

4. Ueber den Einfluss einmaliger oder fraktionirter Nahrungsaufnahme auf den Stoffverbrauch.

Vorstehende, in mancher Hinsicht interessante Frage hat C. Adrian¹⁾ in F. Hoppe-Seyler's Laboratorium für den Hund zu lösen gesucht. Ein 12 kg schwerer Hund erhielt pro Tag 750 gr Fleisch, und zwar in der je 10 tägigen Periode I und III auf einmal, in Periode II, die über 11 Tage sich erstreckte, in 4 gleich grossen Einzelportionen, die in 4 stündlichen Intervallen gereicht wurden. In Periode II wurde mehr *N* durch den Harn ausgeschieden und zwar, gegenüber Periode I, im täglichen Mittel 1,3 gr $N = 6\frac{1}{2}\%$ mehr; ungeachtet der grösseren *N*-Ausfuhr und des damit gegebenen höheren Eiweissumsatzes, der sich pro Tag zu 8,2 gr (trockenes) Eiweiss oder 40 gr Fleisch beziffert, erfolgte in Periode II noch eine Gewichtszunahme, die für 11 Tage zu 300 gr, also im Tagesmittel zu 27 gr angegeben wird. Daraus schloss Adrian, dass bei fraktionirter Futteraufnahme „ein grösserer Theil des Eiweiss als solches zur Resorption gelangt, als wenn das ganze auf einmal gegeben wird“.

Wie ich schon im Referat²⁾ über diesen Versuch hervorgehoben habe, ruht diese Schlussfolgerung, soweit sie die Eiweissresorption betrifft, auf durchaus schwacher Grundlage, da die *N*-Ausstossung durch den Koth „aus Mangel an Zeit“ überhaupt nicht festgestellt und der *N*-Gehalt des Fleisches nur nach Durchschnittswerthen geschätzt, nicht durch Analyse ermittelt ist. Ersteres ist aus nahe liegenden Gründen unumgänglich, letzteres für die Erzielung eines sicheren Resultates, wo es sich um relativ kleine Ausschläge handelt, als erforderlich anzusehen.

Aber auch die Angabe der reichlicheren *N*-Ausfuhr durch den Harn ungeachtet des Gewichtszuwachses konnte als zweifellos festgestellt nicht gelten, weil die Harnentleerung dem Belieben des Hundes überlassen war, und, wie schon aus dem Tagesvolum und der *N*-Menge des Harns hervorgeht, weit davon entfernt war, gleichmässig zu sein, wie dies sonst bei gleichmässiger Fütterung und Flüssigkeitszufuhr der Fall ist. So finden sich für das Tagesvo-

1) Zeitschr. f. physiol. Chem. 17, 616.

2) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1893, S. 643.

lumen an auf einander folgenden Tagen Zahlen wie 445, 325, 465, 320, 400, 460, 425, 580, 470, 410 und für die darin enthaltene *N*-Menge 21,8, 15,0, 22,8, 16,2, 17,0, 22,5, 18,4, 29,2, 14,8, 20,1 gr. Offenbar hat der Hund, sicherlich an denjenigen Tagen, die durch ein niedriges Volumen (unter 420 ccm) und eine geringe *N*-Menge (unter 19 gr) sich auszeichnen, die Blase nicht vollständig entleert, sondern noch mehr oder weniger erhebliche Rückstände darin gelassen, die erst im Laufe des folgenden Tages zur Ausscheidung gelangt sind. Wer nur einige Erfahrungen in Stoffwechselversuchen hat, weiss, dass ohne Abgrenzung durch den Katheter (es sei denn, dass der Hund darauf dressirt ist, seinen Harn in eine untergehaltene Schale möglichst vollständig zu entleeren) der Harn niemals vollständig zu gewinnen ist, und damit muss auch selbstverständlich die Bestimmung des Körpergewichtes ungenau ausfallen.

Diese Bedenken liessen es mir bei dem Interesse, das die Frage an sich bietet, wünschenswerth erscheinen, eigene Versuche anzustellen, welche vorstehenden Einwänden Rechnung tragen. Zwei solcher Reihen, in denen nicht nur die *N*-Ausscheidung durch den Harn, sondern auch durch den Koth festgestellt, sowie endlich, um auch die Grösse der *N*-Einfuhr genau zu kennen, der *N*-Gehalt (und Fettgehalt) des verfütterten Fleisches analysirt worden ist, habe ich am Hunde durchgeführt und deren Ergebnisse in aller Kürze dahin mitgetheilt¹⁾, dass in der That bei fraktionirter Aufnahme von reinem Fleischfutter (Periode I) 1. die *N*-Ausfuhr durch den Harn um 5—6% grösser ist als bei einmaliger Aufnahme (Periode II), 2. dass die *N*-Ausscheidung durch den Koth in Periode II ein wenig geringer ist, pro Tag nur um 0,1 gr, 3. dass aber diese, wenn überhaupt²⁾, nur so minimal gesteigerte *N*-Resorption das pro Tag mindestens 1 gr betragende Plus des *N*-Umsatzes in Periode II keineswegs erklärt, 4. dass selbstverständlich in Folge der Mehrausscheidung von *N* in Periode II auch der *N*-Ansatz kleiner ist als in Periode I bei einmaliger Futteraufnahme, daher für die *N*-Bilanz und den Fleischansatz beim Hunde die einmalige Auf-

1) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1894. Nr. 11.

