

(Aus dem physiologischen Laboratorium der Universität Bonn.)

Der gegenwärtige Zustand der Lehre von der Verdauung und Resorption der Fette und eine Verurtheilung der hiermit verknüpften physiologischen Vivisectionen am Menschen.

Von

E. Pflüger.

(Mit 3 Textfiguren.)

Inhalt.

	Seite
§ 1. Die Feststellung der Aufgabe	304
§ 2. Die mikroskopische Prüfung der Epithelien des Dünndarms, während sie Fett resorbiren	308
§ 3. Ueber einige gegen die Resorption emulgirten Fettes beigebrachte Gründe	314
§ 4. Widerlegung von Immanuel Munk's Satz, dass die Fettsäuren und Seifen denselben Nährwerth wie die Fette haben, aus denen sie dargestellt sind. — Zurückweisung der unberechtigten Prioritätsansprüche dieses Forschers . . .	320
§ 5. Ueber das von Immanuel Munk angenommene „Normalfett“ des Hundes und die dadurch bedingten fehlerhaften Anordnungen und Beurtheilungen seiner Versuche . . .	330
§ 6. Die Ausrottung des Pankreas liefert nach Immanuel Munk das „entscheidende Moment“ zur Beurtheilung der Natur der Fettresorption	339
§ 7. Ueber Fütterungsversuche mit Fettsäureestern, die in der natürlichen Nahrung nicht vorkommen, und physiologische Vivisectionen am Menschen	357
§ 8. Immanuel Munk wendet das Gesetz von der Erhaltung der Kraft auf die Berechnung der Arbeitsgrösse an, die zur Spaltung der Fette nöthig ist, vergisst bei der Integration aber einige grosse Summanden. — Versuch einer Erklärung der sogenannten Verdauungsarbeit	374

	Seite
§ 9. Immanuel Munk behauptet, dass die Vergleichung der Schnelligkeit der Verseifung mit der der Resorption gegen mich zeuge. — Widerlegung	377
§ 10. Zusammenfassung der Hauptgründe, wesshalb die Annahme, dass das Fett in der Form der Emulsion resorbirt wird, unberechtigt ist	379

§ 1. Die Feststellung der Aufgabe.

Vor Kurzem¹⁾ habe ich über die Gesundheitsschädigungen berichtet, welche durch den Genuss von Pferdefleisch verursacht werden. Da ich gefunden hatte, dass eine Zugabe von verhältnissmässig kleinen Fettmengen zum Fleische ein Gegengift darstellt, erschien es nothwendig, die Lehre von der Verdauung und Resorption der Fette so weit zu beleuchten, als es zur Aufklärung der vorliegenden Frage geboten war.

Bei meinem Bestreben, die vielen in Betracht kommenden That-sachen und deren Deutungen unter einen einheitlichen und mich befriedigenden Gesichtspunkt zu bringen, musste ich auch auf die Arbeiten von Immanuel Munk eingehen, da er sich viel mit Untersuchungen über die Verdauung und Resorption der Fette beschäftigt hat. Mein gegen seine Lehren erhobener Widerspruch hat Immanuel Munk schwer gekränkt, was sich in seiner Erwiderung²⁾ durch anmaassende Sprache und feindselige Beurtheilung meiner Ansichten bemerkbar macht.

Es handelt sich allerdings um eine Frage von grundsätzlicher Wichtigkeit. Nach der Ansicht von Immanuel Munk wird das Fett vorzugsweise in Gestalt kleiner Tröpfchen von den Epithelzellen resorbirt; nach meiner Auffassung aber muss das Fett in der Darmhöhle erst durch Enzyme gespalten und in wasserlösliche Stoffe verwandelt werden, die also in gelöster Form von den Epithelien aufgesogen und durch synthetische Arbeit der absorbirenden Zellen in Fette zurückverwandelt werden.

Die Ueberführung in wasserlösliche Körper geschieht meiner Erörterung gemäss so, dass aus neutralem Fett das wasserlösliche Glycerin sowie die in Wasser unlöslichen Fettsäuren entstehen.

1) Dieses Archiv Bd. 81. Heft vom 4. Mai 1900.

2) Centralblatt für Physiologie vom 23. Juni 1900 S. 121 und vom 7. Juli 1900 S. 153.

Diese Fettsäuren werden nun theils mit Hülfe des Alkalis der Darmsäfte in wasserlösliche Seifen übergeführt, theils, falls das Alkali nicht ausreicht, als freie Säuren durch Taurocholsäure und andere Bestandtheile der Galle in Lösung gebracht und erhalten.

Was soll man nun dazu sagen, dass Immanuel Munk gegen diese meine Auffassung in der Art kämpft, dass er mir Behauptungen zuschreibt, die ich gar nicht aufgestellt habe.

I. Munk¹⁾ äussert sich folgendermaassen:

„Wir haben uns bisher vorgestellt, dass Fette zum Theil in „wasserlöslicher Form, als Seifen, wie **Pflüger ausschliesslich will**, „zum Theil in feinsten Tröpfchenform, d. h. als Fett- bzw. Fett- „säureemulsion resorbirt werden.“

Das ist grundfalsch und ganz unwahr. Ich gebe die Stellen aus meiner Abhandlung, die das Fehlerhafte von Munk's Angaben mit äusserster Bestimmtheit darthun, wörtlich wieder²⁾:

„Ein Theil des Fettes gelangt also bereits gespalten in den Dünndarm, und hier wird der noch nicht zerlegte Theil des Fettes durch „ein Enzym des Bauchspeichels, das Steapsin, zerlegt. Weil das „Steapsin sich in wässriger Lösung befindet, kann es mit dem Fett, „das in Wasser unlöslich ist, sich nicht mischen. Die einzige Möglichkeit also, um eine grössere Wirksamkeit des Steapsins auf das „Fett zu erzielen, ist nur herstellbar dadurch, dass die Berührungsoberfläche des Fettes mit der wässrigen Steapsinlösung auf ein „Maximum gebracht wird. Desshalb ist auch der Galle und auch „dem Bauchspeichel die Fähigkeit verliehen, das Fett zu zerstäuben, „d. h. zu emulsioniren. **Das ist der Sinn der Emulsionirung!**

„Die zweite Gruppe von Thatsachen besteht nun darin, dass die „durch die Enzyme entstandenen fetten Säuren die Carbonate des „Bauchspeichels und Darmsaftes und, was viel bedeutungsvoller ist, „auch die Glykocholate und Taurocholate der Galle zerlegen und „Seifen, also in Wasser lösliche Körper, bilden.

„Hieran reiht sich eine dritte Gruppe hochwichtiger Thatsachen. „Bereits Strecker³⁾ hat in seiner berühmten Arbeit über die Galle „die Entdeckung gemacht, dass die Taurocholsäure nicht bloss eine „lösende Wirkung auf Glykocholsäure und Cholestearin, sondern auch

1) Centralblatt für Physiologie S. 121.

2) Dieses Archiv Bd. 80 S. 133.

3) Liebig's Annalen Bd. 65 S. 29. 1848.

„auf **Fettsäuren** und **Fette** ausübe. Sobald also durch die im Darm „freigewordenen **Fettsäuren** die **Taurocholsäure** in Freiheit gesetzt ist, „wirkt sie **lösend** auf die in **Wasser** sonst **unlöslichen Fettsäuren**. „Schon **Marcet**¹⁾ fand, dass **Fettsäuren** aus **Hammeltalg** sich in „**Hammelgalle** lösen, wenn sie durch **Erwärmen** flüssig geworden „sind. Bei **Abkühlung** scheiden sich die **Fettsäuren** wieder aus. Weil „die **Fettsäuren** aus der **Galle** die **Gallensäuren** in Freiheit setzen, „wird die **Flüssigkeit** stark **sauer**. Durch **quantitative Bestimmungen** „haben nun **Moore** und **Rockwood**²⁾ bewiesen, dass die **lösende** „**Kraft** der **Taurocholsäure** für **Fettsäure** recht beträchtlich ist.

„Eine vierte Gruppe von Thatsachen fügten aber unserer Kennt- „niss die beiden englischen Forscher dadurch hinzu, dass nach ihrer „Entdeckung in der **Galle** noch andere, nicht näher bekannte Stoffe „enthalten sind, welche eine viel stärker lösende Wirkung auf **Fett-** „säuren ausüben als die **Gallensäuren**.

„Warum nun, frage ich, macht die **Natur** aus dem in **Wasser** „unlöslichen **Fett** vor der **Resorption** die in **Wasser** lösliche **Seife** und „das in **Wasser** lösliche **Glycerin**? Warum schafft sie für die in „**Wasser** unlöslichen **fetten Säuren**, die wegen **Mangels** an **Alkali** nicht „in **wasserlösliche Seifen** übergeführt werden können, die **Taurochol-** „säure, welche die **fetten Säuren** in **Wasser** löslich macht, und warum, „da die **Taurocholsäure** hierzu nicht ausreicht, noch andere Stoffe, „welche das gleiche Ziel verfolgen? Es gibt hierauf keine andere „Antwort, als dass das **Fett** als solches die **Darmwand** nicht durch- „dringen kann und dies erst vermag, nachdem es in **Körper** über- „geführt ist, die in **Wasser** löslich sind. **Strecker's** Angabe, dass „**Neutralfett** in **Taurocholsäure** löslich sei, hat sich nicht bestätigt; „weder die gewöhnliche noch angesäuerte **Galle** scheint diese Fähig- „keit zu haben. Merkwürdig genug, dass die **Natur** hier auf so ver- „schlungenen Wegen vorgegangen ist, statt ein **Lösungsmittel** für das „**Neutralfett** selbst zu schaffen.

„Diese Betrachtungen führen zu dem Schluss, dass **alles Fett** „aus der **Darmhöhle** nur in gelöster Form resorbirt werden kann.“

Ferner noch S. 137:

„Man kann mit **Immanuel Munk** und gleichem Rechte be- „weisen, dass der **Rohrzucker** von den **Epithelzellen** des **Darmes** in

1) Proc. Roy. Soc. vol. 9 p. 306. 1858.

2) Journal of Physiology vol. 21 p. 58.

„fester Form resorbirt wird, weil sein Schmelzpunkt noch weit höher
 „als der der festen Fettsäuren liegt. Der Schmelzpunkt des Rohr-
 „zuckers ist aber ganz bedeutungslos für dessen Resorption, weil ein
 „Lösungsmittel — das Wasser — da ist, welches ihn resorptionsfähig
 „macht. So ist der Schmelzpunkt der festen Fettsäuren ganz gleich-
 „gültig für deren Resorption, weil auch hier ein Lösungsmittel — das
 „mit Galle und Bauchspeichel gemischte Wasser — da ist, welches
 „sie resorptionsfähig macht. Wir wissen ja, dass nach Strecker
 „die Taurocholsäure, dass nach Marcet sowie nach Moore und
 „Rockwood die Galle die festen Fettsäuren in erheblichem Maasse
 „zu lösen vermag.“

Trotz dieser ausführlichen Erörterungen, die gar keinen Zweifel lassen, dass nach meiner Ansicht das Fett nicht bloss als Seife, sondern auch als Fettsäure und Glycerin resorbirt wird, schreibt Immanuel Munk, dass nach Pflüger das Fett „ausschliesslich in der Form der Seife“ resorbirt werde.

Ueberall, wo es im Streite für I. Munk passt, macht er diese Voraussetzung, dass nach meiner Ansicht das Fett „nur in der Form der Seife“ resorbirt werde. Er weiss ganz gut, dass sein Bericht über mich falsch ist. Denn in einer anderen Nummer des Centralblatt¹⁾ gibt er an, dass die Pflüger'sche Auffassung „alles Fett, das zur Resorption gelangt, spalten und in Form von „Seife (zum kleineren Theil als freie Fettsäure) aus der Darmhöhle „in das Zottenepithel treten lässt“.

Dieser in Klammer beigefügte Zusatz („zum kleineren Theil als freie Fettsäure“) beweist, dass Immanuel Munk wissentlich falsche Aussagen über mich vorbringt, um sich den Kampf gegen mich zu erleichtern. — Aber sogar dieser in Klammer so beiläufig wohl zur Rückendeckung gebrachte Zusatz ist wieder durchaus **wahrheitswidrig**. An keiner Stelle habe ich gesagt, dass der „kleinere Theil“ der Fettsäuren als freie Säuren, der grössere Theil als Seifen resorbirt würde. Aus meiner ganzen Darstellung folgt, dass ich darüber überhaupt keine Bestimmungen machen konnte und wollte. Ich habe Erklärungen gegeben, die es begreiflich machen würden, dass unter einer erlaubten Voraussetzung die Gesamtmasse der Fettsäuren als freie Fettsäuren und nicht als Seifen, ebenso dass dieselbe Gesamtmasse als Seifen und nicht als freie Fettsäuren re-

1) Immanuel Munk, Centralblatt für Physiologie 1900 S. 154.

sorbirt werden könnten. Meine Voraussetzung fusst auf der Thatsache, dass die von der Epithelzelle aufgenommene Seife, weil sie in Neutralfett sofort übergeht, ihr ganzes Alkali abstossen muss, welches frei geworden von der Zelle in die Darmhöhle zurücktritt. Aehnlich kann es mit den freien Fettsäuren sich verhalten, welche vielleicht lockere chemische Verbindungen mit der Taurocholsäure oder anderen Gallenbestandtheilen bilden.

Wer gute Gründe für seine Sache hat, braucht im wissenschaftlichen Streite solche Mittel nicht, deren Immanuel Munk sich hier gegen mich bedient hat. Wahr ist allerdings, dass I. Munk seine unwahren Aussagen über mich mit solcher Bestimmtheit vorbringt, dass der Leser unmöglich an eine ihm vorgeführte dreiste Fälschung glauben kann. Sie mag desshalb I. Munk zuweilen nützen.

§ 2. Die mikroskopische Prüfung der Epithelzellen des Dünndarms, während sie Fett resorbiren.

Als ersten und gewichtigsten Grund dafür, dass das Fett nur in Lösung, nicht als ungelöstes Tröpfchen (als Emulsion) resorbirt wird, habe ich angegeben, dass Niemand jemals den Uebergang des kleinsten ungelösten Stäubchens bei der mikroskopischen Untersuchung der Resorption habe beobachten können. Immanuel Munk muss dies zugeben mit dem Beisatz, dass er sich selbst durch besondere Versuche von der Richtigkeit dieser Thatsache überzeugt habe (a. a. O. S. 122).

Das Gewicht dieser Thatsachen sucht Immanuel Munk aber durch die Behauptung zu entkräften, dass die Fetttröpfchen eine Ausnahmestellung einnehmen, die, wie er sich vorstellt, in einer besonderen mechanischen und chemischen Affinität des Fettes zu der resorbirenden Zelle bestehen soll. Wenn man diese Ausflucht auch zugeben wollte, so würde das ungelöste Fetttröpfchen doch sichtbar bleiben müssen, wenn man unter dem Mikroskop seinen Eintritt in die Epithelzelle des Dünndarms verfolgt.

In meiner Abhandlung, gegen welche I. Munk kämpft, habe ich mich mit Rücksicht auf diesen hochwichtigen Punkt auf Grund sehr vieler eigener Untersuchungen folgendermaassen ausgesprochen ¹⁾:

1) Dieses Archiv Bd. 80 S. 132.

