

Ueber die Zusammensetzung und das Schicksal der in das Blut eingetretenen Nährfette.

Von

Dr. A. Röhrig.

Der Weg, auf welchem die Nahrungsfette in das Blut gelangen, und der Antheil, welchen sie an der Gewichtszunahme und an dem Wärmehaushalt des thierischen Körpers nehmen, ist durch zahlreiche Untersuchungen beleuchtet worden. In weit geringerem Grade haben sich dagegen die Chemiker und Physiologen darum bemüht, wie sich die Fette in dem Blute selbst verhalten, und wie sie aus demselben verschwinden. So lag es denn nahe, die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt zu richten.

1. Die erste Frage, die ich mir vorlegte, betraf den Seifengehalt des Blutes. In den Schriften, welche von dem Fettgehalt des Blutes handeln, begegnet man durchweg der Behauptung, dass in der Blutflüssigkeit fettsaure Alkalien aufgelöst seien. Ihre Anwesenheit daselbst musste zum mindesten auffällig erscheinen seitdem wir wissen, dass durch Zufügung von reinem und oxalsaurem Ammoniak aus dem Blut Magnesia und Kalk ¹⁾ gefällt werden können. Nach dieser Erfahrung war zu erwarten, dass sich auch die im Blute etwa vorhandenen Ver-

¹⁾ *Pribram*, Arbeiten des physiologischen Institutes zu Leipzig 1874 u. *Gerlach* *ibid.* 1872.

bindungen der fetten Säuren mit Alkalien in unlösliche Erdseifen umsetzen würden.

Diese Vermuthung wurde durch den Versuch bestätigt. Als ich eine klare Auflösung der officinellen Natronseife in durchsichtiges Blutserum goss, entstand in dem letztern sofort eine wolkige Trübung, welche sich in einen dichten Niederschlag verwandelte nachdem die Flüssigkeit einige Zeit hindurch auf der Centrifuge und nachträglich noch auf Eis verweilt hatte. Wenn dieser Niederschlag mit Wasser und darauf mit Aether ausgewaschen wird, so erscheint er unter dem Mikroskop durchweg krystallinisch; und wenn man ihn unter Erwärmen mit verdünnter Salzsäure behandelt, so geht in die Lösung eine reichliche Menge von Kalk über und gleichzeitig scheiden sich feinere und gröbere Oeltröpfchen aus. Der krystallinische Niederschlag besteht demnach im wesentlichen aus einer Kalkseife.

Insofern aus dieser Beobachtung hervorgeht, dass in dem Blute die alkalischen in erdige Seifen umgewandelt werden, ist durch sie auch schon der Beweis geliefert, dass in dem normalen Serum, welches immer Kalk und Magnesia enthält, keine fettsauren Alkalien enthalten sein können. Um aber jeden Einwand abzuweisen, unternahm ich es, verschiedenemale grössere Blutmengen von Hunden, die sich in der Verdauung befanden, direct auf ihren Seifengehalt zu prüfen. Aber, ich kann es schon jetzt bemerken: so sehr ich auch die Versuchsmethoden änderte, so ist es mir niemals gelungen, auch nur die kleinsten Spuren von Seifen aufzufinden. Da Seifen in Wasser leicht löslich sind, so hätte man sie also vorzugsweise im Blutserum antreffen müssen, darum machte ich mit der Analyse von grösseren Mengen fettreichen Serums den Anfang. Das Serum wurde zunächst mit Alkohol geschüttelt und filtrirt; der auf dem Filter verbleibende Niederschlag wurde durch fleissiges Auswaschen zuerst mit kaltem und dann mit heissem Alkohol von etwa anhaftenden Seifenspuren befreit. Das Filtrat und die alkoholischen Waschflüssigkeiten wurden vereinigt auf dem Wasserbade eingedampft; der erhaltene Rückstand mit Aether so lange ausgezogen, bis er vollständig fettfrei geworden. Die in Aether unlöslichen Theile, in welchen sich auch die etwa vorhandenen Seifen befinden mussten, wurden mit Wasser ausgezogen. Die filtrirte wässrige Lösung wurde nun mit Chlorcalcium von Neuem gefällt, der Niederschlag abfiltrirt, mit Wasser ausge-

waschen und mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt, endlich mit Aether ausgeschüttelt, die ätherische Lösung abgehoben, und verdampft. Es bleibt dann ein äusserst geringer Rückstand, welcher unter dem Mikroskop betrachtet nur einzelne Kochsalzkrystalle erkennen lässt. Fetttröpfchen oder auch nur der schwächste Geruch nach flüchtigen Fettsäuren konnten niemals beobachtet werden.

Ein nicht günstigeres Resultat für die Anwesenheit von Seifen im Blute ergab sich bei Verarbeitung des ganzen Blutes. Selbst bei Anwendung grosser Massen eines stark fetthaltigen Blutes, so u. a. von 135 gr. eines solchen, welches 1.5 p. C. Fett enthielt, liessen sich auch nicht einmal Spuren von verseiftem Fett nachweisen.

Nach diesen Erfahrungen wird es erlaubt sein zu bezweifeln, ob sich an dem Verkehr der Fette zu und aus dem Blute die Seifen in der bisher angenommenen Weise theilhaben. Denn wenn sie mit ihrem Eintritt in das Blut zerlegt werden, so können sie auch nicht als solche in das Blut übergehen, und wenn sie im Blute nicht vorkommen, so können sie aus diesem auch nicht in die Gewebe gelangen. Daraus würde denn auch folgen, dass der duct. thoracicus die einzige Strasse ist, auf welcher die Fette in das Blut eindringen können.

Mit diesen Bemerkungen soll die Angabe von *Radziejewski*¹⁾ nicht bestritten werden, dass ein Hund von den 150 gr. palmitinsäuren Natrons die er mit dem Futter erhielt in seinem Darmkanal binnen 24 Stunden 148 gr. zum Verschwinden brachte, wohl aber sollen sie zu einer erneuten Untersuchung auffordern wie und wohin dieses geschah.

2. Die Bestimmung der Fette im Blute. Ueber die normalen Variationen, welche der Fettgehalt des Blutes erfährt bestehen zwar vielfache Ansichten, aber es liegen, soweit mir bekannt, keine genauen Untersuchungen über diesen Gegenstand vor. Diese sind denn in der That auch erst möglich geworden seit wir den erfolgreichen Bemühungen von *Hoppe-Seyler*²⁾ ein sicheres Bestimmungsverfahren verdanken. Da dieses letztere sich wesentlich auf die Ermittlung des Fettgehaltes in serösen

1) Virchows Archiv 43. Bd. p. 274.

2) Handbuch der physiologisch und pathologisch-chemischen Analyse. 3. Auflage. 1870. p. 343.

Flüssigkeiten bezieht, so würde dasselbe eine unmittelbare Anwendung auf das Blut nur dann gestattet haben, wenn man, wie dieses in der That in einem von *Hoppe-Seyler* untersuchten Blute der Fall war, allgemein voraussetzen dürfte, dass das Fett des Blutes wesentlich in das bei der Gerinnung abgeschiedene Serum überträte. Diese Annahme musste zunächst geprüft werden.