2) Es war nämlich daran zu denken, dass bei fractionirter Nahrungsaufnahme weniger Darmsäfte, Darmschleim u. A. abgesondert werden und sich daraus die geringfügige Abnahme des Koth-*N* erkläre (vergl. auch S. 359).

nahme von Fleischfutter sich günstiger erweist als die fraktionirte, 5. dass bei gemischter, Fette und Kohlehydrate einschliessender Kost kein wesentlicher Unterschied zu erkennen ist, gleichviel, ob das gemischte Futter auf einmal oder fraktionirt gegeben wird. Daraus habe ich eine Deutung abgeleitet, welche, wie mir scheint, den gemachten Erfahrungen Rechnung trägt und auf die ich später, nach Darlegung meiner eigenen Versuche, zurückkommen werde.

Etwa einen Monat, nachdem ich diesen kurzen Bericht erstattet habe, erschienen von Adrian ¹⁾ weitere, auf dieselbe Frage sich beziehende Erfahrungen an einer zweiten, 10 kg schweren Hündin. In dieser Reihe wurden auch *N*-Analysen des Kothes ausgeführt, welche das zuerst von mir veröffentlichte Resultat bestätigten, dass der Koth-*N* bei fraktionirter Nahrung, wenn überhaupt, nur wenig abnimmt (täglich 0,37 gr *N* in Periode I; 0,34 gr *N* in Periode II), dass somit von einer Verbesserung der Eiweissausnützung im gewöhnlichen Sinne die Rede nicht sein könne.

Im Uebrigen sind gegen diese neuen Versuchsreihen dieselben Bedenken zu erheben, die oben präzisirt worden sind: die ganz unsichere Abgrenzung des Tagesharns in Folge der freiwilligen Harnentleerung sowie der Mangel von Bestimmungen des Futter-*N*; wo es sich um spezielle Fragen handelt, bei denen selbst geringfügige Ausschläge, wofern sie konstant sind, Bedeutung gewinnen können, ist bei dem schwankenden Wasser-, Fett- und *N*-Gehalt des Fleisches die Analyse nicht zu entbehren. In Folge des Umstandes, dass auch hier nicht der Katheter applicirt, sondern die Harnentleerung dem Belieben des Hundes überlassen ist, finden wir Tagesvolumina verzeichnet: 400, 195, 585, 175, 480, 310, 430, 375, 355; das tägliche Mittel beziffert sich zu 374 ccm und davon weichen nicht weniger als 5 Tage um 20—100% im positiven oder negativen Sinne ab. Dem entsprechend schwanken auch die als Tagesausscheidung aufgeführten *N*-Mengen bis um das 3-fache: 19,9, 9,8, 28,5, 8,2, 21,1, 14,7, 21,1, 21,8, 19,1, 17,6 gr, während das Tagesmittel 18,2 gr *N* beträgt. Unter diesen Umständen ist es nicht zu verwundern, wenn Adrian diesmal „entgegen seiner früheren Angabe bei fraktionirter Nahrung keine Vermehrung“ der *N*-Ausscheidung durch den Harn, vielmehr eher eine

1) Zeitschr. f. physiol. Chem. 19, 123.

Verringerung um 5 % findet, doch fügt er in bescheidener Selbst-erkenntniss hinzu¹⁾, „absolut jede Fehlerquelle auszuschliessen, gelang mir auch diesmal nicht; immerhin gelang es mir, gröbere Fehler zu vermeiden“. Dagegen fand er, im Einklang mit der früheren Versuchsreihe, bei fraktionirter Nahrungsaufnahme eine Gewichtszunahme, die im Mittel pro Tag 26 gr betrug. Es ist somit, wie Adrian sagt, die Gewichtszunahme unter dem Einfluss der fraktionirten Nahrung nicht zu erklären einfach durch „bessere Resorption im eigentlichen Sinne des Wortes“; denn die Ausnützung des Fleischeiweiss ist die gleiche wie bei einmaliger Darreichung, vielmehr beruht die Gewichtszunahme darauf, „dass eine unter diesen Verhältnissen beschleunigte Resorption des Eiweiss als solchen stattfindet, welche die Entstehung und das Auftreten von solchen Spaltungs- und Fäulnisprodukten im Darm hintanhält, die nach ihrer Resorption nicht wieder regenerationsfähig, also minderwerthig sind“. Dies werde dadurch bewiesen, dass die Menge der Aetherschweifelsäuren im Harn, welche einen Anhalt für die Grösse der Eiweissfäulniss liefert, bei fraktionirter Nahrung um $\frac{1}{3}$ kleiner war als bei einmaliger Nahrungsaufnahme (0,074 gegen 0,094 gr SO_3 ²⁾ in Form von Aetherschweifelsäuren pro Tag); ebenso liess sich aus dem Harn bei fraktionirter Nahrung weniger Indigo abspalten.