„Eine zweite, noch wichtigere Thatsache, von der ich mich un-
 „endlich oft überzeugt habe, indem ich die lebendigen, in Fettresorption
 „begriffenen Zotten des Hundes und des Frosches unter dem Mikroskop
 „beobachtete, ist folgende: Da, wo die Epithelzelle des Dünndarms
 „vom Speisebrei und der darin befindlichen Fettemulsion bespült
 „wird, sieht sie wie das Ende eines durchsichtigen Glasstabes aus;
 „keine Spur von Fettstäubchen oder Tröpfchen findet sich in diesem
 „von dem Darminhalt umspülten Theil der Zelle, während im tieferen
 „Theile der Zelle eine reichliche Fettemulsion vorhanden ist. Es
 „sieht so aus, als ginge das Fett in Lösung durch die gestreifte
 „Membran der Cylinderzelle und schlug sich dann wieder nieder.“

Um das Gewicht meiner Beobachtung der Abwesenheit einer Emulsion in dem gestreiften oder auch homogenen, oft dicken Saum der resorbirenden Epithelzellen abzuschwächen, behauptet I. Munk¹⁾:

„Zudem haben andere Untersucher, zu denen z. B. Heidenhain
 „und ich selbst gehören, nach reichlicher Fettfütterung z. B. bei
 „Mäusen und Kaninchen ebenfalls in Osmiumpräparaten bereits im
 „basalen Theile der Epithelzellen viele grössere Fetttropfen ge-
 „sehen, so dass das allgemein Zutreffende des Pflüger'schen Be-
 „fundes erst zu erweisen sein dürfte.“

Diese Darlegungen von Immanuel Munk enthalten geradezu die Leugnung einer unzweifelhaften Thatsache, wenn man beachtet, dass wesentlich der „basale Saum“, nicht der „basale Theil“ der Epithelzelle in Betracht kommt. Er gibt ganz genau die 3 Figuren auf Taf. IV von Heidenhain's Arbeit an²⁾, wo die gegen mich zeugenden Thatsachen zu sehen sein sollen; diese Präparate zeugen aber nicht gegen mich, sondern für mich, und zwar mit der grössten Bestimmtheit. Um dem Leser einen klaren Begriff von dem zu geben, worum es sich handelt, will ich drei schematische Zeichnungen der Heidenhain'schen Präparate mittheilen, indem ich von jedem Präparate eine Epithelzelle mit ihrer Eigenthümlichkeit wiedergebe. Es handelt sich um Fig. 35, 36, 37, Taf. IV.

Die cylindrische Zelle (Fig. 35) ist auf der Seite, welche frei, d. h. der Darmhöhle zugekehrt, durch die gestreifte dicke Membran *M* verschlossen, in der keine Spur von Fetttropfchen zu sehen ist. Auch im Protoplasma erscheinen nur 2 grössere, durch Osmiumsäure

1) Centralblatt 1900 S. 123.

2) Dieses Archiv Bd. 43, Suppl. S. 88—93. Taf. IV Fig. 35, 36, 37.

gefärbte Fetttropfen. In diesem Präparat sind die Streifen in Membran *M* kaum zu sehen.

Fig. 37 zeigt Vacuolen des Protoplasmas, weil die Fetttropfen durch Alkohol aus dem Protoplasma ausgezogen sind. In der gestreiften Membran *M*, durch welche die Fettemulsion gehen musste, ist keine Spur einer solchen Vacuole zu sehen.

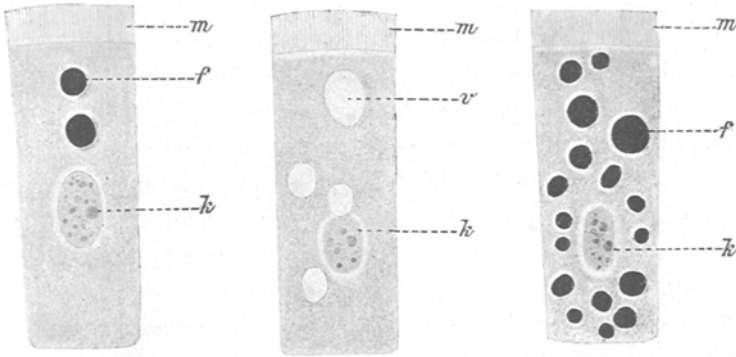


Fig. 35.

Fig. 37.

Fig. 36.

In Fig. 36 beobachtet man eine grössere Zahl von Fetttropfen (*f f f*) im Protoplasma der Epithelzelle. *K* ist der Zellkern. Die resorbierende gestreifte Membran *M* ist absolut frei von jeder Spur eines Tröpfchens. Diese Präparate sind geradezu ausgezeichnete Beweisstücke für die Richtigkeit meines Ausspruches¹⁾. Ich sagte: „Es sieht so aus, als ginge das Fett in Lösung durch „die gestreifte Membran der Cylinderzelle und schlänge „sich dann wieder nieder.“

Die angegebenen Präparate sind darum noch besonders werthvoll, weil sie zur Erzielung der Härtung nicht mit dem fettlösenden Alkohol behandelt sind. Fig. 35 stellt ein mit Osmiumsäure und Carmin, Fig. 36 mit Pikrin-Osmiumsäure und Alauncarmin, Fig. 37 wahrscheinlich ein ebenso dargestelltes Präparat dar²⁾.

Immanuel Munk beruft sich nun, wie ich bereits erwähnt habe, auf die ausserordentliche Kleinheit der Fetttröpfchen, um begreiflich zu machen, dass sie leichter als irgend ein anderes Stäubchen in die Epithelzellen übergehen. Ich habe mir selbst die Frage vorgelegt, ob die ausserordentliche Feinheit derselben die Ursache sei, wesshalb man sie nicht sehen kann, während sie die gestreifte Schicht der Cylinderzelle durchwandern.

1) Dieses Archiv Bd. 80 S. 132.

2) J. Heidenhain, Dieses Archiv Bd. 43 S. 103.

Es ist deshalb wichtig, zu betonen, dass im Darmcanal keine besonders feine Emulsion vorhanden ist, wie sie doch im Chylus vorkommt. Heidenhain¹⁾ spricht sich darüber folgendermaassen aus:

„Brücke denkt vorzugsweise an eine Begünstigung der Emulgirung der Fette durch die Galle. Von anderen Seiten ist freilich bestritten worden, dass eine solche überhaupt zu Stande komme: Cash konnte einerseits aus dem Darminhalt von Hunden keine Emulsion durch Centrifugirung gewinnen, anderenfalls fand er den Darminhalt sauer, womit das Bestehen einer Emulsion unvereinbar sei. Aber dass der nach Fettfütterung rahmähnliche Ueberzug der Schleimhaut Fetttropfchen mikroskopischen Ausmaasses einschliesst, ist leicht zu beobachten. Ebenso sicher ist es, dass die staubartige Vertheilung der Fette bis zu unmessbar feinen Tröpfchen, wie sie der Chylus darbietet, nicht in dem Darme, nicht in dem Epithel oder Zottenparenchym, sondern erst beim Uebertritt in das Chylusgefäss zu Stande kommt. Wenn also Cash diese feinste Emulsion im Auge hat, muss ich ihm beistimmen.“

Es ist also keine Berechtigung zu der Behauptung vorhanden, dass man die Fetttropfchen ihrer Kleinheit halber nicht sehen könne.

Nachdem ich gezeigt habe, dass Immanuel Munk sich auf Präparate Heidenhain's beruft, die beweisen sollen, dass die Fetttropfchen als solche in die resorbirende Cylinderzelle vordringen, obwohl gerade das Umgekehrte zu sehen ist, ist es gewiss, dass seine Berufung auf eigene mikroskopische Beobachtungen keinen Werth hat.

Nach Immanuel Munk soll noch Niemand ausser mir mit gleicher Bestimmtheit sich dafür ausgesprochen haben, dass der Uebergang von Fetttropfchen durch die Membran der resorbirenden Epithelzelle nicht zu sehen sei. Diese Frage ist von der grössten Bedeutung, weil es sich darum handelt, ob man sich über Thatsachen den Kopf zerbrechen soll, die gar nicht existiren. Ich gebe deshalb eine Auslese der Beobachtungen derjenigen Forscher, welche diese Verhältnisse eingehend geprüft haben, weil sie Immanuel Munk offenbar unbekannt geblieben sind.

Es seien zuerst die vor fast einem halben Jahrhundert angestellten Forschungen von Otto Funke und F. Donders hervorgehoben.

Otto Funke, welcher bekanntlich etwa gleichzeitig mit Kölliker die feine Streifung in der resorbirenden Membran der Cylinderzelle entdeckte und für Porencanäle hielt, hebt hervor, dass

1) Dieses Archiv Bd. 43 S. 88.

noch von Niemand mit Sicherheit das Fett auf seinem Wege durch die fraglichen Porencanälchen beobachtet worden ist¹⁾).

„Schon 1852 richtete Donders²⁾ seine besondere Aufmerksamkeit darauf, ob in dem dicken Saume der Epithelialzelle ebenfalls feine Fettkügelchen zusehen wären, und die „negativen desfallsigen Resultate machte er als einen „Beweis gegen Brücke's Meinung geltend (Nederl. Lancet „1852. 548). Auch jetzt hat er wiederum vergeblich „gesucht. — — — Donders sagt: „Solange diese“ (nämlich die Fettkügelchen in dem verdickten Saum der Cylinderzelle) „nicht „gesehen worden sind, kann man nur mit Donders (Die Nahrungs- „mittel, 1853) sagen: dass das Fett durch eine fast grenzenlos sich „fortsetzende Vertheilung, wobei die Theilchen sich dem Mikroskop „entziehen und in einer nebelartigen Trübung sich verbergen, ge- „schickt gemacht wird, durch die organischen Poren der Zellmembran „zu dringen“³⁾).

In einer unter Grünhagen's Leitung 1879 ausgeführten bemerkenswerthen Untersuchung von Alfred Will³⁾ wird hervorgehoben:

„Es muss ferner auffallen, dass es bei den vielen Untersuchungen „der Darmepithelien nie mit Sicherheit gelungen ist, „zu sehen, wie die Fetttröpfchen in die Zelle hinein- „kommen, sondern dass dieselben nur immer mitten in „der Zelle in einiger Entfernung und unterhalb vom „Basalsaum angehäuft gefunden werden.“

Wenn also I. Munk ganz mit Unrecht mir die Ehre der Priorität zuweist, so muss ich doch noch hervorheben, dass schon in meinem Aufsatz, den er bekämpft, folgende Stelle⁴⁾ vorkommt, die ihn widerlegt:

„In sehr eingehender Art ist diese wichtige Frage von „L. Krehl unter R. Altmann's Leitung durch mikroskopische „Untersuchung von gehärteten Zottenquerschnitten untersucht worden, „und zwar mit demselben Ergebniss, das auch ich erhielt. Ich halte

1) Otto Funke, Lehrbuch der Physiologie Bd. 1 S. 340 (1860) und Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. 7 S. 315.

2) Donders, Physiologie des Menschen S. 313, 314. 1856.

3) Dieses Archiv Bd. 20 S. 256.

4) Dieses Archiv Bd. 80 S. 132.

„diese Arbeit aber nicht für beweisend, weil Altmann's Methode „Alkohol zur Härtung benutzt, der sicher die **allerfeinsten Fettstäubchen löst**. Ich habe nur die lebendige Zotte betrachtet oder „frische Epithelzellen in Fettresorption, die ich durch Zerzupfen mit „Osmiumsäure isolirt hatte. — In neuester Zeit (1897) haben „B. Moore und D. B. Rockwood mit besonderem Nachdruck hervorgehoben, was wohl nicht allgemein zugegeben werden wird, dass „noch Niemand ein Fettstäubchen durch die gestreifte „Membran der Epithelzelle des Darms habe hindurchgehen sehen. Ich ziehe daraus den Schluss, dass die beiden „Forscher diesen Punkt auch besonders geprüft haben. Auch diese „Forscher sind der Ansicht, dass das Fett in Lösung ist, während es „aus dem Darm in die Epithelzelle eindringt. Auch ich glaube: Das ist wirklich so!“

Es ist vielleicht zweckmässig, wenn ich daran erinnere, dass meine eigenen Untersuchungen, welche den Durchtritt von Fetttröpfchen durch die gestreifte Membran der absorbirenden Cylinderzelle betreffen, keineswegs beiläufige waren. An Hunden und Fröschen, die in Fettresorption begriffen waren, untersuchte ich die aus dem soeben getödteten Thiere entnommenen Darmzotten unter dem Mikroskope, indem ich dieselben von dem natürlichen Speisebrei umspült sein und dann plötzlich Galle hinzufliessen liess. Ich glaube dann jedesmal eine eigenthümliche Streckung der Cylinderepithelien, keineswegs aber ein Eindringen von Fetttröpfchen in den streifigen Saum der resorbirenden Zellen wahrgenommen zu haben. Sehr viele derartige Versuche habe ich unter verschiedenen Bedingungen angestellt und hatte dabei immerfort zahllose Epithelzellen im Profil zur Ansicht, ohne dass ich jemals den Basalsaum anders als glashell ohne Spur von Fetttröpfchen sah, wenn auch die Zelle selbst durch dichten Fettstaub schwarz erschien.

Ich habe in der Literatur nur eine Stelle gefunden, die I. Munk für seine Auffassung geltend machen könnte. Kölliker¹⁾ behauptet, dass von ihm, „freilich in seltenen Fällen“, Fettmoleküle der feinsten Art in der „porösen dicken Basalmembran“ beobachtet worden seien. Hieraus folgt, dass auch Kölliker in der überwiegend grössten Zahl der Fälle während der Fettresorption in der „dicken Basalmembran“ der resorbirenden Cylinderzelle keine

1) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre S. 447. 1863.

Fetttröpfchen sehen konnte, obwohl er sie zu sehen wünschte, um den Beweis für seine Deutung der Streifen der „Basalmembran“ zu erbringen, die er für Porencanäle hielt. Eine nur ausnahmsweise auftretende Erscheinung kann nicht maassgebend sein, um so weniger, als bei so zarten Verhältnissen eine Täuschung leicht möglich und bei der Herstellung der Präparate durch mechanische Verletzung ein Fetttröpfchen in die weiche Basalmembran hineingedrückt werden könnte.

Wenn Immanuel Munk also behauptet, dass ausser mir noch Niemand mit solcher Bestimmtheit das Freibleiben der resorbirenden gestreiften Membran der Cylinderzelle hervorgehoben hätte, so ist dies nur der Beweis seiner Unkenntniss der Literatur. Wir dürfen vielmehr sagen, dass alle Diejenigen — und es handelt sich um ganz hervorragende Forscher —, welche sich eingehend mit der mikroskopischen Untersuchung der das Fett resorbirenden Cylinderzelle beschäftigt haben, einstimmig berichten, dass das Fett während seines Durchganges durch die gestreifte dicke Membran derselben nicht zu sehen ist. Man könnte mit Donders annehmen, dass die Fettstäubchen von einer Kleinheit wären, die dem Mikroskope entgeht. Das widerspricht aber der Thatsache, dass die Fetttröpfchen der in der Darmhöhle vorhandenen Fettemulsion an Grösse bei Weitem die im Chylus enthaltenen übertreffen, welche letzteren doch auch noch sichtbar sind.

Die Voraussetzung, dass das Fett als Emulsion, d. h. als Tröpfchen in die Epithelzelle eindringt, ist also ein der thatsächlichen Beobachtung widersprechendes Phantasiegebilde, dessen innere Unwahrscheinlichkeit oder Unmöglichkeit zu den gewagtesten Annahmen zwang. Dieses Phantasiegebilde länger festzuhalten hat aber heute alle Rechtfertigung verloren, weil wir im Stande sind, alle beobachteten Thatsachen ohne Voraussetzung des Phantasiegebildes befriedigend zu erklären.

§ 3. Ueber einige gegen die Resorption emulgirter Fette beigebrachte Gründe.

