

Studien über den Abbau racemischer Aminosäuren im Organismus des Hundes unter verschiedenen Bedingungen.

Von

Emil Abderhalden und Alfred Schittenhelm.

(Aus dem I. Chemischen Institut der Universität Berlin.)

(Der Redaktion zugegangen am 17. März 1907.)

Es darf nach den neuesten Untersuchungen¹⁾ als festgestellt betrachtet werden, daß unter normalen Verhältnissen das in den Geweben zum Abbau gelangende Eiweiß stets vollständig über die Aminosäuren hinaus abgebaut wird, wenigstens findet man im normalen Harn entweder gar keine Aminosäuren oder doch nur sehr geringe Mengen. Die einzige Aminosäure, welche bis jetzt auch unter normalen Verhältnissen im Urin speziell des Menschen und des Hundes aufgefunden worden ist, ist das Glykokoll. Es ist noch unentschieden, ob dieses im Urin frei vorkommt. Manche Beobachtungen sprechen dafür, daß es in irgend einer Bindung vorhanden ist, und aus dieser durch Alkali sich abspalten läßt. Es unterliegen jedoch nicht nur die im Eiweißstoffwechsel entstehenden einfachsten Abbauprodukte einer vollständigen Verbrennung, sondern es werden auch die dem tierischen Organismus zugeführten Aminosäuren in bestimmten Grenzen abgebaut, wenigstens lassen sich im Urin z. B. beim Menschen mit β -Naphtalinsulfochlorid nach Zufuhr ganz beträchtlicher Mengen von Aminosäuren keine Reaktionsprodukte isolieren.²⁾ Der Bequemlichkeit wegen sind zu derartigen Versuchen die käuflichen, racemischen Aminosäuren verwendet

¹⁾ Emil Abderhalden und Alfred Schittenhelm, Über den Gehalt des normalen Menschenharns an Aminosäuren, Diese Zeitschrift, Bd. XLVII, S. 339, 1906.

²⁾ Emil Abderhalden und Peter Bergell, Der Abbau der Peptide im Organismus, Diese Zeitschrift, Bd. XXXIX, S. 9, 1903.

worden. Es müssen somit bei diesen Versuchen stets beide Komponenten verbrannt worden sein. Steigert man die Menge der verfütterten racemischen Aminosäuren, so findet man, daß der tierische Organismus die beiden Komponenten des Racemkörpers nicht gleich gut verarbeitet, indem derjenige Teil des Racemkörpers, welcher der in der Natur nicht vorkommenden optisch-aktiven Komponenten entspricht, wenigstens teilweise zur Ausscheidung gelangt. Dies kommt schon bei relativ kleinen Aminosäuremengen beim Kaninchen zum Ausdruck, eine Beobachtung, die wir J. Wohlgemuth¹⁾ verdanken. Der eine von uns fand in Gemeinschaft mit Samuely²⁾ nach Verfütterung von 10 und 15 g dl-Leucin an Kaninchen etwa die Hälfte des eingeführten d-Leucins im Urin wieder. Ein 16½ kg schwerer Hund schied hingegen nach Eingabe von 10 g dl-Leucin kein Leucin im Urin aus. Bei einem anderen Versuchstier, das 10 g dl-Leucin subkutan erhalten hatte, ließen sich nur Spuren von Leucin im Urin nachweisen, während ein 4½ kg schwerer Hund nach Verfütterung von 10 g dl-Leucin 1,2 g d-Leucin ausschied. Es geht aus diesen Versuchen schon hervor, daß je nach dem Körpergewicht des Versuchstieres und offenbar auch nach der Individualität beträchtliche Unterschiede in der Verwertung des d-Leucins bestehen. Auch das dl-Alanin ist an Hunde verfüttert worden und es zeigte sich, daß bei genügenden Mengen l-Alanin zur Ausscheidung gelangt.³⁾

Wir haben uns bei der folgenden Untersuchung die Frage vorgelegt, ob der Abbau der beiden Komponenten der racemischen Aminosäuren in gleichem Umfange erfolgt, wenn man sie als

¹⁾ J. Wohlgemuth, Über das Verhalten stereoisomerer Substanzen im tierischen Organismus. II. Die inaktiven Monoaminosäuren. Ber. d. Deutsch. chem. Gesellsch., Jg. XXXVIII, S. 2064, 1905.