Indem ich mir vorbehalte, auf diese die Eiweissfäulniss zum Ausgang nehmende Deutung später einzugehen, hebe ich nur hervor, dass die beiden Versuchsreihen von Adrian auch an einem inneren Widerspruch leiden, indem im ersten Versuch bei fraktionirter Nahrung die *N*-Menge im Tagesharn grösser, im zweiten Versuch etwa um ebenso viel kleiner ist als bei einmaliger Futteraufnahme. Da meine beiden Versuchsreihen mit ausschliesslichem Fleischfutter durchaus gleichsinnig ausgefallen sind, darf man wohl, bis Adrian durch stringentere Versuche jenen Widerspruch aufgeklärt hat, annehmen, dass die Unsicherheiten der unzureichenden Methodik die hauptsächlichste Ursache für die schwankenden Resultate abgeben.

Meine eigenen Versuche habe ich an einer annähernd 12 kg

1) a. a. O. S. 130.

2) Adrian gibt die direkt gefundenen Werthe zu 0,275 gegen 0,217 gr $BaSO_4$ an (a. a. O. S. 134).

schweren Hündin durchgeführt. Gebacktes Pferdefleisch wurde in ausreichender Menge beschafft und gut durchgemischte Durchschnittsproben auf *N*- und Fettgehalt analysirt; die abgewogenen Tagesrationen wurden in der Kälte konservirt oder in mit Pergamentpapier überbundenen Glaskrausen unter Zusatz von je 200 gr Wasser an 3 auf einander folgenden Tagen durch je einstündiges Erhitzen zum Sieden sterilisirt. Jede Reihe bestand aus einer 4tägigen Periode I, in der das Tagesfutter (600 gr Fleisch, in der 2. Reihe nur 500 gr) auf einmal gegeben wurde, und aus Periode II, in der die gleiche Fleischmenge in 3 Portionen mit einem Abstände von je 6—8 Stunden verabreicht wurde. Der Periode I ging voraus, ebenso wurde zwischen Periode I und II eingeschaltet und schloss Periode II ab je ein Hungertag, an dem der Hund etwa 20 gr Knochen zur Kothabgrenzung erhielt. Der Harn wurde am Schluss jedes Versuchstages durch den Katheter abgegrenzt. Das Tagesfutter bot 722 Calorien oder per Kilo 65 Calorien.

1. Versuch. 600 gr Fleisch¹⁾ mit 19,98 gr *N* und 22 gr Fett.

		Harn- <i>N</i>	Koth- <i>N</i>	<i>N</i> -Bilanz	Körpergewicht
Per. I.	Hunger	4,32			11,97
	Fleisch auf einmal	12,58			12,06
	" " "	15,12	} 2,57 ²⁾	} + 17,6	12,11
	" " "	16,36			12,28
	" " "	15,69			12,39
	Hunger	5,05			12,27
Per. II.	Fleisch in 3 Rationen	13,81			12,45
	" " "	14,66	} 2,27 ³⁾	} + 14,53	12,60
	" " "	16,75			12,63
	" " "	17,81			12,65
	Hunger	5,16			12,29
	"	4,43			12,04

1) 1,942 gr feuchtes Fleisch geben 0,06463 *N* = 3,328 % *N*. — 6,357 gr feuchtes Fleisch, auf Seesand eingetrocknet, geben 0,2333 gr Aetherextrakt = 3,67 % Fett.

2) 86,1 gr feuchter Koth = 40,8 gr trocken (entsprechend 6,8 % trocknen Fleisches). — 0,8002 gr Kothpulver geben 0,05044 *N* = 6,4 % *N*, also im gesamten Koth 2,573 gr oder pro Tag 0,643 gr *N* (entsprechend 3,2 % der *N*-Einfuhr). — 8,352 gr Kothpulver, mit salzsaurem Alcohol zur Trockne gebracht, liefern 0,969 gr Aetherextrakt (Fett, Fettsäuren, Seifen), also im Gesamtkoth 4,73 gr Fett (5 % der Fetteinfuhr entsprechend).