Es gibt noch einige Thatsachen, welche zur Stütze und zum Beweise der von mir hier vertretenen Ansicht herangezogen worden sind. Gerade weil ich die Beweiskraft dieser Thatsachen nicht anerkenne, will ich sie besprechen, um zu der Klärung dieses Gebietes beizutragen.

Vor Allem ist auf die bereits von verschiedenen Seiten hervorgehobene Beobachtung aufmerksam zu machen, dass Fettresorption auch stattfinden kann, ohne dass eine Emulsion des Fettes vor der Resorption stattgefunden hat. Während die Chylusgefässe die normale weisse Fettemulsion darboten, war in dem Darne keine Fettemulsion vorhanden. Derartige Versuche sind von C. Ludwig und Th. Cash¹⁾ 1880 veröffentlicht worden. Der Dünndarminhalt reagirte sauer, und in dem centrifugirten, mit Wasser verdünnten Inhalt des Dünndarms war keine Fettemulsion vorhanden. Zur Rettung der Theorie hat man die Annahme gemacht, dass durch den alkalischen Darmschleim, an der Oberfläche der Schleimhaut doch eine Emulsion zu Stande gekommen sei. Es fehlt in der Arbeit von Cash der sichere Nachweis der Abwesenheit der Emulsion, weil er versäumt hat, den mit Wasser nicht verdünnten Speisebrei des Dünndarms unter dem Mikroskope zu untersuchen. — Wäre hierbei die Abwesenheit der Emulsion festgestellt worden, so würde der Versuch doch nichts beweisen, weil das in dem Chylus vorhandene Fett aus resorbirten Seifen und Fettsäuren erklärbar ist. Man kann ferner behaupten, dass wegen der bei diesem Versuch ins Werk gesetzten abnormen Ernährungsart des Hundes mit Stärke und Fett thatsächlich nur diejenige Fettmenge aufgenommen worden ist, die immer in wasserlöslicher Form übergeht, während die unter normalen Verhältnissen auch vorhandene Resorption emulgirten Fettes diesmal unterblieb, so dass vielleicht auch im Koth noch ein grosser Theil des gefütterten Fettes hätte nachgewiesen werden können, wenn darnach gesucht worden wäre, was leider nicht geschehen ist. —

Wenn also der Versuch von Cash nicht vollkommen beweisend ist, so werden wir in der Folge doch noch mehr Beobachtungen kennen lernen, welche bezeugen, dass auch ohne Emulgirung Fett resorbirt werden kann, ohne dass man zu jenen Einwänden berechtigt wäre.

An diese Thatsachen schliesst sich ein sinnreicher Versuch an, der von Dr. Wilhelm Connstein herrührt. Dieser Forscher²⁾ fütterte Hunde mit Lanolin, d. h. einem Fett, welches von dem gewöhnlichen Fett sich dadurch unterscheidet, dass es durch

1) Archiv von du Bois-Reymond 1880 S. 327 und 328.

2) Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abth. 1899 S. 30. — Ferner die Medicinische Woche. Jahrg. 1900 Nr. 15.

Alkalien und Fermente sehr schwer gespalten wird, während es ebenfalls die Fähigkeit besitzt, Emulsionen zu bilden. Das Lanolin¹⁾ ist ein Gemenge verschiedener Fette, in denen statt des Glycerylalkohols der gewöhnlichen Fette Cholesterin und Isocholesterin enthalten sind, neben fetten Säuren von sehr hohem Molekulargewicht. Es ergab sich, dass der Hund das Lanolin nicht resorbirte, sondern fast ganz durch den Koth entleerte²⁾. I. Munk³⁾ war schon früher (1888) zu dem Ergebniss gelangt, dass die Resorption des Lanolins gleich Null zu setzen sei. Franz Volhard⁴⁾ hat nun den Einwand erhoben, dass Lanolin entgegen der Behauptung Connstein's kein leicht emulgirbares, sondern ein äusserst schwer oder gar nicht emulgirbares Fett darstelle. Connstein⁵⁾ erwidert darauf, dass das Lanolin geradezu ein „classisches Beispiel für eine Emulsion“ liefere.

Da Connstein angibt, dass das von ihm gefütterte Lanolin bei 40 bis 42° C. schmolz, während I. Munk⁶⁾ bei seinen Versuchen Lanolin anwandte, dessen Schmelzpunkt bei 56° C. lag, so muss man schliessen, dass das im Handel vorkommende Fettgemenge, welches Lanolin genannt wird, eine sehr verschiedene Zusammensetzung haben könne, die vielleicht die Ursache der Widersprüche ist, welche zwischen Connstein und Volhard bestehen. Connstein hätte zweckmässig den Inhalt des Dünndarmes mikroskopisch untersuchen sollen, um sich von der Gegenwart der Emulsion sicher zu überzeugen. Ich habe unseren ausgezeichneten Apotheker Herrn Dr. Max Scholl (Löwen-Apotheke) gebeten, für mich eine Lanolin-Emulsion herzustellen. Er bereitete eine solche mit Gummischleim, in dem das Lanolin eine feine Vertheilung darbot; doch stiegen die Lanolintheilchen ziemlich schnell auf die Oberfläche. Herr Dr. Scholl berichtete, dass seines Erachtens von einer echten Emulsion keine Rede sein könne.

Ohne Nachuntersuchung mit dem von Connstein gefütterten Lanolinpräparat lässt sich also kein Urtheil gewinnen.

Wenn das Lanolin durch die Enzyme des Magens und Darmes

1) Anschütz, Organ. Chemie Bd. 1 S. 669. 1900.

2) Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abth. 1899 S. 30.

3) Therapeut. Monatshefte 1888. März. — Centralbl. f. med. Wiss. Nr. 41.

4) Münchener medicin. Wochenschrift Nr. 5 u. 6. 1900.

5) Die medicinische Woche. Jahrg. 1900 S. 138.

6) Therapeut. Monatshefte 1889.

nicht spaltbar ist, so fällt natürlich der Theil der Fettaufnahme, der auf der Resorption in Wasser löslicher Stoffe besteht, fort. Ist das Lanolin unfähig, emulgirt zu werden, so ist selbstverständlich von der Resorption auch derjenige Theil des Fettes ausgeschlossen, der als Emulsion von den Epithelzellen des Darmes aufgenommen wird. Da aber Fett resorbirt wird, ohne emulgirt zu sein, bleibt Connstein's Versuch doch wichtig.

Es wird zweckmässig sein, an dieser Stelle noch die berühmten Versuche zu besprechen, die Otto Funke¹⁾ angestellt und 1855 veröffentlicht hat. Nachdem er gezeigt hatte, dass keinerlei feste Stäubchen jemals in die resorbirenden Epithelzellen eindringen, welche nur Stoffe aufnehmen, die sich in flüssigem Aggregatzustande befinden, versuchte er gegen Brücke zu zeigen, „dass „die Resorption des Fettes, wie die jeder anderen Flüssigkeit, nur „auf endosmotischem Wege vor sich geht, dass die Zellen, durch „welche sein Weg geht, nicht offen, sondern, wie jede thierische „Zelle, mit einer Membran, welche für feste Körper undurchgängig „ist, geschlossen sind“²⁾.

Wie Funke sich dies denkt, erhellt deutlicher aus folgender Stelle:

„Ich habe mir immer vorgestellt, dass das Fett im Darm als „flüssiger Körper resorbirt werde, dass die Tröpfchen, in welche es „durch die Darmsecrete emulsirt wird, ohne Schwierigkeit, wie die einer „anderen Flüssigkeit, einer unendlich feinen Vertheilung fähig seien „und diese Vertheilung daher jedes Mal so weit gehe, dass die Partikelchen durch die hypothetischen Poren einer Membran wie die „anderen Flüssigkeiten hindurchwandern könnten. Die Hypothese „von Schmidt und Wistinghausen schienen mir auf genügende „Weise die Ueberwindung des Widerstandes, welchen das die „Zellmembran durchdringende Wasser dem Eindringen der Fett- „partikelchen entgegensetzt, zu erklären.“³⁾

Die von ihm vorausgesetzte „unendlich feine“ Vertheilung der Fetttröpfchen in wässriger Flüssigkeit ist eigentlich eine Lösung, und Lösungen können sogar Molecül-Aggregate enthalten. Da er aber von dem Widerstande spricht, den das Wasser den endosmotisch in

1) Otto Funke, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie Bd. 7 S. 315. 1855.

2) Otto Funke, a. a. O. S. 321.

3) Otto Funke, a. a. O. S. 316.

den Membranporen vordringenden Fetttheilchen entgegensetzt, denkt Funke sich doch nur, dass eine „unendlich feine“, d. h. mit dem Mikroskop nicht mehr wahrnehmbare Fettemulsion die Membran der resorbirenden Cylinderzelle durchdringen könne. Im Widerspruch mit Funke's Vorstellung steht, dass im Darne eine in's unendlich Feine vorschreitende Emulsion niemals gesehen worden ist.

Seinen Hauptversuch beschreibt Funke nun mit folgenden Worten:

„Brachte ich,“ sagt er, „Oel oder leicht schmelzbares Fett in „Emulsion in abgebundene Darmschlingen, so fand ich nach Verlauf „einer oder mehrerer Stunden das Epithel in gewöhnlicher Weise „mit Fett erfüllt. Brachte ich dagegen ein bei der Temperatur des „Körpers nicht flüssiges Fett in so feine Vertheilung, daß die Mehr- „zahl der Partikelchen nicht über $\frac{1}{3}$ des Durchmessers der Zellen „maassen, in eine ebensolche Schlinge, so fand ich in den Zellen „nach Verlauf derselben Zeit nicht ein einziges Fettkügelchen. Ich „habe diese Versuche theils mit möglichst reinem Stearin, dessen „Schmelzpunkt bei 61° C. lag, theils mit Wachs, welches ich durch „Schütteln im geschmolzenen Zustande mit Gummilösung bis zum „Erkalten so fein vertheilte, angestellt.“¹⁾

Funke gibt in der Originalabhandlung ausdrücklich an, dass er sich durch die mikroskopische Untersuchung davon überzeugt habe, dass die von ihm künstlich hergestellte Wachs- und Stearin-emulsion „eine mehr als hinreichend feine Vertheilung des Fettes“ zeigte, dessen Körnchen meist einen Durchmesser von 0,001 bis 0,0005" und darunter hatten.

Die Wichtigkeit des Versuches von Funke liegt nun darin, dass erstens so kleine Fettstäubchen von den Epithelzellen nicht resorbirt werden, was der Fall sein müsste, wenn das Protoplasma, wie Einige wollten, durch ausgestreckte Fortsätze, feste Theilchen in die Zelle hereinziehen könnte, ähnlich wie das ja bei den amöboiden weissen Blutkörperchen gesehen worden ist.

Funke's Versuch ist aber zweitens so bedeutungsvoll, weil Alfred Will und Grünhagen in überzeugender Weise bewiesen haben, dass chemisch reine Palmitinsäure, obwohl sie, wie das Stearin, auch erst bei 62° C. schmilzt, dennoch in ausgezeichneter

1) O. Funke, Lehrbuch der Physiologie Bd. 1 S. 339. 1860. — Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie Bd. 7 S. 323.

Weise resorbirt wird, obwohl die Palmitinsäure noch nicht einmal in Emulsion gebracht war. Funke's und Will's Versuche ergänzen sich und zeigen, daß die Palmitinsäure resorbirt wurde, offenbar, weil sie in Lösung ging in Folge von Seifenbildung, und dass das feste Stearin nicht resorbirt wurde, offenbar, weil das Steapsin keine Zerlegung in Stearinsäure und Glycerin bewirken konnte. Denn wäre Stearinsäure entstanden, hätte Resorption eintreten müssen. **Steapsin kann also nur flüssiges Fett zerlegen.** Von Spuren wird hier abgesehen.

Die Emulsion von Stearin wird folglich desshalb nicht resorbirt, weil es nicht gespalten wird. Wenn Diejenigen Recht haben, welche die Streifen in der resorbirenden Membran der Cylinderzelle für Porencanäle halten, durch welche die Fettemulsion eintritt, könnte man sich vorstellen, dass ein sehr kleines flüssiges Fetttröpfchen die verengerten Stellen der Porencanäle leicht durchsetzt, indem es seine Gestalt in zweckentsprechender Weise ändert, was bei einem festen Kügelchen ausgeschlossen ist. — So gehen Blutkörperchen durch die Poren des Fliesspapieres vermöge ihrer Schmiegsamkeit, während starre, viel kleinere Körperchen von denselben Poren zurückgehalten werden.

Wenn also alle diese wichtigen Thatsachen, welche von Cash, Connstein, Funke beigebracht worden sind, auch nicht als strenge Beweise festgehalten werden können, bleibt doch die eine Wahrheit gesichert:

Niemals ist ein Fetttröpfchen auf seinem Wege aus der Darmhöhle in die Cylinderzelle in der dicken, glashellen resorbirenden Membran derselben gesehen worden.

Immanuel Munk¹⁾ zieht gegen diesen Satz noch durch folgende Erörterung zu Felde:

„Pflüger's Beobachtung, die in dieser Bestimmtheit von „keinem der zahlreichen Forscher über Fettresorption verzeichnet „wird, beweist nur, dass die Fette gelöst sind, nicht aber, dass dies „nur in Form von Seifen geschieht; vielmehr könnten auch Fette und „Fettsäuren aus der Fettemulsion des Chymus durch fettanziehende „und fettlösende Stoffe der Zottenepithelien in gelöster Form hinein-

1) Centralblatt 1900 S. 123.

„befördert werden. Gegenwart von Seifen oder freien Fettsäuren „unterstützt den Eintritt wesentlich.“

Um zu beweisen, dass Fetttröpfchen die resorbirende Membran der Cylinderzelle durchsetzen, also im **ungelösten** Zustande aufgesogen werden, behauptet Immanuel Munk, dass die Unsichtbarkeit dieser Fetttröpfchen dadurch bedingt sei, dass sie im gelösten Zustande die resorbirende Membran durchsetzen. Mit anderen Worten: Die Fetttröpfchen sind nach Munk ungelöst, weil sie gelöst sind. Dabei belehrt er mich, dass ich mit Unrecht bei der Lösung nur Seifen voraussetze, während doch auch Fettsäuren und Fette durch lösende Stoffe zur Resorption gebracht werden könnten. Das Alles habe ich ja gerade so behauptet; er muss meine Abhandlung sehr oberflächlich gelesen haben. Nur für das Fett als solches wagte ich den Uebergang in gelöster Form nicht zu behaupten, weil keine Lösungsmittel von irgendwelchem Belang bekannt sind. Dass kleine Mengen von Fett in Seifen, ja sogar in Wasser löslich sind, ist oft genug behauptet worden, ja theilweise sogar richtig. Es handelt sich hier aber darum, ob das Fett in ungelöster Form, als Emulsion, nicht ob es vielleicht in kleinen Mengen auch gelöst resorbirt wird.

§ 4. Widerlegung von **I. Munk's** Satz, dass die Fettsäuren und Seifen denselben Nährwerth wie die Fette haben, aus denen sie dargestellt sind. Zurückweisung der unberechtigten Prioritätsansprüche dieses Forschers.

Ich habe in meiner Abhandlung, allerdings in möglichster Kürze, gezeigt, dass alle bekannten Thatsachen genügen, um zu verstehen, wie das Fett bzw. seine Spaltungsproducte nur in gelöster Form resorbirt werden. Dass Immanuel Munk dies zugeben muss, geht aus folgender Stelle seiner gegen mich gerichteten Abhandlung hervor:

„Somit können meine und Frank's Versuche nur eine Stütze „dafür bieten, dass die Fettspaltung im Hundedarm ausgiebig erfolgt, „sicherlich aber nicht den entscheidenden Beweis, dass, wie Pflüger „will, alles Fett im Darne gespalten wird, vollends „nicht, dass dies Nämliche für Glycerinester zutrifft, „wenn auch die Möglichkeit eines solchen Vorganges „nicht in Abrede gestellt werden soll.