²⁾ Emil Abderhalden und Franz Samuely, Der Abbau des Leucins und des Leucyl-leucins im Organismus des Hundes, Diese Zeitschrift, Bd. XLVII, S. 346, 1906.

³⁾ Vgl. Alfred Schittenhelm und A. Katzenstein, Verfütterung von l-Alanin am normalen Hunde, Zeitschrift für experim. Pathol. und Therapie, Bd. II, S. 560, 1906. — Rahel Hirsch, Über das Verhalten von Monoaminosäuren im hungernden Organismus, Ebenda, Bd. I, S. 141, 1905.

Racemkörper verfüttert, und wenn sie einzeln verabreicht werden. Ferner interessiert uns die Frage, in welcher Menge die in der Natur vorkommende optisch-aktive Aminosäure vom normalen Organismus verbrannt wird, und ob unter pathologischen Bedingungen sich Unterschiede gegenüber der Norm nachweisen lassen. Es ist denkbar, daß sich auf dieser Grundlage eine neue Methode zur Funktionsprüfung des tierischen und menschlichen Organismus unter den verschiedensten Bedingungen ausarbeiten läßt, und wir halten es für aussichtsreich nach genauerer Feststellung der entsprechenden Werte für den normalen Menschen den «Assimilationswert» für bestimmte Krankheitstypen — Diabetes, Gicht usw. — festzustellen.

Unsere Versuche geben uns ferner Anlaß zur Diskussion einer anderen Frage von weittragender Bedeutung. Es hat sich der Usus herausgebildet, bei Verbindungen, welche Bestandteile unserer normalen Nahrung sind und im Organismus verbrannt werden, von einer Assimilation zu sprechen. Die Kohlehydrate und Fette sind unter dem Druck der Kalorienlehre fast nur noch als Brennmaterial betrachtet worden. Ein Unterschied zwischen Verbindungen, die einfach verbrennen, und solchen, welche an einer weiteren Etappe im Stoffwechsel, nämlich beim Aufbau von Zellmaterial beteiligt sind, ist im allgemeinen nicht gemacht worden, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil wir zurzeit über keine Methoden verfügen, um beurteilen zu können, wie der intermediäre Stoffwechsel in Wirklichkeit abläuft. Findet tatsächlich eine direkte Verbrennung von resorbierten Nahrungstoffen statt oder treten diese alle in nähere Beziehungen zum Zellaufbau? Es sind dies alles Fragen, die einstweilen unbeantwortet bleiben müssen. Trotzdem scheint es uns gerade in Hinsicht auf unsere Versuche und den Eiweißstoffwechsel im allgemeinen wohl berechtigt, die Frage zu diskutieren, inwieweit der Ausdruck «Assimilation» berechtigt ist. Führen wir dem Tierkörper Verbindungen zu, die wir nicht als normale Bestandteile des Organismus und unserer Nahrung betrachten, so wird nach dem allgemeinen Usus nicht von einer Assimilation gesprochen, sondern einfach von Verbrennung. So wird man kaum von einer Assimilation von Alkohol sprechen, trotzdem