3) 78,7 gr feuchter Koth = 33,1 gr trocken (entsprechend 5,5 % trock-

Aus der ohne Weiteres verständlichen Versuchsreihe geht mit Sicherheit hervor, dass bei fraktionirter Fleischaufnahme (Periode II) die *N*-Ausfuhr durch den Harn, also auch der Eiweissumsatz grösser ist und zwar um (63,03 — 59,75 =) 3,28 gr in 4 Tagen oder um 5,6 ‰. Dieser etwas reichlichere Eiweissverbrauch ist nicht etwa auf reichlichere *N*-Resorption zurückzuführen, ist doch die *N*-Ausstossung durch den Koth bei fraktionirter Fleischaufnahme, nur wenig, für die 4 tägige Periode nur um 0,3 gr kleiner als bei einmaligem Fleischgenuss. Und auch bei diesem geringen Unterschied in Bezug auf den ausgeschiedenen Koth-*N* bleibt es zweifelhaft, ob derselbe wirklich auf etwas bessere Resorption des Fleisch-*N* oder nicht vielmehr darauf zurückzuführen ist, dass bei fraktionirter Nahrung jeweils nur eine kleine Futterportion in den Darm gelangt und nur einen schwachen Reiz für die Abscheidung der Verdauungssäfte abgibt, daher der Antheil der *N*-haltigen Residuen der spärlich abgesonderten Darmsäfte, des Darmschleims u. A. am Koth geringer wird. Die Ausnützung des Fleisches selbst ist in beiden Perioden eine vorzügliche, insofern die Trockensubstanz bis zu 5 resp. 6 ‰, der *N* bis zu 2,8 resp. 2,2 ‰ und das Fett bis auf 3,3 resp. 5 ‰ verwerthet worden ist. Im Ganzen muss sich daher die *N*-Bilanz günstiger bei einmaliger als bei fraktionirter Fleischaufnahme stellen, insofern bei ersterer reichlich 3 gr *N* = 19 gr (trockenes) Eiweiss oder 90 gr Fleisch mehr am Körper zum Ansatz kommen als in Periode II. Dem entspricht es auch, dass in Periode I der Gewichtszuwachs 420 gr, in Periode II nur 360 gr beträgt.

Um dieses, von Adrian's erstem Versuch gerade in Bezug auf die Körpergewichtszunahme abweichende Resultat zu sichern, habe ich später an derselben Hündin, nachdem sie inzwischen gemischtes Futter (Fleisch und Reis) erhalten hatte, einen zweiten Versuch unternommen mit nur 500 gr Fleisch pro Tag; das Tagesfutter bot 664 Calorien oder per Kilo 55 Calorien. Zugleich wurde

nen Fleisches). — 1,1082 gr Kothpulver geben 0,07608 gr *N* = 6,9 ‰ *N*, also im ganzen Trockenkoth 2,272 gr *N* oder pro Tag 0,568 gr *N* (2,8 ‰ der *N*-Einfuhr entsprechend). — 5,613 gr Kothpulver lieferten 0,4912 gr Aetherextrakt, also im Gesamtkoth 2,896 gr oder pro Tag 0,724 gr Fettkörper (3,3 ‰ der Fetteinfuhr entsprechend).

zur Ermittlung der Intensität der Eiweissfäulniss im Darm diesmal an den Fütterungstagen auch die Menge der Aetherschwefelsäuren im Harn nach Salkowski¹⁾ bestimmt.

2. Versuch. 500 gr Fleisch²⁾ mit 17,85 gr *N* und 23 gr Fett.

		Harn-N	Koth-N	N-Bilanz	Aether- schwefel- säure	Körper- gewicht
	Hunger	3,59				11,71
Per. I.	Fleisch auf einmal	10,0	1,7 ³⁾	+ 16,13	0,487 gr SO ₄	11,85
	" " "	13,98				11,88
	" " "	14,89				11,92
	" " "	14,88				12,01
	Hunger	4,66				11,80
Per. II.	Fleisch in 3 Rationen	11,28	1,29 ⁴⁾	+ 13,71	0,358 gr SO ₄	11,97
	" " "	14,94				12,01
	" " "	14,79				12,07
	" " "	15,99				12,09
	Hunger	3,76				11,85

Auch aus dieser Reihe geht mit Bestimmtheit hervor, dass bei fraktionirter Fleischaufnahme (Periode II) die *N*-Ausfuhr durch den Harn grösser ist und zwar für die viertägige Periode um (57—53,57 =) 3,4 gr, d. h. um 6,3 %₀ höher. Auch hier ist in Periode II die Ausnützung des Eiweiss im Darm etwas besser oder wohl richtiger der *N*-haltige Antheil

1) S. oben S. 344, Fussnote 2.