„Dass selbst eine beträchtliche Fettspaltung mit dem thierischen „Haushalt verträglich wäre, dafür spricht die, wie dort nicht an- „gegeben, gleichfalls von mir zuerst gefundene und dann von „v. Walther, Frank u. A. bestätigte Thatsache, dass, wenn man „anstatt der Fette die entsprechende Menge von Fettsäuren oder „Seifen füttert, dies für die Ernährung annähernd denselben „Werth hat wie Zufuhr von Neutralfett.“

Ich bin mit I. Munk einverstanden, dass diese Thatsachen für meine Auffassung in Betracht kommen. Keineswegs kann ich aber zugeben, dass I. Munk der Entdecker derselben ist. Auf diesem ganzen Gebiete der Fettphysiologie kommt ihm kein neuer Gedanke und keine neue wichtige Thatsache zu, obwohl er stets seine Untersuchungen so darstellt, als ob mit ihnen ein neuer Stern aufgegangen sei, während es sich immer nur um gewöhnlich fehlerhafte, zuweilen ein wenig modificirte Wiederholungen der Untersuchungen seiner Vorgänger handelt.

Nicht Immanuel Munk, sondern Radziejewski und Kühne, welcher der geistige Urheber der Untersuchung von Radziejewski ist, stellten zuerst fest — schon 1868, als I. Munk erst 16 Jahre alt war —, dass nicht bloss Seifen in ausgezeichnetster Weise resorbirt werden¹⁾, sondern auch sogar zur Fettmästung dienen, und schlossen daraus mit Recht auf die Fähigkeit des thierischen Organismus, neutrales Fett aus zugeführten Fettsäuren wieder aufzubauen. Ja, diese Forscher waren bereits bemüht, ein dem thierischen Körper fremdes Fett, nämlich Erucin, als Mastfett zum Ansatz zu bringen.

Es wird nothwendig und nützlich sein, wenn ich meine Behauptungen beweise.

Das Wesentliche des Versuches von Radziejewski liegt in der Thatsache, dass ein Hund, der durch schlechte Ernährung und Hunger eine ungeheure Gewichtseinbusse erlitten, durch Fütterung mit zur Erhaltung mehr als genügender Menge von Seife, aber ganz unzureichender Mengen von Fleisch eine sehr starke Fettmästung darbot. Weil dieser hochwichtige Versuch²⁾ die verdiente Würdigung

1) Virchow's Archiv Bd. 43 S. 275. 1868, und Virchow's Archiv Bd. 56 S. 214. 1872.

2) Virchow's Archiv Bd. 43 S. 280.

nicht gefunden hat, ebenso wenig wie sein Entdecker, der die leitenden neuen Gedanken in die Wissenschaft einführte, so soll dieser Versuch genauer betrachtet werden.

Vom 1. April 1867 ab fütterte Radziejewski einen Hund von 6649 g mit täglich 300 g Fleisch und Rübölseife. Der Hund nahm wegen schlechter Beschaffenheit der Seife, die Erkrankung erzeugte, an Gewicht ab. Zur Erzielung eines besseren Präparates wurde Rüböl mit Kalilauge verseift und die erhaltene Seife durch ClNa als Natronseife gefällt und gut bis zu neutraler Reaction ausgewaschen. Nachdem dieses gute neutrale Seifenpräparat hergestellt worden war, welches das Thier vertrug, zeigte es sich, dass 300 g Fleisch und Seife zur Deckung des Bedürfnisses nicht genügten. Es wurde desshalb die Seifenzufuhr von 20 g bis 66 g gesteigert (auf Trockensubstanz berechnet). So nahm das Gewicht des Hundes in der Zeit vom 8. Juli bis 30. Juli, also in 22 Tagen, von 4725 auf 5665 g, d. h. um 940 g, zu. Im Ganzen waren in dieser Zeit 914 g Seife verfüttert worden.

Also vom 1. April bis 8. Juli Gewichtsabnahme von
 6649 g auf 4725 g = 1924 g = 28,9 %,
 vom 8. Juli bis 30. Juli Zunahme von
 4725 g auf 5665 g = 940 g = 19,9 %.

Da bei gemischter Nahrung das Eiweiss zuerst oxydirt wird und in diesem Falle die gereichten 300 g Fleisch zur Deckung des Bedürfnisses nicht genügten, so kann die bedeutende hier beobachtete Mästung nicht durch eine Ablagerung von Fleisch bedingt sein. Weil ferner eine Mästung mit Kohlehydrat (Glykogen) 2 % des Körpergewichtes selten erreichen kann, und weil Fettsäuren keine Glykogenbildner sind, bleibt keine andere Annahme, als dass die Mästung durch Ablagerung von Fett erzeugt wurde. Es würden 914 g Seife 940 g Mast entsprechen.

Weil beim Uebergang von Seife in Fett 3 Na = 69 g vertreten werden durch C_3H_5 = 41 g, muss das Fett immer ein etwas geringeres Gewicht haben als die Seife, aus der es hervorging. Zu beachten bleibt, dass in dem gefütterten Fleisch nach Radziejewski bei einem Gehalt von 0,91 % Fett im Ganzen 60 g Fett zugeführt wurden. Der durch dieses Fett und das Fett aus Seife nicht erklärbare Theil der Mast leitet sich aber ab erstens aus dem synthetisch erzeugten Fett, welches aus dem im Fleische zugeführten Glykogen entstehen musste. Rechnet man im Pferdefleisch (hoch

veranschlagt) 2 % Glykogen, so wurden dem Hund in 22 Tagen zugeführt $22 \times 300 = 6600$ g Fleisch = 132 g Glykogen, welche isodynam sind mit 57 g Fett. Wahrscheinlich ist das **Glykogen** oder der daraus hervorgehende **Zucker** die **Muttersubstanz**, aus welcher der Organismus das **Glycerin** erzeugt, ohne welches natürlich aus der Fettsäure der Seife kein Fett entstehen kann. Man muss aber zweitens als gewiss annehmen, dass in dem anfangs ausgehungerten, glykogenarmen Körper das überschüssig zugeführte Glykogen sich nicht bloss in Fett umgewandelt, sondern auch als Glykogen in Leber und Muskeln aufgehäuft hat. Die Grösse der Mästung erklärt sich also recht befriedigend aus den zugeführten Seifen und Kohlehydraten; ebenso erkennt man, dass die letzteren einen nur kleinen Beitrag zur Mästung geliefert haben können.

Dr. Cohnheim¹⁾ machte die Section des Hundes, und Radziejewski sammelte möglichst alles Fett vom Panniculus adiposus, Mesenterium und den Muskeln durch Extraction mit Aether. Er prüfte den Schmelz- und Erstarrungspunkt, suchte sogar das Erucin, das im gefütterten Rüböl enthalten ist, chemisch nachzuweisen. Von diesen Thatsachen ist nur das von Belang, dass sich abgelagerte Massen ergaben, die unzweifelhaft Fett waren. Man kann allenfalls den Einwand machen, dass das abgelagerte Fett fast nur aus freier Fettsäure bestanden habe, worüber Radziejewski keine Untersuchung angestellt hat. Diese Annahme widerstreitet aber doch allen Erfahrungen, die man bei der chemischen Analyse des Mastfettes gemacht hat.

In dieser Arbeit Radziejewski's tritt zuerst der Gedanke der Fettsynthese aus Fettsäuren bei Abwesenheit des Glycerins auf; der Beweis wird dafür geliefert und sogar die Ablagerung eines dem thierischen Organismus fremden Fettes erstrebt.

Immanuel Munk aber sagt in einer Abhandlung, in der er in gespreizter Selbstberäucherung schwelgt²⁾: „Wenn, wie ich festgestellt zu haben glaube, die Synthese von Fettsäuren zu Neutralfett im Körper zu Stande kommt“ u. s. w. —

Das Verdienst der Eröffnung dieses neuen Gebietes gebührt in erster Linie Niemand als Wilhelm Kühne und seinem Schüler Radziejewski.

1) Virchow's Archiv Bd. 43 S. 281. 1868.

2) Virchow's Archiv Bd. 95 S. 413, 414.

Ich halte es für Unrecht, dem eigentlichen Bahnbrecher seinen Ruhm streitig zu machen, weil manche Unvollkommenheit an den ersten Arbeiten haftet, die in das neue Gebiet einführten.

Auch Minkowski¹⁾, der überall Immanuel Munk's Arbeiten mit ausserordentlichem Wohlwollen behandelt, spricht sich in gleicher Weise wie ich aus, überschätzt freilich das Gewicht der Leistungen des Letzteren sehr.

Von Immanuel Munk ist aber ferner behauptet „die gleich- „falls von mir (I. Munk) zuerst (1879) [also 11 Jahre nach Rad- „ziejewski! Rf.] gefundene — — Thatsache, dass, wenn man anstatt „der Fette die entsprechende Menge von Fettsäuren (oder Seifen) „füttert, dies für die Ernährung annähernd denselben Werth hat „wie Zufuhr von Neutralfett“²⁾.

Diese hier von I. Munk für sich in Anspruch genommene Entdeckung ist sein Eigenthum in dem Punkte, welcher falsch ist; sie gehört Radziejewski mit Rücksicht auf das, was an ihr wahr ist.

I. Munk hat den Beweis zu liefern gesucht, dass 100 g Fett, welche neben 600 g Fleisch einem Hunde von 30 kg als Nahrung gereicht werden, nicht mehr an Eiweiss sparen als die Fettsäuren allein, welche in dem Fette enthalten sind.

I. Munk³⁾ ersann vermöge des ihm eigenthümlichen Scharfsinnes einen Versuchsplan, welcher mit Nothwendigkeit das bestimmte Ergebniss haben musste, welches er zu seinen Schlussfolgerungen brauchte. Also ehe er seine ausgedehnten und mühsamen Versuchsreihen anfang, hätte er die zu erwartenden Errungenschaften schon wissen können, um einzusehen, dass der Versuchsplan verfehlt war. Das soll nun bewiesen werden⁴⁾.

A. Fütterung mit Fett:

$$1 \text{ Mol. Fett} = 8177 \text{ W'}$$

B. Fütterung mit fetten Säuren:

$$1 \text{ Mol. Stearinsäure} = 2711,8 \text{ W'}$$

$$1 \text{ „ Oelsäure} = 2682,0 \text{ W'}$$

$$1 \text{ „ Palmitinsäure} = 2398,4 \text{ W'}$$

$$\text{Summe} = 7792,2 \text{ W'}$$

1) Berliner klin. Wochenschrift 1900 S. 333.

2) Centralblatt für Physiologie 1900 S. 125.

3) Virchow's Archiv Bd. 80 S. 18.

4) Siehe Stohmann, Zeitschr. f. Biol. Bd. 31 S. 378.

$$\begin{array}{r}
 \text{Nun ist: } 8177,0 \text{ W'} \\
 \quad \quad \quad - 7792,2 \text{ W'} \\
 \hline
 \text{Unterschied } 384,8 \text{ W'}
 \end{array}$$

Also liefern die im Fett enthaltenen fetten Säuren allein

$$4,7 \text{ } \%$$

weniger Wärme als das Fett selbst. Als I. Munk den Koth des Hundes analysirte, ergab sich, dass bei Fütterung mit den Fettsäuren etwas mehr Fettsäuren und auch etwas mehr Seifen sich in dem Koth fanden, als wenn Fett gefüttert wurde¹⁾.

Wir wollen desshalb zur Vereinfachung der Rechnung sagen, dass der Kräfteinhalt der gefütterten Fettsäuren sich zu dem der gefütterten Fette verhielt wie 95 : 100.

Nun ist es klar, dass, wenn wir ein Mal eine Zulage von 95 g Neutralfett, das andere Mal von 100 g neben dem Fleisch geben, sicher 100 g eine grössere Ersparniss an Eiweiss bedingen werden als 95 g. Es fragt sich nur, ob der kleine Unterschied nachweisbar ist und nicht in die Beobachtungsfehler fällt.

Karl Voit²⁾, der diese Verhältnisse zuerst eingehender untersucht hat, sagt:

„Vermehrt man bei gleichbleibender Fleischzufuhr die Fettmenge der Nahrung, so sieht man nicht immer, wie man voraussetzen sollte, eine weitere Verminderung des Eiweissverbrauches. Die dabei eintretenden Aenderungen des letzteren sind gering, und es scheint sich der Erfolg nach der Menge des zugleich gegebenen Fleisches zu richten: bei geringen Fleischgaben war durch steigende Fettmengen, ebenso wie bei ausschliesslicher Zufuhr von Fett, eine Zunahme des Eiweissumsatzes zu bemerken, bei mittleren Gaben ein Gleichbleiben und bei grossen eine Herabsetzung desselben.“

Aus diesen Bemerkungen ersieht man, dass die sparende Wirkung, welche Fett zu Gunsten des Eiweisses ausübt, klein ist und deutlich erst bei grossen Fettzulagen in die Erscheinung tritt, aber auch dann im Mittel nur 7 % Eiweissersparniss ausmacht³⁾.

Immanuel Munk⁴⁾ fütterte den Hund von 30 kg täglich mit 600 g Fleisch. Die Fettzulage von 100 g hat die Höhe, welche

1) Virchow's Archiv Bd. 80 S. 23 u. 24. 1880.

2) Hermann's Handbuch Bd. 6 Th. 1 S. 132 ff. 1881.

3) A. a. O. S. 130.

4) Virchow's Archiv Bd. 80 S. 19. 1880.

allerdings auch nach Voit sparend wirkt. Der Hund befand sich bei dieser Ernährung annähernd im Stoffwechselgleichgewicht. Mit 600 g Fleisch wurden nach I. Munk dem Hunde neben 100 g Fett zugeführt 20,4 g N auf 1 Tag. Die durch das Fett bedingte Ersparniss an N konnte also betragen 1,5 g N. Wenn aber eine Zulage von 100 g Fett nur eine Ersparniss von 1,5 g N bedingt, so wird eine Zulage von 5 g etwa nur $\frac{1}{20}$ von 1,5 g, also nur 0,07 g N Ersparniss ermöglichen. Das ist gerade unsere Frage, wie sich die Ersparniss an Eiweiss verhält, wenn die Zulage ein Mal 95 g, das andere Mal 100 g Fett beträgt. Denn das ist das Verhältniss der Wärmewerthe in Immanuel Munk's Versuchen, wenn er ein Mal 100 g Fett, das andere Mal die Fettsäuren fütterte, die er aus 100 g Fett erhalten konnte. Die mögliche Ersparniss an N wäre also, selbst wenn keine Fettsäure, sondern an ihrer Stelle eine isodynamie Menge von Fett gefüttert worden wäre, auf 1 Tag nur 0,07 g N oder 0,3% des umgesetzten Eiweisses.

Dass dieser Werth ganz in die Beobachtungsfehler der Methode fällt, hat Immanuel Munk selbst durch den Versuch nachgewiesen. Denn er erhielt nicht eine Verminderung der Eiweissersparniss, als er die Fettsäuren statt des zugehörigen Fettes fütterte, sondern eine Vermehrung von sogar 2%. Dadurch, dass er einen Stoff von geringerem Kraftinhalt fütterte, erhielt er eine grössere Ersparniss an Eiweiss.