dieser im Organismus in weiten Grenzen völlig verbrannt wird und sein Kalorienwert gewiß auch Verwertung findet. Dagegen spricht man, um auf unsere Versuche zu kommen, von einer Assimilation von Aminosäuren, auch wenn diese einzeln zugeführt werden und aller Voraussicht nach, falls ein Racemkörper vorliegt, die eine Komponente gewiß keine Rolle als Baumaterial der Zelle spielen kann. Diese Inkonsequenz tritt gerade bei Fragen des Eiweißstoffwechsels so sehr zutage, weil wir allgemein annehmen, daß das Nahrungseiweiß eine bedeutsame Rolle im Zellstoffwechsel und speziell am Zellaufbau spielt. Schon der Umstand, daß die Proteine dem Gesetz der Isodynamie nicht völlig folgen, hat ganz allgemein zu der Meinung geführt, daß die Eiweißkörper der Nahrung sicher nicht nur als Brennmaterial dienen, sondern offenbar in allen Fällen mit dem Zellbau in innigste Beziehungen treten. Tritt man dieser Anschauung bei, d. h. nimmt man an, daß beständig der Hauptteil der zugeführten Eiweißnahrung zu den Zellen selbst in engere Beziehungen tritt, dann ergibt sich die zwingende Forderung, daß nur solche Komplexe der Proteingruppe Verwendung nach dieser Richtung finden können, welche in ihrem Aufbau den Körperzellen entweder angepaßt sind oder doch leicht angepaßt werden können. Führen wir hingegen dem Organismus nur einzelne Bausteine zu, so ist kaum anzunehmen, daß diese beim Zellaufbau in weiterem Umfange eine Rolle spielen können. Wir nehmen in diesem Falle an, daß die Aminosäuren einfach als Brennmaterial in Frage kommen und wahrscheinlich sofort in Harnstoff und andere Abbauprodukte übergeführt werden. Es ist fraglich, ob man den Ausdruck Assimilation auch für diese Stoffwechselprozesse in Anwendung bringen darf, oder ob es nicht korrekter ist, nur dann von Assimilation zu sprechen, wenn ein in der Nahrung zugeführter Stoff so weit verarbeitet — ab- und aufgebaut — wird, bis er dem gesamten Organismus angepaßt ist. Einstweilen haben wir keinen Grund, anzunehmen, daß außer dem Eiweiß selbst tiefere Abbauprodukte in direkte Beziehungen zum Zellaufbau treten können. Wir müssen nach aller Erfahrung annehmen, daß nur Eiweiß und zwar das ganz spezifisch umgebaute, in Körpereiwweiß umge-

wandelte Protein für die Zelle als Baumaterial verwertbar ist. Eine einzeln zugeführte Aminosäure wird nur dann als assimiliert zu bezeichnen sein, wenn sie zum Eiweißaufbau Verwendung finden kann. Diese Möglichkeit ist namentlich dann nicht ausgeschlossen, wenn die betreffende Aminosäure mit eiweißhaltiger Nahrung zugeführt wird, ja wenn es sich gerade um eine im verfütterten Materiale im Minimum vorhandene Aminosäure handelt, so kann sie sogar eine bedeutend ausgiebigere Assimilation des Nahrungseiweißes bedingen. Findet dagegen die extra zugeführte Aminosäure keine Verwendung, dann kommt nur ihr Brennwert in Frage und in diesem Sinne kann sie Eiweiß sparen, wie Fett und Kohlehydrate.

Wir halten eine schärfere Trennung zwischen der wirklichen Assimilation und dem einfachen Abbau gerade beim Eiweißstoffwechsel deshalb für so sehr wichtig, weil eine alte Überlieferung uns lehrt, den Stickstoffgehalt des Urins als Maß des Umfanges des Eiweißstoffwechsels der Zellen zu betrachten. Der eine von uns hat bereits mit Peter Róna¹⁾ darauf hingewiesen, daß Stickstoff- und Harnstoffgehalt des Harnes durchaus kein direktes Maß des Eiweißstoffwechsels der Zellen im engeren Sinne darstellen. Wir verweisen nach dieser Richtung auf die Tatsache, daß bis zu den einfachsten Bausteinen abgebautes Nahrungseiweiß offenbar im Zellstoffwechsel dieselbe Rolle spielen kann, wie das unverändert verfütterte Nahrungseiweiß selbst. Wird dagegen ein Aminosäuregemisch verabreicht, das entweder durch Säurehydrolyse aus Eiweiß gewonnen oder künstlich zusammengestellt ist, so findet man im Urin zwar dieselben Abbauprodukte, wie bei den oben genannten Fütterungsarten, jedoch zeigen die Stickstoffzahlen, daß diese Produkte offenbar nicht assimiliert worden sind, denn der tierische Organismus arbeitet trotz des genügend vorhandenen Stickstoffs

