(Aus dem physiologischen Institut der Universität Bonn.)

Neue Beiträge zur Fettbestimmung in thierischen Geweben und Flüssigkeiten.

Von

Joseph Nerking.

(Mit 1 Textfigur.)

Bei der enorm wichtigen Rolle, welche das Fett als Bestandtheil des Organismus sowohl wie als Nahrungsmittel spielt, erscheint das Bestreben zur Erlangung einer genauen quantitativen Bestimmungsmethode des Fettes, die auch möglichst wenig umständlich und leicht ausführbar ist, natürlich und gerechtfertigt. Wie wichtig es ist, eine solche genaue Methode zu besitzen, geht, um nur eines zu erwähnen, schon daraus hervor, dass eine Erkenntniss der genauen quantitativen Zusammensetzung des Muskelfleisches so lange unmöglich ist, als man nicht imstande ist, den Fettgehalt des Fleischpulvers genau zu ermitteln, da bei der Elementaranalyse der grosse Kohlenstoffreichthum des Fettes, selbst wenn dieses nur in Spuren noch vorhanden ist, bedeutende Fehler aufkommen lässt.

Durch die immer noch allgemein angewandte Soxhlet'sche Methode der einfachen Extraction des betreffenden zu analysirenden getrockneten Körpers mit Aether im Soxhlet'schen Apparat, lässt sich, wie die exacten Versuche von Pflüger und Dormeyer¹⁾ im hiesigen Institute, deren Resultate nachher auch von anderer Seite bestätigt wurden, beweisen, bei Weitem nicht eine völlige Entfettung herbeiführen. Nach drei Monate langer Extractionsdauer hat Dormeyer mittelst der peptischen Verdauung noch 8,5 % der Gesamtmenge der Fette aus dem extrahirten Organpulver gewinnen können. Diese Soxhlet'sche Methode kann also, wenn sie auch

1) Dieses Archiv Bd. 65 S. 90 ff.

praktischen Bedürfnissen, wo es auf absolute Genauigkeit nicht ankommt, wohl genügen mag, für genaue wissenschaftliche Untersuchungen nicht mehr in Betracht kommen. Von Polimanti¹⁾ wurde der Vorschlag gemacht, das getrocknete Fleischpulver unter Zusatz von metallischem Quecksilber in der Schüttelmaschine mit Aether zu behandeln — wie lange, geht aus der Angabe Polimanti's überhaupt nicht hervor —, um alles Fett zu gewinnen. Ich habe in einem früheren Aufsatz²⁾ die Beweise dafür erbracht, dass eine völlige Entfettung durch dieses Verfahren eben so wenig gelingt, wie durch Monate lange Extraction im Soxhlet'schen Apparat. Nach 144stündigem Schütteln habe ich aus dem ausgeschüttelten Pulver noch 42 % des Gesamtfettes herausgeholt. Ganz kürzlich ist nun eine Methode von Liebermann angegeben worden³⁾ zur quantitativen Bestimmung von Fett im Fleisch, Futtermitteln und Koth. Liebermann verseift das Fett mit Kalilauge von 50 % und erhält bei seinen Analysen die gleiche Procentzahl Fett wie bei der Verdauungsmethode. Leider ist es bei dieser Verseifungsmethode nicht möglich einen Einblick in die Natur der in den Organen vorkommenden Fette zu erhalten. Die einzige Methode, die eine quantitative Bestimmung der Fette⁴⁾, wie sie im Muskel vorkommen — mit Ausnahme natürlich der Seifen, die gespalten und als Fettsäuren mitbestimmt werden —, gestattet, bleibt also die Verdauungsmethode, aber sie ist umständlich und zeitraubend. Als besonders lästig habe ich immer die Ausschüttelungen der Verdauungsflüssigkeit im Scheidetrichter empfunden, die oft 4—6 Mal wiederholt werden müssen und grosse Uebung und Aufmerksamkeit erfordern, da eine grosse Neigung zur Emulsionsbildung vorhanden ist, die, wenn sie einmal aufgetreten, nur schwer und langsam wieder zum Verschwinden gebracht wird. Ich habe diese Methode nun etwas zu vereinfachen gesucht, so dass sie in dieser veränderten bequemerer Form nunmehr allen Anforderungen genügen dürfte. Ich habe mir zu diesem Zweck einen Apparat construirt, der es gestattet, Flüssigkeiten, die sich im Scheidetrichter nur schwierig ohne Emulsionsbildung extrahiren lassen, leicht und verhältnissmässig rasch durch Aether ausziehen, ohne dabei besonderer Aufmerksamkeit und Controle zu be-

1) Dieses Archiv Bd. 70.