Wenn ein Hund reichlich mit Fett gefüttert worden war, so fand sich in der Regel, dass das Blut, welches einige Stunden nach der Nahrungsaufnahme abgezapft wurde, ein Serum abschied, das stark milchigt getrübt ist, öfter sogar ist dasselbe von einer starken rahmartigen Schicht bedeckt, welche sich unter dem Mikroskope aus feinsten Tröpfchen zusammengesetzt erweist. Aber dennoch ist nicht alles Fett in das Serum übergegangen; die chemische Analyse, welche ich in solchen Fällen mit den Blutkuchen ausführte, hat mir gezeigt, dass auch dieser stets Fett und zwar in veränderlichen Mengen enthält. Die Vertheilung der Blutfette zwischen dem Serum und dem Kuchen hängt wesentlich von der Geschwindigkeit ab, mit welcher sich der letztere formirt. Wird das fettige Blut noch warm auf die Centrifuge gebracht und zieht sich der Kuchen sehr rasch zusammen, so wird, weil die Gerinnung des Faserstoffs dem Festwerden des Fettes beim Erkalten des Blutes vorausgeht, ein möglichst fettreiches Serum die zuverlässige Folge sein, während der langsam gebildete Blutkuchen beim Stehen in der Ruhe das geronnene Fett mit einschliesst. Unter diesen Umständen kann es kommen, dass man bei verschiedenartiger Behandlung einer und derselben zu der gleichen Zeit gewonnenen Blutmenge das eine Mal ein dickwolkiges Serum erhält, während dasselbe im anderen Falle vollständig klar ausfallen kann.

Die Fettbestimmung im Blute blieb also nach solchen Erfahrungen ausschliesslich der chemischen Analyse des ganzen Blutes zugewiesen. Bei der Lösung dieser Aufgabe habe ich mich im wesentlichen nach den Vorschriften von *Hoppe-Seyler* gerichtet. Die Grundzüge derselben bestehen in Folgendem: Eine Quantität von nicht über 50 gr. wird gewogen mit dem 3- bis 4fachen Volumen Weingeist geschüttelt und längere Zeit digerirt, filtrirt und der Rückstand mit kaltem, dann mit heissem Alkohol und später mit Aether ausgewaschen. Auf diese Weise erhält man einen weingeistigen und einen ätherischen Auszug. Von ihnen wird

der erstere auf dem Wasserbade bei mässiger Wärme verdunstet, der Rückstand in dem alkoholisch-ätherischen Auszug gelöst, filtrirt, nachgewaschen, von Neuem verdunstet, unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet, in Aether gelöst, filtrirt, getrocknet, abermals eingedampft und schnell gewogen, um schliesslich zum zweiten Male unter die Luftpumpe gesetzt und nun zur Controle abermals gewogen zu werden.

Auf diese Weise erhält man den Fettgehalt des Blutes plus Cholesterin und Lecithin. Zur Abscheidung des ersteren (Cholesterin) werden die Fette der Masse durch längeres Sieden mit einer alkoholischen Aetzkalklösung zur Verseifung gebracht, die alkoholische Seifenlösung eingedampft, der Rückstand in Wasser gelöst, mit Aether geschüttelt, die ätherische Lösung abgegossen und eingedampft, schliesslich unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet und gewogen. Das Gewicht bezeichnet den Cholesteringehalt der Masse. Nun erübrigt noch die Lecithinbestimmung. Zu diesem Behufe wird die wässrige durch Aether vom Cholesterin befreite Lösung von Seifen, Aetzkali u. s. w. auf ihren Phosphorsäuregehalt untersucht, d. h. mit Salpeter verascht, angesäuert und mit einer Lösung von molybdänsaurem Ammoniak in Salpetersäure gefällt. Der Niederschlag von phosphormolybdänsaurem Ammoniak ist in verdünntem Aetzammoniak zu lösen, die Lösung mit ammoniakalischer Magnesialösung zu fällen und nach vollständiger Ausscheidung des Niederschlages zu filtriren, auszuwaschen, zu trocknen, zu glühen und schliesslich zu wägen.

Es ist klar, dass nach Abzug des Gewichts des auf diese Weise bestimmten Lecithingehalts und des für das Cholesterin gefundenen Werthes von dem Gewicht des getrockneten und mit Aether gereinigten alkoholisch-ätherischen Auszugs der genaue Werth für das in der serösen Flüssigkeit enthaltene Fett übrig bleiben muss.

Man wird mir zugeben, dass es sich hier um sehr complicirte und ausgedehnte Bestimmungen handelt; indessen lässt sich dies umständliche Verfahren ohne Schaden für die Exactheit der Resultate recht gut einigermassen abkürzen, indem hauptsächlich der Lecithingehalt, selbst bei einem äusserst fetthaltigen Blute immer so gering ausfällt, dass er sich der Gewichtsbestimmung entzieht. Dagegen darf die Cholesterinbestimmung niemals vernachlässigt werden, da dieser Bestandtheil unter

Umständen 10 Procent des gesammten Fettgehalts ausmachen kann. —

In der beschriebenen Form eignet sich nun aber die Methode nur zur Untersuchung seröser Flüssigkeiten. Gilt es sämmtliche Blutbestandtheile zu analysiren, so gestalten sich die Verhältnisse wesentlich complicirter. Man hat es dann in Folge der Blutgerinnung sofort mit zwei gesonderten Blutpartieen zu thun, neben dem Serum noch mit dem Kuchen. Während es zur Untersuchung des ersteren einer besonderen Vorbereitung nicht bedarf, handelt es sich bei dem Coagulum vorerst um dessen exacte Zerkleinerung, um der Berührung von Alkohol und Aether zu allen Partikeln ungehindert Zutritt zu verschaffen. Man könnte daran denken dies auf dem sonst empfehlenswerthen Wege der Eindampfung des Blutkuchens und der feinen nachträglichen Pulverisirung zu erreichen. Wer indessen je schon den Versuch gemacht, wird sich von der Schwierigkeit, ja von der Unmöglichkeit eines solchen Beginns leicht überzeugt haben, da auch die grösste Consequenz eine wirklich exacte Zerkleinerung nicht herbeizuführen vermag. Meine weiteren Bestrebungen waren daher darauf gerichtet, den frischen Blutkuchen zu zerschneiden und schliesslich in einer Reibschale mit geschlämmtem Sand vorsichtig zu zerreiben. Aber auch damit erreicht man nur eine gröbere Zertheilung des überaus zähen Coagulums, und es lag auf der Hand, dass auch auf diesem Wege in die Untersuchung verhältnissmässig so geringer Fettmengen zu grobe Fehlerquellen eingeführt werden dürften.

Ich begann daher der Blutgerinnung von vornherein entgegenzustreben, und wählte schliesslich dazu einen geringen Zusatz einer 1procentigen Oxalsäurelösung zu dem frisch aus der Arterie entleerten Blutquantum. Die zu untersuchende Blutmenge wurde sogleich in eine Kochflasche mit der gleichen Menge destillirten Wassers und 2 Ccm. der genannten Oxalsäurelösung abgelassen, eine Zeit lang kräftig umgeschüttelt und sodann mit Alkohol vermischt und sonach auf das ganze Blut das Verfahren von *Hoppe-Seyler* angewendet. Da die Kochflasche nebst Inhalt vor der Venäsection genau gewogen war, so war das Gewicht des gewonnenen Blutquantums bei der zweiten unmittelbar nach dem Aderlass angestellten Wägung leicht zu constatiren. Um zu erkennen wie weit die Genauigkeit des analytischen Verfahrens reiche habe ich mehrmals Parallelbestim-

mungen derselben Blutart ausgeführt. Die erste der Doppelanalysen wurde an zwei verschiedenen Portionen eines fettreichen, die zweite an solchen eines fettärmeren Blutes ausgeführt. Sie ergaben

- | | | |
|-----|----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| I. | a. | 46.32 gr. Blut gaben 0.700 gr. Fette + Cholesterin
also in 100 Th. = 1.544 gr. |
| | b. | 47.50 gr. Blut gaben 0.715 gr. Fette + Cholesterin
also in 100 Th. = 1.505 gr. |
| II. | a. | 46.20 gr. Blut gaben 0.33 gr. Fette + Cholesterin
also in 100 Th. = 0.714 gr. |
| | b. | 45.65 gr. Blut gaben 0.32 gr. Fette + Cholesterin
also in 100 Th. = 0.704 gr. |

Der Unterschied des Procentgehaltes betrug also im ersten Falle 0.006, im zweiten 0.043. Diese Uebereinstimmung ist also jedenfalls eine sehr erfreuliche.

