

XIII.

Ueber die Resorption von Fetten und festen Fettsäuren nach Ausschluss der Galle vom Darmkanal.

Von Immanuel Munk in Berlin.

Den klassischen Untersuchungen von F. Bidder und C. Schmidt¹⁾ verdanken wir die ersten scharfen Ermittlungen von der Bedeutung der Galle für die Resorption der Fette. Während bei normalen Hunden und Katzen nach ihren Beobachtungen bis zu 11 g Fett pro Körperkilo und Tag aus dem Darm in die Säfte übertreten, konnten sie feststellen, dass bei Gallenfistelhunden, also bei vollständigem Ausschluss der Galle vom Darmkanal, nur 1,6 bis 5,2 g Fett pro Kilo und Tag zur Resorption gelangt, oder nur $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ des bei Gallenzutritt resorbierten Fettquantums, während vom verabreichten Nahrungsfett 42—67 pCt. unbenutzt mit dem Koth ausgestossen wurden. Zur Würdigung ihrer Fettbestimmungen im Koth sei, weil dies meines Wissens von anderer Seite bisher nicht geschehen, hervorgehoben, dass sie im Trockenkoth nicht allein das Aetherextract, das nach ihnen allerdings nur Neutralfett enthalten sollte²⁾, sondern auch „die mit Natron und Kalk vorhandenen Fettsäuren“³⁾ d. h. auch die Seifen des Kothes wogen, ein Moment, das ihren analytischen Ergebnissen eine grössere Sicherheit verleiht. Dagegen wurden

¹⁾ Verdauungssäfte und Stoffwechsel. 1852. S. 220 ff. — Bezüglich des Antheils ihrer Vorgänger, Tiedemann und Gmelin, Schwann, Blondlot, an der Feststellung von der Bedeutung der Galle für den Körper vergl. auch C. v. Voit, Ueber die Bedeutung der Galle für die Aufnahme der Nahrungsstoffe im Darmkanal. Jubiläumsschrift für Th. v. Bischoff. Stuttgart 1882. S. 104. — Auch gesondert als Monographie erschienen. 32 S.

²⁾ Siehe S. 304.

³⁾ a. a. O. S. 221. — Nur darin irren sie, dass sie die Kothseifen an Kalk und Natron gebunden annehmen, während jetzt mit Sicherheit feststeht, dass sich darin zumeist nur Kalk- und Magnesiaseifen finden,

nach ihren Beobachtungen selbst grosse Mengen von Eiweiss und Stärkemehl auch bei Ausschluss der Galle vom Darm bis auf geringe Spuren verdaut und resorbirt, sodass sie den Schluss ziehen, dass an der Verdauung und Resorption des Eiweiss und des Amylum „die Galle gar keinen Antheil habe“.

Diese grundlegenden Ergebnisse von Bidder und Schmidt sind dann fast 30 Jahre später ziemlich gleichzeitig und von einander unabhängig von C. v. Voit¹⁾ sowie von Röhmann²⁾ bestätigt und wesentlich erweitert worden. In schönen Versuchsreihen, die bereits aus den Jahren 1859/60 stammen, weist Voit nach, dass Eiweiss, Leim und Kohlehydrate beim Gallen fistel hunde genau ebenso gut verdaut und resorbirt werden, als in der Norm, daher derselbe Hund nach Anlegung der Gallen fistel die gleiche Menge von Eiweiss (Fleisch), Leim, Kohlehydrate (bezw. Brod) zur Erhaltung seines Körpers und seines Eiweissbestandes braucht, wie vor der Operation, dass bei Fleisch-, Leim- und Brodfutter der Gallen fistel hund auch im Maximum dieselbe Fleisch- bezw. Kohlehydratration resorbirt und die gleiche Kothmenge ausscheidet, wie vor der Anlegung der Fistel. Röhmann bestätigt, dass der Gallen fistel hund ebenso viel Eiweiss resorbirt und mit der gleichen Ration eines aus Eiweiss und Kohlehydraten (Hundezwieback) bestehenden Futters auf Körpergleichgewicht zu erhalten ist wie vor der Operation; andererseits zeigte er, dass die von Bidder und Schmidt behauptete, intensive Fäulniss im Darm der Gallen fistel hunde und die ausserordentliche Trägheit der Darmentleerung, wenigstens bei seinen zwei Hunden, weder direct zu beobachten noch durch Zunahme der Fäulnissproducte objectiv nachzuweisen war; weder war die Menge der Aetherschwefelsäuren, noch die des Indoxyls, Phenols noch endlich der Oxysäuren im Harn der Gallen fistel hunde vermehrt gegenüber der Ausscheidung an diesen Substanzen bei gleicher Ernährung vor der Operation.

Die Fettresorption anlangend kommen beide Autoren zu

¹⁾ a. a. O. — Eine kurze Mittheilung seiner Resultate hatte Voit im Tageblatt der Naturforscher-Versammlung zu Salzburg (1881), S. 120 gegeben.

²⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. XXIX. S. 509. Auch als Habilitationsschrift, Breslau 1882, erschienen.

denselben Resultaten wie Bidder und Schmidt. Voit fand, dass von 2,5—7,5 g Nahrungsfett pro Tag und Körperkilo der Gallenfistelhund nur 1,5—4,5 g resorbirt, also 30—60 pCt. durch den Koth ausstösst, während vor der Operation die gleiche Fettgabe bis zu 98,5 pCt. ausgenutzt worden ist, daher der Gallenfistelhund mit einer Fleisch- und Fettmenge, mit der er sich vor der Operation vollständig auf seinem stofflichen Bestande erhielt, nun nicht mehr ausreicht. Röhmann's Hund resorbirte vor der Operation von 24,6 g verfüttertem Fett (Fett, Fettsäuren und Seife) nur 20,1 g oder per Kilo und Tag 1,2 g; nach dem Abschluss der Galle vom Darm von derselben Fettmenge nur 11 g, also rund die Hälfte¹⁾ oder per Kilo und Tag nur 0,65 g; durch Zusatz von Butter liess sich die Fettresorption bis auf 35 g oder auf 2 g pro Kilo und Tag steigern. Leider fehlt es bei Röhmann an Bestimmungen der Resorptionsgrösse bei reichlicheren Fettgaben und des Resorptionsmaximums. Nur in einem, allerdings wichtigen Punkte besteht eine wesentliche Differenz. Voit hatte behauptet²⁾, ohne hierfür Beläge beizubringen „dass der nach Fettaufnahme von einem Gallenfistelhunde entleerte Koth grösstentheils Neutralfett enthält und nur ein kleiner Theil des Fettes in Fettsäuren übergeführt ist, obwohl auf dasselbe der pankreatische Saft, welcher bekanntlich die Eigenschaft besitzt, Fette in Fettsäuren zu zerlegen, eingewirkt hat“. Dem widersprechen aber die Befunde von Röhmann auf's Allerentschiedenste. Dieser Forscher hat nicht nur, wie Voit, das Aetherextract gewogen, sondern in demselben, gleichwie ich dies meines Wissens zuerst in Fütterungsversuchen mit Fettkörpern methodisch durchgeführt habe³⁾, auch die freien Fettsäuren und endlich in dem vom Aether ungelöst Gebliebenen die Seifen durch Zusatz von Säure zersetzt und die frei geworde-

¹⁾ Bei Röhmann, a. a. O. S. 22, heisst es, dass der Hund „nach Anlegung der Gallenfistel 3mal so wenig Fett aufnimmt, wie vorher“. Hier liegt offenbar ein Irrthum vor. Die durch den Koth ausgestossenen Fettmengen sind nach der Operation allerdings 3mal so gross als vorher, dagegen das resorbirte Fettquantum vorher nicht 3mal, sondern nur knapp doppelt so gross als nachher.

²⁾ a. a. O. S. 29.