2) Dieses Archiv Bd. 71.

3) Dieses Archiv Bd. 72.

4) Unter Fett selbstverständlich der ganze Aetherextract verstanden.

dürfen. Ich habe bei dem Apparat das zuerst von Schwartz¹⁾ angewandte Princip benutzt, jedoch wesentliche Verbesserungen, die mir praktisch und nothwendig erschienen, angebracht. Zunächst erschien es mir unvortheilhaft, einen weitbauchigen Fractionskolben zur Aufnahme der zu extrahirenden Flüssigkeit zu benutzen, da der als Extractionsmittel dienende Aether niemals die gesammte Flüssigkeitsmenge in diesem Kolben durchdringt, sondern fast immer nur eine Strasse, und zwar in der directen Nähe des Zuleitungsrohres vom Kühler her wählt. Die Extractionsdauer wird dadurch bedeutend erhöht. So werden z. B., wie Huppert²⁾ angibt, von 0,5—1,0 g milchsauren Zinks, dem 0,5 Liter Harn zugesetzt sind, durch 20stündige Extraction etwa die Hälfte nur wiedergewonnen. Ich wählte deshalb als Extractionsgefäss einen graden, oben etwas verjüngten Glascylinder von 22 cm Länge und 4 cm lichter Weite. Das Zuleitungsrohr für den vom Vorkühler her zurückfliessenden Aether ist unten mit einer die ganze Weite des Cylinders einnehmenden Glaskugel versehen, die von zahlreichen kleinen Oeffnungen durchbrochen ist, um so dem Aether möglichst viele Strassen anzuweisen und eine möglichst vollkommene Auslaugung der Flüssigkeit in kürzester Frist herbeizuführen. Um das stetige Uebertropfen bei dem Schwartz'schen Apparat, bei welchem immer eine grosse Aetherschicht nutzlos über der auszulaugenden Flüssigkeit steht, zu vermeiden und zu bewirken, dass der mit Fett beladene Aether, sobald er eine gewisse Höhe erreicht hat, selbstthätig überfließt, habe ich das den Aether in das Aetherreservoir zurückführende Rohr in gleich näher zu beschreibender Weise so eingerichtet, dass es in regelmässigen Zwischenräumen den über der zu extrahirenden Flüssigkeit stehenden Aether durch Heberwirkung fast vollständig absaugt.

Der Apparat erhält demnach folgende durch die Zeichnung veranschaulichte Gestalt. *B* ist der Cylinder zur Aufnahme der zu extrahirenden Flüssigkeit; *A* das Aetherreservoir, in welchem der Aether auf einem Wasserbade erwärmt wird. *A* hat einen dreifach durchbohrten Korkstopfen, durch welchen drei Röhren (α , β , γ) hindurchgehen. α geht in den Vorkühler *D*, aus welchem der condensirte Aether durch das Rohr δ in den Extractionscylinder zurückfliesst. Dieses Rohr δ mündet in die oben erwähnte Kugel aus.

1) Zeitschr. f. anal. Chemie Bd. 23 S. 368.

2) Neubauer und Vogel, Harnanalyse. 2. Aufl. Theil 1. S. 185.

Das gekrümmte Rohr β durchsetzt die Wand des Extractionscyinders, biegt sich bei h heberförmig um; das den Stopfen k durchdringende Ende von β ist nach unten etwas verjüngt. Das Rohr γ stellt einen Scheidetrichter dar, der ein bequemes Einfüllen des Aethers ermöglicht und zugleich eine Ausgleichung des im Inneren des Apparates herrschenden Druckes gegen den äusseren Luftdruck übernimmt.

Fig. 1.