Die besondere Form der Versuche ist noch desshalb merkwürdig, weil der Hund, als er mit Fettsäuren gefüttert wurde, weniger davon erhielt, als sich in 100 g Fett befanden. Demnach würden die im Fett enthaltenen Fettsäuren unter Mitwirkung des Glycerins eine kleinere Ersparniss bedingen als eine geringere Menge derselben freien Fettsäuren ohne Glycerin. Da das ganz unsinnig ist, musste Immanuel Munk zugeben, dass bei seiner Methode ein Beobachtungsfehler von 2% vorlag. Er hat aber daraus nicht den Schluss gezogen, dass dieser Beobachtungsfehler gross genug war, um das wirkliche Ergebniss in sein Gegentheil zu verkehren. Immanuel Munk¹⁾ schliesst vielmehr, „dass ein Hund, der mit einem Futter „aus Fleisch und Fett in N- und Körpergleichgewicht sich befindet, „im Gleichgewicht verharret, auch wenn 21 Tage hindurch statt des „Fettes nur die in letzterem enthaltene Fettsäuren gegeben werden;

1) Virchow's Archiv Bd. 80 S. 21. 1880.

„es kommt also den Fettsäuren die gleiche Bedeutung als Sparmittel „zu wie dem Fett.“

Immanuel Munk zieht daraus den weiteren Schluss, dass das Glycerin im Fett keine sparende Wirkung auf Eisweiss ausübe, und stützt sich dabei noch auf Versuche, die er schon früher — 1879¹⁾ — veröffentlicht hat. Bereits in dieser Abhandlung, noch bestimmter aber auf Grund von Athmungsversuchen²⁾, die im Laboratorium von Prof. N. Zuntz angestellt wurden, gelangte er zu der Auffassung, „dass mässige Gaben von (in die Blutbahn eingeführtem) Glycerin im Körper verbrennen und durch ihre Oxydation einen Bruchtheil von Körperfett vor der Zersetzung bewahren“. Es wäre merkwürdig, wenn der Beweis vorläge, dass ein im Körper oxydirter Nährstoff zwar sparend auf Fett, aber nicht sparend auf Eiweiss wirkte. Ich halte die Versuch von Immanuel Munk nicht für beweisend.

Im Jahre 1879 brachte er vier Versuchsreihen mit folgender Anordnung³⁾.

„Mit einem aus 400 g Fleisch und 50 g Speck bestehenden „Futter wurden Hunde von ca. 20 kg Körpergewicht in Stickstoffgleichgewicht gebracht (Vorperiode). Dann wurde mit dem Futter „Glycerin in später anzuführenden Dosen 2—3 Tage hindurch gegeben „und hernach wieder einige Tage nur Fleisch und Speck (sog. Nachperiode). Zur Controle wurde endlich in zwei Versuchsreihen, im „Anschluss an die Nachperiode, ebenfalls an drei Tagen statt des „Glycerins die gleiche Menge eines anderen notorischen Nahrungsstoffes, nämlich Rohrzucker, der dem Glycerin in Hinsicht seiner „elementaren Zusammensetzung sehr nahe steht, gefüttert, so dass, da „die übrigen Bedingungen die nämlichen blieben, für den Eiweissverbrauch bei Glycerin- und Zuckerfütterung Vergleichswerthe sich „ergeben mussten, aus denen man auf die Bedeutung des Glycerins „für die Ernährung einen directen Schluss zu ziehen berechtigt war.“

Nach der Berechnung Munk's bestand nun das Ergebniss darin, dass das Glycerin keine Ersparniss an Eiweiss zur Folge hatte, wohl aber der Zucker, dem eine Eiweissersparniss von 6—7 % entsprach.

Demgegenüber ist nun die Thatsache zu betonen, dass das

1) Virchow's Archiv Bd. 76 S. 119.

2) Dieses Archiv Bd. 46 S. 321. 1890.

3) Virchow's Archiv Bd. 76 S. 124.

Glycerin allerdings eine kleine Eiweissersparniss bedingte, die in den vier Versuchen einmal sogar 2% erreichte. Dies Ergebniss tritt hervor, wenn man den N-Verbrauch bei Normalfütterung mit dem N-Verbrauch der nachfolgenden Glycerinfütterung vergleicht, aber im Gegensatz zu Munk die der Glycerinfütterung nachfolgende Normalfütterung ausser Acht lässt, weil sie noch durch das Glycerin beeinflusst sein könnte. Die Rohrzuckerfütterung bedingte eine Ersparniss im Eiweissverbrauch, die sogar den von Voit beobachteten Maximalwerth übertrifft. Die scheinbare Ueberlegenheit des Zuckers dem Glycerin gegenüber ist aber noch dadurch beeinflusst, dass 1 g Rohrzucker an Wärmewerth 1 g Glycerin bedeutend übertrifft, was I. Munk nicht beachtet hat.

Ein Haupteinwand gegen Immanuel Munk besteht darin, dass das Glycerin die Verdauungswerkzeuge stark reizt, wenn es in dieser unnatürlichen Form eingeführt wird. Unter normalen Verhältnissen entsteht durch Spaltung der Fette auch Glycerin, das vielleicht in dem Maasse durch Resorption verschwindet, als es entsteht. Ausserdem ist es unter normalen Verhältnissen von Fettsäuren begleitet, die sich in den Epithelien wieder mit dem Glycerin zu Fett vereinigen. Fehlt die Fettsäure im Epithel für die synthetische Normalarbeit, so ist wohl begreiflich, dass dies zu Störungen führen kann. Immanuel Munk sagt selbst:

„Dagegen besass der Koth der Glycerinperiode einen viel „grösseren Wassergehalt, nämlich von ca. 80%, während der Koth „der Vorperiode im Durchschnitt nur etwa 62% Wasser enthielt. „Was nun die Fäces selbst anlangt, so sehen wir mit Ausnahme von „Reihe I, in welcher nur der N-Gehalt bestimmt wurde, bei Glycerin- „fütterung überall die Menge ihrer festen Bestandtheile zunehmen, in „maximo bis zu 60% gegenüber der Norm. Abgesehen davon ist „in der Trockensubstanz des Kothes nach Genuss von Glycerin auch „die absolute Menge des darin vorhandenen N gesteigert, so besonders „in Reihe II und III. Es wird während der Glycerinperiode im „Ganzen stets mehr, zuweilen sehr viel mehr N mit dem Kothe aus- „gestossen als in der Norm, in Reihe II sogar um 75% mehr. „Daraus geht hervor, dass das Glycerin bei Einführung mittlerer „Dosen in den Magen eine etwas weniger gute Ausnutzung des ver- „fütterten Fleisches zur Folge hat. Der dadurch bedingten etwas „geringeren Resorption von Albuminaten im Darm entspricht die ein „wenig verminderte N-Ausscheidung durch den Harn. Wird die

„letztere allein für die Beurtheilung der Verhältnisse des Eiweissumsatzes berücksichtigt, so gelangt man leicht zu dem Schluss, eine, wenn auch nur mässige Ersparniss im Eiweissumsatz werde durch „Glycerin bewirkt.“¹⁾

Wenn also in Folge der Glyceringabe der Stickstoff des Kothes zum Theil durch unverdautes Eiweiss bedingt ist und trotzdem der Stickstoff als Maass der Eiweisszersetzung benutzt wird, muss die durch das resorbirte Glycerin bewirkte Eiweissersparniss ausgeglichen werden durch den Verlust an Koth.

Wichtiger aber ist die Thatsache, dass seit Zuntz eine Verdauungsarbeit angenommen wird, die unter Umständen von erheblicher Grösse ist und verschieden nach der Natur der Stoffe, welche die Verdauungshöhle erfüllen. Da offenbar das Glycerin die Schleimhaut reizt, wird es wohl desshalb den Stoffwechsel anregen, in viel höherem Maasse, als es vielleicht der Zucker thut. Diese Steigerung des Stoffwechsels muss dann die Möglichkeit einer Ersparniss aufheben, welche das Glycerin, ohne diese zu erzeugen vermocht hätte.

Man erkennt leicht, dass die Beweiskraft von Munk's Versuch von der Voraussetzung ausgeht, dass an den Tagen, wo er statt des Normalfutters die Zulage von Glycerin oder Zucker reicht, der Stoffwechsel nicht auch noch durch andere Umstände beeinflusst werde als diejenigen, welche während der Zufuhr des Normalfutters herrschen. Nun ist es aber aus den Versuchen von Carl Voit bekannt und besonders durch mich hervorgehoben worden, wie unberechenbar der Stoffwechsel der Hunde vermöge ihres verschieden ruhigen oder aufgeregten Verhaltens auf und ab schwanken kann, obwohl das Futter unverändert bleibt. Wo dies der Fall ist, spielt der Zufall eine grosse Rolle, so dass die vier Versuche, welche für das Glycerin von Immanuel Munk angestellt sind, in Folge blossen Zufalls in eine Periode grösserer Unruhe des Thieres gefallen sein können, vielleicht weil der Hund durch die mit dem Glycerin verbundenen Verdauungsstörungen sich unbehaglich fühlte. — Es ist eine allgemein auffallende Thatsache, wie wenig man in der medicinischen, ja sogar auch in der physiologischen Literatur die Bedeutung des Zufalls begreift, so dass Untersuchungen als wissenschaftlich werthvoll veröffentlicht und anerkannt werden, obwohl sie nur das Ergebniss des Zufalls sind und keinen Werth besitzen.

1) Virchow's Archiv Bd. 76 S. 120. 1879.

Wer sich hiervon ein auffallendes Beispiel vor Augen führen will, der lese die Arbeit von J. Athanasiu über die fettige Entartung des Eiweisses durch Phosphorvergiftung. Dort sieht man, dass, wo es sich um die Ermittlung kleiner Unterschiede handelt, nicht 4, nicht 20, nicht 40 Fälle genügen, um den wahren Werth des Mittels festzustellen, sondern sehr viel mehr. —

Dieser Grund genügt schon allein, die Untersuchung von Immanuel Munk ihrer Beweiskraft zu berauben.

Endlich weist der hohe Wassergehalt des Kothes bei Glycerin-fütterung darauf hin, dass das Glycerin vermöge seiner Hygroskopicität hier eine Rolle spielt, also noch in dem Koth enthalten und nicht resorbirt worden ist. Wegen der grossen Löslichkeit des Glycerins in Wasser ist man geneigt, zu glauben, dass es sehr leicht resorbirt werde. Da aber, wie v. Mering behauptet, die Magenschleimhaut sogar Wasser nicht resorbirt, und da das rein eingenommene, wenn auch verdünnte Glycerin Schädigungen der normalen Resorption bedingt, bleibt die Frage zu untersuchen, wie viel von dem in den Magen eingeführten Glycerin thatsächlich nicht resorbirt ward und sich noch im Koth vorfand. Diese nicht resorbirte Menge ist vielleicht genügend, um zu erklären, wesshalb der Stoffwechsel so wenig durch das gefütterte Glycerin beeinflusst worden ist.

Die Behauptung von **Immanuel Munk**, dass das im Stoffwechsel sich oxydirende Glycerin keine Ersparniss an Eiweiss bedingen könne, entbehrt also jeder Begründung.

§ 5. Ueber das von Immanuel Munk angenommene „Normalfett“ des Hundes und die dadurch bedingten fehlerhaften Anordnungen und Beurtheilungen seiner Versuche.

In der Physiologie der Fette spielt der sog. Schmelz- und Erstarrungspunkt eine hervorragende Rolle. Man weiss, dass im Allgemeinen das Fett verschiedener Thiere sich unterscheidet, indem dasselbe bei der einen Thierart bei Zimmertemperatur flüssig bleibt, während es bei einer anderen eine feste Masse darstellt. Die Frage, ob Nahrungsfett sich im Körper eines Thieres ablagern könne, wurde in der Weise zur Entscheidung gebracht, dass man durch Fütterung einer bestimmten Fettart die Beschaffenheit des Normalfettes ändern

konnte. Vor einem solchen Versuche musste nun die Natur des „Normalfettes“ festgestellt werden, theils durch die Bestimmung des Schmelz- und Erstarrungspunktes, theils durch die Ermittlung des Verhältnisses des flüssigen Oleins zu den festen Fetten (Stearin und Palmitin). Hat nun, wie es bewiesen ist, das Nahrungsfett einen Einfluss auf das Mastfett, so ist es einleuchtend, dass ein Hund, weil er Alles frisst und als Hausthier verschiedene Nahrung erhält, nicht immer dasselbe Mastfett haben kann. Man denke nur an den Hund eines Metzgers, der von Fleischabfällen lebt, und an den Hund eines armen Bauern, bei dem das Thier fast nur pflanzliche Nahrung erhält. Es fragt sich also, wie gross die Unterschiede der Fette beim Hunde unter normalen Verhältnissen sein können. Betrachtet man von diesem Gesichtspunkt die Schmelzpunkte des Hundefettes, wie sie von verschiedenen Forschern angegeben worden sind, so muss man über die Unterschiede erstaunt sein, welche beobachtet wurden. Ich habe aus der Literatur die Schmelzpunkte normalen Hundefettes zusammengesucht und gebe sie in folgender Tabelle (S. 332) wieder.

Ganz übereinstimmend geben Schulze und Reinecke, ebenso Subbotin den Schmelzpunkt des Hundefetts zu 40 bis 42° C. an. Radziejewski erwähnt beiläufig, dass dieser Werth auch von ihm gefunden sei. — Auffallend ist desshalb, dass I. Munk sein normales Hundefett schon bei 18 bis 20° C. flüssig werden lässt. Ferner sagt I. Munk: „Fett, das bei 17° C. erstarrt und bei 28° flüssig wird, unterscheidet sich kaum von normalem Hundefett“¹⁾. Nach Schulze und Reinecke liegt der Erstarrungspunkt der thierischen Fette 10 bis 15° unter dem Schmelzpunkt; also würde nach diesen Forschern das Hundefett bei 25 bis 30° C. erstarren.

Ich beschloss desshalb, mir durch eigene Versuche ein Urtheil zu bilden, ob so grosse Unterschiede des Hundefettes vorkommen. Ich wählte zwei Hunde, von denen der eine seit vielen Monaten vom Hausdiener in der Familie gefüttert worden war, während der andere, gekaufte, bei der Section mit Milch gefüllte Brustdrüsen zeigte. Ich sonderte das Fett aus der Bauchhöhle (Gekröse und Nierenkapsel) vom Panniculus adiposus und dem Fett der wohl geputzten Muskeln. Die Muskeln wurden zu Brei gemahlen, bei 100° C. getrocknet, pulverisirt und im „Soxhlet“ bis zur fast

1) Immanuel Munk a. a. O. S. 420.

Schmelzpunkte normalen Hundefettes.