³⁾ I. Munk, dieses Archiv Bd. 80. S. 16.

nen Fettsäuren gleichfalls in Aether übergeführt, sodass Neutralfett, freie Fettsäuren und Seifen gleichzeitig quantitativ ermittelt wurden. So fand er, dass während vor der Operation im Koth auf 1 Theil Neutralfett sich $2\frac{1}{2}$ Theile freie Fettsäuren und 2 Theile Seifen fanden¹⁾, nach Anlegung der Gallenfistel auf 1 Theil Neutralfett sogar $7\frac{1}{2}$ Theile freie Fettsäuren und $2\frac{1}{2}$ Theile Seifen kamen, oder mit anderen Worten: während in der Norm nur $\frac{1}{3}$ der Fettkörper als Neutralfett, $\frac{4}{5}$ davon als freie Fettsäuren und Seifen ausgestossen wurden, nahm die Fettspaltung im Darm nach Anlegung der Gallenfistel so zu, dass nunmehr nur noch $\frac{1}{11}$ der Fettkörper als Neutralfett mit dem Koth austrat, $\frac{10}{11}$ als freie Fettsäuren und Seifen. Daraus schliesst Röhm ann, dass beim Gallenfistelhund die Hauptmasse des Fettes im Darm durch den Bauchspeichel und die Fäulniss gespalten und die hierbei frei gewordenen Fettsäuren zum Theil zu Seifen gebunden werden.

Die in Folge des Widerspruches von Röhm ann durch Voit veranlasste abermalige Untersuchung des Kothes vom Gallenfistelhund seitens Friedrich Müller's²⁾ hat nun ergeben, einmal dass durch Nichtberücksichtigung der Seifen, wie dies schon aus meinen Analysen erhellt³⁾, im normalen Koth $\frac{1}{4} - \frac{2}{5}$, und im Koth des Gallenfistelhundes $\frac{1}{10} - \frac{2}{5}$ der vorhandenen Fettkörper übersehen wird, sowie dass während schon in der Norm, ebenfalls meinen Angaben entsprechend, freie Fettsäuren 2— $2\frac{1}{2}$ mal so reichlich im Koth sich finden⁴⁾ als Neutralfett, nach Anlegung

¹⁾ Dieses Verhältniss findet sich sonst nur bei schwer schmelzbaren Fetten, wie Rinder- und Hammeltalg (I. Munk, dieses Archiv Bd. 95 S. 430). Offenbar hat bei der Herstellung der von Röhm ann verfütterten Hundezwiebacke, wahrscheinlich in Folge zu hoher und zu lange Zeit einwirkender Backtemperatur, eine umfangreiche Spaltung des Fettes stattgefunden, daher die Zwiebacke, neben nur 1,55 pCt. Fett, an freien Fettsäuren 2,34 pCt. und an Seifen 1,57 pCt. enthielten. Immerhin bleibt die schlechte Verwerthung der Fettkörper, von denen selbst bei knapp 25 g im Tag volle 4,5 g = 18 pCt. mit dem Koth ausgestossen wurden, während der normale Hund sonst nach meinen Ermittlungen leicht schmelzende Fettsäuren und Seifen fast so gut wie Neutralfett, mindestens zu 95 pCt., ausnutzt, höchst auffallend.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie. XX. S. 366.

³⁾ I. Munk, dieses Archiv Bd. 80, S. 16; Bd. 95, S. 430—433.

⁴⁾ Nur wenn Hunde übergrosse Fettmengen erhalten (z. B. 17 g pro Kilo

der Gallenfistel die Fettspaltung im Koth auf das 3—9fache ansteigen kann. Führt man diese, auf den Müller'schen Analysen fussenden Correcturen in die Voit'sche Berechnung¹⁾ der Resorptionsgrösse für Fett ein, so ergibt sich, dass während der 20 Kilo schwere Hund vor der Operation von 200 g Fett im Tag volle 196 g oder 98 pCt. ausgenutzt hat, er nach Anlegung der Gallenfistel von 50 nur 30—35 und von 150 g günstigsten Falles 65—84 g d. h. nur 40—57 pCt. von verabreichten grossen Fettgaben (150 g) zu verwerthen vermag. Fr. Müller²⁾ hat endlich auch die beträchtliche Herabsetzung der Resorptionsgrösse für Fett bei Icterischen mit totalem Abschluss der Galle vom Darm nachgewiesen und zwar zu 45—32 pCt. des gereichten Fettes, und ebenso dass das Kothfett zu $\frac{2}{3}$ aus freien Fettsäuren und Seifen besteht.

War nunmehr eine erfreuliche Uebereinstimmung bezüglich der Fettresorption bei Gallenfistelhunden bzw. icterischen Menschen erzielt, war man nun darüber im Klaren, einmal dass einzig und allein die Resorption des Fettes bei Ausschluss der Galle vom Darmkanal gestört, quantitativ wesentlich herabgesetzt ist und dass von dem mit dem Koth unbenutzt ausgestossenen reichlichen Fett 80—90 pCt. in freie Fettsäuren gespalten (ein Theil davon an die Erden des Kothes zu Seifen gebunden) und nur ein kleiner Bruchtheil davon als unverändertes Neutralfett vorhanden ist, so war doch daraus noch nicht mit Sicherheit zu erschliessen, wie es Röhm ann thut und Fr. Müller stillschweigend zuzugeben scheint, dass bei Ausschluss der Galle vom Darm die Fettspaltung in viel umfangreicherem Maasse erfolgt als bei Zutritt der Galle zum Darm. Hat doch im Gegentheil Nencki³⁾ zuerst dargethan, dass die durch den Bauchsichel bewirkte Fettspaltung durch die Gegenwart der Galle nicht nur nicht gestört, sondern sogar erheblich gefördert

und Tag), die das Resorptionsmaximum so sehr übersteigen, dass über $\frac{1}{4}$ davon unbenutzt wieder ausgestossen wird, also der Darm ebenso wenig mit der Resorption wie mit der Spaltung fertig wird, dann erscheinen im Koth $\frac{2}{3}$ vom Fett ungespalten und nur $\frac{1}{3}$ als freie Säuren und Seifen (Müller, a. a. O. S. 368).

¹⁾ a. a. O. Tabelle S. 23.

²⁾ Zeitschr. f. klin. Med. XII. S. 45.

³⁾ Arch. f. exper. Path. XX. S. 367.

wird, insofern in einem Gemisch von Fett mit Pankreasbrei bei Blutwärme ausserhalb des Körpers bei Anwesenheit von Galle 2—3 mal so viel Fettsäuren abgespalten werden als bei Ausschluss der Galle. Ferner hat Müller¹⁾ nachgewiesen, dass die Fäulniss an sich in Bezug auf die Fettspaltung einen wenig energischen Factor abgibt, der quantitativ hinter der Wirksamkeit des Bauchspeichels weit zurücktritt. Und dass die Fäulniss im Darm der Gallenfistelhunde intensiver abläuft als beim Zutritt der Galle, wie dies Bidder und Schmidt angegeben haben, auch davon hat sich weder Röhmnn, wie schon angeführt, noch Müller überzeugen können, wenigstens schied der Gallenfistelhund weder an Producten der Darmfäulniss (Indoxyl, Phenol, Oxysäuren), noch an Aetherschwefelsäuren, in welcher Form jene Fäulnissproducte durch den Harn austreten, nach Anlegung der Fistel mehr aus als zuvor; ebenso wenig konnte Müller in Fällen von einfachem Icterus, in Folge Unterbrechung des Gallenergusses in den Darm, eine Zunahme der Aetherschwefelsäuren im Harn constatiren²⁾. Nach alledem stand vielmehr zu erwarten, dass im Darm des Gallenfistelhundes die Fettspaltung eher in erheblich geringerem Umfange erfolgt, als im normalen Darm bei Gallenzutritt. Wenn nun beim Fistelthier, obwohl hier die Fette zu einem geringeren Theil gespalten werden, als in der Norm, dessenungeachtet so reichliche Mengen von Fettsäuren, theils frei theils zu Erdseifen gebunden, mit dem Koth ausgestossen werden, so muss man vielmehr auf die Vorstellung verfallen, dass bei Ausschluss der Galle vom Darm gerade die Resorption der Fettsäuren erheblich Noth leidet und sich daraus die unbenutzte Ausstossung so reichlicher Quantitäten von Fettsäuren durch den Koth erklärt. Gegen diese Vermuthung lässt sich nicht einmal der Einwand erheben, dass nach meinen eigenen Untersuchungen³⁾ freie feste Fettsäuren ziemlich ebenso

¹⁾ Müller, a. a. O.