Der Extractionscyinder B fasst bis zum unteren Ende des inneren Rohres β etwa 110 ccm, die Länge des im Inneren von B befindlichen Rohrstückes von β beträgt etwa $4\frac{1}{2}$ cm, so dass die Höhe der Aetherschicht, die sich über der zu extrahirenden Flüssigkeit ansammelt, niemals 5 cm übersteigt. Als Verschlüsse wählte ich, soweit es angängig, überall Glasschliffe. Zur Analyse wird die auszuziehende Flüssigkeit einfach in den Cylinder B gebracht, in A füllt man ca. 300 ccm Aether, und stellt ihn auf das Wasserbad. Das mit dem Cylinder B verbundene Rohr β wird in den Korkstopfen k eingeführt, darauf das Rohr δ in B eingesetzt und bei C das Ganze in die Glasschliffe, die auch ein bequemes Auseinandernehmen des Apparates gestatten, eingefügt. Die Schliffe bei C sind dann noch durch straffe Messingspiralen zu versichern. Sobald die Aetherschicht die Höhe h erreicht hat, fliesst sie selbstthätig nach A über. Bei richtiger Construction des Apparates und richtiger Regulirung des Siedens des Aethers tritt dieser Fall alle 10—15 Minuten

ein, vorausgesetzt, dass Alles dicht schliesst. Bei Undichtigkeiten der Verschlüsse kommt es vor, dass die Aetherschicht sich bis zu einer grösseren Höhe, wie angegeben, ansammelt und der Aether nur tropfenweise übergeht; es genügt indessen in solchen Fällen ein einmaliges Anwärmen des Extractionscyinders mit der Hand, um die ganze Aetherschicht überzutreiben.

Mit Hülfe dieses Apparates lässt sich nun die Fettbestimmung mittelst der Verdauungsmethode auf wesentlich einfachere Weise wie seither ausführen.

Zu meinen Versuchen diente mir vornehmlich Hundefleisch, das von allen makroskopisch sichtbaren Fetttheilchen sorgfältig befreit und das im Vacuum über Schwefelsäure auf die von Argutinsky¹⁾ angegebene Weise getrocknet worden war. Diese Art der Trocknung ist bei Weitem allen anderen Trockenverfahren, bei welchen immer ein mehr oder weniger hoher Wärmegrad zur Anwendung kommen muss, vorzuziehen, da man sicher ist, dass keinerlei Zersetzungs Vorgänge stattfinden, wie auch das Fleisch seine natürliche Farbe beibehält. In diesem Zustande ist es in verschlossenen Flaschen lange Zeit unzersetzt aufzubewahren. Einzelne Versuche habe ich sodann noch mit Froschfleisch, Rinderfilet, Fischfleisch und Milch ausgeführt. Die Versuchsanordnung war eine verschiedenartige und soll im Einzelnen beschrieben werden. Der durch Verdauung nach der alten Methode ermittelte Fettgehalt des Hundefleisches betrug auf trockene Substanz berechnet; 11,25 %.

I. Reihe.

Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass eine grössere Menge Organpulvers in einem geaichten Kolben unter Zusatz von Pepsin und 0,5 % Salzsäure einige Zeit — meist 48 Stunden — bei 37,5 % digerirt wurden. Nach dem Abkühlen wurde bis zur Marke aufgefüllt und mehrmals kräftig durchgeschüttelt; von dieser Flüssigkeit, die ja, wie bekannt, immer eine geringe Menge unverdauten Rückstandes enthält, dessen Fettgehalt jedoch, wie ich mich überzeugt habe, nur sehr gering ist, werden rasch 100 ccm abpipettirt und im Apparate ausgezogen; eine 36—48stündige Extraction genügt in den meisten Fällen vollkommen. Nach Beendigung der Extraction wird der extractreiche Aether aus dem Hahn-

1) Dieses Archiv Bd. 55 S. 349 ff.

kolben abgezapft, dieser nochmals mit Aether ausgespült und der ganze Aether verdunstet. Der Rückstand wird in absolutem Aether gelöst, zur Entfernung noch etwa vorhandener Spuren von Wasser durch ein Faltenfilter filtrirt in ein gewogenes Erlenmeyer'sches Kölbchen und der Aether abgedunstet. Der Rückstand wird eine Stunde bei 40—50° im Trockenschrank gehalten — eine Steigerung der Temperatur ist unvortheilhaft und zu vermeiden, da bei höherer Temperatur schon eine Spaltung der Fette und Entweichen leicht flüchtiger Fettsäuren eintritt, wie dies auch schon von Hofmann¹⁾ angegeben worden ist — und alsdann nach 12stündigem Stehen über Schwefelsäure im Exsiccator zum Wägen gebracht.

