

## XX.

## Experimentelle Beiträge zur Fettresorption.

Von Dr. S. Radziejewski, prakt. Arzt in Berlin.

Für die Fettresorption im Intestinaltractus sind bisher nur zwei Wege bekannt: auf dem einen findet eine mechanische Resorption des chemisch unveränderten Fettes statt, auf dem andern erleiden die Fette vor ihrer Aufsaugung die Umwandlung in Seifen und Glycerin. Der erste Weg, bis jetzt fast allein berücksichtigt, bietet in seinen einzelnen Wandlungen dem Verständniss eine Reihe von Schwierigkeiten; denn wenn das Darmepithel frei nach dem Darmlumen hin, auf welche Weise auch immer, mündet, so ist es räthselhaft, warum nur das fein emulgirte Fett, nicht auch andere feste Körper von gleicher Grösse durch diese Oeffnung einwandern; existirt aber diese freie Mündung am Basalsaume des Epithels nicht, so müsste das Fett in die Anfänge der Chylusgefässe durch Endosmose gelangen. Weder die Wistinghausen'schen Experimente, noch die neuere Entdeckung der Becherzellen klären diese Bedenken auf. Diese Schwierigkeiten aber für den Eintritt des Fettes in die Zellen erneuern sich, so oft dieses vom Blute aus den Geweben, besonders aus den Fettzellen des Pannic. adiposus übergeben werden soll. Ein Theil dieser Räthsel gewinnt eine einfachere Lösung, sobald man den Uebergang des Fettes als Seifen in die Resorptionsgefässe berücksichtigt; der pankreatische Saft hat bekanntlich nach Cl. Bernard das Vermögen, die Fette in freie Fettsäuren und Glycerin zu zersetzen; die Fettsäuren werden wiederum von den Alkalien der gallensauren Salze, vom kohlen-sauren Alkali des Darminhalts u. s. w. verseift. Man hat zwar hiegegen eingewandt, dass im Duodenum der pankreatische Saft diese Eigenschaft durch Vermischen mit Magensaft verliere, allein auch angesäuert behält der Bauchspeicheldrüsensaft diese Fähigkeit. Niemand bestreitet, dass im Blute Kali- und Natronseifen, in den Faeces diese sowie auch Kalk- und Magnesiaseifen vorhanden sind; da wir aber mit den Nahrungsmitteln keine Seifen einführen, so ist ihre Entstehung im Darm selbst klar. Ihre Resorption und ihr

Eintritt in die Zellen ist leicht verständlich; sie aber in Fette wieder umzuwandeln, ist vielleicht die Aufgabe der Fettzellen, auf deren specifischen drüsenähnlichen Bau W. Kühne aufmerksam macht; auch die Blutkörperchen oder schon das Darmepithel können möglicherweise Fette synthetisch construiren, wie ja jetzt auch die Bildung von Eiweisskörpern durch Synthese im Organismus eine wohlbegründete Anschauung ist; eine andere von mir anfangs aufgestellte Hypothese: die Bildung des Fettes durch gegenseitige Zersetzung von Seifen und glycerinphosphorsauren Salzen ist theoretisch unmöglich. Für beide Arten der Fettaufsaugung, insbesondere für die Seifenresorption habe ich einige Versuche im chemischen Laboratorium des pathologischen Instituts hier unter Leitung des Herrn Prof. W. Kühne angestellt; dass ich diesem meinem verehrten Lehrer und Freunde grade jetzt, wo er die Stätte langjähriger Thätigkeit verlässt, Gelegenheit habe, öffentlich für seine seit mehreren Jahren mir gewährte eifrige Unterstützung, Anregung und Belehrung danken zu können, gereicht mir zur besonderen Genugthuung.

Als eine Bedingung des Durchganges der Fettemulsion durch das Protoplasma des Darmepithels vermuthet W. Kühne das Vorhandensein von Haptogenmembranen bei den Fettpartikelchen. In diesem Falle müssten alsdann Wachs oder feste Fettsäuren, deren Schmelzpunkt über  $40^{\circ}$  C. liegt, und von denen O. Funke gezeigt hat, dass sie in einer Gummiemulsion nicht in das Epithel eindringen, sich in den Chylusgefässen nachweisen lassen, sobald man sie mit einer Eiweissmembran umgibt. Ich machte deshalb eine Wachsemlusion, indem ich Natronalbuminat erwärmte und hier geschmolzenes Wachs, so lange es sich beim Schütteln emulgirte, hineintropfen liess; ebenso stellte ich eine Stearinsäureemulsion dar. Am 12. Nov. 1865 wurden einem Kaninchen, das nur mit Grünfutter seit circa 1 Woche ernährt war, um  $10\frac{1}{2}$  Uhr Vormittags 25 Ccm. Wachsemlusion durch die Schlundsonde eingespritzt und dieses allstündlich bis  $1\frac{1}{2}$  Uhr Nachmittags wiederholt; um 4 Uhr Nachmittags wurde das Kaninchen durch Erstickten getödtet. Der grösste Theil des Fettes war im Magen und Dünndarm, die Chylusgefässe waren klar und durchsichtig. Bei der Stearinsäureemulsion überzeuete ich mich noch mikroskopisch, dass die Grösse der emulgirten Fettsäurepartikel die im Darmepithel vorkommenden Fett-

tröpfchen nicht übertreffe; trotzdem gelang es mir auch bei zwei anderen gleichartigen Injectionen am 15. Nov. und 24. Nov. dess. J., bei denen in gleicher Weise wie beim ersten Versuche verfahren wurde (die erste Injection 9 resp. 11½ Uhr Vm., um 2½ resp. 3½ die letzte, um 4 resp. 5 Uhr Nm. Erstickungstod), nicht, den Uebergang der Stearinsäure in die Chylusgefässe unwiderleglich nachzuweisen. Wenn man auch einwerfen könnte, dass im Magensaft ein Theil der Membranen sich gelöst habe, so ist jedenfalls eine hinreichende Menge der Emulsion übrig geblieben, um, falls ein Uebergang in den Chylus stattgefunden hatte, die Gefässe anzufüllen und hier nachgewiesen werden zu können. Allerdings ist aus dem negativen Resultat kein unbedingter Schluss zu ziehen. Im Laufe dieser Experimente bemerkte ich auch, dass, wenn in Alkohol gelöstes Natronalbuminat mit einer alkoholischen Stearinsäurelösung zusammengebracht wurde, eine Verseifung unter Bildung von Eiweiss stattfindet, ein Prozess, wie er ähnlich im Dünndarm, wo die Secrete, Nahrung u. s. w. das Kalialbuminat liefern, bei der Anwesenheit von Fettsäure wohl nicht selten auftritt.