¹⁾ Emil Abderhalden und Peter Róna, Weitere Beiträge zur Kenntnis der Eiweißassimilation im tierischen Organismus, Diese Zeitschrift, Bd. XLVII, S. 397, 1906.

²⁾ Vgl. u. a. Emil Abderhalden und Berthold Oppler, Weiterer Beitrag zur Frage nach der Verwertung von tief abgebautem Eiweiß im Organismus des Hundes, Diese Zeitschrift, Bd. LI, S. 226, 1907.

auf Kosten der eigenen Zellproteine, d. h. diese zerfallen und ein Ersatz ist nicht vorhanden — eben weil das verabreichte Material nicht assimilationsfähig ist. Andererseits darf eine Retention von stickstoffhaltigen Produkten durchaus nicht ohne weiteres als einer stattgehabten Assimilation entsprechend betrachtet werden. Die Frage nach der Stickstoffretention bedarf einer erneuten ausgedehnten Bearbeitung. Wir halten die allerdings einstweilen meist schwer oder oft gar nicht durchführbare Trennung von Stoffen, welche als Zellbausteine selbst eine Rolle spielen, von solchen, welche gewissermaßen nur verbrannt werden, um ihrer ledig zu werden, namentlich für die Betrachtungsweise von Stoffwechselstörungen von großer Bedeutung. Es wird eines der wichtigsten Probleme der Zukunft sein, festzustellen, an welcher Stelle des gesamten Eiweißumsatzes die einzelnen Störungen liegen. Wir wollen noch erwähnen, daß für die Eiweißassimilation nach unseren Erfahrungen höchstwahrscheinlich mindestens zwei Etappen in Betracht kommen. Als erste Assimilationsarbeit ist die Transformation des Nahrungseiweißes in Körpereiwweiß zu betrachten, diese vollzieht sich höchstwahrscheinlich bereits in der Darmwand.¹⁾ Die zweite Assimilationsarbeit leistet jede einzelne Körperzelle, wenn sie aus dem Plasmaeiweiß ihr eigenes Eiweiß sich bildet. Die erste Etappe macht wohl das gesamte Eiweiß der Nahrung durch, soweit die vorhandenen Bausteine verwertbar sind. Ob dies auch für die zweite Etappe gilt, ist sehr fraglich. Es ist nicht unmöglich, daß stets nur ein Teil des eben assimilierten Plasmaeiweißes zu Zelleiwweiß umgearbeitet und so verbraucht wird. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß der Abbau der Proteine von der Art ihrer Verwendung abhängig ist. Es sollen diese Gedanken nur andeuten, wie kompliziert die Probleme des Eiweißstoffwechsels liegen, und wie wenig für unser Verständnis des intimeren Zellstoffwechsels die einseitige Beurteilung von Stoffwechselversuchen auf Grund der Stickstoffbilanzen aussagt.

¹⁾ Emil Abderhalden, Casimir Funk und E. S. London, Weiterer Beitrag zur Frage nach der Assimilation des Nahrungseiweißes. Diese Zeitschrift, Bd. LI, S. 269, 1907.

Der folgende Versuch ist an einem Hunde ausgeführt worden. Das Versuchstier erhielt während der ganzen Dauer des Versuches dasselbe Futter. Von Zeit zu Zeit gaben wir ihm größere Mengen von Aminosäuren und zwar von dl-Alanin, d-Alanin und l-Alanin. In einem Versuch erhielt der Hund β -Alanin und in einem dl-Leucin. Zum Schluß verabreichten wir größere Menge von Thyreoid-Tabletten (Welcolme), um festzustellen, ob sich Unterschiede in der Verwertung des verfütterten dl-Alanins zeigen.