²⁾ Die antiseptische Wirkung der Gallensäuren ist von Maly und Emich (Monatshefte f. Chem. 1883. S. 89) und die der gallensauren Salze von Kossel und Limbourg (Zeitschr. f. physiol. Chem. XIII. S. 196) festgestellt worden, doch vermag dieselbe die Fäulniss im Darm höchstens zu verzögern, ebenso wenig kann sie ausserhalb des Körpers das Faulen der Galle verhindern.

³⁾ I. Munk, dieses Archiv Bd. 80, S. 21; Bd. 95, S. 429.

gut resorbirt werden als die äquivalente Menge Neutralfett, bezieht sich doch die Feststellung der guten Resorbirbarkeit derselben nur auf den normalen Darm, in den stetig Galle ergossen wird, und ist es doch nicht a priori zu sagen, ob nicht die Galle, deren Bedeutung für die Fettaufsaugung über jedem Zweifel steht, nicht eben gerade bei der Resorption der Fettsäuren eine wesentliche Rolle spielt, sei es auch nur, ohne an eine Verschlechterung der Emulsionsbildung zu denken, dadurch, dass bei Abwesenheit der Galle die Zottenepithelien des Dünndarms des wesentlichen Reizes zur activen Aufnahme der Fettsäuren bezw. zur synthetischen Fettbildung aus den Fettsäuren entbehren.

Deshalb erschien es von Interesse, beim Gallenfistelhund in vergleichenden Versuchsreihen die Ausnutzung äquivalenter Mengen von Neutralfett einer-, von festen Fettsäuren andererseits zu ermitteln und zwar zunächst für leicht schmelzbare und daher in der Norm auch leicht resorbirbare Fette, und ferner zu prüfen, was bisher ebenfalls noch nicht geschehen ist, wie sich die Ausnutzung schwerer schmelzbarer Fette, z. B. Rinds- oder Hammeltalg beim Gallenfistelthiere stellt, vollends die Resorption sehr schwer, erst weit über der Temperatur des Thierkörpers schmelzender Fettsäuren wie z. B. deren des Hammeltalgs, die bei Zutritt der Galle zum Darm, obwohl sie erst bei 49—52° C. schmelzen, selbst in grossen Gaben, 13 g pro Körperkilo und Tag, doch zu vollen $\frac{2}{3}$ ihrer Menge ausgenutzt werden¹⁾.

Der Gallenfistelhund, der zu den nachfolgenden Versuchen diente, war am 11. Februar 1889 von Herrn Collegen Siegfried Rosenberg operirt; nachdem die Wunde bis auf eine, für den kleinen Finger eben durchgängige Fistel verheilt war, durch welche die Galle leicht und frei nach aussen abfloss, waren in der ersten Hälfte des Jahres 1889 von Rosenberg Versuchsreihen über den Einfluss des Olivenöls und anderer Mittel auf die Gallenabsonderung²⁾ an ihm durchgeführt worden. Bei einem aus 500 g gehackten mageren Fleisch und 500 g Reis bestehenden Futter, das, in abgekochtem Zustande gereicht, gierig verschlungen wurde, erlangte er allmählich wieder sein

¹⁾ I. Munk, dieses Archiv Bd. 95, S. 429.

²⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 46, S. 384.

ursprüngliches Körpergewicht wie vor der Operation. Beim Eintritt in die nachfolgenden Versuche, die mir durch das dankenswerthe Entgegenkommen der Herren Professor Zuntz und Dr. Rosenberg ermöglicht wurden und welche ich im Physiologischen Laboratorium der Landwirthschaftlichen Hochschule im August bis November 1889 durchführen konnte¹⁾, wog der Hund 22,9 kg, befand sich durchaus in gutem Kräftezustande und zeigte in seinem ganzen Verhalten, wie ich, in Uebereinstimmung mit Röhm ann und Rosenberg hervorheben möchte, keinen auffälligen Unterschied von anderen Hunden. Die Fäces wurden zwar, der voluminösen Nahrung entsprechend, die 575 g Trockensubstanz enthielt²⁾, täglich oder einen Tag um den anderen abgesetzt, waren von dunkelgrauer Farbe³⁾, gut geformt, stets fest, niemals diarrhoisch. Bei diesem aus Eiweiss und Kohlehydraten bestehenden Futter war weder das von vielen Autoren als für Gallenfistelhunde charakteristische Kollern im Leibe, noch der aashaft Geruch des Koths noch der reichliche Abgang stinkender Flatus zu beobachten. Der Koth war stets acholisch; weder waren Gallenfarbstoffe, noch deren Reductionsproduct, das Urobilin (Hydrobilirubin), ebenso wenig Gallensäuren oder deren Derivate jemals darin nachweisbar, zum Zeichen, dass wirklich die gesammte Galle nach aussen und nichts davon in den Darm gelangte⁴⁾.

Um zu verhindern, dass der Gallenhund, wozu bei allen Fistelthieren bekanntlich grosse Neigung besteht, seine Galle aufleckt, musste er dauernd, die kurze Zeit der Futteraufnahme ausgenommen, einen Drahtmaulkorb tragen, über dessen Schnauzende ein Zinkbecher gelöthet war, dessen Boden zum Abfluss des Speichels mehrere Löcher trug; der Zinkmantel war von solcher

¹⁾ Ueber die wesentlichen Ergebnisse der gleich zu beschreibenden Versuche habe ich in der Sitzung der Physiologischen Gesellschaft vom 26. November 1889 berichtet.

²⁾ Zum Abkochen von Reis und Fleisch war ein Zusatz von rund 1500 g Wasser erforderlich.

³⁾ Auf die Farbe der Fäces komme ich noch zurück (S. 322), da von den Autoren nicht ganz zutreffende Deutungen gegeben worden sind.

⁴⁾ Zur grösseren Sicherheit war bei der Operation der Duct. choledochus sowohl nahe der Gallenblase als nahe dem Dünndarm unterbunden und das dazwischen gelegene Gangstück resecirt worden.

Länge gewählt, dass die Schnauze etwa 6 cm vom Zinkboden entfernt war, sodass der Hund selbst beim Andrücken des Maulkorbes an die Fistel niemals Galle lecken konnte.

Jede Versuchsreihe dauerte in der Regel drei Tage. Die Abgrenzung des Versuchsfutters gegen die gewöhnliche (Fleisch- und Reis-) Kost wurde dadurch bewirkt, dass der Hund Morgens 7 Uhr oder schon Abends zuvor etwa 10 g Knochen erhielt und 7 bzw. 15 Stunden danach das Versuchsfutter. Ebenso wurde die Abgrenzung des letzteren gegen die nachfolgende Fleisch-Reisperiode bewirkt, manchmal durch Darreichung von 1—2 g kleinkörniger Pflanzenkohle. Der weisse bröcklige Knochenkoth bzw. der schwarze Russkoth gestattete eine scharfe Abgrenzung der auf die einzelnen Perioden treffenden Kothportionen. Noch schärfer fiel die Abgrenzung aus, wenn der Versuchsperiode ein Tag vorausging und ebenso nachfolgte, an dem der Hund nur Knochen oder 1—2 g Holzkohle, in 50—70 g Fleisch eingehüllt, erhielt. Hier hob sich eine weisse erdige Wurst bzw. eine pechschwarze Wurst von dem mehr oder weniger schmierigen, grünlich-grauen Koth der Fettperiode aufs Deutlichste ab.