3. Nachdem ich mich von der Brauchbarkeit der beschriebenen Methode überzeugt hatte, konnte ich mir über die Geschwindigkeit Auskunft verschaffen, mit welcher eine in das Blut übergetretene Fettmasse aus dieser wieder verschwindet. Da ihre Kenntniss eine durchschlagende Bedeutung für die Bestimmung der Richtung gewinnt, nach welcher die weitere Untersuchung über das Wie und Wo des Verschwindens zu suchen ist, so habe ich die Lösung der genannten Aufgabe in Angriff genommen. Die hiezu gehörigen Erfahrungen würden offenbar am bequemsten von einem Thiere zu sammeln sein, in dessen Blut eine künstlich bereitete Emulsion gespritzt ist. Indem man dem Thiere in verschiedenen Zeitabständen nach vollendeter Injection Blut entzieht, wird man unmittelbar aus dem veränderten Fettgehalt des Blutes die gewünschte Aufklärung erhalten.

Um den Versuch in dieser Art anstellen zu können war mein Bestreben zunächst darauf gerichtet eine Emulsion herzustellen, welche das Fett in so feinen Tröpfchen suspendirt enthielt, dass ihr Durchtritt durch das Capillarsystem zweifellos gesichert war. Eine gute Emulsion stellt man nach den Erfahrungen von *E. Brücke*¹⁾ und *F. Hofmann* am zweckmässigsten in der Weise dar, dass man gleiche Mengen eines bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Fetts und destillirtes Wasser mit einigen Tropfen einer schwachen kohlensauren Natron-Lösung

1) Wiener Akademie-Sitzungs-Berichte Bd. 64. 1870.

längere Zeit fleissig umschüttelt. Auf diesem Wege kann man nach 5 bis 6 stündigem Schütteln, welches man am zweckmässigsten von der Dampfmaschine besorgen lässt, eine Emulsion erhalten, welche mit einem frischen Milchrahm zu vergleichen ist. Beim längeren Stehen treten die gröberen, mangelhaft gemischten Oeltröpfchen auf der Oberfläche frei wieder zu Tage und können durch Abheben der Emulsion mittelst Hebers abgetrennt werden. Noch wirksamer aber, um die Emulsion von den ungenügend suspendirten grösseren Fetttropfen zu befreien, ist das Centrifugiren der geschüttelten Mischung, und das nachträgliche Durchsiehen der abgehobenen Milch durch feines Leinen.

Beabsichtigt man kleinen Thieren grössere Mengen der so bereiteten Emulsion in die Blutmasse einzuspritzen, so empfiehlt es sich, die Injectionsflüssigkeit soweit mit Kochsalz zu versetzen bis sie 0.5 pCt. davon enthält, weil sich bekanntlich bei der Injection reinen Wassers Blutkörperchen aufzulösen pflegen. Das nachträgliche Zusetzen des Kochsalzes ist darum nöthig weil es durchaus nicht gelingt, die Emulsion von vornherein gleich mit Kochsalzlösung anstatt der gleichen Menge destillirten Wassers zu bereiten. Am besten bewährte sich mir als Unterlage für die zu bereitende Emulsion feinstes farbloses Olivenöl; Butter und Schweineschmalz eignen sich zu deren Herstellung und namentlich zur Injection durchaus nicht, weil sie bei einer Temperatur von $+ 40^{\circ}$ C. noch fest sind.

Ich gehe nun zur Mittheilung der einzelnen Injectionsversuche selbst über; dieselben wurden sämmtlich an Kaninchen und Hunden angestellt. Anfänglich setzte ich die Injectionspritze in die vena jugularis externa. Allein bald erwies sich diese Vene wegen ihrer unmittelbaren Communication mit Herz und Lungen als durchaus ungeeignet für diesen Zweck. Die Thiere starben in der Regel schon 10 bis 15 Minuten nach der Einspritzung, oder waren doch, wenn sie auch länger am Leben erhalten wurden, in Folge von embolischer Dyspnoë und Hirnerscheinungen in einem durchaus unphysiologischen Zustande. Ich zog es daher vor, von nun ab die Canüle in die Arterien der Extremitäten und zwar in der Richtung gegen die Capillaren hin zu setzen; zu gleicher Zeit verwarf ich den Gebrauch der gewöhnlichen Injectionspritzen, welche zu leicht Luft oder kleine an dem Stempel anhaftende Unreinigkeiten in das Gefässsystem einführen, und bediente mich statt dessen eines Apparates, in

welchem der Druck durch eine Hg-Säule erzeugt wird. Mit dieser Modification des Versuchs ergaben sich weit bessere Resultate. Die in die art. brachialis oder art. cruralis eingespritzte Flüssigkeit wurde im peripheren Capillarsystem des Gliedes und der Pfote einer neuen Filtration unterworfen und konnte nunmehr neue Schädlichkeiten in Hirn und Lungen nicht mehr üben. Freilich hatte das Verfahren auch den Nachtheil, dass es unmöglich wurde, dem Thiere in einer verhältnissmässig kurzen Zeit grössere Mengen Emulsion einzuverleiben. Es schien namentlich unmittelbar nach der Verbindung des Injectionsapparats mit dem Stamme eine starke Contraction in den Zweigen der Arterie eintreten, welche sich äusserlich in einem tonischen Muskelkrampf der ganzen Extremität vor allen Dingen aber dadurch manifestirte, dass in den ersten 5 bis 10 Minuten ein Vorrücken der Injectionsmasse durchaus nicht stattfand. Im Verlauf der nächsten Zeit löste sich das Hinderniss und es gelang in der That innerhalb einer Stunde etwa 50 bis 60 Ccm. einer aus gleichen Theilen Olivenöl und Kochsalzlösung bestehenden Emulsion in den Kreislauf einzuführen. Da die Vermuthung nahe lag, dass das verzögerte Eindringen und Vorrücken der Flüssigkeit von einer Verstopfung der kleinsten Arterien herrühren möchte, so wurde nach dem Tode des Thieres wiederholt die abgelöste Extremität in chromsaurem Kali gehärtet und auf Durchschnitten der verschiedenen Gewebe makroskopisch so wie mikroskopisch nach feinen Oeltröpfchen in dem Gefässinhalt gesucht, ohne dass dieses bestimmt gelungen wäre. Ebenso unbegründet erwies sich der Verdacht, dass der Kältereiz für die angenommene Arteriencontraction verantwortlich zu machen sei, da auch die erwärmte Injectionsmasse dieselbe Erscheinung nach sich zog.

Ich erlaube mir nun von den Resultaten eines der sechs Versuche, welche in der angegebenen Weise angestellt, ausführlicher zu erzählen.

Vers. I. Nach 60stündigem Fasten wurden einem jungen Hunde 30 Ccm. Blut aus der a. cruralis sin. entzogen; hierauf kam der Injectionsapparat mit dem Gefässe in Verbindung, in welches unter einem Druck von 120 Mm. Hg. 56 Ccm. einer Emulsion (halb Oel halb Kochsalzlösung) im Verlauf von 65 Min. eingeführt wurden.