Den Verlauf des Versuches zeigt die Tabelle S. 330-331.

Zu der vorliegenden Übersicht ist zu bemerken, daß das d-Alanin aus Seide gewonnen war und eine spezifische Drehung von $+10.30$ zeigte. Es war somit sehr rein. Das l-Alanin war durch Spaltung von dl-Alanin mittels Hefe nach Ehrlich¹⁾ dargestellt worden. Es war nicht ganz rein, sondern enthielt noch d-Alanin. Seine spezifische Drehung betrug nur -7.5° . Das β -Alanin hatten wir durch Einwirkung von Ammoniak auf β -Jodpropionsäure gewonnen.

Wie die Stickstoffwerte im Urin zeigen, wurde in allen Fällen das mit der verfütterten Aminosäure zugeführte Plus an Stickstoff prompt ausgeschieden, so daß noch am gleichen Tage dessen Hauptmenge zur Ausscheidung gelangte. Nur das β -Alanin macht nach dieser Richtung eine Ausnahme. Die Hauptmenge seines Stickstoffs wurde erst am nächsten Tage ausgeschieden. Es wäre gewiß unrichtig, aus diesem Verhalten den Schluß zu ziehen, daß das β -Alanin deshalb zurückgehalten wurde, weil es nach irgend einer Richtung im Zellstoffwechsel eine besondere Rolle gespielt hat, und doch würde gewiß dieser Schluß als berechtigt angesehen werden, wenn dieselbe Beobachtung z. B. das d-Alanin beträfe! Weil wir wissen, daß das β -Alanin höchstwahrscheinlich gar nicht im tierischen Organismus vorkommt, so sind wir geneigt, die Retention des β -Alanins auf seine schwere Verbrennbarkeit zurückzuführen und wohl mit Recht. Dasselbe kann jedoch auch der Fall sein, wenn wir in den Nahrungsproteinen dem Körper Gruppen zuführen, die seinen Fermenten schwer zugänglich sind. Es wäre auch in

¹⁾ Felix Ehrlich, Über eine Methode zur Spaltung racemischer Aminosäuren mittels Hefe, Biochemische Zeitschrift, Bd. 1, S. 8, 1906.

Datum	Gesamt-N im Harn	Harnstoff-N im Harn	Differenz zwischen Ges.-N u. U.-N +	Kot-N	Nahrungs-N	Körpergewicht	Aminosäure-zulage	Bemerkungen	
15. XII. 06	1,79	—	—	0,75	2,0	4675	10 g racemisches Alanin	Nahrung während des ganzen Versuches dauernd 30 g Stärke 20 » Traubenzucker 25 » getrocknetes Pferdeheul 25 » Fett	
16.	1,41	—	—		2,0	4700			
17.	1,6	1,43	0,17		2,0	4660			
18.	1,45	1,25	0,2		2,0	4680			
19.	1,62	1,48	0,14		2,0	4700			
20.	2,75	2,34	0,41		3,55	4710			
21.	2,07	1,76	0,33		2,0	4738			
22.	1,52	1,32	0,2		2,0	4760			
20. I. 07	1,2	—	—	1,1	2,0	5050	10 g d-Alanin		
21.	2,23	—	—		2,0	5020			
22.	1,62	1,5	0,12		2,0	5000			
23.	2,72	2,62	0,1		3,55	5030			
24.	1,85	1,6	0,25		2,0	5040			
25.	1,61	1,49	0,12		2,0	5000			
26.	1,52	—	—		2,0	5040			
27.	2,27	1,67	0,60		2,77	4990			5 g l-Alanin
28.	1,76	1,71	0,05		2,0	5000			
29.	1,34	1,15	0,19		2,0	5000			
30.	1,64	1,56	0,18	2,77	5040	5 g β -Alanin			
31.	1,99	1,86	0,13	2,0	5030	10 g racemisches Leucin			
1. II.	1,68	1,52	0,16	2,0	5030				
2.	1,59	1,47	0,12	2,0	5110				
3.	1,71	1,6	0,11	2,0	5160				
4.	1,66	—	—	2,0	5180				
5.	1,45	—	—	2,0	5150				
6.	1,45	—	—	2,0	5150				
7.	2,37	1,99	0,38	3,07	5130				
8.	1,61	1,3	0,31	2,0	5140				
9.	1,96	1,84	0,12	2,0	5195				
10.	1,88	1,65	0,23	2,0	5180				