Nach dieser Richtung hin konnte ich die vorliegenden Fragen um so weniger verfolgen, als die mangelnden Fettanalysen des Chylus, Bluts u. s. w. (die vorhandenen sind seit der Entdeckung des Protagons und Lecithins, die unter dem Namen „phosphorhaltiges Fett“ eine hervorragende Stelle einnehmen, werthlos geworden) mir grosse Hindernisse entgegenstellten, deren Ueberwindung mir für jetzt zuviel Zeit in Anspruch nahm. Aus den oben angegebenen Gründen erschien mir von grösserem chemisch-physiologischem Interesse die Frage über die Resorption der Fette nach ihrer Umwandlung in Seifen. Experimente hierüber, die zur Zeit ganz fehlen, mussten zwei Punkte wesentlich berücksichtigen: 1) Werden Seifen überhaupt vom Darm aus resorbirt? 2) Werden diese Seifen im Organismus wieder Fette? D. h. ad 1) in den Darm ist eine abgemessene Menge Seifen einzuführen und damit die in den Faeces entleerte Quantität zu vergleichen; ad 2) bei Ausschluss aller sonstigen Fetteinfuhr muss die Fettsäure der Seifen in den Glyceriden des Körpers nachgewiesen werden. Dieser zweite Versuch ist aber nur auszuführen, wenn der Organismus überhaupt Nahrungsfett ansetzt und nicht vielmehr sein eigenes Fett sich bereitet. „Wie der direkte Uebergang von Nahrungsfett in das Fett-

zellgewebe zu erweisen wäre, liegt auf der Hand. Der Beweis wäre geliefert, wenn es gelänge, in gemästeten Thieren ein gewöhnlich unter den Thierfetten nicht vorkommendes Fett anzutreffen, das ausnahmsweise in der Nahrung gereicht worden.“ (W. Kühne.)

### Resorbirt der Organismus Seifen?

Aus unreiner Palmitinsäure wurde die zum Futter zu benutzende Seife unter Zusatz von vielem Wasser und soviel Natronlauge bereitet, dass das Gemenge stark alkalisch reagirte, dann drei Tage lang gekocht und schliesslich vorsichtig neutralisirt wurde. Beim Erkalten erstarrte diese Masse zu einem weissgelben Brei, der in Wasser etwas ausgewaschen und etwas ausgepresst wurde. Diese Seife wurde in abgewogener und nach dem Trockengewicht später bestimmter Menge mit einer bestimmten Portion feingehackten, mageren Pferde fleisches, das durch Auszwicken mit der Scheere möglichst von makroskopisch sichtbarem Fett gereinigt war, also nach Voit's Berechnung einen Fettgehalt von 0,91 pCt. des Trockengewichts hatte, in der Reibschale innigst verrieben, so dass das Ganze einen mit Seife gespickten Fleischklos darstellte, eine für die Thiere im Anfange nicht unangenehme Speise. Bereits Januar 1866 wurde das Versuchsthier, ein Hund, einigemal in dieser Weise gefüttert, um die Faeces einer quantitativen Seifenbestimmung zu unterwerfen; die Resultate dieser ersten Analysen berücksichtige ich aber nicht, weil erst im Laufe der Untersuchungen sich die Methode vervollkommnete und Ungenauigkeiten corrigirt wurden, so dass nur die Resultate der jetzt folgenden Experimente als genau angesehen werden können.

Am 8. Febr. ejusd. a. wurde der Hund, der fast täglich seinen Koth entleerte, mit 600 Grm. Fleisch und 100 Grm. Palmitinseife gefüttert; am 9. Febr. entleerte er 24,5 Grm. schwarze, zähe, alkalische Kothmassen, die mit Sand zerrieben und mit viel Alkohol aufgenommen wurden. Das erwärmte Infus wurde colirt und filtrirt, das Filtrat war im Anfange klar, trübte sich beim Erkalten durch Niederfallen der Magnesiaseifen, hatte schmutzig graue Farbe und hinterliess beim Eindampfen einen dunkelbraunen Rückstand, der das zersetzte Gallenpigment, Fette, Alkaliseifen, Cholesterin, Cholsäure und cholsaure Salze enthielt; auch Dyslysin ist hierin, indem es als Choloidinsäure, d. h. als Gemenge von Cholsäure

und Dyslysin mit in Lösung geht. Dieser Rückstand wurde mit heissem Wasser extrahirt, das grünliche Filtrat enthielt hauptsächlich noch die Seifen, Cholalsäure und cholalsäure Salze; um diese von einander zu trennen, wurde es mit BaCl und etwas  $\text{CNH}^4\text{O}$  (um durch das freie BaOH die Cholalsäure zu binden) 24 Stunden lang gekocht. Ein brauner voluminöser Niederschlag bildete sich sofort, indem die NaO- in BaO-salze umgewandelt wurden, von denen das cholalsäure in Wasser leicht löslich, das palmitinsäure dagegen absolut unlöslich ist. Der beim Filtriren auf dem gewogenen Filter zurückbleibende palmitinsäure Baryt wurde mit Wasser, verdünnter Essigsäure, um  $\text{BaOCO}^2$  zu entfernen, und Alkohol wiederholt ausgewaschen, um ihn von Farbstoff und dem schwarzen, klebrigen Dyslysin zu befreien. Das getrocknete gewogene Filter ergab die Menge der ausgeschiedenen Natronseifen. Da die Möglichkeit nicht auszuschliessen war, dass ein Theil der Natronseifen sich im Darmkanal in CaO- und MgO-seifen umwandelte, so musste auch deren Menge bestimmt werden; sie befanden sich zum grösseren Theil im Rückstand des ersten alkoholischen Extractes. Dieser wurde mit ClH und Wasser heiss extrahirt, der Rückstand mit Alkohol aufgenommen, erwärmt und filtrirt, das dunkelbraune Filtrat enthält hauptsächlich die Fettsäuren der zerlegten CaO- und MgO-seifen. Diese wurden sodann mit alkoholischer Kalilösung verseift und mit BaCl unter beständigem Kochen in BaO-seifen zerlegt.

Es ergab sich in diesen Faeces als Rückstand von palmitinsäuren Alkalien 0,19 Gr.; als Rückstand der Kalk- und Magnesia-seifen 0,2045 Gr. BaO-salz, wobei zu beachten ist, dass hierin auch die Menge der normal ausgeschiedenen Seifen mitbegriffen ist. Der Theil der MgO-seifen, der in den ursprünglichen alkoholischen Extract der Faeces übergegangen war und auf dem Filter als eine schwach grau gefärbte Masse leicht gesammelt werden konnte, variierte in seiner Menge nur wenig und überstieg selten 0,2 Grm.; er ist in dieser und den folgenden Analysen nicht berücksichtigt.