I. Täglich 3 g Schweineschmalz pro Körperkilo.

In dieser, über 3 Tage sich erstreckenden Reihe erhielt der Hund täglich 500 g fein gewiegtes Pferdefleisch (mit 12,5 g Fett)¹⁾, 70 g Schweineschmalz, 190 g Reis und 600 g Wasser, im Ganzen 363 g Trockensubstanz. Der Reis wurde mit 400 g Wasser bis zur vollständigen Aufquellung gekocht, ebenso das Fleisch mit 200 g Wasser zum Sieden erhitzt, dann beide Portionen vereinigt, das Schmalz zugesetzt und gut durchgemischt. Diese grosse Ration frass der Hund in wenigen Minuten quantitativ genau auf.

Der danach abgesetzte schmutzig-graue fettige Koth wurde zuerst feucht gewogen, dann im Wasserbad²⁾ bei etwa 100° C. getrocknet und nun das Trockengewicht ermittelt. Von dem

¹⁾ 16,05 g feuchtes Fleisch, bei 100° getrocknet, mit Quarzsand fein zerrieben und im Soxhlet'schen Apparate 24 Stunden lang extrahiert, gaben 0,4022 g Aetherextractrückstand, entsprechend 2,506 pCt. Fett (Rohfett).

²⁾ Kupferkasten mit doppelten Wandungen, deren Zwischenraum mit Wasser gefüllt ist.

durch Bearbeitung mit dem Pistill möglichst pulverisirten Trockenkoth wurde zuerst ein aliquoter Theil von etwa 4—9 g auf die darin enthaltenen Fettkörper bestimmt. Nun stellte sich aber sehr bald heraus, dass das Aetherextract zweier Kothproben relativ bis um 8 pCt. abweichende Werthe lieferte. Ich finde keine Angabe darüber, ob Röhmann oder Voit oder Müller diese Controle geübt haben; Ersterer verwandte immer 10 g, Müller 6—8 g lufttrocknen und pulverisirten Koth, bei Voit vermisste ich jede Angabe über die Menge von Koth, die zur Fettbestimmung verwendet wurde. Die Erklärung dafür, dass zwei Proben von demselben Trockenkoth so verschiedene Aetherextractmengen liefern können, finde ich in Folgendem. Erstens schmilzt beim Trocknen des Kothes das Fett und fließt nach unten, sodass nach dem Erkalten die unteren Kothschichten die fettreichsten sind, sodann ist es, meinen Erfahrungen nach, fast eine Unmöglichkeit, die beim Gallenstielhunde auf Fettgenuss abgesetzten, relativ fettreichen Fäces auch nach möglichstem Trocknen fein zu pulverisiren; sie geben, selbst mit möglichster Sorgfalt zerrieben, unregelmässige Körner von Gries- bis Linsengrösse, bei grossem Fettgehalt ist es überhaupt nicht möglich, ein Pulver zu erzielen, da die Massen sich in der Reibschale verschmieren. Aus diesen Gründen kann von einer gleichmässigen Vertheilung und Durchmischung des Fettes nicht wohl die Rede sein. Nur wenn man, wie dies Röhmann zumeist gethan, ganz kleine Fettgaben reicht, 24—31 g pro Tag, macht diese durch den Fettgehalt des Kothes bedingte Erschwerung des Pulverisirens sich nicht geltend.

Ich habe es daher fernerhin für zweckmässig und analytisch schärfer gefunden, den gesammten Trockenkoth je einer Periode zu wägen und denselben, nur grob zerkleinert, im Ganzen, bis auf einen kleinen, für die Stickstoffbestimmung zurückgestellten und gewogenen Bruchtheil¹⁾, in 2—4 Soxhlet'schen Apparaten durch 24 Stunden hindurch zu extrahiren. Alsdann wurden die Aetherextracte, wenn nöthig, filtrirt, im Messkolben auf 250 ccm aufgefüllt und gut gemischt. Von dieser Aetherlösung wurden ein-

¹⁾ Da in das Aetherextract N-haltige Stoffe, Lecithin u. a. übergehen, würde die N-Bestimmung am entfetteten Koth etwas zu niedrige Werthe ergeben.

mal je 25 ccm im gewogenen Becherglas im Wasserbade bis zu constantem Gewicht getrocknet und so die Gesamtmenge an Aetherextract, also Neutralfett, freie Fettsäuren und Cholesterin enthaltend, gefunden¹⁾, andererseits in abermals 25 ccm nach Zusatz weniger Tropfen einer alkoholischen Phenolphthaleinlösung die freien Fettsäuren durch Titriren mit alkoholischer Kalilauge bestimmt. Endlich wurde aus 50 ccm der Aetherlösung der Aether verdunstet, der Rückstand mit alkoholischem Kali verseift, zur Trockne gedampft und die Trockensubstanz zur Bestimmung des Cholesterin mit wasserfreiem Aether durch 24 Stunden erschöpft.

Nach 24stündiger Aetherextraction des Trockenkoths hinterblieb eine graue bröcklige, leicht und fein pulverisirbare Masse; nach Wägung der Menge und nach Pulverisirung wurde ein aliquoter Theil mit salzsäurehaltigem Alkohol gut durchgerührt, im Wasserbade getrocknet und abermals 24 Stunden mit Aether erschöpft; dieser Aetherextractrückstand ergab die im Koth ursprünglich als Seifen vorhandenen, durch die Salzsäure in Freiheit gesetzten Fettsäuren²⁾.

Endlich wurden von der bei Seite gestellten kleinen Portion des lufttrockenen Koths je zwei abgewogene Proben im Kolben nach Kjeldahl mit conc. Schwefelsäure (und Kupfersulfat) auf ihren N-Gehalt bestimmt.

Der Koth dieser Reihe wurde am 2. und 3. Tage der Fütterung, ferner an den beiden folgenden Tagen abgesetzt. Erst

¹⁾ Es ist mir nicht unbekannt, dass selbst beim Extrahiren ganz wasserfreier, seifehaltiger Gemische mit reinem Aether die Alkaliseifen und selbst die Erdseifen zu einem Theil in Lösung gehen. Dieser Antheil fällt indess gerade bei fettreichem Koth gegenüber dem Neutralfett und den Fettsäuren kaum in's Gewicht, um so weniger wenn es sich, wie in unseren Versuchen, nur um vergleichende Bestimmungen handelt (vgl. auch Müller, a.a.O. S. 6). Zudem entzieht sich selbst bei gründlichem Erschöpfen ein kleiner Bruchtheil von Neutralfett der Aetherextraction und geht erst nach dem Ansäuern in den Aether über, so dass der durch die Mitaufnahme von Seifen bedingte Fehler durch den anderen ziemlich compensirt werden dürfte (vergl. auch Lebedeff, Arch. f. Anat. u. Physiol. Phys. Abth. 1883. S. 511).

²⁾ In das saure Aetherextract gehen auch die Reste von Neutralfett über, welche bei der ersten Behandlung mit Aether zurückgeblieben sind; vergl. Anm. 1.

am 2. Tage der Nachperiode ergab sich die scharfe Abgrenzung. Der feuchte Koth war schmutzig-grau und fettig, wog feucht 475,9 g und trocken 135,5 g, enthielt also fast 30 pCt. Trockensubstanz.

In der Nahrung: 1090 g Trockensubst., 247,6 g Fett, 56,5 g N
 Im Koth: 135,5 „ 82,1 „ 5,64 „
 (60 pCt. des Trockenkothes bestand aus Fettkörpern).

Mithin war ausgenutzt:

| | |
|------------------------|-------------------------------|
| die Trockensubstanz zu | 87,6 pCt. |
| das Fett | „ 66,9 „ |
| N | „ 90 „ |

Die Zusammensetzung der Fettkörper des Kothes war:

| | |
|-----------------------|-----------|
| Neutralfett | = 7,85 g |
| freie Fettsäuren | = 61,84 „ |
| Fettsäuren als Seifen | = 10,93 „ |
| Cholesterin | = 1,43 „ |

demnach enthielt der Koth gespaltenes Fett fast 10 mal so reichlich als Neutralfett.