A) 20,1159 g getrockneter Hundemuskel wurden mit 900 ccm 0,5 % Salzsäure und 0,5 g Pepsin „Finzelberg“ im geaichten weithalsigen Literkolben verdaut, es hinterblieb nur ein geringer Rückstand. Nach dem Erkalten wurde auf 1000 ccm aufgefüllt, kräftig durchgeschüttelt und rasch 2 Mal je 100 ccm in 2 Extractions-cylinder abpipettirt. Darauf wurde 50 Stunden extrahirt. Es kamen zur Verwendung demnach: 2,01159 g trockenes Fleischpulver.

I. Erhalten wurden 0,2371 g Aetherextract = 11,786 %.

II. Erhalten wurden 0,2360 g Aetherextract = 11,732 %.

Drei weitere Versuche ergaben 0,2280 g = 11,334 %, 0,2315 g = 11,508 % und 0,2275 g = 11,309 %.

B) I. 4,2030 g getrocknetes Froschfleisch wurden direct in dem Extractionscylinder mit 0,1 g Pepsin und 100 ccm 0,5 % Salzsäure verdaut, darauf 36 Stunden extrahirt. Erhalten wurde an Aetherextract: 0,2230 g = 5,305 %; der Fettgehalt dieses Fleisches wurde von Herrn Dr. J. Athanasiu nach der jetzt gebräuchlichen Verdauungsmethode zu 5,260 % gefunden.

C) Versuch mit Rinderfilet, von allen oberflächlich sichtbaren Fetttheilchen befreit.

31,5 g ungetrocknetes, gehacktes Filetfleisch mit 900 ccm 0,5 % HCl und 0,6 g Pepsin verdaut; nach Schluss der Verdauung, die nur wenig ungelöst liess, wurde auf 1000 ccm aufgefüllt, 2 Mal je 100 ccm wurden zur Extraction benutzt.

I. Angewandt in 100 ccm 3,15 g Fleisch; an Aetherextract erhalten: 0,0430 g = 1,365 %.

1) Beiträge zur Anatomie und Physiologie als Festgabe C. Ludwig zum 15. October 1874 gewidmet von seinen Schülern.

II. Angewandt in 100 ccm 3,15 g Fleisch; an Aetherextract erhalten: 0,0450 g = 1,428 %.

D) Cabeljaufleisch.

32,1 g frisches Fleisch wurden mit 0,6 g Pepsin und 900 ccm 0,5 % Salzsäure verdaut; nach Schluss der Verdauung wurde aufgefüllt auf 1000 ccm und nach kräftigem Umschütteln zwei Mal je 100 ccm im Apparat extrahirt.

Angewandte Fleischmenge: 3,2100 g.

I. Erhalten an Aetherextract: 0,0365 g = 1,137 %.

II. Erhalten an Aetherextract: 0,0355 g = 1,106 %.

E) Milch.

Der Apparat lässt sich auch zur Bestimmung des MilCHFettes vorthellhaft verwenden. Zu diesem Zwecke werden 100 ccm Milch in den Extractionscyylinder *B* gefüllt und 3—5 ccm starke Kalilauge vom spec. Gew. 1,27 zugesetzt und dann extrahirt. Dauer der Extraction: 12 Stunden.

I. 100 ccm Milch + 5 ccm KOH (1,27) ergaben Aetherextract: 3,4620 g = 3,462 %.

Zur Controle dieser Bestimmung wurden 10 ccm Milch im Hofmeister'schen Schälchen auf dem Wasserbade in Kaolin eingetrocknet, dann nach dem Trocknen bis zu constantem Gewicht im Soxhlet'schen Apparat 12 Stunden extrahirt. Es wurden erhalten: 0,3430 g Aetherextract = 3,43 %.

II. Der Versuch wurde wiederholt mit 100 ccm einer anderen Milch. Diesmal wurden erhalten: 3,1520 g Aetherextract = 3,152 %.

Die auf die gleiche Weise wie bei I. ausgeführte Controllbestimmung ergab: 0,3060 g Aetherextract = 3,060 %.