Am 10. Febr. früh wurden 30,5 Grm. flüssiger, dunkelschwarzer, alkalischer Faeces gefunden, die von dem Futter am 9. Febr. i. e. 600 Grm. Fleisch mit 174 Grm. Seife stammen. Die Menge der Alkaliseifen in ihnen, wie vorher als BaO-salz bestimmt, ergab 0,402 Grm.; die der CaO- und MgO-seifen 0,187 Grm.

Am 14. Febr. wurden 40,5 Grm. pomadenweicher, dunkel-

schwarzer, alkalischer Faeces untersucht; die Nahrung am 13. Febr. bestand in 600 Grm. Fleisch<sup>10</sup> und 200 Grm. Seife. Diese Faeces enthielten an palmitinsaurem  $\text{BaO}$  aus den Alkaliseifen 0,14 Grm., aus den  $\text{CaO}$ - und  $\text{MgO}$ -seifen  $\text{Ca}$  : 1,225 Grm.

Wegen eintretender Diarrhoe wurde die Seifenfütterung unterbrochen, und der Hund nur mit freiem Fleisch gefüttert; erst am 28. Febr. erhielt er wieder Grm. Fleisch mit 300 Grm. Seife, die er im Laufe dieses und des folgenden Tages verzehrte; noch am 1. März erhielt er von Neuem 600 Grm. Fleisch und 200 Grm. Seife. Am 2. März früh 11 Uhr vor erneuter Fütterung entleerte der Hund 64,5 Grm. grauschwarzen, sehr flüssigen, stinkenden Koths von alkalischer Reaction. Von der gestrigen Nahrung waren 203,5 Grm. übrig geblieben, die dem Futter dieses Tages, aus 600 Grm. Fleisch mit 100 Grm. Seife bestehend, später zugefügt wurden. Den eben erwähnten Faeces, die also von 1050 Grm. Fleisch mit 450 Grm. Seife stammen (wenn der Rest von 203 Grm. auf Fleisch und Seife gehörig vertheilt wird), wurden sofort mit Alkohol aufgenommen und ergaben an palmitinsaurem  $\text{BaO}$  von Alkaliseifen stammend 1,22 Grm., von  $\text{CaO}$  und  $\text{MgO}$ -seifen 0,91 Grm.

Am 3. März waren von dem Futter des Thieres 376,5 Grm. zurückgelassen resp. 426 Grm. Fleisch mit 96 Grm. Seife verzehrt worden. Daher stammen also die an diesem Tage entleerten 83,5 Grm. Faeces, die flüssig, grauschwarz und alkalisch waren. Sie enthielten palmitinsaures  $\text{BaO}$  aus Alkaliseifen stammend 0,9, aus  $\text{CaO}$ - und  $\text{MgO}$ -seifen 0,328 Grm. Der Rest des Fleisches wurde im Laufe des Tages gefressen. Am 4. und 5. März erhielt der Hund 600 Grm. fettfreies Fleisch; am 6. März 400 Grm. Fleisch mit 100 Grm. Seife, am 7. und 8. März gleiche Nahrung; die Kothentleerung fand erst am 8. März Mittags statt; es waren 52,5 Grm., grünlichschwarz, breiig, alkalisch. Das Resultat der Untersuchung war, dass aus den Alkaliseifen 1,7215, aus den  $\text{CaO}$ - und  $\text{MgO}$ -seifen 0,683 Grm.  $\text{BaO}$ -salz sich nachweisen liessen.

Im Sommer 1867 machte ich eine Reihe von Seifenfütterungsversuchen, zu denen ich aus Rüböl verfertigte Seife benutzte; Rüböl enthält die Glyceride der Leinölsäure und Erucasäure. 1 Kgrm. Rüböl wurde mit 500 Grm. caustischem Kali und 3 Litres Wasser ungefähr 24 Stunden lang unter beständigem Zusatz von etwas Alkohol im Kochen erhalten; die erkaltete Masse bildete eine

steife Gallerte, die in kochendem Wasser gelöst und aus der durch Zusatz von Na Cl die Natronseife ausgefällt wurde. Die längere Zeit ausgewaschene Seife reagirte vollkommen neutral in ihrer klaren Lösung, war ganz weiss und ausgepresst von sehr geringem Wassergehalt. Der Hund, der diese Seife weit besser als alle früheren vertrug, entleerte auch hiebei täglich seine Faeces, seine 24stündliche Nahrung betrug 300 Grm. fettfreien Fleisches, 800 Ccm. Brühe, 5 Grm. Na Cl, 58 Grm. Seife.

Am 12. Juli entleerte das Thier 25 Grm. alkalischen, ziemlich festen, schwarzbraunen Kothes, der nicht wie früher mit Sand zerrieben, weil dieses die Masse zu voluminös macht und leicht Verlusten aussetzt, sondern durch allmählichen Zusatz von Alkohol zu einem feinen Brei geschlämmt wurde. Im Uebrigen wurde die Methode nicht geändert, nur das Auswaschen der Barytseifen mit heissem Alkohol unterblieb, da die Barytseifen des Rüböls darin löslich sind. Es enthielten diese Faeces an Barytseifen aus den Alkaliseifen stammend 0,159 Grm., aus CaO- und MgO-seifen : 0,1062 Grm.

Am 13. Juli wurden 28 Grm. alkalischer, pomadenweicher, schwarzer Faeces untersucht. Die Barytseifen von Alkaliseifen stammend wogen 0,1196, von CaO- und MgO-seifen : 0,6526 Grm. Die Ursachen dieser grossen Menge von CaO- und MgO-seifen sind wahrscheinlich im Dyslysin zu finden, das hier besonders reichlich mit in Lösung ging und als schwarze harzige Masse dem Filter anhaftete.

Am 28. Juli wurden 26 Grm. alkalischer, butterweicher, schwarzgrauer Faeces gefunden und ergaben bei der Untersuchung an Barytseifen aus Natronseifen stammend 0,1951 Grm. Die Bestimmung der CaO- und MgO-seifen wurde durch einen Unfall vereitelt.