Aus welchem Körpertheil stammt das Fett	Schmelzpunkt des Fettes in ° C.	In 100 Theilen Fett finden sich		Beobachter	Literaturangabe	Erstarrungspunkt des Fettes
		Feste Fette	Olein			
Subcutanes Ge- webe	40	—	—	Schulze u. Reinicke	Liebig's Annalen Bd. 142 S. 205	26 ° C.
Gewebe u. Darm	40	—	—	Schulze u. Reinicke	Ebenda	Bei Zimmer- temperatur zum Theil flüssig
Subcutanes Ge- webe	40—40,5	64,1	35,9	Subbotin	Zeitschr. f. Biologie Bd. 6 S. 82	—
Gekröse	42,5	72,2	27,8	Subbotin	Ebenda	—
Nierenkapsel	—	26,0 Säuren	68,5 Säuren	Lebedeff	Dieses Archiv Bd. 31 S. 55	—
Subcutanes Ge- webe	—	19,0	75,4	Lebedeff	Ebenda	—
Abdomen und subcutanes Ge- webe	tropft erst bei 18—20 ° vom ein- getauchten Glasstab ab	28,8 Säuren	65,8 Säuren	Innmanuel Munk ¹⁾	Virchow's Archiv Bd. 95 S. 420	—

1) Munk's Zahlen sind Mittelwerthe aus „5 Analysen“; ob von 5 Hunden, deren Fett gemengt wurde, um eine Mittelzahl zu haben, ist nicht angegeben.

völligen Erschöpfung mit Aether ausgesogen. — Haut- und Darmfett liess ich auf dem Wasserbad aus und gewann den im Bindegewebe bleibenden Rest dann mit dem „Soxhlet“. Das Gesamtfett wurde, nachdem es auf 80° erhitzt war, zusammengegossen und im heissen Trockenschrank durch gutes Papier filtrirt. Das Filtrat war meist ganz klar, zuweilen schwach opalisirend. Nun stellte ich die Flasche, in der das Fett sich befand, im Zimmer auf, versenkte ein Thermometer in das durchsichtige, klare Oel und beobachtete, während die Temperatur herabging. Nachfolgend schreibe ich die Unterschiede auf, welche ich an dem Fett aus dem Abdomen, das von zwei verschiedenen Hunden stammte, feststellen konnte. Hund A war ein Männchen, B ein Weibchen, das die Mammæ noch voll Milch hatte, als wir es schlachteten.

Bestimmung des Erstarrungspunktes des Gekrösefettes der Hunde, das sich sehr langsam abkühlt.

Hund A (ca. 100 cem Fett).

Bleibt von 4 Uhr Nachmittags bis Abends 9 Uhr in einem Zimmer von 21° C. ganz klar; am anderen Morgen hat sich am Boden des Gefässes weisses krystallisiertes Pulver abgesetzt, das ungefähr $\frac{1}{10}$ der Höhe der Flüssigkeit ausmacht. Nach abermals 24 Stunden beträgt der Satz etwa $\frac{1}{5}$ und nimmt in 3 Wochen zu, bis er ungefähr $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ausmachte. Das Pulver liegt aber so locker, dass das klare Oel sicher mehr als $\frac{3}{4}$ des Volums beträgt. Ich stelle, als Abends die Temperatur der Luft auf 11° C. heruntergegangen, das verstopfte Gläschen vor das Fenster, wo es die Nacht über bleibt. Die Temperatur ist früh des anderen Morgens $7,5^{\circ}$ C. es haben sich noch einige wenige Krystalle ausgeschieden, aber $\frac{2}{3}$ des Fettes sind noch immer flüssiges, ganz klares, gelbliches Oel.

Hund B (80 cem Fett).

Als das sich abkühlende Fett die Temperatur 25° C. erreicht hatte, begann eine Trübung vom Boden aus, die rasch beim Sinken auf 24° C. die ganze Flüssigkeit einnimmt. Die Temperatur im Oel steigt jetzt auf $24,5$, obwohl das Zimmer nur $18,5^{\circ}$ C. hat. Bei 24° C. steifer Brei, doch fällt vom herausgezogenen Thermometer noch ein steifer Tropfen ab. Bei 22° C. bildet sich kein abfallender Tropfen mehr. Gefäss lässt sich umdrehen, ohne dass das Fett sich bewegt und abfließt.

Das Fett vom Gekröse dieser beiden, zufällig dem Versuche unterworfenen, sicher ganz gesunden Hunde zeigt also eine ungeheure Verschiedenheit. Das Verhältniss des Oleins zu den festen Fetten muss bei Hund A viel grösser sein als bei Hund B. Dass ich zufällig bei den beiden ersten Hunden, die ich antraf, das Maximum der Verschiedenheit des Hundefettes gefunden, kann man nicht voraussetzen; es kommen sicher noch grössere Unterschiede vor.

Wenn ich nun den Hund A benutzt hätte, um wie I. Munk den Versuch von Radziejewski zu wiederholen, d. h. einen abgemagerten Hund mit Rüböl zu mästen! Nachdem in I. Munk's Versuch eine Gewichtszunahme des Hundes von 13% erzielt war, wurde durch Auslassen des Fettes von Panniculus, Bauch- und Brusthöhle 1,42 kg eines Fettes erhalten, das nach I. Munk vom normalen Hundefett ganz verschieden sein sollte.

Dieses Fett hatte folgende Eigenschaften. Nachdem dasselbe sich durch Absetzen geklärt hatte, stellte dasselbe ein klares, durchsichtiges, ganz leicht gelb gefärbtes Oel vor; auf dem Boden des Gefässes lagerte zu etwa dem 5. Theil der Höhe der Oelschicht eine weissliche, körnig-krystallinische Masse. „Durch Erwärmen auf circa (?) 23° C. schmolz auch der Bodensatz, und das Ganze stellte nun ein durchsichtiges, gelbes Oel dar, aus welchem beim Abkühlen auf 14° C. wieder ein weisser Bodensatz ausfiel. Lässt man in gleicher Weise das Fett eines normal fetten Hundes aus, so erhält man ein gelb bis grau-bräunlich aussehendes Fett, das bei Zimmer-temperatur ziemlich fest ist und erst bei 18 bis 20° weich und dickflüssig wird, so dass es vom eingetauchten Glasstab abtropft; bei einer Temperatur von 23° C. verflüssigt sich ein Theil, und es setzt sich beim ruhigen Stehen der Rest auf dem Boden ab; aber auch bei 23° erreicht die tiefgelb gefärbte Oelschicht des normalen Hundefettes höchstens $\frac{1}{4}$ von der Höhe der festeren Bodenschicht.“¹⁾

Es ist wichtig, hervorzuheben, dass das von I. Munk hier untersuchte Fett ein Gemenge war, das beträchtliche Mengen von Hautfett enthielt, das nach den Erfahrungen aller Beobachter, die ich bestätigen kann, viel reicher an Olein als das Gekrösefett ist. Das beim Hund A von mir untersuchte Fett war Gekrösefett; wäre ihm noch Hautfett beigemischt gewesen, so würde es noch reicher an Olein geworden sein. Ich hatte auch das flüssige Hautfett des Hundes B ruhig hingestellt in einer verschlossenen Glasflasche. Nach

1) Virchow's Archiv Bd. 95 S. 419. 1884.

ein paar Tagen hatte die obere flüssige Oelschicht eine Höhe von 14 mm, während die Gesamthöhe des Fettes 73 mm betrug. Die klare Oelschicht machte also ca. $\frac{1}{5}$ des Volums aus. Unter gleichen Bedingungen hatte sich ja aus dem Gekrösefett desselben Thieres kein Oel abgeschieden.

Das Fett von Hund A, der nicht mit Rüböl gefüttert worden war, besass also, obwohl nur Gekrösefett, nahezu die Eigenschaften, welche nach I. Munk zu dem Schluss berechtigen, dass kein normales Hundefett, sondern Rüböl sich in dem Körper des Thieres abgelagert hatte. Meine Versuche mit Hund A und B zeigen, dass man von keinem normalen Hundefett mit bestimmter Zusammensetzung reden darf, weil es grossen Verschiedenheiten in seiner Zusammensetzung unterliegt. Wenn I. Munk so grosse Verschiedenheiten bei seinen 5 hierauf untersuchten Hunden nicht beobachtete, so liegt das vielleicht daran, dass er die Thiere aus derselben Bezugsquelle erhalten hatte, wo sie unter denselben Lebens- und Ernährungsbedingungen gehalten worden waren.

I. Munk hat zur Sicherung des Ergebnisses noch den chemischen Nachweis des Erucins im Fett erstrebt. Es ist ihm dies aber nicht gelungen. Denn der Schmelzpunkt der als Erucasäure nachzuweisenden Substanz stimmte nicht; auch liegt keine Elementaranalyse vor.

Dieselbe Unsicherheit wie bei dem Rübölversuch findet sich, als I. Munk¹⁾ einen ausgehungerten (19 Hungertage) Hund mit Hammelfettsäure mästete. Es fand sich ein bei Zimmertemperatur festes Fett, das wegen seines grösseren Reichthums an festen Fetten und wegen seines Geruches als Hammelfett „imponiren“ musste. Man wird dabei im Auge behalten, dass Hunde, welche 3 Wochen gehungert haben, noch sehr viel Fett von ihrem früheren Bestande am Körper besitzen können. — Ausserdem beweist der Hammelgeruch des Hundefettes gar nichts. Er würde auch vorhanden sein können, wenn gar kein Hammelfett sich im Hund abgelagert hätte. Denn auch Hammelfett ist ganz geruchlos, wenn es rein ist. —

Auf diesen hier eben beschriebenen Versuch beruft sich I. Munk²⁾ ganz besonders, wenn er sich die Entdeckung der Fettsynthese zuspricht.

1) Virchow's Archiv Bd. 95 S. 437. 1884.

2) Immanuel Munk, Physiologie des Menschen und der Säugethiere. Auflage 4. 1897. S. 294 und viele andere Stellen.

E. Pflüger, Archiv für Physiologie. Bd. 82.

Ein solcher Versuch könnte erst dann als beweisend für abgelagertes Hammelfett angesehen werden, wenn eine grössere Zahl derartiger Versuche vorläge und ausserdem festgestellt wäre, innerhalb welcher Grenzen unter normalen Verhältnissen der Gehalt des Hundefettes an festen Fetten schwanken kann.

Es wird zweckmässig sein, wenn ich auf einige Bemerkungen über die Bestimmung des Erstarrungs- und Schmelzpunktes eingehe.

Wenn man das frische thierische Fett durch Erwärmung als flüssiges Oel vor sich hat, so liegt ein Lösungsgemenge vor. In dem erst bei -6° C. erstarrenden Olein ist Palmitin und Stearin aufgelöst. Palmitin hat den Schmelzpunkt bei 63° C., Stearin bei $71,5^{\circ}$ C. Je heisser die Flüssigkeit ist, um so mehr Stearin und Palmitin kann gelöst bleiben. Kühlt sich die Flüssigkeit ab, so scheiden sich Stearin und Palmitin wegen Uebersättigung der Lösung aus, wie ein Salz auskrystallisirt. Da aber die Moleküle sich vor der Ausscheidung zu grösseren Molekülgruppen für die Krystallbildung ordnen müssen, so erfolgt die Ausscheidung bei einer bestimmten Temperatur keineswegs sofort. Ich habe gesehen, dass flüssiger Hammeltalg, der im Zimmer zur langsamen Abkühlung hingestellt wurde, ganz klar blieb bis $41,5^{\circ}$ C., dann sich trübte, aber bei weiterer Abkühlung bis $37,4^{\circ}$ zwar steif wurde aber flüssig blieb; nunmehr stieg die Temperatur ziemlich rasch, während das Fett immer fester wurde, auf $44,5^{\circ}$ C. —

Als ich längere Zeit dieses feste Fett einer Temperatur von 47° C. aussetzte, blieb es fest, war aber weich; längere Zeit auf 50° C. erwärmt, wird es dickflüssig, bei 52° C. dünnflüssig, ist aber noch trübe, bei 55° C. aber ganz durchsichtig.

55° C. ist demnach die Temperatur, bei der die festen Fette vollständig im Olein gelöst werden können. Es müsste also umgekehrt bei der Abkühlung von 55° auf 54° auch eine Ausscheidung erfolgen. Weil es sich aber um so kleine Mengen handeln würde und das Krystallisiren so langsam sich vollzieht, wird man wohl viele Stunden oder gar Tage warten müssen, bis die Trübung erscheint.

Was also bei den thierischen Fetten als Schmelz- und Erstarrungspunkt bezeichnet wird, ist Lösung und Ausscheidung krystallisirender Stoffe. —

Wenn solches flüssiges Fett sich sehr langsam abkühlt, bilden sich wenige zerstreute Krystallfitter, die Zeit haben, sich allmählig

im Oel zu senken und einen Satz zu bilden, wie wir es beschrieben haben.

Es steht dann eine klare gelbliche Oelschicht über dem Satz. — Wenn man aber das flüssige Fett rasch abkühlt, entstehen in demselben Augenblick so viele die ganze Flüssigkeit durchsetzende Krystallflitter, die sich wie ein Gerüst gegenseitig an der Senkung hindern. Ist dies Gerüst, in dessen Spalten das Olein sich findet, dicht genug, so hat man einen steifen Brei oder auch eine Salbe, die nicht mehr fließt, aus der sich nicht mehr eine obere Oelschicht von einer tieferen Krystallschicht trennt. Man erkennt daraus, dass es ganz von der Anordnung, die man beim Krystallisiren des Fettes trifft, abhängen muss, ob eine flüssige Oelschicht sich bildet oder nicht und wie stark die gebildete Oelschicht sich entwickelt hat. I. Munk's Methode, Hundefett durch die Höhe der Oelschicht von anderem Fett unterscheiden zu wollen, ist also durchaus unrichtig.

Wenn man bedenkt, dass der Erstarrungspunkt dem Augenblick entspricht, in dem der flüssige Zustand der Materie in den festen übergeht, und dass die flüssigen thierischen Fette ein Gemenge von Olein und festen Fetten darstellen, welche nicht bei derselben Temperatur erstarren, so erkennt man, dass von einem Erstarrungspunkt der thierischen Fette streng genommen keine Rede sein kann, um so weniger, als im Allgemeinen bei einer bestimmten Abkühlung immer nur ein Theil der festen Fette sich abscheidet. Theoretisch gerechtfertigt wäre die Bestimmung der Temperatur, bei welcher das flüssige, klare Fett sich eben zu trüben beginnt. Praktisch ist aber zu lange Zeit nöthig, bis bei der richtig gewählten Temperatur die Trübung deutlich wird.

Es könnte scheinen, als ob bei langsamer Abkühlung eines flüssigen Fettes der Augenblick zu benutzen sei — und dies wird empfohlen —, wo das sinkende Thermometer plötzlich still steht, wieder steigt, längere Zeit (bis zu $\frac{1}{4}$, ja $\frac{1}{2}$ Stunde) unverändert steht und dann wieder sinkt, nachdem eine starke Abscheidung stattgefunden hat.

Die Benutzung dieses merkwürdigen Punktes liefert aber auch keine sichere Stütze. Wiederholt habe ich mit verschiedenem Hundefett folgenden Versuch angestellt.

Mesenterialfett von Hund A, oben schon besprochen, wurde zur Lösung gebracht durch Erwärmen auf 80° C, die Flasche in Eis ge-

stellt und das langsame Sinken des Thermometers bis 10° C. beobachtet, darauf das dickliche Fett umgerührt, um die äusseren, kalten Fettschichten mit den inneren zu mischen, wodurch natürlich die Temperatur ein wenig gesunken war. Beim ruhigen Stehen steigt sie, steht einige Minuten unverändert, sinkt dann wieder. Rühre ich mit dem Thermometer den dicken Brei abermals, so sinkt die allgemeine Temperatur wieder; beim ruhigen Verweilen in der Mitte des Fettes steigt das Thermometer, erreicht ein Maximum, niedriger wie das vorhergehende, verharrt unverändert einige Minuten, sinkt wieder. So kann man den sonderbaren Punkt sehr oft wiederholen. Dass das Steigen des Thermometers in dem sich abkühlenden Fett jedesmal deutlich gesehen wird, nachdem man den Brei gut gerührt hat, liegt wohl daran, dass derselbe jetzt in allen Schichten gleiche Temperatur hat. Die eingetauchte Thermometerkugel verliert jetzt keine Wärme, wohl aber erzeugt jede Partie des Fettbreies fortwährend Wärme, weil die Erstarrung noch nicht zu Ende geführt ist. —

Indem ich mit dem Versuche so fortfuhr, kam ich zu $1,7^{\circ}$ C., wo der Brei sehr steif war; aber beim Herausziehen der Thermometerkugel sank ein äusserst dickflüssiger Tropfen langsam ab. Ich liess das Glas mit dem Fettbrei im Eis ruhig stehen. Als ich nach 4 Stunden wieder kam, zeigte das Thermometer 6° C., obwohl noch Eis im umgebenden Wasser schwamm. Aber das Fett war so fest geworden, dass ich es am Thermometer mit dem Fläschchen aus dem Wasser heben konnte. Also bei $1,7^{\circ}$ C. war dieses Fett noch flüssig gewesen, jetzt aber, bei 6° C., ganz fest. Die Ausscheidung der festen Fette war eben bei $1,7^{\circ}$ C. nicht beendet, vollzog sich erst später. — Ich habe denselben Versuch mit dem Hautfett des Hundes A und ähnlichem Erfolge angestellt. Das genügt, um die Schwierigkeiten zu sehen, die für eine Bestimmung der Erstarrungstemperatur erwachsen.