Um die Beschaffenheit des mit dem Koth ausgestossenen Fettes mit derjenigen des gefütterten Fettes vergleichen zu können, wurde nach dem Vorgange von Müller der Aetherextractrückstand (Neutralfett, freie Fettsäuren und Cholesterin enthaltend) verseift, durch Zusatz überschüssiger Säure aus den Seifen die Fettsäuren frei gemacht, diese in Aether übergeführt und nach Verdunsten des Aethers der Rückstand auf seinen Schmelzpunkt bestimmt. Der Schmelzpunkt ergab sich bei 43—46°, der Erstarrungspunkt bei 39—40°, während die aus Schweineschmalz dargestellten Fettsäuren bei 35—37° schmolzen und bei 31° erstarrten¹⁾. Also erhellt auch hier, dass bei der Wanderung eines Fettgemenges durch den Darm, gleichviel ob in denselben die Galle gelangt oder nicht, die leichter schmelzenden Antheile vollständiger resorbirt werden als die schwerer schmelzenden, daher der Schmelzpunkt des Kothfettes weit höher liegt als der des Nahrungsfettes.

Voit hat bei einer annähernd gleichen Fettgabe (50 g Schmalz beim Hunde von 20 Kilo) einmal 34,7, ein anderes

¹⁾ I. Munk, dieses Archiv Bd. 80, S. 13.

Mal 22,2 pCt. vom verzehrten Schmalz durch den Koth austossens sehen, und wenn man die, wegen Vernachlässigung der Seifen bei der Bestimmung, später von Müller¹⁾ angebrachte Correctur einführt, 40,5 bzw. 30,6 pCt., sodass im Mittel 35,5 pCt. vom verabreichten Fett durch den Koth herausgingen, ein Werth, der dem meinigen (33,1 pCt.) ziemlich nahe kommt.

Geringer erwies sich die Resorptionsgrösse bei Röhmann²⁾; sein Hund I von rund 17 kg schied bei 68 g Fett (4 g pro kg), also bei einer um $\frac{1}{4}$ höheren Gabe schon volle 48,5 pCt. durch den Koth wieder aus.

Bemerkenswerth ist, dass Hand in Hand mit der gesteigerten Ausstossung von Fett durch den Koth auch der Nahrungs-N ein wenig schlechter verwerthet wurde; ein gesunder Hund schied bei demselben Futter nur 7 pCt. vom Nahrungs-N mit den Fäces aus, der Fistelhund rund 10 pCt.

II. 3 g Schmalzfettsäuren pro Körperkilo.

Während dieser 3 tägigen Periode wurde das vorige Futter beibehalten, nur dass an die Stelle von je 70 g Schweineschmalz pro Tag die daraus (durch Verseifung und Ausfällung mit überschüssiger Säure) dargestellten Fettsäuren traten. Auch dieses Futtergemisch verzehrte der Hund gierig und setzte erst am 3. Tage den ersten Koth dieser Reihe ab; zu dieser Periode gehöriger Koth wurde noch am 1. und ein kleiner Rest am 2. Nachtage ausgestossen. Der wie in der vorigen Reihe schmutzig-grau und fettig aussehende Koth wog feucht 392,3 g und trocken 112,2 g, enthielt also 31,2 pCt. feste Stoffe.

Im Futter: 1088 g Trockensubst., 237,6 g Fettsäuren³⁾, 56,7 g N
 „ Koth: 112,2 „ 67,19 „ 4,28 „
 mithin bestanden auch hier die festen Stoffe des Koths zu 60 pCt. aus Fettkörpern. Es war die Ausnutzung

der Trockensubstanz 89,7 pCt.

„ Fettstoffe 72,8 „

„ N 92,4 „

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie. Bd. 20, S. 360.

²⁾ a. a. O. S. 530.

³⁾ Streng genommen nur 200 g Schmalzfettsäuren und 37,6 g Fett im Pferdefleisch.

Die Fettkörper des Kothes waren, wie folgt, zusammengesetzt:

| | |
|------------------|---------|
| Neutralfett | 6,4 g |
| Freie Fettsäuren | 45,01 „ |
| Seifen | 14,29 „ |
| Cholesterin | 1,49 „ |

Es bedarf wohl nicht erst der Erwähnung, dass das im Koth vorfindliche Neutralfett, pro Tag 2,1 g, auf den Fettgehalt der in den Darm ergossenen Secrete (Bauchspeichel, Darmsaft) und das Fett der abgestossenen Darmepithelien, endlich auf unverwerthete und ungespaltene Reste des verfütterten Pferde fettes zurückzuführen ist.

Die aus dem Aetherextract des Kothes dargestellten Fettsäuren schmolzen bei 47—49° und erstarrten bei 43°, während die Fettsäuren des Schweineschmalzes schon bei 35—37° schmelzen, also sind hier in noch stärkerem Grade als bei der Schmalzfütterung die leicht schmelzenden Fettsäuren (Oelsäure) fast vollständig resorbirt worden, von den schwerer schmelzbaren (Palmitin- und Stearinsäure) aber so viel unverwerthet in den Koth gegangen, dass die Kothfettsäuren um volle 12° höher schmolzen als die Schmalzfettsäuren.

Bemerkenswerth erscheint es beim Vergleich beider Versuchsreihen, dass, während beim normalen Hund der Ersatz von Schweineschmalz im Futter durch die äquivalenten Fettsäuren keine wesentliche Verschlechterung der Resorptionsgrösse nach sich zieht, Ausschluss der Galle vom Darmkanal eine mässige, aber unzweifelhafte Verbesserung der Ausnutzung und zwar für alle Nahrungsbestandtheile zur Folge hat:

| | Reihe I | Reihe II. |
|-----------------------------------|-----------|-----------|
| ausgenutzt die Trockensubstanz zu | 87,6 pCt. | 89,7 pCt. |
| „ „ Fettstoffe | 66,9 „ | 72,8 „ |
| „ der N | 90 „ | 92,4 „ |

Es scheint demnach, als ob die leicht schmelzbaren Fettsäuren bei Gallenabschluss besser aufgenommen werden, als die entsprechende Menge Neutralfett und damit zugleich die anderen verabreichten Nährstoffe die Bedingungen zu besserer Verwerthung finden.

Endlich sei, zum Vergleich der Ausnutzung bei normalem Gallenzufluss und bei Gallenabschluss vom Darm, hier angeführt,

dass nach meinen früheren Erfahrungen¹⁾ der normale Hund 70—80 g Schmalz zu 99 pCt. und die Schmalzfettsäuren zu fast 98 pCt. resorbiert, also der Gallenausfall eine Verschlechterung der Resorption bis auf 67 bzw. 73 pCt. herbeiführt.

III. 3 g Hammeltalg pro Körperkilo.

Ueber die Ausnutzung hochschmelzender Talgfette und Talgfettsäuren beim Gallenfistelhund lagen überhaupt noch keine Erfahrungen vor.

Derselbe Hund bekam in einer 3 tägigen Reihe neben seinem gewöhnlichen täglichen Futter von 500 g Pferdefleisch und 190 g Reis noch 70 g ausgelassenes Hammeltalg, das mit dem Fleischreisbrei möglichst durchgemischt wurde. Erst am 3. Tage erschienen 324,8 g grauer pomadenartiger, mit kleinen gelben etwa linsengrossen Einsprenklungen durchsetzter Koth, am folgenden Tage, wo er nur Holzkohle in 50 g Fleisch eingehüllt erhielt, 228,4 g und endlich am nächstfolgenden Tage noch 83,6 g, welche sich von dem trockenen zähen, in seinem Anfangstheile schwarz gefärbten Fleisch-Reiskoth gut abhoben, insgesamt 636,8 g feuchter Koth = 225,6 g trocken.

Im Futter: 1090 g Trockensubstanz, 247,6 g Fett, 56,7 g N
 „ Koth: 225,6 „ 146,99 „ 5,83 „
 hier bestanden sogar 65 pCt. der Trockensubstanz aus Fettkörpern.