Fortsetzung.

Datum	Gesamt-N im Harn	Harnstoff-N im Harn	Differenz zwischen Ges.-N u. U.-N	Kot-N	Nahrung-N	Körpergewicht	Aminosäure-zulage	Bemerkungen		
11.07	1,46	—	—	Faeces nicht unter- sucht	2,0	5160				
	1,62	—	—		2,10	5180		10		
	1,64	—	—		2,12	5080		12		
	1,82	—	—		2,10	5050		10	Thyreoid-	
	1,72	—	—		2,08	4950		8	Tabletten	
	2,83	2,25	0,58		nicht	3,64	4915	10 g racemisches Alanin	9	
	2,06	1,86	0,2		unter-	2,12	4950		12	Welcolme
	—	—	—		sucht	2,08	4840		8	
	—	—	—			5,20	4770	20 g racemisches Alanin	10	
	—	—	—			2,0	4710			
	1,78	1,52	0,26			2,0	4720			
	2,55	2,15	0,40			4,32	4720	15 g racemisches Alanin		
	—	—	—			—	—			

diesem Falle der Schluß nicht berechtigt, daß das zugeführte Protein den Eiweißstoffwechsel der Zelle beeinflusst, d. h. verlangsamt hat. Es kommt gerade hier der Unterschied zwischen der eigentlichen Assimilation der Zelle und der Zerstörung von zum Zellaufbau ungeeigneten Komplexen besonders deutlich zum Ausdruck.

Mit der erhöhten Stickstoffausscheidung steigt auch der Harnstoffgehalt des Harnes, jedoch nicht völlig parallel. Wir werden gleich sehen, daß der größeren Differenz zwischen Gesamtstickstoff des Harnes und Harnstoffstickstoff eine Ausscheidung von unveränderter Aminosäure entspricht. Von großem Interesse ist der Umstand, daß auch das β -Alanin eine Harnstoffvermehrung bedingt hat. Es stützt diese Beobachtung die Annahme, daß der Harnstoffbildung eine Desamidierung der Aminosäuren vorausgeht.

In allen Fällen wurde nach Verfütterung der Aminosäuren der Harn in der bekannten Weise mit β -Naphthalinsulfochlorid bei schwach alkalischer Reaktion geschüttelt. Das isolierte

Produkt wurde aus heißem wässerigem Alkohol unter Anwendung von Tierkohle umkrystallisiert. Die Ausbeuten beziehen sich stets auf das analysenreine Produkt.

Der am 20. und 21. XII. gesammelte Urin (Fütterung von 10 g dl-Alanin) enthielt 0,7 g β -Naphthalinsulfoalanin. Das bei 90° getrocknete Produkt schmolz zwischen 127—128° (unkorr.).

0,1746 g Substanz gaben 0,3597 g CO₂ und 0,0732 g H₂O.

Berechnet für C ₁₃ H ₁₃ O ₄ NS:	d. Gefunden:
55,91% C und 4,66% H.	56,18% C und 4,66% H.

Zur Bestimmung des optischen Verhaltens diente eine 10%ige Lösung in Alkohol. $[\alpha]_{20}^D = +13,86^\circ$.

Das isolierte Produkt war somit l-Alanin. Die andere Komponente, das d-Alanin, scheint ziemlich vollständig verbrannt worden zu sein.

