezogen, so wäre diese fälschlich als ziemlich bedeutend angenommen worden, während sie mit der anschließenden reinen Leimperiode verglichen in Wirklichkeit nur äußerst gering war. Wir haben es hier wohl mit den im physiologischen Bereich liegenden Schwankungen im Stoffwechsel zu tun, denen man bei längerer Be-

obachtung an Tieren nicht selten begegnet.¹⁾ Jedenfalls ist es unbedingt geboten, Vergleichsperioden bei Stoffwechselfersuchen möglichst ohne Unterbrechung, soweit das geht, einander folgen zu lassen.

Auf den Selbstversuch von Kauffmann näher einzugehen, ist hier nicht der Ort. Es sei nur darauf hingewiesen, daß er als Versuchsperson mit der nicht geringen Unterbilanz von — 0,97 g N pro Tag, also in einem partiellen Hungerzustand, in den Hauptversuch ging, was eine klare Beurteilung des Versuchsverlaufes nicht wenig erschwert. Das günstige Resultat von einer Durchschnittsbilanz von — 0,538 g N in der Leimperiode gegen die Vorperiode ist nur durch die merkwürdige Stickstoffretention von + 0,54 g N am letzten Tage bedingt, gegen die durchschnittliche Ausscheidung von — 0,8 g N in den vorherigen Tagen. Es ist zweifellos, daß nach unsern Erfahrungen eine noch größere Unterbilanz während der Leimperiode zu erwarten war; aber auch hier hätte eine anschließende reine Leimperiode den von Kauffmann gezogenen Schluß sicher stellen müssen, wenn auch der Ausführung dieses Versuches gewiß große Schwierigkeiten entgegenstehen dürften.

¹⁾ Interessante Beobachtungen in dieser Hinsicht verdanken wir der gütigen persönlichen Mitteilung von Herrn Geheimrat Munk.

Tabelle I. Hündin A.

Datum	Gewicht	N-Ein- fuhr	Urin- menge	Urin-N	Kot- menge	Kot-N	N-Aus- fuhr	Bilanz
Mai								
10.—11.	7350 Kot	2,00	100	1,93	5,84	0,23	2,16	— 0,16
11.—12.	7400	1,80	95	1,35	4,61	0,21	1,56	+ 0,27
12.—13.	7400 Kot	1,80	125	1,24	4,61	0,21	1,45	+ 0,35
13.—14.	7450 »	1,80	185	1,35	3,87	0,23	1,58	+ 0,22
Vorperiode.								
Mai								
14.—15.	7400 Kot	1,50	125	1,26	3,81	0,23	1,49	+ 0,01
15.—16.	7450	1,50	155	1,25	3,27	0,13	1,38	+ 0,12
16.—17.	7450	1,50	175	1,21	3,27	0,13	1,34	+ 0,16
17.—18.	7450 Kot	1,50	125	1,23	3,27	0,13	1,36	+ 0,14
Mittel pro Tag . . .							1,39	+ 0,11
Hauptperiode.								
$\frac{1}{5}$ Leim-N.								
Mai								
18.—19.	7450 Kot	1,50	175	1,45	6,00	0,31	1,76	— 0,26
19.—20.	7450	1,50	160	1,48	7,07	0,28	1,76	— 0,26
20.—21.	7450 Kot	1,50	90	1,41	7,07	0,28	1,69	— 0,19
21.—22.	7450	1,50	65	1,00	6,03	0,28	1,28	+ 0,22
22.—23.	7550 Kot	1,50	130	1,13 ³	6,03	0,28	1,41	+ 0,09
23.—24.	7550	1,50	140	1,48	3,94	0,11	1,59	— 0,09
24.—25.	7500	1,50	130	1,47	3,94	0,19	1,66	— 0,16
25.—26.	7500 Kot	1,50	120	1,42	3,94	0,15	1,57	— 0,07
Mittel pro Tag . . .							1,59	— 0,09

Tabelle II. Hündin A.