In der folgenden Tabelle versuche ich, die Resultate sämtlicher hier angeführten Kothanalysen zusammenzustellen mit einer Berechnung des procentischen Verhältnisses der Ausfuhrmenge der Alkaliseifen zur Einfuhr derselben, natürlich nach ihrem Trockengewicht berechnet, das in Klammern beigefügt ist. Das Trockengewicht variirt in den verschiedenen Bestimmungen, weil die Mengen von verschiedenen Seifensorten herrühren; die Bestimmung wurde am Tage der Einführung gemacht.

|    |                               | E i n f u h r.                          | Ausfuhr<br>der Barytseifen. |                         | Pro-<br>centver-<br>hält-<br>niss. |
|----|-------------------------------|---|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|    |                               |   | Natron-<br>seifen.          | Ca O-<br>und<br>Mg O-s. |                                    |
| 1) | 9. Febr.<br>27,5 Grm. Faeces  | 600 Grm. Fl. + 100 Grm. S.<br>(20,55)   | 0,19                        | 0,2045                  | 0,92                               |
| 2) | 10. Febr.<br>30,5 Grm. Faeces | 600 Grm. Fl. + 174 Grm. S.<br>(35,75)   | 0,402                       | 0,087                   | 1,120                              |
| 3) | 14. Febr.<br>40,5 Grm. Faeces | 600 Grm. Fl. + 200 Grm. S.<br>(31,4)    | 0,74                        | 1,225                   | 2,35                               |
| 4) | 2. März<br>64 Grm. Faeces     | 1050 Grm. Fl. + 450 Grm. S.<br>(150,12) | 1,22                        | 0,91                    | 0,81                               |
| 5) | 3. März<br>83,5 Grm. Faeces   | 426 Grm. Fl. + 96 Grm. S.<br>(33,8)     | 0,9                         | 0,328                   | 2,6                                |
| 6) | 8. März<br>52,5 Grm. Faeces   | 800 Grm. Fl. + 200 Grm. S.<br>(70,7)    | 1,72                        | 0,683                   | 2,43                               |
| 7) | 12. Juli<br>25 Grm. Faeces    | 800 Grm. Fl. + 58 Grm. S.<br>(50,0)     | 0,159                       | 0,1062                  | 0,318                              |
| 8) | 13. Juli<br>28 Grm. Faeces    | 800 Grm. Fl. + 58 Grm. S.<br>(50)       | 0,1196                      | 0,6526                  | 0,238                              |
| 9) | 28. Juli<br>36 Grm. Faeces    | 800 Grm. Fl. + 58 Grm. S.<br>(50)       | 0,1951                      | ?                       | 0,39                               |

Der durchschnittliche Procentsatz ist demnach 1,242, an dem eine Reihe von Correcturen anzubringen ist: 1) Sind in diese Zahl die normal ausgeführten Seifen mit inbegriffen; 2) die Bestimmung als Barytsalz ergibt einen grösseren Procentsatz als die der Natronsalze; 3) gingen Pigment und Dyslysin wenigstens theilweis mit; 4) was von besonderem Gewichte ist: die Analysen 3), 5) und 6), die die höchsten Procentsätze ergeben, sind von diarrhöischen Entleerungen, bei denen a priori eine geringere Resorption vor auszusetzen ist. Aber trotz alledem zeigt der so sehr geringe Procentsatz, dass Seifen vom Darm aus unbedingt resorbirt werden, ja, dass, wie es scheint (doch ist das noch näher zu eruiren), ihre Resorptionsfähigkeit gegenüber der der Fette eine unbegrenzte ist.



Ich will am Schlusse dieser Versuchsreihe noch bemerken, dass allerdings ein kleiner Theil der Seifen von der  $\text{ClH}$  des Magensaftes zwar zersetzt, aber durch die Alkalien des Darms von Neuem restituirt wird.

### Setzt der Organismus Nahrungsfett an?

Als ich das Versuchsthier vom Winter 1866 tödtete, fiel mir das stark entwickelte Fettpolster am Mesenterium und am Halse auf bei einer Fleischnahrung, die nach Voit's Berechnung kaum 1 pCt. Fett enthielt, aber einen reichlichen Zusatz von Seifen hatte. Haben sich die Seifen im Körper in Fette umgewandelt? Aus vorliegender Beobachtung konnte kein Schluss gezogen werden, da das Gewicht des Hundes und also auch die ihn im Gleichgewicht haltende Menge der Fleischnahrung nicht festgestellt war, das Fett sich also auch bei der grossen Menge Fleisch aus diesem bilden konnte; ausserdem hatte die Seifenfütterung nur in mehr minder langen Intervallen stattgefunden. Das einzige Experiment, das die Lösung der angeregten Fragen in Aussicht stellt, ist, wie ich oben angeführt habe, bei Vermeidung aller sonstigen Fettzufuhr die Einführung einer Seife, deren Fettsäure in den Glyceriden des Körpers nachweisbar wäre; als Vorversuch musste erst nachgewiesen werden, dass der Körper eingeführtes Fett in der That ansetzt, also auch das Auffinden einer eingeführten heterogenen Fettsäure ermöglicht.

Nach der Anweisung des Herrn Prof. A. Baeyer, dem ich manche werthvolle Rathschläge schulde und in dessen Laboratorium O. Haussknecht eben eine Arbeit „über einige Derivate der Erucasäure“ vollendet hatte, wählte ich zu diesem Zweck gereinigtes Rüßöl, das das im Organismus nicht existirende erucasaurer Glycerid enthält.

Die Erucasäure  $\text{C}^{22}\text{H}^{42}\text{O}^2$ , zur Oelsäurereihe gehörig, schmilzt bei  $34^\circ \text{C.}$ , geht beim Erwärmen mit verdünnter Salpetersäure in die isomere Brassidinsäure über, die bei  $60^\circ \text{C.}$  schmilzt und bei  $54^\circ \text{C.}$  wieder erstarrt; sie liefert beim Schmelzen mit Kalihydrat indess weder Essigsäure noch Arachinsäure, das Bleisalz ist in reinem Aether unlöslich; im Uebrigen verhält sie sich der Oelsäure sehr ähnlich. Das erucasaurer Glycerid (Erucin) ist vom Olein in der Kälte durch Auspressen zu trennen, da das erstere schon um

0° C., das letztere erst um — 10° C. erstarrt. Diese Operation ist natürlich, um grössere Mengen zu gewinnen, nur im strengen Winter auszuführen; im Winter 1867 wurde 1 Kgrm. so dargestellt; vor der beendeten Darstellung wurde Rüböl als Zusatz zum Fleischnahrung bei einem Hunde verwerthet, der seit November 1866 nur mit fettfreiem Fleisch gefüttert war. Das Fleisch stammte von alten mageren Pferden, enthielt an und für sich unglaublich wenig Fett; was davon mit blossen Auge sichtbar war, wurde in kleinen Schnitten mit der Scheere ausgezwickt. Das Ganze wurde fein zerhackt, in kochendes Wasser geworfen und hierin kochend 3—4 Stunden gehalten. Beim Erkalten schied sich noch zurückgebliebenes Fett an der Oberfläche aus und wurde durch Filtriren durch nasses Filter abgeschieden; das gekochte Fleisch nebst Brühe wurde dem Hunde als Nahrung verabreicht; getrennt hievon erhielt er das Oel, das er anfangs freiwillig, später mit gelindem Zwang nahm. Der Fettgehalt des so bereiteten Fleisches beträgt 0,72 pCt. des Trockengewichts, wobei ein grosser Theil dieses aetherischen Extractes noch aus N-haltiger Substanz besteht; das mit dem Fleisch eingeführte Fett ist also bei diesen Versuchen vollkommen zu vernachlässigen.