Der am 23. und 24. XII. gesammelte Urin (Fütterung von 10 g d-Alanin) enthielt nur 0,1 g eines β -Naphthalinsulfoderivates. Es schmolz gegen 212° (unkorr.) und erwies sich als β -Naphthalinsulfoamid. Das verfütterte, ganz reine d-Alanin war somit vollständig abgebaut worden.

Urin vom 27. und 28. I.: Verfütterung von 5 g unreinem l-Alanin entsprechend etwa 3 g reinem l-Alanin und 2 g dl-Alanin. Der Urin enthielt 0,1 g reines β -Naphthalinsulfo-l-Alanin. Es schmolz gegen 122° (unkorr.) Es war somit trotz der geringen Menge nicht alles l-Alanin abgebaut worden.

Urin vom 7. und 8. II. Verfütterung von 10 g dl-Leucin. Isoliert wurden 0,18 g β -Naphthalinsulfoleucin. Das isolierte Produkt sinterte bei 60° und war bei 69° (korr.) vollständig geschmolzen.

Urin vom 16. und 17. II. Fütterung von 10 g dl-Alanin nach Verabreichung von Thyreoid-Tabletten. Erhalten wurden 1,2 g reines β -Naphthalinsulfo-l-Alanin. $[\alpha]_{20}^D = +14,2^\circ$.

Urin vom 19. und 20. II. Verfütterung von 20 g dl-Alanin nach Verabreichung von Thyreoid-Tabletten. Erhalten wurden 5,4 g β -Naphthalinsulfoalanin. Die erste Fraktion (4,9 g) zeigte $[\alpha]_{20}^D = +8,2^\circ$, die zweite Fraktion (0,5 g) drehte kaum. Offen-

bar hatte neben dem l-Analin auch d-Alanin den Körper unverändert passiert.

Urin vom 22. und 23. II. Verfütterung von 15 g dl-Alanin. Erhalten 1,4 g β -Naphtalinsulfoalanin. $[\alpha]_{20}^D = + 5,05^\circ$. Auch hier war offenbar neben l-Alanin d-Alanin ausgeschieden worden.

Unser Versuch zeigt deutlich, daß d-Alanin vom Hunde leichter abgebaut wird als l-Alanin, das in den Proteinen nicht enthalten ist. Letzteres wird zum Teil auch abgebaut, und es scheint gleichgültig zu sein, ob es als solches verfüttert oder mit d-Alanin zusammen in Form des Racemkörpers verabreicht wird. Die Versuche mit Thyreoidfütterung geben kein eindeutiges Resultat. Sehr beachtenswert ist der Umstand, daß unter der Wirkung der Schilddrüsensubstanz das Körpergewicht des Versuchstieres beständig sank, ohne daß die Stickstoffausscheidung wesentlich anstieg. Offenbar verbrannte das Versuchstier zunächst seine stickstofffreien Reservematerialien. Nach der Verfütterung von dl-Alanin wurde etwas mehr l-Alanin ausgeschieden als ohne die Thyreoideingabe. Der Unterschied ist jedoch nicht groß genug, so daß bestimmte Schlüsse nicht zu ziehen sind.

Wir möchten die Aufmerksamkeit noch auf eine eigenartige Erscheinung im Verhalten des Gewichtes des Tieres während der langen Dauer des Versuches lenken. Das Tier erhielt beständig genau dieselbe Nahrung. Die Stickstoffausscheidung schwankt im ganzen nur wenig. Das Körpergewicht blieb lange Zeit konstant. Vergleiche z. B. 20. I.—1. II. Am 2. II. stieg das Körpergewicht plötzlich an, ohne jede nachweisbare Ursache, um dann wieder auf ein neues Gleichgewicht sich einzustellen. Wir haben ähnliche Beobachtungen auch früher gemacht und ferner bei genau gleichbleibender Ernährung plötzlich eine beträchtliche Stickstoffretention eintreten sehen. Alle diese Beobachtungen beweisen, welchen geringen Wert kurz dauernde Stoffwechselversuche besitzen.