Somit war ausgenutzt:

| | |
|------------------------|-----------|
| die Trockensubstanz zu | 79,3 pCt. |
| die Fette | „ 40,7 „ |
| der N | „ 89,7 „ |

Gegen diese Berechnung der Talgausnutzung ist indess einzuwenden, dass ja nur 210 g des gefütterten Fettes aus Hammeltalg bestanden, 37,5 g aber aus dem Fett des Pferdefleisches, dessen Resorptionsgrösse mindestens in Höhe des Schmalzes anzusetzen ist. Da letztere nach Reihe I 66,9 pCt. beträgt, so würde von den 37,5 g Pferdefett etwa 25,9 g verworthen und nur 11,6 g durch den Koth ausgestossen sein. Es treffen also 146,99—11,6 = 135,39 g auf das verabreichte Hammelfett, so-

¹⁾ Dieses Archiv Bd. 80, S. 23.

dass sich die Ausnutzung des Hammeltalges beim Gallen-
fistelhund sogar nur zu 35,5 pCt. stellt.

Die Fettkörper des Kothes bestanden:

| | |
|--------------------------------|---------|
| Neutralfett | 36,3 g |
| Freie Fettsäuren ¹⁾ | 84,63 „ |
| Seifen ¹⁾ | 24,26 „ |
| Cholesterin | 1,8 „ |

mithin war $\frac{1}{4}$ vom Kothfett ungespalten, d. h. relativ mehr als doppelt so viel wie nach derselben Gabe leicht schmelzenden Schmalzes. Beim normalen Hund ist ein solcher Unterschied in Bezug auf die Grösse der Fettspaltung zwischen leicht und schwer schmelzendem Fett nicht zu beobachten. Auch nach einer ebenso grossen Hammelfettgabe enthielt der Koth nur $\frac{1}{12}$ vom Fett in ungespaltenen Form²⁾).

Die aus dem Kothfett dargestellten Fettsäuren schmolzen bei 51–54° und erstarrten um 48° herum, also bestanden dieselben aus einem ähnlichen Gemenge, wie das Hammelfett selbst, dessen Fettsäuren bei 50–53° schmelzen und um 47° erstarren³⁾.

Die schlechtere Verwerthung der Trockensubstanz ist fast ausschliesslich auf die geringere Ausnutzung des Fettes zurückzuführen, denn vom Nahrungs-N erschien kaum mehr im Koth wieder als in Reihe I bei der gleichen Menge Schmalz.

Von Interesse ist der Vergleich der Verwerthung des Hammeltalges beim normalen und beim Gallenfistelhund. In der Norm wird nach meinen früheren Bestimmungen⁴⁾ der Hammeltalg selbst in einer mehr als 4mal so grossen Gabe (13 g pro Kilo Thier und Tag), zu mindestens 90 pCt. verwerthet, dagegen nach Ausschluss der Galle vom Darm nur zu 35,5 pCt. Hätte der Unterschied in der Ausnutzung zwischen Schmalz und Talg beim Gallenfistelhund nur in gleicher Weise bestanden, als beim normalen, der Schmalz zu 99, Talg nur zu 90 pCt. resorbirte, so hätte trotz der Gallenfistel, entsprechend 66,9 pCt. Schmalz (Reihe I), noch 61 pCt. vom Talg verwerthet werden müssen. Es

¹⁾ als Stearinsäure berechnet.

²⁾ I. Munk, dieses Archiv Bd. 95, S. 431.

³⁾ Ebenda S. 428.

⁴⁾ Ebenda S. 431.

ergiebt sich somit der bemerkenswerthe Schluss, dass nach Ausschluss der Galle vom Darm die Resorption von hochschmelzendem Talg fast um das Doppelte stärker Noth leidet, als die Aufnahme von Schmalz.

Entsprechend dem Nencki'schen Versuch in vitro, ausserhalb des Körpers, demzufolge das Pankreas allein nur kaum halb so viel Fett spaltet, als bei gleichzeitiger Gegenwart von Galle, sehen wir hier beim Hammeltalg, dass fast $\frac{1}{4}$ des Fettes im Koth ungespalten, als Neutralfett erscheint.

IV. 3 g Hammeltalgsäuren pro Körperkilo.

In dieser 3tägigen Reihe wurden neben Fleisch und Reis pro Tag die aus 70 g Hammeltalg dargestellten Fettsäuren gegeben. Weil frühere Erfahrungen¹⁾ mich belehrt hatten, dass gerade die Talgfettsäuren am ehesten verschmäht werden, so wurde der gequollene Reis zunächst nur mit der gewonnenen Fleischbrühe und mit den Fettsäuren versetzt; in dieser Form frass der Hund das Futter zuerst gierig, dann aber mit immer geringerem Behagen und liess noch einen Rest im Napf zurück; die Aufnahme dieses Restes wurde in der Weise erzwungen, dass derselbe mit dem, von der abgegossenen Brühe zurückgebliebenen Fleisch innig durchmischt wurde. So gelang es, ihm 3 Tage hindurch die Fettsäuren quantitativ genau einzuverleiben.

Schon am 2. Tage wurde ein schmutzig-grauer, glänzender, pomadenartiger Koth mit linsenkorngrossen grünlichgelben Einsprenklungen, feucht 100,4 g wiegend, abgesetzt, am 3. Tage 345,2 g, am folgenden Hungertage, wo nur Knochen zur Abgrenzung gegeben wurden, 161,8 g, am 2. und 3. Nachtage, wo das gewöhnliche Fleisch-Reisfutter verabreicht wurde, zusammen noch 273,4 g zur Fettsäurereihe gehöriger Koth, im Ganzen 880,8 g feucht = 239,4 g trocken.

Im Futter: 1081 g Trockensubst., 238,5 g Fettkörper, 56,7 g N
 „ Koth: 239,4 „ 127,2 „ 7,69 „
 hier bestand die Trockensubstanz nur zu fast 54 pCt. aus Fettkörpern.

¹⁾ Dieses Archiv Bd. 95, S. 434.

Mithin beträgt die Ausnutzung

für Trockensubstanz 77,9 pCt.

„ Talgsäuren 46,8 „

„ N 86,4 „

Allein bei dieser Berechnung der Fettausnutzung ist das leicht schmelzende und besser resorbirbare Fett des Pferdefleisches, von dem mit 1500 g Fleisch 37,5 g eingeführt wurden, mit den hoch schmelzenden und schwer aufnehmbaren Talgsäuren zusammengeworfen worden, während doch aus Reihe I hervorgeht, dass die schmalzartigen Fette besser, selbst beim Gallenfistelhund noch zu 69 pCt. verwerthet werden, somit von den 37,5 g Pferdefett nur 11,6 g mit dem Koth ausgestossen sein würden. Es bleiben demnach $(127,2 - 11,6 =)$ 115,6 g Fettkörper im Koth, welche auf die eingeführten 201 g Talgsäuren treffen. Danach wären die Hammeltalgsäuren beim Abschluss der Galle vom Darm nur zu 42,2 pCt. verwerthet worden, aber immerhin noch erheblich besser als die äquivalente Menge Talg, deren Resorption sich nach Reihe III nur zu 35,5 pCt. ergeben hat.

Das Kothfett bestand aus:

Neutralfett 10,6 g

Freie Fettsäuren¹⁾ 90,45 „

Seifen¹⁾ 24,12 „

Cholesterin 2,06 „

Auch hier ist das im Koth vorfindliche Neutralfett auf den Fettgehalt der Darmsecrete, der abgestossenen Darmepithelien und auf ungespaltene Reste vom Neutralfett der Nahrung (Fleischfett) zu beziehen.

V. 7 g Schmalz pro Körperkilo.

Ueber die Ausnutzung grosser Gaben von Schmalz beim Gallenfistelhund (150 g beim Hund von 20 kg) liegen zwei Reihen von Voit²⁾ vor; bei 600 g Fleisch und 150 g Schmalz traten 48,2 pCt. und, unter Berücksichtigung der nachträglich von Müller bestimmten Seifen, sogar nur 43,4 pCt. vom genossenen Fett in die Säfte über. Als dann die Fleischration auf das

¹⁾ als Stearinsäure berechnet.

²⁾ a. a. O. S. 21 u. 22.