Sofort nach beendigter Injection wurde eine neue Blutmenge von 30 Ccm. aus dem centralen Ende aufgefangen, ein dritter

Aderlass endlich von derselben Grösse eine halbe Stunde später gemacht und das Thier nunmehr durch Verbluten getödtet.

Die chemische Untersuchung der 3 Blutproben ergab folgende Verhältnisse:

kurz vor der Injection 29,84 gr. Blut enthielten 0,154 gr. Fett = 0,504 p. C.
unmittelbar nach beendeter Injection 29,84 gr. Blut enth. 0,199 gr. Fett
= 0,668 p. C.

30 Min. nach beendeter Injection 29,88 gr. Blut enthielten 0,190 gr. Fett
= 0,636 p. C.

Dieser Versuch und ebenso wie alle übrigen in dieser Art angestellten beweist, dass wir im Stande sind, durch Injection von Emulsionen den Fettgehalt des Blutes zu vermehren. Nur mussten die wenig prägnanten Differenzen auffallen, welche sich erst in den Centigrammen aussprechen.

Von der Idee ausgehend, dass der geringe Unterschied des Fettgehaltes vor und nach der Einspritzung wesentlich daher rühre, dass sich die letztere über eine Stunde ausgedehnt habe beschloss ich, nun die Injectionsdauer abzukürzen und in das centrale Ende der Arterie zu injiciren. Indem so die Flüssigkeit mit den nächst oben abgehenden Zweigen in eine grössere Anzahl von Capillarkreisläufen getragen wurde, vermehrten sich die Gelegenheiten einer schleunigeren Filtration. Die chemische Untersuchung des unmittelbar nach der Einspritzung entleerten Blutes hatte es dann wirklich mit dem reinen Effect der Fetteinverleibung zu thun, anstatt, wie bisher, mit den combinirten Resultaten der innerhalb einer Stunde zugeführten und möglicher Weise in derselben Zeit verschwundenen Fettmengen. Es wurden also auf diese Weise einem jungen Jagdhund 48 Ccm. Emulsion von der erwähnten Zusammensetzung in die rechte arteria brachialis injicirt, eine Procedur, welche in 11 Minuten abgemacht war. Auch diesmal war vor der Injection ein Aderlass von etwa 30 Ccm. Blut angestellt worden, dasselbe geschah in vier aufeinanderfolgenden Terminen und zwar sofort und dann 0,5, 1,5 und 2,5 Stunden nach beendeter Einspritzung. Die chemische Untersuchung lieferte folgende Resultate:

Versuch II.:

vor der Injection 32,79 gr. Blut enthielten 0,20 gr. Fett = 0,609 p. C.
unmittelbar nach der Injection 29,50 gr. Blut enthielten 0,29 gr. Fett
= 0,908 p. C.

- 0.5 Stunden nach der Injection 31,72 gr. Blut enthielten 0,29 gr. Fett
= 0,910 p. C.
- 1.5 Stunden nach der Injection 29,22 gr. Blut enthielten 0,24 gr. Fett
= 0,82 p. C.
- 2.5 Stunden nach der Injection 32,78 gr. Blut enthielten 0,22 gr. Fett
= 0,67 p. C.

In diesem Versuche war das Fett des Blutes in Folge der Injection erheblich vermehrt worden. Die Werthe würden augenscheinlich auch noch deutlichere Unterschiede ergeben haben, hätten bei dieser Versuchsabänderung nicht Embolien in die Lungen stattgefunden, welche sich noch bei Lebzeiten des Thieres durch eine starke Dyspnoë zu erkennen gaben und an der Leiche durch grosse Mengen von Fetttropfen innerhalb der Pulmonalgefässe nachgewiesen werden konnten. So war ein grosser Theil des künstlich eingeführten Fetts am Kreisen im übrigen Organismus verhindert worden; aber es hatte mir dieser sonst unwillkommene Zufall zusammen mit dem Ergebniss der chemischen Untersuchung den unzweideutigen Beweis geliefert, dass jedenfalls das eingespritzte Fett einen Capillarkreislauf an der Körperperipherie schon durchwandert haben musste, um in den Lungenkreislauf gelangen zu können.

4. Obwohl sich also die bis dahin geübte Methode der Einverleibung des Fettes nicht als hoffnungslos erwies, so stellten sich doch auch zahlreiche Fehlfälle in Aussicht, deren Beseitigung voraussichtlich nur nach einer langen Reihe von Vorversuchen zu erreichen war. Ich gab darum vorerst die künstliche Zuführung des Fettes auf und wendete mich zu der schon anfangs in Aussicht genommenen natürlichen. Um bei dieser das mir vorschwebende Ziel zu erreichen wurden die Thiere, nachdem sie vorher gefastet hatten, mit einer grösseren Gabe reinen Fettes gefüttert. Vier Stunden nach der Fütterung, zu einer Zeit also, in welcher die Zufuhr des Fettes zum Blute jedenfalls im starken Gange war, wurde der ductus thoracicus vor seiner Einmündung in die Halsvenen unterbunden, so dass nun plötzlich der weitere Zutritt des Fettes zum Blute verhindert wurde. Wenn sich nun in einer Reihe von Blutproben, welche dem Thiere in bestimmten Intervallen entzogen waren, eine Abnahme des Fettgehaltes zeigte, so konnte hierin nur der Ausdruck der Vorgänge gefunden werden, welche die Entfernung der Blutfette veranlassen, da wie wir früher gesehen auf keinem anderen Wege

als durch den duct. thoracicus eine Zufuhr jener Stoffe geschehen kann.

Die Unterbindung der Wege, welche aus dem duct. thoracicus in die Venen führen, muss mit der grössten Sorgfalt geschehen wegen der vielen anatomischen Abweichungen, welche im Endverlauf desselben vorzukommen pflegen. Nicht nur, dass sich der Gang oft kurz vor seinem Eintritt in die Subclavia oft in 2—4 Aeste auflöst, von denen jeder gesondert in die Vene einmündet, häufig genug tritt ein Ast direct auf die andere Seite über um mit dem rechten Brustgang zu anastomosiren, oder er wendet sich direct nach dem Halslymphstrang der entsprechenden Seite. So kommt es leicht, dass man den ductus thoracicus unterbunden zu haben glaubt, während die Section durch eine prächtige Fettinjection der Lymphgefässe von Hals und Pleura sofort verräth, dass ein Eintritt von Fett in die Blutbahn noch ungehindert fortbesteht. Will man daher ganz sicher gehen, so muss man ausser dem Milchbrustgang noch die vena subclavia vor dessen Einmündung und vor allen Dingen die Lymphstämme der Brust und des Halses beiderseits sorgfältig verschliessen. In Folge hiervon staut sich dann zuweilen der Chylus in die Lymphgefässe der Nieren und Muskeln hinein; dieses ereignet sich namentlich bei älteren Thieren, deren Klappen weniger fest zu schliessen scheinen. Es wird kaum der Bemerkung bedürfen, dass bei dieser Operation jeder nennenswerthe Blutverlust vermieden werden muss durch sorgfältige Unterbindung der Arterienstämmchen, welche im Versuchsfelde gelegen sind.

Ich theile im Nachfolgenden einige Blutanalysen mit, welche zunächst sich auf einen Fettgehalt im Hungerzustande, auf den Zeitpunkt kurz vor der Fütterung erstreckten, später die Werthe für das 3 bis 4 Stunden nach der Fettfütterung im Blute angehäuften Fettquantum, um zuletzt die Progressionen seines Verschwindens in längeren und kürzeren Pausen nach der Unterbindung des Milchbrustgangs festzustellen.