II. Reihe.

Bei sehr fettreichen Materien dürfte es Schwierigkeiten machen, ein grösseres Quantum derselben zu verdauen und nur ein bestimmtes Volumen zur Extraction zu benutzen, da es kaum gelingen wird, die sich an der Oberfläche der Verdauungsflüssigkeit ansammelnde Fettschicht durch Schütteln so fein zu vertheilen, dass eine gleichmässige Mischung entsteht. In diesem Falle ist es zweckmässiger, die Verdauung einer kleineren Menge direct in dem Extractionscyylinder *B* vorzunehmen. Die Resultate bei dieser Anordnung der Analyse sind

ebenfalls gute und stimmen mit den nach der alten Verdauungsmethode erhaltenen überein; sie sind sogar noch etwas höher als diese, was wohl darin seinen Grund haben dürfte, dass bei dem oftmaligen Umschütteln von einem Gefässe in's andere bei der alten Methode geringe Verluste unvermeidlich sind, während hierbei alle Manipulationen von Anfang an in demselben Gefässe vor sich gehen.

Fettgehalt des untersuchten Fleisches: 11,25 %.

I. Angewandt zur Verdauung im Apparat: 3,2832 g Aether-extract: 0,3881 g = 11,820 %.

II. Angewandt zur Verdauung im Apparat: 2,8418 g Aether-extract: 0,3297 g = 11,601 %.

Durch die Einführung des Apparates war nun zwar die Verdauungsmethode wesentlich einfacher und bequemer gestaltet worden, allein sie erfordert, da die Verdauung meist 48 Stunden, mitunter sogar noch viel länger dauert, immer noch einen grossen Aufwand an Zeit. Auf den Rath von Herrn Professor Pflüger versuchte ich nun auch diesen Nachtheil zu beseitigen. Ich habe das Fleischpulver eine Zeit lang mit Salzsäure von bestimmter Concentration im Wasserbade erhitzt und sodann bei der Extraction im Apparate dieselbe Menge an Aetherextract gewonnen, wie durch die Verdauung. Es war nun zunächst die Aufgabe gegeben, zu untersuchen, ob bei der Digestion mit Salzsäure im kochenden Wasserbade eine Spaltung der Neutralfette eintrete oder ob sie bei dieser Behandlung intact bleiben. Zur Entscheidung dieser Frage habe ich drei Versuche angestellt mit thierischem Fett, und zwar mit Schweineschmalz, mit Butter und mit frisch ausgelassenem Rindermark. Die angewandten Fette waren durch vorhergehende längere Behandlung mit Natriumcarbonatlösung von 4 % von vorhandenen fetten Säuren absolut befreit worden.

I. Ein Aetherextract von Butter, nach längerer Behandlung mit Sodalösung, Wiederaufnehmen des unveränderten Fettes in Aether, Verdunsten des letzteren und Trocknen des Extractes, wird mit 200 ccm Salzsäure von 2 % im kochenden Wasserbade 3 Stunden behandelt.

Angewandte Menge	10,7688 g
Nach der Behandlung mit Salzsäure durch	
Aetherextraction wiedergewonnene Menge .	10,7660 g
Verlust demnach: 0,0028 g =	0,02 %.

Eine sichtbare Veränderung des Fettes konnte nicht beobachtet werden. Bei der Behandlung des Aetherextractes mit Natriumcarbonatlösung — sowohl eintägigem Stehen mit 1 % Alkalicarbonatlösung, als $\frac{3}{4}$ stündigem Kochen mit solcher von 4 % — wurde keine Kohlensäureentwicklung beobachtet; aus der filtrirten Sodalösung erfolgte beim Versetzen mit verdünnter Schwefelsäure keine flockige Ausscheidung von fetten Säuren, sondern nur Kohlensäureentwicklung.

II. Schweineschmalz, ebenso behandelt wie I.

Angewandt	11,1245 g
Wiedergewonnen	11,0770 g
Nach der Behandlung mit 4 % Soda-	
lösung wiedergewonnen	11,0760 g.

III. Rindermark, ebenso behandelt wie I. und II.

Angewandt	5,0835 g
Wiedergewonnen	5,0815 g
Nach der Behandlung mit 4 % Soda-	
lösung wiedergewonnen	5,0800 g.

Es tritt also unter den in Betracht kommenden Versuchsbedingungen keine Spaltung der Neutralfette ein. Die in den Organen vorkommenden Seifen werden selbstverständlich gespalten und zusammen mit den präformirten fetten Säuren als solche bestimmt.