Das Versuchsthier wog Anfangs November 9140 Grm., sein Futter war 350 Grm. Fleisch mit 800 Ccm. Brühe; vor dem Füttern wurde er gewogen; er war gewöhnt, seinen Harn und Koth vorher zu entleeren. Bei dieser Fleischmenge nahm der Hund beständig ab, so dass er am 4. Jan. 1868, wo er zum ersten Mal Oel erhielt, nur 6482 Grm. wog, also 2658 Grm. verloren hatte; mit Recht konnte man also voraussetzen, dass das Thier, zumal es excessiv mager wurde, all sein Vorrathsfett geopfert hatte. Die im Anfange der Nahrung zugesetzte Oelquantität betrug 50 Grm.; nach der langen Fettentbehrung trank der Hund zuerst das Oel sehr gierig, bald aber fing er an, bei stets gleich bleibender Quantität zu erbrechen, blutige diarrhöische Faeces zu entleeren und schliesslich das Futter zu verweigern. Das Gewicht, das im Anfange um circa 80 Grm. täglich zugenommen hatte, nahm alsdann ab; es wurde am 10. Jan. eine Pause in der Oelfütterung gemacht, während welcher er natürlich die frühere Fleischquantität und Qualität erhielt; schon am 12. Jan. konnten die Oelfütterungen wieder aufgenommen werden, wobei die Faeces am Anfange durch in ihnen suspendirte weisse CaO- und MgO-seifen ein auffälliges Ansehen dar-

boten, später aber eine weiche, gleichmässig grüne Beschaffenheit und alkalische Reaction hatten. Es konnten die eingeführten Oelmengen später gesteigert werden, besonders als der Hund vom 5. Febr. an reines Erucin erhielt, das er viel besser vertrug; bei 350 Grm. Fleisch erhielt der Hund täglich 75 Grm., vom 9. Febr. ab sogar 100 Grm. Erucin, vom 18—21. Febr. 125 Grm. Beiläufig bemerkt traten in diesen Fütterungsversuchen beim jedesmaligen Wechsel in der Quantität oder Qualität der Nahrung bedeutende Schwankungen des Gewichts ein, bevor endlich sich eine gewisse Constanz in der Zu- oder Abnahme zeigte; die Untersuchung des Urins auf Bernsteinsäure nach den Angaben von Meissner und Jolly war in einigen Versuchen resultatlos. Am 21. Febr. wurde der Hund durch Durchschneidung der Carotiden getödtet; sein schliessliches Gewicht war 1428 Grm. Das Blut zeigte keinen makroskopisch auffallenden Fettgehalt. Bei der Obduction, worin mich Herr Dr. Cohnheim freundlichst unterstützte, zeigte das Thier einen mässig entwickelten Pannic. adip., stark nur am Hals und Bauch, sehr stark war das Fettlager am Mesenterium; das Fett selbst war auffallend hell. Die Muskeln waren sämmtlich, selbst der Herzmuskel, sehr blass, mit Fett bis in die Primitivbündel hinein erfüllt; die Magenschleimbaut blass, die Labdrüsen wohlgebildet mit körnigem Inhalt, viele mit Fetttropfchen erfüllt; die Leber von normaler Beschaffenheit, nur an den Portalgefässen reichlicher mit Fett versehen; die Nieren von blassgelbem Aussehen; mikroskopisch zeigte sich nur das Epithel der gestreckten Harnkanälchen mit Fett infiltrirt, eine Erscheinung, die auch bei vollkommen normalen Thieren nicht selten ist. Die Beschaffenheit der Muskeln verdient also vor Allem Aufmerksamkeit und zwar um so mehr, als, wie ich vorausgreifend hier bemerke, die anatomischen Resultate einer späteren Seifenfütterung diesen geschilderten vollkommen identisch waren. Anfangs versuchte ich, die Fette des Pannic. adipos., der Muskeln und der Knochen getrennt zu untersuchen.

Das Fett des Pannic. adipos. und des Mesenterium wurde zuerst klein geschnitten und in kochendes Wasser geworfen, 2 Stunden lang hierin schmelzen gelassen und nach dem Erkalten die Fettschicht abgehoben; der Rückstand wurde mit 500 Ccm. verdünnten Magensafts und 1 Litre ClH von 0,8 pCt. bei einer Temperatur

von 38° C. verdaut. Eine vollkommen klare gelbe Fettschicht schwamm nach zwei Tagen oben auf, die mit Leichtigkeit abgehoben wurde. Darunter befand sich eine emulgirte Schicht von Fett mit Zellenbestandtheilen, die von Neuem der künstlichen Verdauung übergeben und deren endlicher Rückstand mit Aether extrahirt wurde. Sämmtliche Extracte vereinigt ergaben ein Fett, das bei 28° C. flüssig wurde, bei 17° C. wieder erstarrte, während normales Hundefett nach E. Schulze und A. Reinecke bei 40° C. schmilzt und bei 20° C. erstarrt.

Von den Muskeln wurden 1020 Grm. fein zerhackt und mit Wasser aufgekocht, das abgeschöpfte Fett wurde auf dem Filter gesammelt, das Filtrat und der aus dem Fleische ausgepresste Rückstand eingedampft und das Ganze in einem Cylinder aufgenommen. Die Muskeln selbst wurden mit absolutem Alkohol benetzt und dann mit Aether extrahirt; der Rückstand des Fleisches ausgepresst und nochmals mit Aether extrahirt, schliesslich sämmtliche Rückstände und Extracte vereinigt und aus ihnen mit absolutem Alkohol das Fett heiss extrahirt. Das gewonnene Fett hat eine braune Farbe und schmierige Consistenz.

Die Knochen wurden theils zerschlagen, theils mit der Presse zertrümmert, mit Wasser lange ausgekocht, das Fett abgeschöpft, der Rest mit Aether extrahirt. Der Rückstand des Aetherdestillats war eine zähe gelbbraune Masse.