Mir scheint es deshalb, dass die einzige Bestimmung, welche noch einigen Werth beansprucht, die Temperatur beachtet, bei welcher eben die festen Fette im Olein gelöst sind. Man erwärmt also das Fett, bis es vollkommen klar ist. Da die Lösung der festen Fette aber sehr langsam (sehr viel langsamer, als man glauben sollte) geschieht, so muss diese Erwärmung ebenfalls mit der äussersten Langsamkeit sich vollziehen. Man wird nun diesen Werth für den sogenannten Schmelzpunkt im Allgemeinen zu hoch finden, wie den

für den „Erstarrungspunkt“ zu tief, was die Folge der erörterten Thatsachen ist. Schulze und Reinecke haben ihre Schmelzpunkte auf diese Weise festgestellt. — Ebenso habe ich gefunden, dass der „Schmelzpunkt“ des festen Gekrösefettes des Hundes *B* wahrscheinlich höher als $41,5^{\circ}$ C. liegt. Um die Schwierigkeit begreiflich zu machen, bemerke ich, dass in den ersten 12 Stunden bei 30 bis 33° C. in dem im Wasserbad stehenden Fläschchen sich eine obere Oelschicht von etwa $\frac{1}{5}$ des gesamten Fettvolums gebildet hatte, von $\frac{1}{4}$ in den nächsten 12 Stunden, von $\frac{1}{2}$ bei den folgenden 12 Stunden, immer bei derselben Temperatur!

Bei der Bestimmung des „Schmelzpunktes“ der thierischen Fette würde es sich also um die Temperatur handeln, bei welcher die Lösung des Stearins und Palmitins im Olein eben eine gesättigte ist. Meiner Erfahrung gemäss ist auch diese Bestimmung ungenau.

§ 6. Die Ausrottung des Pankreas liefert nach I. Munk das entscheidende Moment zur Beurtheilung der Natur der Fettresorption.

Ich wende mich nun zu einer Reihe von Einwänden, in denen I. Munk zu zeigen sucht, dass ausgiebige Fettresorption in Fällen vorkommt, bei denen eine Fettspaltung wegen Abwesenheit des Steapsines nur in ganz unzureichendem Umfange angenommen werden könnte. Da nach meiner Ansicht alles Fett gespalten werden muss, so hält er diesen Einwand für ein „entscheidendes Moment gegen Pflüger“¹⁾.

Dieses liegt also in der Fettresorption nach Ausrottung des Pankreas. Solche „pankreaslose Hunde,“ so erklärt I. Munk, „vermögen nach v. Mering und Minkowski²⁾ zwar aus „einer präformirten Emulsion (Milch) das Fett noch bis zu „53 Procent auszunützen, nicht aber andere (nicht emulgirte) „Fette oder diese nur unter gleichzeitiger Beigabe des Pankreas. „Durch Ludwig und Cash wissen wir, dass der Magen nur einen „kleinen Bruchtheil des Fettes spaltet, und ebenso ist die Spaltung „des Fettes durch die Darmbakterien nach Fr. Müller's Unter-

1) Centralblatt für Physiologie 1900 S. 125.

2) Arch. f. exp. Path. Bd. 26 S. 371; Bd. 31 S. 85. Abelmann, Dissert. Dorpat 1890.

„suchungen zu wenig umfangreich, als dass die unter diesen Umständen noch resorbirten 53 Procent vom MilCHFett vollständig gespalten und in dieser Form hätten resorbirt werden können. Zudem wäre es durchaus unverständlich, wesshalb diese fettsplattenden Kräfte nur das MilCHFett und nicht auch die anderen Fette angreifen sollten, so dass auch von diesen annähernd grosse Mengen gespalten beziehungsweise in Seifenform resorbirt werden könnten.“

Wenn man die von I. Munk citirten Abhandlungen von v. Mering und Minkowski, deren Unkenntniss er mir vorwirft, prüft, ergibt sich, dass die als beweisend von ihm hervorgehobenen Thatsachen gar nicht darin enthalten sind. Was I. Munk im Sinne hat, steht in einer von ihm nicht citirten Abhandlung von Minkowski, welche aber geradezu das Umgekehrte von dem meldet, was zum Beweise für I. Munk nöthig wäre. Hierdurch hat er den Beweis geliefert, dass er selbst die Literatur, die er angeblich so genau kennt, nur auf das Oberflächlichste oder auch gar nicht angesehen haben kann.

Die hier in Betracht kommende Arbeit Minkowski's¹⁾ ist die Besprechung einer Untersuchung, die Dr. M. Abelmann²⁾ unter seiner Leitung ausgeführt und in einer Dissertation veröffentlicht hat.

Der Kern der Beweisführung von I. Munk, die sich auf die Versuche Minkowski's und Abelmann's stützt, liegt in der Behauptung, dass ohne den pankreatischen Saft bis zu 53 % MilCHFett resorbirt wurde, obwohl ohne diesen Saft keine 53 % des MilCHFettes gespalten werden könnten; denn nach Ludwig, Cash und Fr. Müller sei die durch Magen und Darm bedingte Fettsplattung zu wenig umfangreich. Man traut seinen Augen nicht, wenn man das liest. Denn gerade Minkowski und Abelmann haben die ausserordentlich merkwürdige Thatsache festgestellt — und zwar schon vor 10 Jahren —, dass im Darm von Hunden, die kein Pankreas mehr besitzen, eine höchst bedeutende Spaltung des Fettes sich vollzieht. I. Munk meint, ohne das Pankreas könnten 53 % des MilCHFettes nicht gespalten werden; M. Abelmann beobachtete im Kothfett Spaltungen bis zu 75,3 %, z. B. in seinem Versuche XXIII.

1) Berliner klin. Wochenschrift 1890 S. 333.

2) Ueber die Ausnutzung der Nahrungsstoffe nach Pankreasexstirpation u. s. w. Inaug.-Dissert. Dorpat 1890.

Weil die von Minkowski und Abelmann erhaltenen Ergebnisse so ausserordentlich merkwürdig und dennoch, wie es scheint, ganz unbekannt geblieben sind; weil ich ferner den Deutungen, welche Minkowski den Ergebnissen gegeben hat, nicht beistimmen kann, gebe ich die von mir vervollständigten beiden Generaltabellen von M. Abelmann wieder. Ich habe zu jedem Versuche das Gewicht des Hundes beigelegt, und ebenso, welche Versuche an demselben Hunde angestellt sind, sowie endlich die Zusammensetzung der Kothfette, so dass man erkennt, wie viele freie Fettsäuren, Seifen, Neutralfett und unverseifbare Substanz vorhanden waren.

Wirft man einen Blick auf beide Tabellen (S. 342 bis 345), so erkennt man, dass in den vielen Versuchen ausnahmslos die Menge der freien Fettsäuren eine sehr bedeutende ist und sehr häufig mehr als die Hälfte des Aetherextractes ausmacht, — ungerechnet die immer in kleinerer Menge in den Seifen gebundenen.

Zum Beweise, dass die freien Fettsäuren nicht etwa nur in dem Koth sich befinden, wurde nach Versuch XXIV der pankreaslose Hund am 6. December Abends und den 7. December Morgens mit je 25 g neutralem Olivenöl gefüttert und am 7. December Mittags 1 Uhr getödtet. Es wird der Inhalt des Jejunum, Ileum und Colon zur Bestimmung der Quantität der Fettsäuren in den betreffenden Aetherextracten entnommen mit dem Ergebniss¹⁾:

Im Jejunum:	32 %	Fettsäuren,
Im Ileum:	57 %	„
Im Colon:	76,1 %	„

Dieser wichtige Versuch ist von V. Harley²⁾ bestätigt worden:

Normale Hunde und solche, bei denen das Pankreas vollkommen ausgerottet worden war, wurden mit Milch gefüttert, 4 bis 7 Stunden nach eingenommener Nahrung getödtet und im Magen, Dünndarm und Dickdarm der Procentgehalt des gesammten Aetherextractes an Neutralfett, Fettsäuren und Seifen bestimmt. Harley³⁾ leitet aus sämmtlichen Versuchen die S. 346 folgende Tabelle der Mittelwerthe ab: Die gefütterte Milch enthielt nur Spuren von Seifen und etwa 3 bis 4 % fette Säuren auf 100 Aetherextract.

1) Abelmann, a. a. O. S. 49.

2) Proc. Roy. Soc. London vol 61 p. 249 bis 265. — Maly's Jahresbericht von 1897 S. 41.

3) Proc. Roy. Soc. London vol. 61 p. 263.

Abelmann's Generaltabelle nach

Nr. des Hundes	Gewicht des Hundes in g	Nr. des Ver- suches	Nahrung des Hundes	Einnahme in g		
				Fett	Stickstoff	Amylum
1	20 000	IV	500 g Fleisch 30 g Butter	36,5	18,0	—
1	20 000	V	500 g Fleisch 34 g Lipanin in Pankreasemulsion	44,0	18,0	—
2	6 800	IX	500 g Fleisch 30 g Butter	37,5	17,5	—
3	12 000	XIV	500 g Fleisch 25 g Fett	40,0	17,5	—
3	12 000	XV	300 g Brot 52 g Lipanin	54,5	—	151
1	20 000	VII	600 g Fleisch 140 g Eidotter	53,3	—	—
4	12 000	XXIV	500 g Fleisch 100 g Brot 25 g Olivenöl	37,5	17,5	—
2	6 800	X	500 g Fleisch 25 g Lipanin in Pankreasemulsion	35,0	17,5	—
2	6 800	XIII	500 g Fleisch 100 g Pankreas 25 g Butter	52,6	21,4	—
1	20 000	VI	500 g Fleisch 120 g Pankreas 30 g Butter	77,8	24,0	—
2	6 800	XII	900 g Milch 300 g Brot	24,3	—	151
3	12 000	XVI	1500 g Milch	45,7	9,88	—
3	12 000	XVII	1250 g Milch	43,0	7,3	—
1	20 000	III	600 g Milch	13,2	3,01	—
4	12 000	XXIII	1500 g Milch	34,5	7,34	—
3	12 000	XVIII	500 g Fleisch 19 g Seife	21,3	18,5	—
1	20 000	VIII	500 g Fleisch 19 g Seife	23,4	—	—
2	6 800	XI	500 g Fleisch	—	17,5	—

Totalexstirpation des Pankreas.

Nr. des Hun- des	Ausgabe in g			Resorbirt in % der Einnahme			100 Theile Aetherextract des Kothes enthalten Fettsäuren			
	Fett	Stick- stoff	Amy- lum	Fett	Stick- stoff	Amy- lum	frei	in Seifen	unver- seifbar	Neutral- fett
1	36,6	11,6	—	0	35,3	—	42,1	11,7	6,2	40,0
1	44,8	8,05	—	0	55,3	—	46,8	2,5	6,1	44,6
2	38,3	13,69	—	0	21,8	—	59,8	5,6	6,7	27,9
3	41,5	7,34	—	0	58,0	—	55,5		2,1	42,4
3	55,8	—	64,8	0	—	57	22,17	4,7	2,63	70,49
1	54,0	—	—	0	—	—	50,5	6,4	43,1	
4	38,5	11,7	—	0	33,1	—	56,8		3,6	37,5
2	28,54	9,29	—	18,5	47,0	—	45,5	3,8	50,7	
2	27,3	5,63	—	48,0	73,8	—	57,2	8,3	34,5	
1	21,05	5,25	—	72,9	78,0	—	51,2	19,5	29,3	
2	12,67	—	44,13	48,0	—	70,7	56,8	11,8	7,0	24,4
3	32,76	5,93	—	28,2	40,0	—	44,73	15,43	4,13	35,71
3	30,2	5,27	—	30,0	27,8	—	51,12	9,91	4,78	34,19
1	6,23	2,97	—	53,0	1,5	—	57,2	18,5	5,97	18,33
4	3,4	3,22	—	90,0	56,1	—	75,3		8,5	16,2
3	20,4	11,64	—	4,2	37,0	—	52,96	37,94	2,2	6,9
1	22,9	—	—	2,0	—	—	54,8	19,20	25,6	
2	—	8,2	—	—	50,3	—	—	—	—	—

Abelmann's Generaltabelle nach partieller Pankreasextirpation.

Nummer des Hundes	Gewicht des Hundes in g	Nummer des Versuches	Nahrung des Hundes	Einnahme in g			Ausgabe in g		
				Fett	Stickstoff	Amylum	Fett	Stickstoff	Amylum
5	8300	XXV	500 g Fleisch	10,0	17,5	—	4,72	2,9	—
5	8300	XXVI {	500 g Fleisch	60,0	17,5	—	45,06	5,4	—
			50 g Butter						
6	7600	XXIX {	300 g Brot	29,0	—	151,0	9,88	—	35,05
			25 g Olivenöl						
4	12000	XIX	1000 g Fleisch	25,0	35,0	—	12,5	8,7	—
4	12000	XX {	1000 g Fleisch	70,5	35,0	—	42,1	14,9	—
			50 g Butter						
4	12000	XXI	500 g Fleisch	15,0	17,5	—	9,5	9,85	—
4	12000	XXII {	500 g Fleisch	23,0	17,5	—	10,5	6,07	—
			25 g Olivenöl						
7	18000	XXX {	500 g Fleisch	157,0	20,0	—	107,6	12,02	—
			150 g Butter						
1	20000	II {	350 g Brot	52,5	5,0	176,0	21,29	5,79	36,65
			50 g Butter						
1	20000	I {	1800 g Milch	52,5	13,18	176,0	18,13	5,76	25,42
			350 g Brot						
5	8300	XXVII	1000 g Milch	30,1	5,03	—	6,0	2,6	—
6	7600	XXVIII	700 g Milch	15,5	3,5	—	4,88	3,53	—

Fortsetzung der Generaltabelle.

Nummer des Hundes	Resorbt in % der Einnahme			100 Theile Aetherextract des Kothes enthalten Fettsäuren				
	Fett	Stickstoff	Amylum	frei	in Seife	unver- seifbar	Neutral- fett	
5	52,8	83,0	—	72,2	27,8			Exstirpation der Portio gastrosplenica und duodenalis; es bleibt nur das unterste, äusserste Schwanzende. Wie Versuch XXV und XXVI.
5	25,0	69,0	—	68,7	2,5	28,8		
6	65,8	—	77,0	47,4	13,9	3,7	35,0	
4	50,0	75,1	—	70,2	29,8			
4	39,9	57,4	—	50,9	2,2	46,9		Portio gastrosplenica und der grösste Theil der portio duodenalis mit den Ausführgängen exstirpirt. Es bleibt das unterste Ende zurück, welches 3—4 cm vom Darm entfernt ist.
4	36,7	44,0	—	67,2	5,0	27,8		
4	54,3	65,3	—	60,0	10,0	30,0		
7	31,5	40,0	—	25,0	11,9	7,3	55,8	
1	59,4	0	79,0	45,5	6,3	6,3	41,9	Partielle.
1	65,4	56,3	85,0	46,5	9,9	5,60	37,94	
5	80,0	48,5	—	85,7		5,0	9,3	Siehe Versuch XXV und XXVI.
6	68,5	0	—	59,53	18,61	4,65	17,2	

Tabelle Harley's.