Zur Ausführung der Fettbestimmung im Muskelfleische werden von dem getrockneten Pulver 3—4 g in dem Extractionszylinder mit 100 ccm 2 % Salzsäure 3 Stunden im kochenden Wasserbade erhitzt; nach dem Erkalten wird der Cylinder in der beschriebenen Weise an den Apparat angesetzt und nun der Extractionsapparat in Gang gesetzt. Gewöhnlich ist die Extraction in 48—60 Stunden vollkommen beendet. Im Folgenden gebe ich nun noch die Resultate meiner Versuche mit dieser Methode:

I. 2,4620 g trockenes Muskelfleisch vom Hunde mit einem nach der alten Verdauungsmethode ermittelten Fettgehalt von 11,25 % ergaben nach der Behandlung mit 2 % Salzsäure bei der Extraction in 48 Stunden: 0,2775 g Aetherextract = 11,271 %.

II. 3,9490 g desselben Muskelfleischpulver vom Hunde, ebenso behandelt, ergaben: 0,4482 g Aetherextract = 11,349 %.

III. 3,4482 g desgleichen, ebenso behandelt wie I. und II., ergaben: 0,3965 g Aetherextract = 11,498 %.

Einen Uebelstand, den ich nicht unerwähnt lassen will, hat diese Methode allerdings. Die Salzsäure löst nämlich nicht alles voll-

ständig auf; dieser ungelöste Rückstand sammelt sich nun gegen Ende der Extraction oben auf der zu extrahirenden Lösung an, dort eine schmierige Schicht bildend, von der Theilchen mit in das doppelt gekrümmte Rohr β des Apparates übergehen und dort eine theilweise Verstopfung bewirken können. Eine Behinderung der Extraction bildet diese Schicht aber durchaus nicht, der Aether zieht trotzdem alles Fett aus und fließt in das Aetherreservoir, den Hahnkolben B über, nur muss die Dauer der Extraction etwas verlängert werden. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, habe ich mehrere Versuche angestellt und verschiedene Wege eingeschlagen. — Man kann die Digestion mit Salzsäure vornehmen in einem Erlenmeyer'schen Kölbchen. Nach dreistündigem Erhitzen mit 2 % Salzsäure im Wasserbade filtrirt man durch ein ganz kleines Filter in den Extractionscylinder. Der auf dem Filter zurückbleibende ungelöste Rückstand wird nun im Trockenschranke bei 50—60° getrocknet, was ungefähr 2 Stunden in Anspruch nimmt. Darauf wird der Trichter mit dem getrockneten Filter auf den Hahnkolben B , — das Aetherreservoir — aufgesetzt und mit ca. 300 ccm warmen Aethers ausgewaschen. Darauf verbindet man den Extractionscylinder mit der abfiltrirten sauren Lösung mit diesem Hahnkolben und beginnt die Extraction. — Der auf dem Filter zurückbleibende, mit Aether ausgewaschene Rückstand wird nun auf einen zweiten Extractionscylinder aufgesetzt und auf den Filter mit 1 % Sodalösung in Lösung gebracht, hierbei hinterbleibt fast kein Rückstand mehr; das Filter zerkleinert man etwas und gibt es ebenfalls in den Extractionscylinder, den man nun an einen zweiten Extractionsapparat ansetzt.

I. Angewandt: 1,7147 g desselben Fleischpulvers wie oben, erhalten an Aetherextract aus beiden Apparaten: 0,1940 g = 11,314 %.

II. Angewandt: 1,5250 g Fleischpulver erhalten an Aetherextract aus beiden Apparaten: 0,1760 g = 11,540 %.

Man kann ferner — und dies genügt vollkommen — den von der sauren Digestionsflüssigkeit, die für sich in dem Apparat ausgezogen wird, abfiltrirten und getrockneten Niederschlag im Soxhlet'schen Apparat ausziehen. Für beide Extractionen, die ja neben einander her gemacht werden können, genügt alsdann eine Extractionsdauer von 12—24 Stunden.

1,6648 g Fleischpulver wurden mit 2 % HCl 3 Stunden im

kochenden Wasserbade gehalten, darauf in den Extractionscylinder filtrirt. Der getrocknete Niederschlag wurde im Soxhlet'schen Apparat, die saure Digestionsflüssigkeit in dem von mir beschriebenen Apparat extrahirt.