2) 2,0828 gr feuchtes Fleisch gaben 0,07432 gr *N* = 3,57 % *N*. — 4,2168 gr feuchtes Fleisch, auf Seesand eingetrocknet, fein zerrieben und in Soxhlet's Apparat erschöpft, geben 0,1942 gr Aetherextrakt = 4,6 % Fett.

3) 59,1 gr feuchter Koth = 22,8 gr trocken (entsprechend 4 % der Einfuhr an trockenem Fleisch). — 0,9832 gr Kothpulver geben 0,07334 gr *N* = 7,46 % *N*, also im Gesamtkoth 1,7 gr *N* oder pro Tag 0,425 gr *N* (2,4 % der *N*-Einfuhr entsprechend). — 6,9096 gr Kothpulver geben saures Aetherextrakt (Fett, Fettsäuren, Seifen) 1,073 gr, also im ganzen Koth 3,54 gr Fettkörper (4 % der Fetteinfuhr entsprechend).

4) 52,9 gr feuchter Koth = 20,3 gr trocken (3,8 % der Einfuhr an Trockensubstanz entsprechend). — 1,5298 gr Kothpulver geben 0,097 gr *N* = 6,34 % *N*, also im Gesamtkoth 1,287 gr *N* oder pro Tag 0,322 gr *N* (knapp 2 % der *N*-Einfuhr entsprechend). — 3,3637 gr Kothpulver liefern 0,6884 gr Aetherextrakt, also im Trockenkoth 4,154 gr Fett (4,5 % der Fetteinfuhr entsprechend).

der Darmsäfte, Darmepithelien u. A. an der Kothbildung etwas kleiner als bei einmaliger Fleischaufnahme (Periode I), doch beläuft sich auch hier die Differenz nur auf 0,4 gr oder pro Tag auf 0,1 gr, ist also jedenfalls so geringfügig, dass daraus sich das 3,4 gr betragende Plus des *N*-Umsatzes keinesfalls ableiten lässt. Es kann also nicht etwa die Deutung zutreffen, dass ein grösserer Theil des Nahrungseiweiss als solches zur Resorption gelangt und dass entsprechend dem mehr resorbirten auch der Eiweissumsatz grösser geworden ist. In Folge der Mehrausscheidung von *N* bei fraktionirter Fleischaufnahme (Periode II) ist natürlich auch der *N*-Ansatz um 3 gr = 19 gr (trocknes) Eiweiss oder 88 gr Körperfleisch kleiner als bei auf einmal genossenem Fleisch. Für den *N*- oder Fleischansatz beim Hunde erweist sich also auch in dieser Reihe die einmalige Futteraufnahme günstiger als die fraktionirte.

Auch das Körpergewicht ist in meinen beiden Versuchen, entgegen Adrian, durch die fraktionirte Futteraufnahme nicht zum Vortheil beeinflusst, insofern hier die Gewichtszunahme für die 4tägige Periode 290 gr beträgt, etwa ebenso viel als bei einmaliger Fleischaufnahme (300 gr).

Da somit weder der Eiweissumsatz noch das Körpergewicht durch die fraktionirte Fleischaufnahme im günstigen Sinne beeinflusst wird, da endlich die Eiweissresorption, wenn überhaupt, nur ganz unwesentlich geändert ist, kann dem, im Einklang mit Adrian stehenden Befunde, dass die Intensität der Darmfäulniss, gemessen an der Menge der durch den Harn ausgeschiedenen Aetherschwefelsäuren, thatsächlich bei fraktionirter Fleischaufnahme um fast $\frac{1}{4}$ geringer ist, als bei einmaligem Fleischgenuss (in 4 Tagen 0,358 gr SO_4 in Form von Aetherschwefelsäuren gegenüber 0,487 gr) eine irgend wesentliche Bedeutung nicht zuerkannt werden. Wenn auch bei einmaliger Fleischaufnahme mehr Fäulnissprodukte aus dem Fleischeiweiss im Darm entstehen, welche nicht wieder regenerationsfähig und daher minderwerthig sind, so kann offenbar der Mehrbetrag dieses der Fäulniss anheimfallenden Nahrungseiweiss gegenüber dem als solches resorbirten nur so geringfügig sein, dass er für den *N*-Umsatz kaum in Betracht kommt, jedenfalls für den allgemeinen Stoffwechsel sich nicht als ein Fehlbetrag zu erkennen gibt, genau so wie wir mittels unserer Methode beim Stoffwechselversuch keinen Unterschied erkennen, ob wir 98

oder 100 gr Eiweiss verfüttern. Also zeigt sich auch hier, gleichwie dies schon bei einer anderen Frage¹⁾ der Fall gewesen ist, dass die Darmfäulniss innerhalb der Grenzen der normalen Verdauung, gleichviel ob sie in mässigem oder etwas stärkeren Grade abläuft, nicht solche Beträge von Eiweiss der Resorption entzieht und in minderwerthige Produkte (Amidosäuren und aromatische Stoffe) überführt, dass daraus für die Verwerthung und den Umsatz des Eiweiss nachweisbare Aenderungen resultiren.