Die Fette wurden mit Bleiglätte und etwas Wasser in einer Kochflasche unter beständigem Zusatz von Wasser so lange gekocht, bis die am eingetauchten Glasstabe haftende Masse am Finger nicht mehr klebte. Die Pflaster bildeten eine mehr minder braune Masse von harziger Consistenz, die beim Erwärmen aus der Flasche herausfloss und in kaltem Wasser sofort erstarrte, sie wurden sorgfältig ausgewaschen und ausgepresst. Die Pflaster wurden nun mit kochendem Aether mehrmals extrahirt, aber leider blieb die Oelsäure noch unter den festen Fettsäuren zurück, so dass, als der Rückstand des Pflasters, d. h. der in heissem Aether unlösliche Theil mit  $\text{ClH}$  und absolutem Alkohol zerlegt wurde, diese in Lösung blieben, und das Ganze beim Erkalten ein Gemenge von hellbraunen Oeltropfen bildete. In der Absicht, aus diesem Gemenge die Erucasäure wenigstens auszuschcheiden, wurden die aus dem Mesenterialfett gewonnenen Fettsäuren auf dem Schei-

detrichter vom Alkohol getrennt und Br tropfenweise hinzugefügt, durchgeschüttelt und im Wasser abgekühlt. In der sich schwach braun färbenden Flüssigkeit fiel, während der Geruch nach Br verschwand, eine unkrystallinische Masse nieder, die in heissem absolutem Alkohol zwar löslich war, beim Erkalten sich jedoch sofort ausschied. Da dieses Verhalten der Oelsäure gegen Br ebenso eigenthümlich ist, wie der Erucasäure, so konnte hieraus kein Schluss gezogen werden. Das Erhitzen des Bromids mit alkoholischer Kalilösung in zugeschmolzenem Rohr auf  $150^{\circ}\text{C.}$ , um die krystallinische Behenolsäure  $\text{C}^{22}\text{H}^{40}\text{O}^2$  darzustellen, führte wegen zu geringer Menge zu keinem Resultat.

Findet im Organismus eine Fettbildung aus Seifen statt?

Der eben erwähnte Versuch wurde von Neuem in der Form aufgenommen, dass aus dem Rüböl durch langes Kochen des Oels mit sehr verdünnter Natronlauge und Auswaschen eine Seife dargestellt wurde. Am 1. April 1867 begann ich mit diesem Versuch an einem Hund, der 6649 Grm. wog und 330 Grm. fettfreies Fleisch mit 800 Ccm. Brühe als Futter erhielt; der Seifenzusatz wurde mit dem Fleisch innig verrieben. In den ersten Monaten hatte ich mit grossen Schwierigkeiten bei dieser Ernährungsweise zu kämpfen, da schon nach nur mehrtägigem Genuss von Seife der Hund zu brechen und diarrhöische Faeces zu entleeren begann; alle hiegegen angewandten Mittel, die verschiedenste Vermischung der Seife mit Fleisch, z. B. das Braten des Fleisches in Seife, war wirkungslos. Erst als ich Anfangs dabei die oben (cf. S. 273) beschriebene Natronseife, die durch Zusatz von  $\text{NaCl}$  aus der Kaliseife ausgefällt war und ein vollkommen neutrales Präparat darstellte, anwandte, konnte der Hund längere Zeit Seifenfutter vertragen, ohne in seinen Verdauungsfunktionen abnorme Störungen zu erleiden; die harte Seife wurde im Tiegel geschmolzen, mit wenig Fleisch verrieben, und dieses erst mit dem Rest innig zusammengemührt. Am Anfange dieser Fütterungsreihe (8. Juli) wog der Hund 4725 Grm. und nahm um 50 Grm. circa täglich bei dem erwähnten Futter bisher ab; von jetzt an erhielt er zu 300 Grm. Fleisch mit 800 Ccm. Brühe noch 28 Grm. (20 Grm. trockner) Seife, vom 13. Juli ab 58 Grm. (50 Grm. trockner) Seife, vom 19. Juli ab 66 Grm. trockner Seife und so allmählich steigende

Mengen, er hatte demnach bis zum 30. Juli, wo er 5665 Grm. wog, 914 Grm. Seife verzehrt. An diesem Tage wurde er, da das wiederholte Auftreten dyspeptischer Erscheinungen eine fortgesetzte Fütterung von zweifelhaftem Erfolg erscheinen liess, getödtet; sonstige Beschwerden, insbesondere Dyspnoe, hatten sich niemals gezeigt; der Harn war gleich in den ersten Tagen der Fütterung alkalisch geworden. Der Obductionsbefund, dessen Resultate Herr Dr. Cohnheim prüfte, ergab einen geringen Pannic. adip., nur am Mesenterium eine reichlichere Fettmenge; die Schleimhaut des Magens in das Weissgelbe spielend, die Labdrüsen von sonst normaler Beschaffenheit, nur mit grösseren Fetttröpfchen versehen, die grossen Unterleibsdrüsen normal, ebenso die Blutkörperchen. Die Muskeln von gelbweisser Farbe, die Primitivbündel sowohl aus den Muskeln der Extremitäten als ganz besonders aus dem Herzen und dem Zwerchfell mit kleinen und grossen Fetttropfen so erfüllt, dass von Querstreifung fast Nichts mehr zu sehen war. Mit einem Worte, ich hatte hier noch viel ausgeprägter den schon bei der Fütterung mit Rüböl beschriebenen anatomischen Befund; der experimentelle Nachweis des Uebergangs von Seifen in Fett war eigentlich schon durch diese Thatsachen gegeben, nur dadurch, dass die eingeführte Seife auch im Körperfett abgesetzt wurde, konnten die Wirkungen des eingeführten Oels und daraus dargestellter Seifen identisch werden.

Die gesammte Menge des Fettes, soweit sie zu gewinnen war, wurde mit 750 Ccm. Magensaft aus 3 Schweinemagen dargestellt und mit 3 Litres Wasser, die 0,2 pCt. ClH enthielten, einer Temperatur von 39° C., übergeben. Nach zwei Tagen schwamm oben auf eine Portion flüssigen Fettes, darunter eine Emulsion des restirenden Fettes mit Zellmembranen. Das Fett wurde abgehoben, die Emulsion mit etwas absolutem Alkohol benetzt und mit heissem Aether extrahirt; ein gelbes Filtrat schwamm über dem mitfiltrirten Wasser; das ätherische Filtrat wurde destillirt, und der Rückstand mit dem früher gewonnenen Fett vereint. Das Fett hatte einen Schmelzpunkt von 29° C., einen Erstarrungspunkt von 18° C. Die ganze Menge wurde mit viel Bleiglätte einige Tage hindurch gekocht, bis sie eine theils thongelbe, theils durch Bildung von Mennige röthliche, bröcklige, homogene Masse bildete, die sich leicht zerreiben liess.