Versuch III. Ein grosser Fleischerhund von 17 Kilogramm Gewicht wird durch 48 Stunden ohne Nahrung gelassen, um am Operationstage Morgens 8 Uhr zunächst eine kleine Venäsection von 45 Ccm. Blut aus der linken Carotis zu bestehen, nachdem ihm kurz vorher ein halbes Pfund ausgelassenes Schweineschmalz zum Futter dargeboten war. Vier Stunden später, 12 Uhr Mittags, wird ihm der ductus thoracicus unterbunden mit der linken

vena subclavia und den Lymphsträngen beider Seiten, und unmittelbar danach eine zweite Blutportion von derselben Grösse an der vorhin bezeichneten Stelle abgelassen, wie jene mit Oxalsäure und Wasser geschüttelt und zur chemischen Analyse abgewogen. Der Aderlass wird wiederholt: 3 Uhr 30 Minuten also 3 Stunden nach beendeter Unterbindung, ferner $5\frac{1}{2}$ Stunden später, Abends 9 Uhr (also $8\frac{1}{2}$ Stunden nach der Ligatur) so wie endlich andern Morgens 11 Uhr also $22\frac{1}{2}$ Stunden nach Unterbindung des Milchbrustgangs. Dann wird das Thier durch Verbluten getödtet und die Section gemacht, mit dem erfreulichen Ergebniss, dass ein weiterer Zufluss von Chylus in den Kreislauf nicht stattgehabt haben konnte, da sich nirgends die charakteristische Injection von Lymphgefässen in den Geweben zeigte und gewaltsames centripetales Ausstreichen des Ductus an keiner Stelle der Nachbarschaft namentlich nicht in die Subclavia Fett auszupressen im Stande war.

Die chemische Untersuchung ergab folgende Verhältnisse:

- A. kurz vor Fettfütterung 47,49 gr. Blut enthielten 0,405 gr. Fett
 + Cholesterin = 0,85 p. C.
 B. unmittelbar nach Ligat. des Duct. 47,20 gr. Blut enthielten
 0,69 gr. Fett + Cholesterin = 1,45 p. C.
 C. 3 Stunden nach Ligatur 47,9 6gr. Blut enthielten 0,52 gr. Fett
 + Cholesterin = 1,08 p. C.
 D. $8\frac{1}{2}$ Stund. nach Ligat. 46,32 gr. Blut enthielten 0,33 gr. Fett
 + Cholesterin = 0,70 p. C.
 E. 22 Stund. nach Ligat. 47,50 gr. Blut enthielten 0,33 gr. Fett
 + Cholesterin = 0,69 p. C.

Der Gehalt von Cholesterin vertheilt sich auf die genannten Zahlen in folgender Weise:

- A. = 0,055 gr. = 0,11 p. C.
 B. = 0,10 gr. = 0,21 p. C.
 C. = 0,094 gr. = 0,19 p. C.
 D. = 0,085 gr. = 0,18 p. C.
 E. = 0,092 gr. = 0,19 p. C.

Mithin war der reine Werth für die neutralen Fette bei

- A. = 0,74 p. C.
 B. = 1,24 p. C.
 C. = 0,89 p. C.
 D. = 0,52 p. C.
 E. = 0,50 p. C.

Das Cholesterin verhielt sich im Vergleich zum wirklichen Fettgehalt bei

A. = 12,9 p. C.

B. = 14,5 p. C.

C. = 17,0 p. C.

D. = 25,7 p. C.

E. = 27,6 p. C.

Hierbei frappirt uns zunächst das während der Fettresorption aus dem Darm beobachtete Ansteigen des Cholesteringehalts. Da es unmöglich ist, anzunehmen, dass diese grossen Mengen mit dem Fettgenuss in den Körper eingeführt worden sein konnten, und besonders, da die Grösse des Cholesterins constant auf dieser Höhe verharret, während die des Fettgehalts beständig absinkt, so kann hier blos von den mit der Galle in den Darm ausgeschiedenen Cholesterinmengen die Rede sein, welche bekanntlich in fetten Oelen löslich durch die reichere Anwesenheit letzterer im Darm während der Fettverdauung für die Resorption ins Blut zugänglich gemacht werden. Die Annahme bestätigt sich in erhöhtem Maassstabe, da früher bei directer Fettinjection in das Blutgefässsystem eine derartige Vermehrung des Cholesterins nicht beobachtet werden konnte.

Versuch IV. Sehr grosser Neufundländer Hund von 20 Kilogramm Gewicht, erhält, nachdem er 60 Stunden lang keine Nahrung erhalten, am Operationstage früh 7 $\frac{1}{2}$ Uhr $\frac{1}{2}$ Pfund ausgebratenes Schweineschmalz. Drei und eine halbe Stunde später wird ihm der ductus thoracicus blossgelegt und nach einhalbstündiger Operation 11 $\frac{1}{2}$ Uhr zugleich mit der Vene jenseits der Einmündungsstelle und mit den rechten und linken Lymphsträngen unterbunden, dann ein Aderlass von 45 Ccm. Blut aus der Carotis behufs dessen chemischer Untersuchung gemacht, ein zweiter Aderlass 3 Stunden später, 2 Uhr, betrug ebenfalls 45 Ccm., ein dritter 5 $\frac{1}{2}$ Uhr (d. h. 3 $\frac{1}{2}$ Stunden später und 6 $\frac{1}{2}$ Stunden nach stattgehabter Verschliessung des duct. thorac.) und der vierte nach abermals 3 Stunden, 9 $\frac{1}{2}$ Stunden nach Ligatur 8 Uhr 30 Min. Abends, endlich der letzte fünfte andern Mittags 11 Uhr 30 Min. also genau 24 Stunden nach Unterbindung des Ganges. Die Section ergab, dass die Unterbindung correct erfolgt war, dass die Lymphklappen genügend geschlossen hatten. Bei Druck auf die Baueingeweide entleerte sich durchaus keine Spur von Milchsaft aus der angeschnittenen

Schlüsselbeinvene, während beim Anschneiden des Ductus selbst der massenhaft angestaute Chylus sich hoch im Strahle ergoss. Der Fettgehalt des Blutes vor der Fütterung war diesmal nicht bestimmt worden. Hier das Resultat der Analyse:

Aderlass A. (unmittelb. nach Unterbindung des Ductus) von 47,80 gr. Blut = 0,54 gr. Fett = 1,06 p. C.

Aderlass B. (3 Stunden nach d. Ligatur) von 47,23 gr. Blut = 0,44 gr. Fett = 0,93 p. C.

Aderlass C. (6 $\frac{1}{2}$ Stunden nach Ligatur) von 46,48 gr. Blut = 0,39 gr. Fett = 0,84 p. C.

Aderlass D. (9 $\frac{1}{2}$ Stunden nach Ligatur) von 46,55 gr. Blut = 0,32 gr. Fett = 0,68 p. C.

Aderlass E. (24 Stunden nach Ligatur) von 47,58 gr. Blut = 0,30 gr. Fett = 0,63 p. C.