Es bleibt nur übrig, zu erörtern, in welcher Weise die ermittelten Unterschiede in der Grösse des Eiweissumsatzes dem Verständniss näher gebracht werden können. Wird eine grössere Fleischmenge (250—1000 gr) auf einmal aufgenommen, so beginnt nach den Erfahrungen von Panum²⁾, Ch. Ph. Falck³⁾ und Feder⁴⁾ am Hunde, sowie nach denjenigen von C. Voit⁵⁾ und H. Oppenheim⁶⁾ beim Menschen schon in der 1. Stunde danach die Eiweissresorption, und damit steigt auch der Eiweissumsatz in der 1.—2. Stunde an, wie die Werthe für die stündliche *N*-Ausfuhr durch den Harn ergeben, und erreicht in der 5.—7. Stunde den Höhepunkt; um die 13. Stunde nähert sich die *N*-Ausfuhr bereits dem niedrigen Werthe des Hungerzustandes. Während der Dauer maximaler Resorption (3.—6. Stunde) ist die stündlich aufgesaugte Eiweissmenge so beträchtlich, dass sie, obwohl durch den Fleischgenuss, wie bekannt, der Gesamtstoffwechsel erheblich gesteigert wird, nicht völlig verbraucht werden kann. Dann folgt für die letzten 10—11 Stunden des resp. Tages der niedrige Eiweissumsatz des Hungerzustandes. Aus diesen beiden Gründen lässt sich so bei einmaligem Fleischgenuss leichter ein Eiweissansatz erzielen, als bei fraktionirter Nahrungsaufnahme, auch wenn die Menge des pro Tag verfütterten Eiweiss in beiden Fällen die gleiche bleibt, weil bei fraktionirter Nahrungsaufnahme ein stetiger Zufluss mässiger Eiweissmengen aus dem Darm ins Blut stattfindet und in Folge davon auch der Eiweissumsatz sich, mit geringen Schwan-

1) S. oben S. 353.

2) Nordiskt med. Ark. 1874. 6, 12.

3) Beiträge zur Physiologie, Pharmakol. etc. 1875. S. 185.

4) Zeitschr. f. Biol. 18, 531.

5) Physiol.-chem. Untersuch. Augsburg 1857. S. 42.

6) Pflüger's Arch. 23, 446.

kungen nach oben und unten, andauernd auf ziemlicher Höhe erhält und kaum je bis zu dem niedrigen Werth des Hungerzustandes absinkt.

Ist diese Deutung aber richtig, so stand zu erwarten, dass, wofern zum Fleisch eine Zulage von Kohlehydraten und Fett gegeben wird, welche, indem sie den Eiweissverbrauch einschränken, den Eiweissumsatz nicht in so steil ansteigender und ziemlich jäh abfallender Curve, wie beim ausschliesslichen Eiweissgenuss, sondern mehr gleichmässig ablaufen lassen, sich der eben gedachte Einfluss auf den Eiweissverbrauch, also auf die *N*-Ausfuhr durch den Harn, weniger oder kaum noch geltend machen wird, gleichviel ob das gemischte Futter auf einmal oder fraktionirt gegeben wird. Dies hat auch der Versuch bestätigt.

Dieselbe Hündin, die zu den beiden ersten Versuchsreihen gedient hatte, inzwischen mit gemischtem Futter ernährt war und dabei etwas zugenommen hatte (Gewicht 12,7 kg), hungerte erst 1 Tag — sie bekam nur 250 gr Wasser und 20 gr Knochen zur Kothabgrenzung —; dann erhielt sie ein aus 85 gr Fleischmehl, 50 gr Reis und 45 gr Schmalz zusammengesetztes Futter, das mit 500 ccm Wasser unter Zusatz von Fleischsalzen¹⁾ abgekocht wurde, und zwar erhielt sie in Periode I das Futter auf einmal, in Periode II in 3 Portionen mit einem Intervall von je 6 Stunden.

Das Futter enthielt:

85 gr Fleischmehl ²⁾	9,86 gr <i>N</i>	14,5 gr Fett	
50 „ Reis ³⁾	0,56 „ „		38 gr Kohlehydrate
45 „ Schmalz		40,5 „ „	
<hr/>			
	10,4 gr <i>N</i>	55 gr Fett	38 gr Kohlehydrate
	= 65 gr Eiweiss.		