Datum	Gewicht	N-Ein- fuhr	Urin- menge	Urin-N	Kot- menge	Kot-N	N-Aus- fuhr	Bilanz
² / ₅ Leim-N.								
Mai								
26.—27.	7450 Kot	1,50	150	1,78	3,70	0,15	1,93	— 0,43
27.—28.	7450 Kot	1,50	155	1,71	15,25	0,72	2,43	— 0,93
28.—29.	7300	1,50	50	1,45	4,09	0,16	1,61	— 0,11
29.—30.	7400	1,50	95	1,49	4,09	0,16	1,65	— 0,15
30.—31.	7400 Kot	1,50	160	1,82	4,09	0,16	1,98	— 0,48
31.—1.	7400	1,50	165	1,82	5,85	0,23	2,05	— 0,55
Juni								
1.—2.	7300 Kot	1,50	170	1,79	5,85	0,23	2,02	— 0,52
Mittel pro Tag . .		1,50	—	—	—	—	1,95	— 0,45
Nachperiode.								
Juni								
2.—3.	7350	1,50	145	1,21	6,02	0,18	1,39	+ 0,11
3.—4.	7300	1,50	135	1,25	6,02	0,18	1,43	+ 0,07
4.—5.	7400 Kot	1,50	140	1,27	6,02	0,18	1,45	+ 0,05
5.—6.	7400	1,50	95	1,23	5,75	0,21	1,44	+ 0,06
6.—7.	7400 Kot	1,50	100	1,11	5,75	0,21	1,32	+ 0,18
7.—8.	7350	1,50	125	1,20	4,50	0,19	1,39	+ 0,11
8.—9.	7350	1,50	130	1,22	4,50	0,19	1,41	+ 0,09
9.—10.	7450 Kot	1,50	130	1,18	4,50	0,19	1,37	+ 0,13
Mittel pro Tag . .		1,50	—	—	—	—	1,40	+ 0,10

Tabelle III, Hündin A.

Datum	Gewicht	N-Ein- fuhr	Urin- menge	Urin-N	Kot- menge	Kot-N	N-Aus- fuhr	Bilanz
Vorperiode.								
Juni								
10.—11.	7000	1,50	55	1,47	2,03	0,07	1,54	— 0,04
11.—12.	7100	1,50	50	1,38	2,03	0,07	1,45	+ 0,05
12.—13.	7200 Kot	1,50	45	1,51	2,03	0,07	1,58	— 0,08
13.—14.	7250	1,50	45	1,45	5,65	0,12	1,57	— 0,07
14.—15.	7300	1,50	45	1,39	5,65	0,12	1,51	— 0,01
15.—16.	7350 Kot	1,50	40	1,32	5,65	0,12	1,44	+ 0,06
Mittel pro Tag . .							1,51	— 0,01
Hauptperiode.								
$\frac{2}{5}$ Leim-N, 4% Tyrosin, $2,5\%$ Tryptophan.								
Juni								
16.—17.	7450 Kot	1,50	70	1,61	5,65	0,12	1,73	— 0,23
17.—18.	7450 »	1,50	140	1,13	6,74	0,34	1,47	+ 0,03
18.—19.	7450	1,50	150	1,12	3,27	0,13	1,25	+ 0,25
19.—20.	7500	1,50	100	1,15	3,27	0,13	1,28	+ 0,22
20.—21.	7500	1,50	135	1,31	3,27	0,13	1,44	+ 0,06
21.—22.	7500 Kot	1,50	175	1,61	3,27	0,13	1,74	— 0,25
Mittel pro Tag . .							1,49	+ 0,01
Kontrollperiode.								
$\frac{2}{5}$ Leim-N.								
Juni								
22.—23.	7500	1,50	145	1,56	3,16	0,12	1,68	— 0,18
23.—24.	7450	1,50	180	1,57	3,16	0,12	1,69	— 0,19
24.—25.	7350	1,50	180	1,52	3,16	0,12	1,64	— 0,14
25.—26.	7350 Kot	1,50	155	1,51	3,16	0,12	1,63	— 0,13
26.—27.	7350	1,50	170	1,54	3,05	0,11	1,65	— 0,15
27.—28.	7400 Kot	1,50	150	1,57	3,05	0,11	1,68	— 0,18
Mittel pro Tag . .							1,66	— 0,16

Tabelle IV. Hündin A.