Das Cholesterin beläuft sich bei

A. auf 0,045 gr. = 0,09 p. C.

B. auf 0,040 gr. = 0,08 p. C.

C. auf 0,045 gr. = 0,09 p. C.

D. auf 0,040 gr. = 0,08 p. C.

E. auf 0,040 gr. = 0,08 p. C.

Mithin der reine Gehalt an neutralem Fett bei

A. = 0,97 p. C.

B. = 0,85 p. C.

C. = 0,75 p. C.

D. = 0,60 p. C.

E. = 0,55 p. C.

Das Verhältniss des Cholesterin zum Fettgehalt war diesmal folgendes:

A. = 9 p. C. Cholesterin

B. = 9 p. C. -

C. = 12 p. C. -

D. = 13 p. C. -

E. = 14 p. C. -

Versuch V. Grosser Kettenhund, von 16 Kilogramm Gewicht, hatte 2 Tage gehungert und bekam am Versuchstage früh 6 Uhr $\frac{1}{2}$ Pfund ausgelassenes Pferdefett. Der ductus thoracicus wird diesmal nach 4 $\frac{1}{2}$ stündiger Fettverdauung unterbunden 11 Uhr 30 Min., und zugleich die erste Blutprobe von 30 Ccm. Blut abgenommen. Dasselbe Quantum nach 3 Stunden, 2 Uhr 30 Min. In der Zwischenzeit läuft das Thier wie auch die frü-

heren umher. Nach abermals 3 Stunden, 5 Uhr 30 Minuten, wird ein dritter Aderlass von derselben Grösse gemacht, ein vierter 8 Uhr 30 Min. nach wieder 3 Stunden, so wie endlich der letzte andern Morgens 11 Uhr 30 Min. (24 Stunden nach der Unterbindung des Ganges). Die Section erwies auch diesmal eine correcte Unterbindung und dass keinerlei Anastomosen mit andern Lymphgängen oder Körpervenvenen stattgehabt hatten. Nur schien eine einzige Klappe an dem alten Thiere nicht mehr recht sufficient gewesen zu sein und in Folge dessen einige Muskelbündel in dem linken Brustmuskel schwach mit Chylus injicirt. Die quantitative Untersuchung des Blutes auf Fett verhielt sich so:

Aderlass A. (sofort nach Ligatur des ductus) 30,80 gr. Blut
= 0,39 gr. Fett = 1,26 p. C.

Aderlass B. (3 Stund. n. Ligat.) 30,60 gr. Blut = 0,32 gr. Fett
= 1,04 p. C.

Aderlass C. (6 Stund. n. Ligat.) 31,64 gr. Blut = 0,30 gr. Fett
= 0,94 p. C.

Aderlass D. (9 Stund. n. Ligat.) 31,44 gr. Blut = 0,26 gr. Fett
= 0,82 p. C.

Aderlass E. (24 Stund. n. Ligat.) 30,42 gr. Blut = 0,21 gr. Fett
= 0,69 p. C.

Andere Versuche, welche darauf gerichtet waren, kürzere Zeiträume hindurch das Verhalten des Fettgehalts im Blute zu beobachten, ergaben wohl stets eine grössere Anhäufung der Fette im Kreislauf im Lauf der Verdauung, ohne aber eine ausgesprochene Verminderung während der kürzeren Beobachtungsdauer nach der Unterbindung des Milchbrustgangs zur Erscheinung kommen zu lassen.

Versuch VI. Grosser Jagdhund, von 12 Kilogramm Körpergewicht, wird nach mehrtägigem Hungern eines Tages früh 9 Uhr aufgebunden und eine Blutprobe von 30 Ccm. Blut aus der carotis gewonnen. Alsdann erhält er eine reichliche Quantität frisch ausgeschmolzenen Rossfettes. Vier Stunden später wurde der duct. thoracicus durch eine Ligatur verschlossen, 1 Uhr, und gleichzeitig eine neue zweite Blutprobe von demselben Volumen abgelassen, ein dritter Aderlass $\frac{1}{2}$ Stunde nach Anlegung der Ligatur 1 Uhr 30 Min. gemacht, ein vierter von derselben Grösse $\frac{1}{2}$ Stunde später also 1 Stunde nach der Unterbindung, 2 Uhr, der fünfte $1\frac{1}{2}$ Stunde nach Unterbindung, 2 Uhr

30 Min. und endlich der sechste Aderlass 3 Uhr d. h. 2 Stunden nach unterbundenem Gang.

Betrachten wir die zugehörige Blutanalyse :

Aderlass A. (vor Fettfütterung) 0,16 gr. Fett in 29,60 gr. Blut
= 0,54 p. C.

Aderlass B. (sof. nach Ligatur) 0,30 gr. Fett in 28,52 gr. Blut
= 1,05 p. C.

Aderlass C. (1/2 Stunde nach Ligat.) 0,26 gr. Fett in 28,855 gr. Blut
= 0,87 p. C.

Aderlass D. (1 Stunde nach Ligat.) 0,25 gr. Fett in 28,48 gr. Blut
= 0,87 p. C.

Aderlass E. (1 1/2 Stunde nach Ligat.) 0,23 gr. Fett in 28,16 gr. Blut
= 0,81 p. C.

Aderlass F. (2 Stunden nach Ligat.) 0,24 gr. Fett in 28,50 gr. Blut
= 0,84 p. C.

Versuch VII. Grosser Fleischerhund von 17 Kilogramm Gewicht, hat 2 Tage gehungert, bekommt am Versuchstage früh 6 Uhr die gewöhnliche Portion zum Futter vorgeworfen, welche er auch mit gutem Appetit verzehrt. Um 10 Uhr wird der duct. thorac. zugebunden (4 Stunden nach der Fettaufnahme des Thieres). Sobald dies vollendet, werden 30 Ccm. Blut entleert. 10 Uhr 30 Min., ebenso 11 Uhr 30 Min., 12 Uhr 30 Min., 1 Uhr 30 Min. und 3 Uhr 30 Min. (5 Stunden nach der Ligatur).

Chemische Untersuchung der Blutmengen :

Blutmenge A. (sof. n. Unterbindung d. duct.) von 33,60 gr. Blut
= 0,345 gr. Fett = 1,02 p. C.

do. B. (1 Stunde n. Unterbindung d. duct.) von 33,49 gr. Blut
= 0,30 gr. Fett = 0,89 p. C.

do. C. (2 Stunden n. Unterbindung d. duct.) von 34,21 gr. Blut
= 0,25 gr. Fett = 0,80 p. C.

do. D. (3 Stunden n. Unterbindung d. duct.) von 34,58 gr. Blut
= 0,24 gr. Fett = 0,76 p. C.

do. E. (5 Stunden n. Unterbindung d. duct.) von 33,42 gr. Blut
= 0,255 gr. Fett = 0,76 p. C.

Zur Erleichterung der Uebersicht über die Resultate, welche die Analysen des Blutes nach Fettfütterung und darauf folgender Unterbindung der Lymphstämme gegeben und zugleich als Grundlage für die daran zu knüpfenden Bemerkungen habe ich die folgende Tabelle zusammengestellt. Den Ueberschriften entsprechend steht im ersten Stab derselben die Versuchsnummer