Doppelte, 1200 g gesteigert wurde, nahm auffälligerweise die Resorptionsgrösse (unter Benutzung der Müller'schen Correctur) bis zu 56,2 pCt. zu, war also nur wenig kleiner als bei 50 g Schmalz neben 600 g Fleisch.

Mein Fistelhund erhielt in einer 2tägigen Periode (ein Versuch hatte gezeigt, dass schon am 3. Tage die sehr fettreiche, grosse Ration nicht mehr vollständig aufgezehrt wurde) neben 500 g Fleisch (mit 12,5 g Fett) und 190 g Reis noch 143 g Schmalz; die Ration wurde vollständig verzehrt. Schon nach 20 Stunden wurden 206,7 g grauer, ganz schmieriger Koth abgesetzt, am 3. Tage (1. Nachtag), wo er nur Kohle, in 50 g Fleisch eingehüllt, bekam, 52,2 g Koth und endlich am 2. Nachtage, wo er wieder sein gewöhnliches Fleisch-Reisfutter (ohne Fett) bekam, noch 174,9 g ebensolcher schmieriger Koth, der sich gegen den, durch die Kohle tiefschwarzen, ganz trockenen und zähen Koth (Fleisch-Reiskoth) genügend gut abgrenzte. Insgesamt trafen auf diese 2tägige Fettperiode 433,8 g feuchter Koth = 168,2 g trocken.

Im Futter: 880 g Trockensubstanz, 310 g Fett, 37,8 g N
 „ Koth: 168,2 „ 111,9 „ 4,01 „
 mithin bestand der Trockenkoth zu rund $\frac{2}{3}$ aus Fettkörpern.

Ausgenutzt war die Trockensubstanz zu 80,9 pCt.

| | | | |
|------|---|------|---|
| Fett | „ | 63,9 | „ |
| N | „ | 89,4 | „ |

Das Kothfett war zusammengesetzt:

| | |
|--------------------------------|-----------|
| Cholesterin + Neutralfett | = 27,25 g |
| freie Fettsäuren ¹⁾ | = 69,35 „ |
| Seifen ¹⁾ | = 15,33 „ |

d. h. im Koth war fast $\frac{1}{3}$ der Fettkörper in Form ungespaltenen Neutralfettes.

Die bemerkenswertheste Erfahrung, welche aus dieser Versuchsreihe hervorgeht, ist ohne Zweifel die, dass bei Steigerung der täglichen Schmalzgabe bis auf 155 g oder auf das Doppelte als in Reihe I, die Resorptionsgrösse nur wenig geringer ist, 64 gegen 67 pCt., sodass ungeachtet des Ausschlusses der Galle vom Darm täglich noch rund 100 g Schmalz aus dem Darm in die Säftemasse übertreten. Hier scheint

¹⁾ als Palmitinsäure berechnet.

aber die obere Grenze oder das Maximum der Fettresorption zu liegen, denn als ich einige Zeit danach das Fleisch-Reisfutter mit 200 g Schmalz gab, erfolgte noch am selben Tage ein massenhafter Koth und desgleichen am nächsten Morgen; insgesamt fanden sich darin 108 g Fettkörper (davon über 40 pCt. ungespalten), sodass nur 92 g oder nur 46 pCt. der übergrossen Gabe Schmalz (9 g pro Kilo Thier) verwerthet worden sind.

Entsprechend der bei 150 g Schmalz noch absolut wie relativ guten Fettresorption war auch die Ausnutzung des Nahrungs-N ebenso günstig, über 89 pCt., als bei derselben Fleisch- und Reismenge und einer nur halb so grossen Fettgabe im Futter.

VI. 7 g Schmalzsäuren pro Körperkilo.

In diesem gleichfalls 2tägigen Ausnutzungsversuch bekam der Hund nach vorausgegangener Knochenfütterung neben 500 g gehacktem Pferdefleisch (mit 13 g Fett) und 190 g Reis pro Tag noch die Fettsäuren von 137 bzw. 140 g Schweineschmalz. Wie in Reihe IV wurde, da die Fettsäuren besonders in grösseren Mengen nicht so gern genommen werden als Schmalz, zuerst der gekochte Reis mit der Fleischbrühe und den Fettsäuren gegeben und die vollständige Aufnahme eines übrig gelassenen Restes vom Futter durch nachträglichen Zusatz des Kochfleisches erreicht. Schon in der darauf folgenden Nacht wurde grauer Koth von schmieriger, salbenartiger Consistenz abgesetzt, 226,4 g feucht, am Morgen des 3. Tages, wo zur Abgrenzung Knochen verabreicht wurden, noch 199,5 g eines ebenso schmierigen Kothes und erst am 2. Nachtage, als wieder zur Fleisch-Reiskost (ohne Fett) zurückgekehrt wurde, ein auf die Fettsäureperiode noch treffender, mit Knochensalzen untermengter Kothrest von 44,3 g feucht. Im Ganzen wurde an Koth entleert 407,9 g feucht = 149,2 g trocken. Im Futter: 852 g Trockensubstanz, 294 g Fettkörper¹⁾, 37,8 g N „ Koth: 149,2 „ 90,46 „ 4,06 „ somit bestanden 62 pCt. des Trockenkothes aus Fettkörpern.

Es ergibt sich hier eine Ausnutzung

für die Trockensubstanz von 82,5 pCt.

„ „ Fettkörper „ 69,2 „

„ N „ 89,3 „

¹⁾ und zwar 268 g Schmalzsäuren und 26 g Pferdefett.

Das Kothfett war zusammengesetzt:

| | |
|--------------------------------|---------|
| Neutralfett ¹⁾ | 9,45 g |
| Freie Fettsäuren ²⁾ | 57,22 „ |
| Seifen ²⁾ | 22,65 „ |
| Cholesterin | 1,14 „ |

Zunächst geht aus dieser Reihe das belangreiche Resultat hervor, dass mit Zunahme der Fettsäuren im Futter auf das Doppelte die Ausnutzung derselben nur um Weniges schlechter wird als bei der halb so grossen Gabe (Reihe II). Dort wurden 70 g Fettsäuren zu 72,8 pCt. ausgenutzt, hier 140 g zu 69,2 pCt., und dabei betrug die Gesamtmenge der aus dem Darm resorbirten Fettsäuren rund 102 g pro Tag. Ist somit die absolute und relative Verwerthung der Fettsäuren ungeachtet des Abschlusses der Galle vom Darm eine noch immer sehr beträchtliche, so erscheint, wie in der Fettsäurereihe II, bei Vergleich mit der Einführung einer gleich grossen Fettration (Reihe I) noch die Erfahrung bemerkenswerth, dass beim Gallenfistelhund die Verwerthung der Fettsäuren selbst in grossen Gaben eine etwas bessere ist als die äquivalenter Mengen Fett. Während von 150 g Fett in der vorhergehenden Reihe (V) nur 64 pCt. zur Resorption gelangt sind, stellt sich hier bei dem gleichen Fettsäurequantum die Resorptionsgrösse zu reichlich 69 pCt., also um $\frac{1}{3}$ höher.

Auch die Ausnutzung des Nahrungseiweiss hat keine erhebliche Verschlechterung erfahren; sie betrug bei 70 g Fett bezw. Fettsäuren 90 bezw. 92 pCt., bei 150 g Fett bezw. Fettsäuren 89,4 bezw. 89,3 pCt.

Es erübrigt noch, der Farbe des Kothes nach Abschluss der Galle vom Darm bezw. icterischer Menschen einige Worte zu widmen, zumal diese Frage von Voit, wie mir scheint, etwas einseitig behandelt worden ist. Voit sagt³⁾: „man meint meistens, dass der Koth Icterischer heller gefärbt sei, wie der normale, weil der Gallenfarbstoff, welcher für gewöhnlich die

¹⁾ über die Quelle des Neutralfettes im Koth vergl. die Ausführungen in Reihe II und IV (S. 315, 319).

²⁾ als Palmitinsäure berechnet.