1300 Grm. Muskeln wurden fein gehackt und mit 10 Litres

verdünnten Magensafts verdaut; nach zwei Tagen schwammen auf der Wasseroberfläche verdaute, fein geschlämmte Muskelmassen, die mit Fett emulgirt waren; das darunter stehende Wasser war stark getrübt. Die oberste Schicht wurde abgehoben, mit wenig absolutem Alkohol versetzt und mit Aether wiederholt warm ausgezogen; wegen der sauren Reaction des Extractes war das Hämatin mit gelöst worden, und das Filtrat hatte eine stark rothbraune Färbung, von dem mitgegangenen Wasser wurde es im Scheidetrichter getrennt. Durch Destillation wurde der Aether verjagt; das zurückbleibende Fett, später als erste Muskelfettportion bezeichnet, blieb selbst in der Stube noch flüssig, erstarrte erst bei circa  $+10^{\circ}\text{C}$ . Die zweite Muskelfettprobe wurde aus dem Rest der Muskeln sowie sämmtlicher gebrauchten Filter gewonnen. Diese wurden mit Wasser geschüttelt, mit  $\text{NaOCO}^3$  neutralisirt und filtrirt, ihre Rückstände mit warmem Aether warm extrahirt und der Aether destillirt; eine braune fettige, schmierige Menge blieb zurück. Die erste Portion wurde mit viel Bleioxydhydrat versetzt und unter beständigem Zusatz von etwas Wasser im Kochen erhalten. Das Pflaster hatte schliesslich eine schwach gelblichweisse Färbung. In der weiteren Darstellung wird nur von diesem Pflaster gesprochen, während das der zweiten Portion, das blass thongelb gefärbt war, vorläufig zurückgestellt wurde.

Das Mesenterialfettplaster war leicht zerreiblich und wurde, nachdem es stark ausgepresst war, mit viel alkoholfreiem Aether in einer Kochflasche erwärmt; nachdem das pulverförmig zerfallene Bleisalz sich gesetzt hatte, was sehr langsam geschieht, wurde der Aether abgegossen und filtrirt; das Filtrat hatte eine braune Färbung. Wochenlang wurde diese Procedur wiederholt, das Pflaster immer wieder von Neuem extrahirt, und das Filtrat destillirt. Endlich wurde eine Probe herausgenommen, mit  $\text{ClH}$  und Wasser zerlegt; langsam schieden sich die festen Fettsäuren ab. Jetzt wurde das ganze Pflaster, das zuletzt eine hellgelbe Farbe hatte, mit  $\text{ClH}$  und wenig absolutem Alkohol aufgekocht und filtrirt. Das Filtrat trübte sich sofort, es schied sich eine obere Schicht von fettartig glänzendem und eine untere von körnigem derbem Aussehen ab; oben war Fettsäure, unten ein wenig  $\text{PbCl}_2$ , das in Weingeist nicht ganz unlöslich ist. Bei längerem Stehen in der Kälte trennten sich die Fettsäuren noch vollkommener in

Form grosser, schneeweisser Schuppen und Blätter, sie wurden abgehoben, in dem von  $\text{PbCl}$  abfiltrirten Alkohol nochmals heiss gelöst und Wasser so lange hinzugefügt, bis eine braune, festere Schicht an die Oberfläche stieg; diese wurde mehrmals in Alkohol und durch Wasser gefällt, bis sie schliesslich rein und weiss erhalten wurde. Als diese Masse im Zimmer des Laboratoriums auf das Filter gebracht wurde, ging ein Theil hiervon flüssig durch das Filter hindurch. Dieser flüssige, gelbgefärbte Theil, der also eine bei  $17^{\circ}\text{C.}$  flüssige, bei  $11^{\circ}\text{C.}$  erstarrende weisse Fettsäure darstellt, ist, wie ich weiter unten nachzuweisen versuchen werde, Erucasäure. Die festen Fettsäuren, die auf dem Filter zurückblieben, schmolzen, nachdem sie ausgepresst waren, bei  $58,7^{\circ}\text{C.}$ , erstarrten bei  $55^{\circ}\text{C.}$ , fast genau den Schmelz- resp. Erstarrungspunkten der festen Fettsäuren des normalen Hundefetts, wie ich durch Untersuchung des letzteren mich überzeugt hatte. Ein Zusatz von  $\text{Br}$  zu diesen Fettsäuren bewirkt, dass im Anfange eine braune kuglige Masse zu Boden fällt, bald aber wieder unter Verlust der braunen Farbe in die Höhe steigt und auf dem Wasser schwimmt; es addirt sich also  $\text{Br}$  zu keiner von ihnen. Eine Probe von ihnen, die mit alkoholischer Kalilauge verseift wird, wird in  $\text{BaO}$ -salze umgewandelt und mit heissem Alkohol extrahirt, worin erucasaurer Baryt löslich ist; im Filtrat war dieses Salz nicht nachzuweisen. Durch fraktionirte Fällung der mit Alkali verseiften Fettsäuren mit  $\text{BaO}$  konnte ich zwar Stearin- und Palmitinsäure nachweisen, aber nicht Arachinsäure, die um  $2\text{C}$  und  $2\text{H}$  ärmer als Erucasäure im selben Verhältniss zu ihr stehen würde, wie Palmitinsäure zur Oelsäure.

Der mit Aether extrahirte Theil des Pflasters, das ölsäure Bleioxyd, stellte einen Haufen brauner, nadelförmiger, einen halben Zoll langer Krystalle vor, die mit  $\text{ClH}$  und absolutem Alkohol, in der Wärme zerlegt, eine braune öltartige Schicht ergaben, die auch bei niederer Temperatur noch flüssig blieb; sie wurde abgehoben, ausgewaschen und in der Kälte aufbewahrt; es war ein gelbliches Oel, das erst bei einigen Graden minus erstarrte; ich werde auf diese Säure, die Oelsäure, noch zurückkommen.

Das Muskelfettplaster, nachdem es im Wasser geschlämmt und stark ausgepresst war, stellte eine schwach-hellgelbe Masse dar, die sehr leicht zerreiblich war und beim längeren Schütteln



mit alkoholfreiem Aether zu einer staubförmigen Masse zerfiel. Nachdem diese sich durch längeres Stehen vom Aether abgeschieden hatte, wurde er vorsichtig abgegossen und filtrirt, das klare Filtrat hatte eine hellgelbe Farbe; auch hier, wie bei dem Mesenterialpflaster, vergingen Wochen, ehe die Extraction beendet war. Dann wurde das Pflaster mit ClH und wenig absolutem Alkohol kochend zerlegt und filtrirt; das Filtrat war gelblich, trübte sich beim Erkalten und zeigte dann einen helleren Bodensatz in einer dunkleren Flüssigkeit. Der auf dem Filter zurückgebliebene Rückstand des Pflasters war stark klebrig und bestand aus grossen Brocken, die mit ClH und absolutem Alkohol sorgfältig zerrieben, erwärmt und filtrirt wurden. Im ersterwähnten Filtrat, das die festen, in Aether unlöslichen Fettsäuren enthalten musste, zeigten sich beim Stehen in der Kälte eine geringe Menge von tafelförmig ausgebreiteten Krystallen, die abgehoben wurden; die Flüssigkeit wurde nochmals erwärmt und mit viel Wasser versetzt, es entstand nur eine starke wolkige Trübung, ohne dass sich auch nach so langem Stehen ferner feste Fettsäuren abschieden. Diese trübe wässrige Masse wurde daher eingedampft und mit Aether extrahirt, der Rückstand von destillirtem Aether nochmals mit absolutem Alkohol aufgenommen; nachdem dieser zum Theil abgedampft war, schwammen auf der Oberfläche ölarartige Tropfen umher. Eine Fettsäure von gleicher Consistenz, aber in weit grösserer Menge wurde aus dem geschilderten Pflasterrückstand gewonnen; die Menge übertraf die unter gleichen Verhältnissen im Mesenterialfettplaster gefundene um mehr als das Doppelte, auch hievon werde ich nachweisen, dass es Erucasäure war, deren Glycerid so massenhaft im Muskelgewebe auftrat. Die geringe Menge der übrigen festen Fettsäuren reichte nur zu einer Schmelzpunktbestimmung, der bei 57° C. lag.