und das Körpergewicht des Versuchshundes. In dem zweiten die Zeitbestimmung des Aderlasses, in dem dritten der Procentgehalt des Blutes an Fetten. An diese durch die unmittelbare Beobachtung gegebenen Daten schliesst sich im vierten Stabe die hypothetische Blutmenge an, welche das Thier zu der Zeit enthielt, in welcher der Aderlass gemacht wurde. Dieser Werth ist aus dem Körpergewicht unter der Voraussetzung berechnet, dass das Thier vor dem ersten Aderlass 6 Procent seines Gewichtes an Blut besessen habe. So oft nun ein Aderlass angestellt war, wurde das Gewicht des entleerten Blutes von der ursprünglichen hypothetischen Blutmenge abgezogen und der Rest als die wahre Blutmenge angesehen. Ob diese Annahme der Wirklichkeit entspricht ist allerdings mehr als unwahrscheinlich, da wir wissen, dass sich nach jeder Entziehung das Blut wieder ergänzt. Wenn ich trotzdem die Schätzung, so wie es geschehen, gewählt habe, so that ich dieses theils darum, weil die Ausgleichung des Blutverlustes aus den übrigen Körperteilen wegen der Unterbindung des duct. thorac. beschränkt war, so dass der Ersatz des verlorenen Blutgewichtes möglicher Weise weniger vollkommen als im Normalzustande ausfiel, theils aber aus dem Grunde, um die hypothetische Summe des Fettverlustes keinesfalls kleiner als den wirklichen erscheinen zu lassen. Inwiefern dieses letztere hierdurch erreicht wird, soll sogleich angegeben werden. In der fünften Columne der Tabelle ist die Summe des Blutfettes der Thiere für den Zeitpunkt angegeben, in welchem der Aderlass unternommen war. Die entsprechenden Zahlen wurden aus dem bekannten procentischen Fettgehalte des Aderlassblutes und aus der für jene Zeit berechneten Blutmenge gefunden. Diese Zahl wächst also bei gegebenem Procentgehalt des Blutes an Fett mit der Blutmenge. Wenn, wie oben bemerkt, diese letztere geringer geschätzt wurde, als die wirklich vorhandene, so wird auch mit dem fortschreitenden Blutverlust die berechnete Fettmenge rascher abnehmen, als dieses in Wirklichkeit der Fall war. In dem sechsten Stabe endlich ist eingetragen, wie sich der mittlere Verlust an Fetten in der Einheit der Zeit gestaltete, welche zwischen zwei aufeinander folgenden Aderlässen verstrichen war.

Versuchsnummer u. Körpergewicht	Zeitbestimmung des Aderlasses	Procent. Fettgehalt des Blutes	Hypothet. Blut- menge.	Summa des Blutfettes	Verlust an Fett in 1 Stunde.
III. 47.0 Kilo.	Vor d. Fettfütterung	0.74 p. C.	1020 gr.	7.55 gr.	
	Sof. nach d. Ligatur	1.24 do.	973 „	12.05 „	
	3 Stunden do.	0.89 do.	926 „	8.23 „	4.27 gr.
	8.5 do. do.	0.52 do.	880 „	4.58 „	0.66 „
	22 do. do.	0.50 do.	833 „	4.17 „	0.30 „
IV. 20.0 Kilo.	Sof. nach d. Ligatur	0.97 p. C.	1200 gr.	11.64 gr.	
	3 Stunden do.	0.85 do.	1153 „	9.78 „	0.62 gr.
	6.5 do. do.	0.75 do.	1106 „	8.30 „	0.42 „
	9.5 do. do.	0.60 do.	1060 „	6.36 „	0.55 „
	24 do. do.	0.55 do.	1013 „	5.57 „	0.05 „
V. 46.0 Kilo.	Sof. nach d. Ligatur	1.26 p. C.	960 gr.	12.10 gr.	
	3 Stunden do.	1.04 do.	930 „	9.67 „	0.81 gr.
	6 do. do.	0.94 do.	900 „	8.46 „	0.40 „
	9 do. do.	0.82 do.	869 „	7.03 „	0.47 „
	24 do. do.	0.69 do.	838 „	5.78 „	0.08 „
VI. 42 Kilo.	Vor d. Fettfütterung	0.54 p. C.	720 gr.	3.88 gr.	
	Sof. nach d. Ligatur	1.05 do.	691 „	7.26 „	
	0.5 Stunden do.	0.87 do.	663 „	5.77 „	4.49 gr.
	1 do. do.	0.87 do.	635 „	—	
	1.5 do. do.	0.81 do.	607 „	4.91 „	
	2 do. do.	0.84 do.	579 „	—	0.76 „
VII. 47.0 Kilo.	Sof. nach d. Ligatur	1.02 p. C.	1020 gr.	10.40 gr.	
	1 Stunde do.	0.89 do.	987 „	8.78 „	4.62 gr.
	2 do. do.	0.80 do.	954 „	7.63 „	4.15 „
	3 do. do.	0.76 do.	923 „	7.11 „	0.52 „
	5 do. do.	0.76 do.	890 „	—	

Wenn der Inhalt, welchen die vorstehenden Zahlen enthalten, in Worte gebracht werden soll, so wird man streng zwischen ihren thatsächlichen, durch die Beobachtung gegebenen Aussagen und den darauf gegründeten Hypothesen zu unterscheiden haben. Da der Gegenstand der Beobachtung nur der procentische Gehalt des Blutes an Fett war, so wird sich der erste Theil meiner Ableitungen auch nur auf diesen erstrecken.

Das Blut der Hunde ist auch nach mehrtägigem Fasten noch fetthaltig. In drei Beobachtungen schwankte der Gehalt des Blutes an Fett zwischen 0.5 und 0.7 Procent. — Während der Verdauung einer Nahrung, die u. A. aus Fetten besteht, mehren sich die letzteren im Blute nicht unbeträchtlich —, indem sie bis zu 1.25 p. C. steigen können. — Wird während fortdauernder

Verdauung der ductus thoracicus geschlossen, so vermindert sich mit der wachsenden Zeit der Gehalt des Blutes an Fetten, und zwar so, dass sich der Verlust in den ersten Stunden viel bedeutender als später stellt. Mit andern Worten, das Fett verschwindet um so rascher aus dem Blute, je reichlicher es dasselbst vorhanden ist. — Aber auch im günstigsten Falle ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Fett abnimmt eine geringe, indem im Maximum derselben der procentische Fettverlust des Blutes in einer Stunde nur 0.45 beträgt.

Wollte man zu einer exacten Vorstellung der absoluten Mengen von Fett gelangen, welche während des Höhestadiums der Verdauung im Blute kreisen und nach der Unterbrechung der Zufuhr in der Zeiteinheit verschwinden, so müsste man das Gewicht des Blutes kennen, welches zu der Zeit vorhanden, als aus ihm eine Probe behufs der Fettbestimmung entnommen war. Dieses ist bekanntlich unmöglich und so sind wir auf eine Schätzung der genannten Werthe angewiesen, die allerdings nicht allzuweit von der Wahrheit abweichen kann. Führen wir diese aus, so ergibt sich, dass das gesammte Blut vom Hunde selbst im Maximum der Geschwindigkeit, mit welcher dasselbe sein Fett verliert, nicht mehr als 4.5 gr. in der Stunde einbüßen konnte.