Datum	Gewicht	N-Ein- fuhr	Urin- menge	Urin-N	Kot- menge	Kot-N	N-Aus- fuhr	Bilanz
Hauptperiode.								
$\frac{1}{2}$ Leim-N, 4% Tyrosin, 2,5% Tryptophan.								
Juni								
28.—29.	7400	1,50	100	1,48	3,65	0,13	1,61	— 0,11
29.—30.	7500	1,50	105	1,55	3,65	0,13	1,68	— 0,18
30.—1.	7500	1,50	180	1,65	3,65	0,13	1,78	— 0,28
Juli								
1.—2.	7450 Kot	1,50	185	1,68	3,65	0,13	1,81	— 0,31
2.—3.	7450	1,50	145	1,66	6,46	0,27	1,93	— 0,43
3.—4.	7450 Kot	1,50	140	1,67	6,46	0,27	1,94	— 0,44
Mittel pro Tag . .							1,79	— 0,29
Nachperiode.								
Nur Eiweiß-N.								
Juli								
4.—5.	7400	1,50	65	1,08	3,54	0,14	1,22	+ 0,28
5.—6.	7450 Kot	1,50	60	1,13	3,54	0,14	1,27	+ 0,23
6.—7.	7450	1,50	65	1,14	3,06	0,13	1,27	+ 0,23
7.—8.	7450 Kot	1,50	60	1,17	3,06	0,13	1,30	+ 0,20
8.—9.	7500	1,50	65	1,13	2,80	0,13	1,26	+ 0,24
9.—10.	7500 Kot	1,50	70	1,33	2,80	0,13	1,46	+ 0,04
Mittel pro Tag . .							1,30	+ 0,20

Tabelle V. Hündin B.

Datum	Gewicht	N-Ein- fuhr	Urin- menge	Urin-N	Kot- menge	Kot-N	N-Aus- fuhr	Bilanz
Juni								
26.—27.	9700	2,60	100	2,24	4,53	0,15	2,39	+ 0,21
27.—28.	9750	2,60	110	2,39	4,53	0,15	2,54	+ 0,06
28.—29.	9750	2,60	100	2,13	4,53	0,15	2,28	+ 0,32
29.—30.	9750	2,60	90	2,06	4,53	0,15	2,21	+ 0,39
30.—1.	9808 Kot	2,60	100	2,22	4,53	0,15	2,37	+ 0,23
Juli								
Vorperiode.								
Juli								
1.—2.	9750	2,40	95	2,12	3,90	0,12	2,24	+ 0,16
2.—3.	9700	2,40	95	2,04	3,90	0,12	2,16	+ 0,24
3.—4.	9700	2,40	95	2,16	3,90	0,12	2,28	+ 0,12
4.—5.	9700	2,40	100	2,27	3,90	0,12	2,39	+ 0,01
5.—6.	9700 Kot	2,40	95	2,11	3,90	0,12	2,23	+ 0,17
Mittel pro Tag . .							2,26	+ 0,14
Hauptperiode.								
² / ₅ Leim-N.								
Juli								
6.—7.	9750	2,40	110	2,65	3,74	0,11	2,76	— 0,36
7.—8.	9900 Kot	2,40	205	2,56	3,74	0,11	2,67	— 0,27
8.—9.	9800	2,40	290	2,35	7,76	0,28	2,63	— 0,23
9.—10.	9750	2,40	230	2,42	7,76	0,28	2,70	— 0,30
10.—11.	9750 Kot	2,40	180	2,24	7,76	0,28	2,52	— 0,12
11.—12.	9700	2,40	160	2,27	4,24	0,15	2,42	— 0,02
12.—13.	9650	2,40	240	2,35	4,24	0,15	2,50	— 0,10
Mittel pro Tag . .							2,60	— 0,20

Tabelle VI. Hündin B.