³⁾ a. a. O. S. 28.

dunkle Farbe des Kothes bedinge, ausgeschlossen wäre. Das ist nicht richtig. Der Koth von Gallenfistelhunden nach Fütterung mit fettfreiem Fleisch sieht dunkelschwarz und pechartig aus, wie normaler Fleischkoth. Die weisse oder graue Farbe des icterischen Kothes kann daher nicht von der Abwesenheit des Gallenfarbstoffes herrühren; sie wird vielmehr hervorgerufen durch die Gegenwart von Fett, welches bei dem Mangel der Galle im Darm nur in geringer Menge resorbirt wird. In den lettigen Entleerungen Icterischer nimmt man daher unter dem Mikroskop nichts als Fetttropfchen wahr . . .“.

Diese Beweisführung kann ich als stichhaltig nicht anerkennen. Der Fleischkoth des normalen Hundes sieht pechschwarz aus in Folge der reichlichen Gegenwart von Hämatin, das im Darmrohr aus dem Hämoglobin des Fleisches abgespalten ist; von der schwarzen Farbe des Hämatins wird die durch den Gallenfarbstoff oder richtiger durch das Reductionsproduct desselben, das Urobilin (Hydrobilirubin) bedingte gelbe Färbung vollständig übertönt. Anders verhält es sich mit dem Koth des Menschen; hier ist die Färbung gelb oder gelbbraun und fast ausschliesslich durch das Urobilin hervorgerufen. Das Gleiche ist beim normalen Hunde der Fall, wofern er auf gemischtes oder pflanzliches Futter gesetzt ist; die braune bis gelbe Färbung des Kothes ist hier ebenfalls fast ausschliesslich durch das Urobilin bedingt. Folglich muss der Ausfall des Gallenfarbstoffs bzw. Urobilins nothwendiger Weise auch den Fortfall der gelben bis braunen Farbe zur Folge haben und somit das wesentliche Moment für das graue oder thonartige Aussehen des Kothes von Gallenfistelhunden bzw. icterischer Menschen abgeben. Allerdings wird die grauweisse Farbe des Kothes noch stärker hervortreten, wenn zu dem Fehlen des Urobilins noch die reichliche Anwesenheit von Fettkörpern hinzukommt, dann muss das Aussehen ein exquisit lehmiges oder lettiges werden. Ja wenn sehr reichlich Fett in den acholischen Entleerungen vorhanden ist, kann der Antheil des Fettes an der Erzeugung der lettigen Färbung des Kothes grösser als derjenige des ausgefallenen Urobilins sein. Unter allen Umständen kommt aber das Fortfallen des Urobilins für das graue Aussehen des Kothes bei Ausschluss der Galle vom Darm bzw. bei Icterus wesentlich in Betracht.

Zum Schluss mögen die durch die vorstehenden Fütterungsversuche gewonnenen Resultate und die daraus sich ergebenden Folgerungen zusammengefasst werden. Zunächst ist, in Bestätigung früherer Angaben, dargethan, dass nach Abschluss der Galle vom Darm mässige Mengen von Schmalz, bis zu $3\frac{1}{2}$ g pro Körperkilo, zu 67 pCt. und, was bemerkenswerth ist, grosse Gaben 7 g pro Körperkilo, noch zu 64 pCt. resorbirt werden. Schon das ist sehr auffallend, dass der Ausfall der Galle eine Verschlechterung der Resorption ziemlich um dieselbe Grösse, etwa $\frac{1}{3}$ des verabreichten Quantums, bewirkt, gleichviel ob man mittlere Gaben oder das Doppelte davon giebt; die relative Ausnutzung ist ungefähr dieselbe, während die resorbirten absoluten Mengen bis auf das Doppelte ansteigen, während doch sonst, wenn ein Nahrungsstoff schon in mässiger Gabe sehr ungünstig verwerthet wird, mit steigender Dose auch die Ausnutzung entsprechend schlechter wird. Ausserdem möchte ich darauf hinweisen, dass bei so grossen Schmalzgaben, 156 g pro Tag, eine so ausgiebige Resorption bis zu 64 pCt. nach Abschluss der Galle vom Darm meines Wissens noch nicht festgestellt worden ist.

Die festen Fettsäuren (z. B. die des Schmalzes) werden bei Ausschluss der Galle nicht nur ebenso gut, sondern bei gleichen Gaben ausnahmslos sogar besser, und zwar um rund 6 pCt. besser ausgenutzt; da diese Beobachtung in allen 3 bezw. 6 Reihen wiederkehrt, muss sie wohl als gesetzmässig erachtet werden. Daraus konnte die Vermuthung erwachsen, es möchte die schlechtere Resorption des Neutralfettes dadurch bedingt sein, dass aus letzterem die leichter resorbirbaren Fettsäuren, gerade wegen der Abwesenheit der Galle, im Einklang mit dem Nencki'schen Versuche in vitro, in geringerem Umfange oder wenigstens in gleichen Zeiten nicht so schnell abgespalten werden. Dafür scheint indess die Zusammensetzung des Kothfettes keinen Anhalt zu bieten; in ihm sahen wir bei verabreichten kleinen Schmalzmengen (Reihe I) nur wenig Fett ungespalten, nur $\frac{1}{10}$ so viel als gespalten austreten. Anders ist es bei grossen Gaben (Reihe V); dort fand sich im Koth $\frac{1}{3}$ der Fettkörper in Form von Neutralfett. Aber da trotzdem die Ausnutzung nicht erheblich schlechter war als bei kleinen Gaben, wo nur wenig Neutralfett im Koth sich fand, kann auf die in grösserem Umfange erfolgte Spaltung der

Fette als wesentliches Moment die bessere Resorption nicht zurückgeführt werden. Allein gegen diese, aus der Zusammensetzung des Kothfettes abgeleitete Beweisführung lassen sich Bedenken geltend machen. Bei Verabreichung grosser Fettgaben (Reihe V) erfolgte schon um die 20. Stunde danach die erste massenhafte Kothentleerung, bei Einführung mittlerer Gaben (Reihe I) erst gegen Ende des 2. Tages. Da somit der Chymus in beiden Reihen verschieden lange Zeit und zwar bei der mässigen Gabe rund doppelt so lang als bei der grossen Gabe im Darm verweilt hat, braucht die nach kleinen Gaben beobachtete umfangreichere Spaltung des Kothfettes nicht schon im Dünndarm, wo die Hauptstätte der Resorption sich befindet, sondern mag erst beim längeren Verweilen im Dickdarm zu Stande gekommen sein, wo dann die Fettsäuren, auch wenn an sich leichter resorbirbar, doch nur noch zum Bruchtheil zur Ausnutzung gelangen¹⁾, sodass daraus die etwas bessere relative Verwerthung mässiger Fettgaben gegenüber grossen abzuleiten ist. Somit kann die Zusammensetzung des Kothfettes keinen Einwand gegen die oben gegebene Deutung liefern und es bleibt demnach sehr wahrscheinlich, dass aus dem Neutralfett bei Abwesenheit der Galle die Fettspaltung durch das Pankreas in geringerem Umfange oder wenigstens in gleichen Zeiten nicht so schnell vor sich geht.

Auf der anderen Seite scheint es nicht wenig bemerkenswerth, wie schlecht von den talgartigen Fetten (Reihe III) selbst mässige Mengen ausgenutzt werden, selbst bei Gaben von nur 3 g pro Kilo Thier zu knapp 36 pCt. Also muss die Anwesenheit der Galle insbesondere für die Aufnahme talgartigen Fettes, das beim normalen Thier selbst in 4 mal so grosser Gabe (13 g pro Körperkilo) zu 90 pCt. ausgenutzt wird, von ganz hervorragender Bedeutung sein. Die Talgsäuren werden, wie die Schmalzsäuren, bei gleicher Gabe um 6 pCt. besser verwerthet, als das neutrale Talgfett.

¹⁾ Beobachtungen und Versuche an einer Lymph(chylus)fistel beim Menschen, die ich im Verein mit Herrn Collegen A. Rosenstein gemacht und deren Ergebnisse ich kurz berichtet habe (Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abth. 1890. S. 376), zeigten uns, dass von per Clyisma eingeführtem Oel in Emulsionsform nur 4—6 pCt. resorbirt werden.