Vergleicht man diese Zahl mit den numerischen Ergebnissen, welche *C. Voit* und *Fr. Hofmann* u. A. für die Resorption beziehungsweise für den Ansatz der Nährfette im Körper des Hundes gewonnen haben, so ergibt sich ein ganz ausserordentlicher Unterschied. Um diesen hervortreten zu lassen, wähle ich einen von *Hofmann*¹⁾ genau beobachteten Fall aus. Von einem sehr abgemagerten, anfangs 16.0 Kilo schweren Hunde wurden im Verlauf von 5 Tagen aus der dargereichten Nahrung, frischer Speck, 1854 gr., also an einem Tage im Mittel 370.8 wasserfreien Fettes resorbirt, und dabei sein Körpergewicht auf 20.2 Kilo gebracht. Das Thier wurde am Beginn des sechsten Fütterungstages getödtet, weil der Eintritt krankhafter Störungen befürchten liess, dass die Resorption des Nahrungsfettes weiterhin nicht mehr stattfinden werde. Nachdem aus der Leiche das im Darmkanal befindliche Fett sorgfältig entfernt war, wurde eine Be-

1) Der Uebergang von Nahrungsfett in die Zellen des Thierkörpers. München 1872.

stimmung der im Thiere vorhandenen Fettmengen vorgenommen und dabei 1352.7 gr. vorgefunden. Da das Thier vor dem Beginn der Fettfütterung in einem Zustande war, in welchem es — nach Analogie mit andern durch langes Hungern nach vorausgegangener Fleischnahrung abgemagerten Hunden — nur höchstens 100 gr. wasserfreien Fettes enthalten hatte, so mussten von den 1854 gr. aufgenommenen Fettes mindestens 1250 gr. in die Gewebe angesetzt und das übrige dem Respirationsprozess anheimgefallen sein. Nach unsern gegenwärtigen Vorstellungen müssen nun die 1854 gr. resorbirten Fettes, um in die Gewebe bez. um zur Verbrennung zu gelangen, durch den duct. thoracicus hindurch in das Blut eingetreten sein. Da nun aber das Blut des Thieres, welches bei Tödteten desselben aufgefangen war, in 100 Theilen nur 0.08 Fett enthielt, so muss das resorbirte Fett äusserst rasch wieder ausgetreten sein, da von den täglich aufgenommenen 370.8 gr. nur ein so geringer Rückstand verblieben war. Unter Voraussetzung eines gleichmässig geschwinden Austrittes hätten also stündlich mindestens 15 gr. Fett auf verschiedenen Wegen verschwinden müssen.

Zukünftigen Untersuchungen muss es überlassen bleiben, diesen Widerspruch zwischen den vorliegenden Beobachtungen zu lösen.

5. Der Weg, auf welchem die Blutfette verschwinden, kann möglicher Weise ein doppelter sein, entweder sie treten unverändert aus dem Blute aus, oder sie zerlegen sich in dem Blute selbst. Denn obschon es erwiesen zu sein scheint, dass bei einem reichlichen Gehalte der Nahrung an Fetten ein Theil dieser letzteren unverändert durch das Blut hindurch in die Gewebe gelangt, so möchte ich darum ihre Zerlegung im Blute noch nicht ausser Frage stellen. Hiezu veranlassen mich folgende That-sachen.

Mit dem vermehrten Uebertritt der Fette in das Blut nahm, wie wir p. 43 u. fg. sahen, auch der Gehalt des Cholesterins zu. Wenn aber die Fette wieder verschwanden, so geschah dieses nicht in demselben Maasse mit dem Cholesterin. Da wir annehmen müssen, dass das Cholesterin, in Fetten gelöst, in das Blut gekommen ist, so wäre nicht einzusehen, warum es nicht auch wieder mit den Fetten aus dem Blute wanderte, vorausgesetzt dass dieselben das letztere gerade so wieder verliessen, wie sie eintraten.

Wenn die Fette unverändert aus dem Blute austräten, so wäre zu erwarten, dass man dieselben auch als feinste Tröpfchen in der Lymphe wiederfände. Dieses ist aber beim Hunde wenigstens nicht der Fall. Hierfür kann ich folgende Versuche anführen. Aus dem rechten ductus thoracicus von zwei grossen Hunden, deren Blut sich in Folge der Fütterung reichlich mit Fett beladen hatte, entnahm ich 18,0 beziehungsweise 16,5 Ccm. Lymphe. Als diese Flüssigkeiten nach der oben beschriebenen Weise auf Fett untersucht wurden fand ich auch nicht eine Spur desselben vor, obwohl sich das einmal 1.51 und das anderemal 1.12 p. C. Fett im Blute der genannten Thiere nachweisen liessen. Wie hätte aber die Lymphe, obwohl sie doch weisse und rothe Blutkörperchen mit sich führte, frei von Fett sein können, wenn dieses aus den Blutgefässen in die Lymphwurzeln der oberen Extremität übergetreten wäre?

Wenn man zu der Zeit, wo der fettreiche Chylus durch die Lymphdrüsen geht aus den letzteren Lymphzellen auspresst und mikroskopisch untersucht, so findet man viele derselben mit Fetttröpfchen erfüllt. Diese Erscheinung, welche eine genauere Verfolgung verdient, legt die Vermuthung nahe, dass die im Blute kreisenden Lymphzellen eines der Mittel zur Zerlegung der Fette abgeben möchten. Aus dieser Annahme würde sich denn auch die geringe Geschwindigkeit erklären, mit welcher das Blut sein Fett wieder einbüsst.

Zu der Reihe von Thatsachen, welche eine specifische Einwirkung des Blutes auf die mit dem Chylus zugebrachten Fette vermuthen lassen, zählt vielleicht die von mir gemachte Erfahrung, dass hellrothes, frisch defibrinirtes Blut, wenn es mit einem Zusatz von fetthaltigem Chylus bei Anwesenheit von atmosphärischer Luft geschüttelt war, sich dunkelroth färbt und unter Auflösung einer gewissen Anzahl von rothen Blutkörperchen ein lackfarbenes Aussehen erlangt. Da diese Erscheinung möglicher Weise mit einer Oxydation der Fette in Verbindung stand, so fühlte ich mich veranlasst zu prüfen, ob bei der beschriebenen Veränderung des Blutes eine Bildung von Kohlensäure bemerklich sei. Zu dem Ende sammelte ich aus dem Milchbrustgange eines Hundes 8 Ccm. dickrahmigen Chylus, welcher defibrinirt und mit 40 Ccm. defibrinirten arteriellen Blutes desselben Thieres in einem verschliessbaren Glaszylinder vermischt wurde. Durch den Pfropfen des Cylinders gingen zwei rechtwinklig ge-

bogene durch Quetschhahn und Kautschukröhren verschliessbare Glasröhren. Die erste derselben ging in einen mit Lauge gefüllten Kaliapparat, der anderseits in einen Sauerstoffgasometer ausmündete. Die zweite Röhre führte mit ihrem freien Ende in ein mit destillirtem Wasser gefülltes Kölbchen, aus dem eine Leitung in eine mit titrirter Barytlösung gefüllte Vorlage führte. Aus dem Gasometer wurde nun durch das System so lange Sauerstoff geleitet, bis vermuthlich alle Luft, die über dem Gemisch aus Blut und Chylus stand, verdrängt war. Darauf wurde der Cylinder, nachdem die Quetschhähne angelegt waren, aus seiner Verbindung gelöst und eine Stunde lang auf der Maschine geschüttelt, wobei das Blut dunkelroth ward. Alsdann wurde der Cylinder wieder an seine ursprüngliche Stelle in den Apparat zurückgebracht und von neuem durchgeleitet. Dieses Ausschalten und Schütteln des Cylinders ward noch mehrmals wiederholt, wobei sich das Blut allmählig schwarzroth färbte. Trotzdem entstand in der vorgelegten Barytlösung beim Durchleiten von Sauerstoff nur ein so minimaler Barytniederschlag, dass dieser aus einer Verdrängung der schon ursprünglich im Blute vorhandenen CO_2 abgeleitet werden konnte. Obwohl somit meine Vermuthung beseitigt scheint, so ist damit noch immer die Erscheinung nicht erklärt. Möglicherweise geht die Zerlegung nach einer ganz anderen Richtung hin. Ob dieses der Fall, war mir leider bei meiner beschränkten Zeit zu untersuchen unmöglich.

Herrn Dr. *Drechsel* drücke ich dafür, dass er mir bei der Ausführung der chemischen Analysen freundlichst zur Seite stand meinen herzlichsten Dank aus.