Die in Aether gelösten Bleisalze des Muskelfettplasters bildeten einen Haufen von braunen, langen, nadelförmigen Krystallen, die mit ClH und absolutem Alkohol heiss zerlegt als ölarartige braune Masse bei Wasserzusatz sich auf der Oberfläche ansammelten; in einer mit einem Hahn versehenen Burette wurde sie vom Wasser getrennt. Wurde eine Probe dieser Masse auf Wasser schwimmend mit Br versetzt, stark damit geschüttelt und abgekühlt, so schwand der Bromgeruch, die Oelsäure selbst wurde braunroth und sank

zu Boden. Erst bei längerem Zusatz von Br fand keine Addition mehr statt, der Bromgeruch blieb alsdann, die Bromölsäure änderte aber ihre Beschaffenheit nicht. Wurde salpetrige Säure durch diese Oelsäure hindurch geleitet, so erstarrte sie nur langsam; ob wegen vorhandener Zersetzungsprodukte oder wegen der möglichen Anwesenheit von Leinölsäure, konnte ich nicht feststellen. In allen diesen Reactionen gleich verhielt sich auch die aus dem ätherischen Filtrat des Mesenterialfettpflasters dargestellte Oelsäure.

Wir gehen zur Betrachtung jener im Anfange mir selbst räthselhaften Fettsäure über, die neben Stearin- und Palmitinsäure gewonnen war, deren Bleisalz also in Aether unlöslich ist. Wurde sie gereinigt und mit verdünnter Salpetersäure bei einer Temperatur von 60—70° C. so lange erwärmt (im vorliegenden Falle ungefähr 2 Stunden), bis Blasen aufstiegen, und schnell in kaltes Wasser getaucht, so erstarrte sie ziemlich schnell; durch wiederholte Umkrystallisation aus heissem Alkohol wurde sie gereinigt und bildete alsdann weisse glänzende Blättchen, die sorgfältig ausgepresst bei 58° C. schmolzen und bei 53° C. wieder erstarrten. Die von Haussknecht auf diese Weise gewonnene, der Erucasäure isomere Fettsäure, von ihm Bassidinsäure genannt, schmilzt bei 60° C., erstarrt bei 54° C. Tropfte man zu dieser festen Säure, wenn sie auf Wasser schwamm, vorsichtig Br hinzu, so verschwand beim Schütteln sofort dessen Geruch und Farbe, die Masse selbst sank zu Boden; dieses wurde so lange fortgesetzt, bis der Geruch nach Br blieb. Diesen Ueberschuss liess ich verdunsten und löste die Brombassidinsäure in heissem absolutem Alkohol auf, worin sie beim Erkalten vollkommen weiss ausfiel. Diese umkrystallisirte Masse ist krystallinisch. Leider behielt ich nach all diesen Reactionen nicht eine hinreichende Menge übrig, um sie einer Elementaranalyse mit Erfolg zu unterwerfen; bei der ersten Auffindung dieser Fettsäure hatte ich keine Ahnung, dass sie die vielgesuchte Erucasäure sei. Um schliesslich festzustellen, ob diese flüssige Säure nicht etwa trotz wochenlanger Extraction mit warmem Aether zurückgebliebene Oelsäure sei (allerdings schon deshalb unwahrscheinlich, weil diese, wie mir mein erstes missglücktes Experiment gezeigt hatte, die festen Fettsäuren gelöst hält), wurde eine Probe Oelsäure desselben Pflasters, die aus dem ätherischen Filtrat also dargestellt war, gleichzeitig mit der von mir als Eruca-

säure betrachteten Fettsäure mit verdünnter  $\text{NO}^5$  erwärmt; auch nach doppelt so langem Erwärmen trat die Umwandlung nicht auf; 8 Stunden lang mindestens musste ich hierzu erwärmen.

Da man bei der Beschaffenheit der Säure von Anfang an nur zwischen Oelsäure und Erucasäure schwanken konnte, so gab diese Differenz der Reactionen den entschiedensten Beweis, dass sowohl im Mesenterialfett als im Muskelfett Erucin sich abgelagert hatte. Das Gesamtergebniss der chemischen Analyse war demnach, dass das Mesenterialfett Stearin, Palmitin und Olein in mindestens normaler, Erucin in geringer Menge; das Muskelfett dagegen die Glyceride der festen Fettsäuren in abnorm geringer, dagegen die der Erucasäure und Oelsäure in grosser Menge enthält. Die Ablagerung der Erucasäure im Muskelgewebe spricht gegen die Annahme einer fettigen Muskeldegeneration, die durch eine Ernährungsstörung etwa hervorgerufen sein sollte; sie ist ein klarer Beweis, dass auch Muskeln die Fettinfiltration erleiden können, was bekanntlich nicht mit vermehrter Fettaufnahme zusammenfällt.

#### Schluss.

Unsere Anschauungen über die Fettresorption im Darmkanal werden wir dahin zu erweitern haben, dass wir auch dem Verseifungsprozess eine wesentliche Rolle für dieselbe zuertheilen; mein erster und mein letzter Versuch zeigten, dass Seifen resorbirt und ebendiese vom Organismus in Fette umgewandelt werden. Wenn aber diese Thatsache dafür zu sprechen scheint, dass das Nahrungsfett im Organismus abgesetzt wird, so complicirt sich die Einfachheit dieses Schlusses dadurch, dass 1) die grösste Menge des Nahrungsfettes nicht im Hauptdepot des Organismus, im Fettzellgewebe, sondern an den secundären Stellen für Fettablagerung im Muskel aufgefunden wurde; 2) dass das Fett des Fettzellgewebes aus den drei physiologischen Fetten, von denen zwei, Palmitin und Stearin, gar nicht eingeführt waren, vorzugsweise zusammengesetzt war. Diese Hauptmasse des gesammten Fettes hatte demnach der Organismus sich selbst gebildet, das eingeführte Fett spielt für den Fettansatz nur eine nebensächliche Rolle. Inwiefern hiebei die Heterogenität des Nahrungsfettes, die geringe Menge der Nahrungseiwässe von Wichtigkeit ist, müssen zukünftige Experimente lehren.

Berlin, im März 1868.