Erhalten wurde an Aetherextract im Ganzen: 0,1925 g = 11,562 ‰.

Der Uebersichtlichkeit halber gebe ich die Versuche mit Hundemuskel nochmals in einer besonderen Tabelle wieder.

	Fleisch-art	Art der Behandlung	Angew. Menge	Er-halteneMenge Aetherextract in Gramm	Aether-extract in % trockenem Fleisch
I. { a b	Hunde-muskel	Grössere Menge verdaut im Apparat, aliqu. Theil extrahirt	2,01159	0,2371	11,786
			2,01159	0,2360	11,732
II. { a b c			2,01159	0,2280	11,334
			2,01159	0,2315	11,508
			2,01159	0,2275	11,309
III. { a b		Directe Verdauung im Apparat	3,2832	0,3881	11,820
			2,8418	0,3297	11,601
IV. { a b c		Kochen mit HCl und Ex-traction im Apparat	2,4620	0,2775	11,271
			3,9490	0,4482	11,349
			3,4482	0,3965	11,498
V. { a b c		Kochen m. HCl, abfiltriren, Rückstand lösen in Na ₂ CO ₃ , gesond. extrahiren	1,7147	0,1940	11,314
			1,5250	0,1760	11,540
			Kochen mit HCl, filtriren, Filtrat und Filter, ge-sondert extrahiren	1,6648	0,1925

Danach habe ich, wenn man die höchsterhaltenen Werthe als die richtigsten annimmt, die besten Resultate erhalten mit der directen Verdauung im Apparat. Die Differenzen in den gefundenen Procentzahlen erklären sich einestheils daraus, dass die Analysen zu verschiedenen Zeiten vorgenommen wurden, und dass das Pulver beim Stehen etwas Feuchtigkeit angezogen hat, der Wassergehalt also ein anderer geworden ist, anderntheils aber auch daraus, dass das Pulver nicht völlig homogen ist.

Diese Untersuchung war fast vollendet, als mir eine Arbeit von Noël Patton¹⁾ bekannt wurde, worin derselbe behauptet, dass

1) Journ. of physiol. vol. 19 p. 167—216.

durch Behandlung mit Salzsäure ein Theil der in den Organen vorkommenden Fettsäuren zersetzt wird.

Ueber die Concentration der Salzsäure hat nun Patton nichts gesagt, es war jedoch unter diesen Umständen nothwendig geworden, den Einfluss der von mir verwandten 2 % Salzsäure auf fette Säuren näher zu untersuchen. Trotzdem ja nun wohl besonders Palmitinsäure, Stearinsäure und Oelsäure hierbei in Betracht kommen, habe ich auch andere Säuren, wie Capronsäure, Valeriansäure, Propionsäure und Buttersäure der Behandlung mit zweiprocentiger Salzsäure unterworfen. Sämmtliche Säuren waren rein, wasserfrei und vom richtigen Schmelz- resp. Siedepunkt. Im Folgenden gebe ich die Resultate dreier Versuche:

I. 0,6335 g trockene Palmitinsäure wurden 3 Stunden auf kochendem Wasserbade mit 100 ccm 2 % HCl behandelt; darauf die Lösung extrahirt.

Es wurden bei der Extraction wiedergewonnen 0,6325 g, die wiedergewonnene Säure hatte den richtigen Schmelzpunkt von 62°.

II. 0,9080 g Stearinsäure wurden ebenso behandelt. Wiedergewonnen wurden 0,9068 g, vom Schmelzpunkt 69,5°.

III. 2,1650 g Oelsäure wurden ebenso behandelt; wiedergewonnen wurden 2,1628 g.

Die Versuche mit den übrigen Säuren hatten dasselbe Ergebniss; bei keiner der angewandten Säuren konnte ich feststellen, dass durch die Salzsäure ein zerstörender Einfluss hervorgebracht worden sei.

Herrn Professor Pflüger sage ich für die Unterstützung, die er mir auch bei dieser Untersuchung in reichlichstem Maasse durch Rath und That hat zu Theil werden lassen, auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank. Ebenso danke ich meinem lieben Freunde und Collegen, Herrn Privatdocenten Dr. Max Bleibtreu, für die vielen werthvollen Winke, die ich bei der Arbeit von ihm empfangen habe.