Die Nahrung konnte 922 Calorien liefern oder per Kilo 72 Cal., war also überreichlich, sodass sie zum Ansatz führen musste.

1) S. oben S. 314.

2) 1,276 gr (lufttrocknes) Fleischmehl gaben 0,14803 gr *N* = 11,601 % *N* (= 73 % Eiweiss), davon, nach Ausfällung mit Kupferoxydhydrat nach Stutzer, im Filtrat nur 0,204 % Extraktiv-*N* (= $\frac{1}{55}$ des Gesamt-*N*). — 4,7931 gr lufttrocken gaben 0,8163 gr Aetherextrakt = 17,03 % Fett.

3) Der Reis enthielt 1,12 % *N*. 4,52 gr Reis gaben 0,0506 gr *N*.

3. Versuch. 65 gr Eiweiss, 55 gr Fett, 38 gr Kohlehydrate.

		Harn-N	Koth-N	N-Bilanz	Körpergewicht
	Hunger	3,47			12,35
Per. I.	Futter auf 1 mal	7,86	} 2,54 ¹⁾	} + 5,58	12,5
	" " "	7,95			12,68
	" " "	8,84			12,74
	" " "	8,91			12,80
	Hunger	3,87			12,39
Per. II.	Futter in 3 Portionen	7,91	} 1,71 ²⁾	} + 4,7	12,49
	" " "	8,05			12,61
	" " "	8,89			12,71
	Hunger	3,79			12,36

Bei einmaliger Nahrungsaufnahme (Periode I) beträgt die tägliche *N*-Ausfuhr (im Mittel): durch den Harn 8,39 gr, durch den Koth 0,64 gr, zusammen 9,03 gr, gegenüber 10,42 gr der *N*-Einfuhr, sodass im täglichen Durchschnitt 1,39 gr *N* = 8,8 gr (trocknes) Eiweiss oder 41 gr Fleisch zum Ansatz am Körper gelangten. Als darauf die gleiche Nahrung in 3 Portionen gegeben wurde (Periode II) traten an *N* heraus im Durchschnitt dieser 3 Tage: durch den Harn 8,28 gr, durch den Koth 0,57 gr, zusammen 8,85 gr, sodass von der Einfuhr (10,42 gr *N*) 1,57 gr *N* = 9,9 gr (trocknes) Eiweiss oder 46 gr Fleisch im Körper zurückblieben, d. h. 0,18 gr *N* oder 1,1 gr Eiweiss mehr. Die *N*-Ausscheidung, die bei einmaliger Nahrungsaufnahme 9,03 gr betrug, bezifferte sich bei fraktionirtem Futter zu 8,85 gr, d. h. um 2% geringer. Die Ausnützung und Verwerthung der Nahrung war in beiden Fällen sowohl für *N* als für Fett annähernd gleich; die Differenzen sind ganz unwesentlich.

1) Koth feucht 91,3 gr = 33,1 gr trocken (entsprechend 6,6% der Einfuhr an Trockensubstanz). — 0,8996 gr Kothpulver gaben 0,069 gr *N* = 7,67% *N*, also im Gesamtkoth 2,539 gr oder pro Tag 0,635 gr *N* (6,1% der *N*-Einfuhr entsprechend). — 12,4346 gr Kothpulver gaben 0,868 gr Aetherextrakt (Fett, Fettsäuren, Seifen), also im Gesamtkoth 2,39 gr Fettkörper oder pro Tag 0,6 gr Kothfett (entsprechend 1% der Fetteinfuhr).

2) 60,6 gr feuchter Koth = 24,8 gr trocken (5,3% der Einfuhr an Trockensubstanz entsprechend). — 1,408 gr Trockenkoth gaben 0,09684 gr *N* = 6,9% *N*, also im Gesamtkoth 1,706 gr *N* oder pro Tag 0,567 gr *N* (5,4% der *N*-Einfuhr entsprechend). — 8,4382 gr Trockenkoth gaben 0,7958 gr Aetherextrakt, also im Gesamtkoth 2,34 gr Fett oder pro Tag 0,78 gr Fett (1,4% der Fetteinfuhr entsprechend).

In beiden Fällen war die Ausnützung eine ganz vorzügliche, insofern vom Nahrungs-*N* nur 5—6%, vom Nahrungsfett sogar nur 1—1,4% mit dem Koth austraten, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass der Koth-*N*, mindestens zum beträchtlichen Antheil, nicht sowohl auf unverdautes Eiweiss, als vielmehr auf *N*-haltige Residuen der in den Darm ergossenen Verdauungssäfte, des Darm-schleims und der abgestossenen Darmepithelien zu beziehen ist. Auch das Körpergewicht weist keinen wesentlichen Unterschied auf, insofern der Zuwachs in 3 Tagen bei fraktionirter Nahrungsaufnahme 320 gr oder im täglichen Mittel 107 gr, in den 4 Tagen bei einmaliger Futteraufnahme 450 gr oder im Tagesmittel 112 gr beträgt.