Datum	Gewicht	N-Ein- fuhr	Urin- menge	Urin-N	Kot- menge	Kot-N	N-Aus- fuhr	Bilanz
Hauptperiode.								
² / ₅ Leim-N, 4 ⁰ / ₁₀₀ Tyrosin, 2,5 ⁰ / ₁₀₀ Tryptophan.								
Juli								
13.—14.	9600	2,40	140	2,31	4,25	0,15	2,46	— 0,06
14.—15.	9600	2,40	220	2,59	4,25	0,15	2,74	— 0,34
15.—16.	9550	2,40	210	2,51	4,25	0,15	2,66	— 0,26
16.—17.	9500	2,40	140	2,29	4,25	0,15	2,44	— 0,04
17.—18.	9450	2,40	175	2,37	4,25	0,15	2,52	— 0,12
18.—19.	9450 Kot	2,40	200	2,51	4,25	0,15	2,66	— 0,26
Mittel pro Tag . .							2,58	— 0,18
Nachperiode.								
Eiweiß-N.								
Juli								
19.—20.	9450	2,40	90	1,86	4,34	0,15	2,01	+ 0,39
20.—21.	9500	2,40	100	1,91	4,34	0,15	2,06	+ 0,34
21.—22.	9450	2,40	90	1,90	4,34	0,15	2,05	+ 0,35
22.—23.	9500	2,40	90	1,87	4,34	0,15	2,02	+ 0,38
23.—24.	9500	2,40	120	1,92	4,34	0,15	2,07	+ 0,33
24.—25.	9500 Kot	2,40	95	1,91	4,34	0,15	2,06	+ 0,34
Mittel pro Tag . .							2,04	+ 0,36

Tabelle VII. Hündin B.

Datum	Gewicht	N-Ein- fuhr	Urin- menge	Urin-N	Kot- menge	Kot-N	N-Aus- fuhr	Bilanz
Vorperiode.								
Juli								
25.—26.	9500	2,40	170	1,97	5,38	0,19	2,16	+ 0,24
26.—27.	9500	2,40	105	2,04	5,38	0,19	2,23	+ 0,17
27.—28.	9500	2,40	95	1,91	5,38	0,19	2,10	+ 0,30
28.—29.	9450	2,40	110	1,92	5,38	0,19	2,11	+ 0,29
29.—30.	9450 Kot	2,40	90	1,86	5,38	0,19	2,05	+ 0,35
Mittel pro Tag . .							2,13	+ 0,27
Hauptperiode.								
² / ₅ Leim-N, 4 ⁰ / ₁₀₀ Tyrosin, 2,5 ⁰ / ₁₀₀ Tryptophan.								
Juli								
30.—31.	9500	2,40	240	2,72	6,77	0,26	2,98	— 0,58
31.—1.	9450 Kot	2,40	200	2,73	6,77	0,26	2,99	— 0,59
August								
1.—2.	9450	2,40	170	2,52	5,56	0,19	2,71	— 0,31
2.—3.	9400	2,40	185	2,54	5,56	0,19	2,73	— 0,33
3.—4.	9400	2,40	165	2,49	5,56	0,19	2,68	— 0,28
4.—5.	9500 Kot	2,40	190	2,57	5,56	0,19	2,76	— 0,36
Mittel pro Tag . .							2,81	— 0,41
Nachperiode.								
Eiweiß-N.								
August								
5.—6.	9450	2,40	100	1,89	5,49	0,18	2,07	+ 0,33
6.—7.	9450	2,40	90	1,91	5,49	0,18	2,09	+ 0,31
7.—8.	9450	2,40	80	1,85	5,49	0,18	2,03	+ 0,37
8.—9.	9450 Kot	2,40	95	2,11	5,49	0,18	2,29	+ 0,11
Mittel pro Tag . .							2,12	+ 0,28