Somit hat sich bei fraktionirter Aufnahme von gemischter Kost beim Hunde der Eiweissumsatz, im Gegensatz zu den Befunden beim ausschliesslichen Fleischgenuss, nicht als höher herausgestellt, als bei einmaliger Futteraufnahme, eher sogar als ein wenig kleiner (um 2%). Auch die Aenderungen des Körpergewichtes und die Resorption der Nährstoffe war in beiden Fällen so gut wie gleich.

Alle die in den vorstehend geschilderten Versuchsreihen gemachten Erfahrungen beziehen sich nur auf den Hund, für den es ein Leichtes ist, die gesammte, seinem Stoff- und Kraftbedarf genügende Fleischmenge in einer Mahlzeit aufzunehmen.

Beim Menschen dagegen, dem es nicht geringe Schwierigkeiten bietet, seinen ganzen Stoffbedarf und noch dazu in Form von (fettfreiem) Fleisch auf einmal zu sich zu nehmen, führt die dadurch erzeugte Ueberlastung des Magendarmkanals zu einer unvollständigen Verwerthung des an sich vorzüglich ausnutzbaren Fleisches. J. Ranke¹⁾ hat durch Selbstversuche festgestellt, dass, wenn er so viel Fleisch, als er zur Bestreitung seines Stoff- und Kraftverbrauches bedurfte (nach einem früheren Versuche 1832 gr Fleisch), in einer Mahlzeit genoss, rund 12% von der Trockensubstanz des Fleisches unbenutzt mit dem Koth wieder ausgestossen wurden, dagegen bei Vertheilung auf 3, je 4—6 Stunden auseinanderliegende Mahlzeiten nur 5%. Diese Erfahrung zeigt, dass der beim Menschen auf empirischem Weg herausgebildete

1) Ernährung des Menschen. München 1876. S. 309.

Brauch, die tägliche Nahrung nicht auf einmal, sondern in mindestens 3 Mahlzeiten getheilt aufzunehmen, auch vom physiologischen Standpunkte der möglichst günstigen Verwerthung der Nahrung als durchaus zweckmässig zu erachten ist.

5. Kritisches zur Stoffwechsel- und Ernährungslehre.

Im Jahre 1881 hat C. v. Voit in seinem „Handbuche der Physiologie des Allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung“¹⁾ das grosse Gebiet nach dem damaligen Standpunkte unseres Wissens und seiner Anschauungen in grösster Ausführlichkeit bearbeitet. Darüber kann kein Zweifel sein, dass diese Darstellung für viele Jahrzehnte ein ganz vorzügliches, durch kein anderes ersetzbares Quellenwerk abgeben wird, das, selbst wenn dereinst auf Grund der Fortschritte, die gerade auf diesem rege beackerten Gebiete erzielt werden, der thatsächliche Inhalt in Bezug auf viele wichtige Fragen überholt sein sollte, schon wegen der Zusammenfassung Voit's eigener Beobachtungen stets wird zu Rathe gezogen werden.

Wer, wie Voit, durch eigene und unter seiner Leitung ausgeführte Untersuchungen die Stoffwechsellehre so mächtig gefördert hat, wer wie er im Verein mit v. Pettenkofer und seinen Schülern durch ein volles Jahrzehnt das Gebiet fast allein bearbeitet hat, dem ist es vielleicht nicht zu verdenken, wenn er, bei allem Streben nach Objektivität, subjektiv bleibt und manche Streitfrage vornehmlich unter dem Gesichtswinkel seines Institutes betrachtet. Gerade diese Subjektivität ist es, die, wenn sie auf eigene Erfahrungen sich stützt, einem Geistesprodukt den Stempel der Originalität aufzudrücken geeignet ist.

Es ist von mancher Seite bemerkt worden, dass die Vorgänger Voit's, insbesondere Bidder und Schmidt mit ihren grundlegenden Bilanzuntersuchungen nur glimpflich davonkommen²⁾, dass

1) Bd. VI. Th. 1 des von L. Hermann herausgegebenen Handbuches der Physiologie. Leipzig.

2) Dem gegenüber ist anerkennend hervorzuheben, dass Voit neuerdings mit der gerechten Würdigung der grundlegenden Untersuchungen von Bidder und Schmidt nicht zurückhält: vergl. Festschrift zur Jubelfeier der Universität Würzburg, 1882; abgedruckt Zeitschr. f. Biol. 1894. 30, 523.