	Neutralfett		Freie Fettsäuren		Fettsäuren in Seifen	
	Normal-Hund	Pankreas- loser Hund	Normal-Hund	Pankreas- loser Hund	Normal-Hund	Pankreas- loser Hund
Magen	77,54	68,17	18,50	31,29	0,63	0,55
Dünndarm . .	24,67	32,59	72,22	61,62	3,14	5,79
Dickdarm . .	34,17	33,27	58,65	53,32	7,19	13,41

Das merkwürdige Ergebniss der vergleichenden Versuche von Harley ist also, dass die Spaltung der Fette in den Verdauungswerkzeugen sich bei pankreaslosen Hunden mit annähernd derselben Stärke vollzieht wie bei normalen Hunden.

Die Angaben von Harley finden eine weitere Bestätigung durch die Untersuchungen von Hédon und Ville¹⁾, welche zeigten, dass bei Abschluss von Galle und Pankreassaft vom Darne die mit den Fäces ausgeschiedenen Fette zu 78—90 % durch Fettsäure vertreten waren.

Woher stammt nun das Ferment, welches bei den Hunden, deren Pankreas ganz entfernt wurde, eine so bedeutende Spaltung der Fette vollzieht?

Immanuel Munk meint auch hier, dass der Magen nach den Untersuchungen von Ludwig und Cash nicht in Betracht kommen könne, weil dessen fettspaltende Kraft zu gering sei. Diese Aeusserung beweist wieder, dass die wichtigsten Arbeiten auf diesem Gebiete I. Munk unbekannt geblieben sind. Der erste Entdecker der Fettspaltung im normalen Magen ist W. Marcet²⁾ (1858). Dann ist die Thatsache von C. Ludwig³⁾ und Cash wiedergefunden und von Ogata⁴⁾, Klemperer und Scheurlen⁵⁾, Marpmann⁶⁾ weiter untersucht worden.

Erwähnt habe ich bereits die wichtige Arbeit von Vaughan Harley⁷⁾ über die Spaltung der Neutralfette im Magen und Darne.

1) Archives de Physiologie [5] vol. 9 p. 618. 1897.

2) Proc. Roy. Soc. London vol. 9. p. 306.

3) Archiv von du Bois-Reymond 1880 S. 323.

4) Archiv von du Bois-Reymond 1881 S. 515.

5) Zeitschr. f. klin. Medicin Bd. 15 S. 370. 1888.

6) Münchener med. Wochenschr. 1888 S. 435.

7) Proc. Roy. Soc. London vol. 61 p. 263. 1897.

In einer bedeutungsvollen Arbeit, die I. Munk offenbar ganz unbekannt geblieben ist, zeigt Franz Volhard¹⁾, dass das emulsionirte Fett des Eidotters und der Milch im gesunden Magen des Menschen in 1½ bis 2½ Stunden schon 49 bis 89 % an freier Fettsäure liefert. Da nun die Verdauung der Milch im Magen längere Zeit in Anspruch nimmt, die Fettspaltung bei saurer Reaction in kräftiger Weise sich vollzieht und im Dünndarm saure Reaction vorhanden ist, so würde also wenigstens beim Menschen das Magenferment allein genügen, um die gesammten Fette der Milch zu spalten. Es ist hiermit erklärt, wesshalb auch nach Ausrottung des Pankreas noch Fette resorbirt werden. Es würde sogar verständlich sein, dass ohne das Pankreas das gesammte MilCHFett gespalten und demgemäss in gelöster Form aufgesogen werden kann.

Die Arbeit von Franz Volhard liefert aber noch die bemerkenswerthe Thatsache, dass in den Magen eingeführte Fette, die nicht emulgirt sind, auch nicht in dem Magen gespalten werden. Franz Volhard weist darauf hin, dass Marcet²⁾, Cash³⁾, Ogata⁴⁾, Klemperer und Scheuerlen⁵⁾, Marpmann⁶⁾, welche nur eine sehr sehr geringe Spaltung der Fette im Magen feststellen konnten, Fett in den Magen eingeführt hatten, das nicht in die emulgirte Form gebracht worden war⁷⁾. Hinzufügen muss ich, dass V. Harley a. a. O. im Magen des Hundes zwar eine beträchtliche, aber doch nicht so bedeutende Fettspaltung wie F. Volhard beobachtete, obwohl er auch Milch fütterte. Vorsichtig fügt Franz Volhard hinzu, dass er noch nicht in der Lage sei, zu entscheiden, ob die Natur des Fettes oder der Mangel der emulgirten Form die Ursache bildet, dass keine oder nur sehr geringe Fettspaltung im Magen bei jenen Versuchen stattfand.

Franz Volhard hat gezeigt, dass bei der Verdauung der Milch mit Pepsin-Salzsäure zwar auch noch eine Spaltung der Fette vorkommt, die aber in 10—20 mal längerer Zeit einen kleinen Betrag

1) Dr. Franz Volhard, Ueber Resorption und Fettspaltung im Magen. Münchener med. Wochenschrift Nr. 5 und 6. 1900.

2) The medical Times and Gazette. New Series vol. 17 p. 210.

3) Du Bois-Reymond's Archiv 1880 S. 323.

4) Ebenda 1881 S. 115.

5) Zeitschr. f. klin. Medicin Bd. 15 S. 370.

6) Münchener med. Wochenschr. 1888 S. 485.

7) F. Volhard a. a. O. S. 25 des Sonder-Abdrucks.

im Vergleich zu der gewaltigen Wirkung ausmacht, die beim Einführen der Milch in den lebendigen Magen beobachtet wird. Das spricht gegen organisirte Fermente und scheint mir zu bezeugen, dass im künstlichen Magensaft ein fettspaltendes Enzym in geringer Menge vorhanden ist, welches bei seiner Arbeit sich zersetzt und im lebendigen Magen immerfort frisch von den Magendrüsen abgesondert wird. Dormeyer¹⁾ konnte mit Pepsin-Salzsäure keine Spaltung nicht emulgirten Fettes nachweisen. Wenn weitere Untersuchungen feststellen — was doch sehr wahrscheinlich ist —, dass das fettspaltende Enzym des Magens Fette nur kräftig spaltet, die in emulgirter Form dargeboten werden, so bildet dies eine gute Bestätigung der von mir bereits vorgetragenen Ansicht, dass die Bedeutung der Fettemulsion in der ungeheuren Vergrößerung der Oberfläche des flüssigen Fettes liege, welches wegen seiner Unlöslichkeit in Wasser nur so den wohl in Wasser, nicht in Fett löslichen Molekülen der Steapsine eine hinreichend ausgiebige Wechselwirkung ermögliche.

Hält man sich an die Thatsachen, so darf man annehmen, dass das fettspaltende Enzym des Magens bei den Hunden, deren Bauchspeicheldrüse ausgerottet ist, mit den Verdauungssäften nach dem Darne gelangt und dort seine Arbeit fortsetzt.

Wenn aber ohne Pankreas bis zu $\frac{3}{4}$ des eingeführten Fettes, ja noch mehr gespalten werden kann, so dürfte es keine Schwierigkeit haben, zuzulassen, dass ein normales Thier, das nicht durch so eingreifende Angriffe geschwächt ist und den fettspaltenden Pankreassaft in den Darm ergiesst, mit Leichtigkeit das gesammte Nahrungsfett in Fettsäure und Glycerin zu zerlegen vermag.

Wenn also I. Munk hervorhebt, dass im Magen nur ein kleiner Bruchtheil des Fettes gespalten wird, was durch Ludwig und Cash bewiesen sei, und dass nach Fr. Müller die Spaltung der Fette durch die Darmbakterien zu wenig umfangreich sei, als dass die nach Ausrottung der Bauchspeicheldrüse noch resorbirten 53% von Milchfett vollständig gespalten und in dieser Form hätten resorbirt werden können, so beweist er dadurch, dass er nicht einmal Abelmann's Arbeit kennt, deren Unkenntniss er mir vorwirft. Denn Abelmann hat ja (s. dessen oben mitgetheilte Tabelle), wie wir sahen, gerade gezeigt, dass das im Darm und den Fäces enthaltene Milchfett bei pankreaslosen Hunden eine Spaltung erfahren

1) Dieses Archiv Bd. 65 S. 100.

hat, die meist 53 % übertrifft. — Harley zeigte (1897), dass beim Vergleich der Grösse der Fettspaltung bei normalen und pankreaslosen Hunden ein auffallend geringer Unterschied gefunden werde. Oben habe ich ja Harley's Tabelle, die dies bezeugt, wörtlich mitgetheilt. — Minkowski selbst hebt hervor „dass die in den Fäces ausgeschiedenen Fettmassen trotz des Fehlens des Pankreas zum grössten Theile gespalten waren. Der Gehalt des Aetherextractes betrug bis zu 80 %, und zwar waren es überwiegend freie Fettsäuren, nur zum kleinen Theil an Alkalien gebunden“¹⁾.

Es bleibt noch Einiges hier zu sagen übrig, betreffend „das entscheidende Moment gegen Pflüger“, das sich abermals auf Minkowski-Abelmann stützt.

Die Untersuchung Abelmann's hat zu erstaunlich räthselhaften Ergebnissen geführt, welche ich näher beleuchten muss, um zu zeigen, dass sie im Allgemeinen anders erklärt werden müssen oder dürfen, als dies von Minkowski²⁾ bereits geschehen ist.

Vieles wird verständlich, wenn man die Grösse der Beobachtungsfehler Abelmann's zuerst in Betracht zieht. Denn sie erweisen sich als sehr bedeutend. Einige Beispiele zum Belege:

Nummer des Versuches	Nahrung	Fett resorbirt in Proc. der Einnahme	Gewicht des Hundes in g	Nummer des Hundes
XVI	1500 g Milch	28,2	12 000	3
XVII	1250 g „	30,0	12 000	3
III	600 g „	53,0	20 000	1
XXIII	1500 g „	90,0	12 000	4

Unter denselben Bedingungen ist hier unter vier Versuchen nach vollständiger Ausrottung des Pankreas ein Mal fast doppelt und ein Mal mehr als dreimal so viel Fett resorbirt worden als im Versuch XVI und XVII. Gar nichts Sicheres kann man daraus schliessen mit Rücksicht auf die Schädigung der Resorption des Milchfettes nach gänzlicher Ausrottung der Bauchspeicheldrüse.

Ein anderes Beispiel:

1) Berliner klin. Wochenschrift 1890 S. 335.

2) A. a. O. S. 333.

Nummer des Hundes	Gewicht des Hundes in g	Nummer des Versuches	Nahrung	Fett resorbiert in Procent der Einnahme
1	20000	V	500 g Fleisch 34 g Lipanin in Pan- kreasemulsion	0,0
2	6800	X	500 g Fleisch 25 g Lipanin in Pan- kreasemulsion	18,5

Also das sonst leicht resorbirbare Lipaninfett war in dem einen Versuch, trotzdem dass es in Pankreasemulsion gegeben wurde, gar nicht resorbirbar, während in einem zweiten Versuch 18 % resorbirt wurden.

Hier sieht man, dass auf einen einzigen negativen Versuch kein Gewicht gelegt werden kann. Trotzdem finden wir bei Abelman n die Behauptung, dass das Fett des Eidotters nach Ausrottung des ganzen Pankreas nicht resorbiert werde. Es ist aber nur ein einziger Versuch, der hierfür als Beleg dient.

Bei den ungeheuren Schwankungen der Ergebnisse kann es wohl auch vorkommen, dass zwei Mal ein negatives Ergebniss erhalten wird für eine Substanz, die auch von pankreaslosen Hunden resorbiert wird.

Als ich die Arbeit Abelman n's gelesen hatte, schien es mir nicht richtig, sie mit Minkowski als Grundstein zu wählen, um darauf Theorien zu gründen. Wesentlicher erachtete ich es, darzuthun, dass diese Arbeit schwere Irrthümer enthalte und deshalb vorerst zu sicheren Schlussfolgerungen nicht verwerthet werden könne.

Was soll man zu dem Ergebniss sagen, dass von den pankreaslosen Hunden nach Minkowski-Abelman n¹⁾ nur das Fett aus der Milch resorbiert wird und keinerlei anderes Fett, mag es, wie im Eidotter, emulsionirt sein oder nicht? Ehe ich das glaube, glaube ich hundert Mal an Versuchsfehler.

Was soll man dazu sagen, dass pankreaslose Hunde nach Minkowski-Abelman n ausser dem Milchfett Wasser und in Wasser

1) Minkowski, Berliner klin. Wochenschrift 1890 S. 334.

gelöstes Eiweiss, Kohlehydrate u. s. w. resorbiren, **nur keine Seifen**, die doch im Wasser löslich sind? Ehe ich das glaube, glaube ich hundert Mal an Versuchsfehler. Die von Abelman n angegebene Resorptionsgrösse der Seifen ist so klein, dass sie in die Beobachtungsfehler fällt. Minkowski¹⁾ selbst hat diese „Thatsache“ auch benutzt als gegen die Resorption der Fette in der Form der Seifen beweisend.

Worin sind nun die Ursachen der Irrthümer in Abelman n's Arbeit zu suchen? In mehreren Richtungen!

Bereits E. Héd on und J. Ville²⁾ haben den ersten schwachen Punkt richtig erkannt, indem sie Abelman n's Abgrenzung des Kothes ungenügend finden, ohne den Tadel zu begründen, was ich ergänzen will.

„Die Abgrenzung des Kothes,“ berichtet Abelman n³⁾, „welcher „der verabreichten Nahrung entsprechen sollte, wurde durch 2—3 g „Kohle erzielt. Dieselbe wurde theils mit Wasser, theils mit kleinen „Portionen Fleisch verabfolgt, zuweilen auch durch die Schlundsonde. „Lässt man die Thiere, nachdem sie Kohle eingenommen haben, vier „bis fünf Stunden ohne Nahrung, so erscheint später die Kohle in „den Fäces meist in einem Haufen, und so lassen sich der Anfang „und der Schluss des Versuches sehr leicht feststellen.“

Zu beachten bleibt, dass nach den übereinstimmenden Angaben von Vaughan Harley⁴⁾ und Héd on und Ville⁵⁾ die Schnelligkeit der Verdauungsvorgänge und die Austreibung des Mageninhalts nach den Gedärmen bei pankreaslosen Hunden sehr herabgesetzt ist. Héd on und Ville fanden fünf Stunden nach der Mahlzeit den Magen noch fast ganz voll. Da nun nach meinen Versuchen bei der Katze ein Stück Fleisch, das in den leeren Magen kommt, nicht weiterbefördert wird, sondern liegen bleibt, bis es ganz aufgelöst ist, und da das also in normalen Verhältnissen sehr langsam geschieht, so befand sich das mit Kohle imprägnirte Fleisch noch im Magen, als vier Stunden nach dessen Aufnahme die Milch gereicht wurde. Die den Magen erfüllende Milch gerinnt, schliesst das kohlehaltige Fleischstück ein, und die butterhaltige Molke tritt in den Darm über, ob-

1) Minkowski, Berl. klin. Wochenschr. 1890 S. 335.

2) Archives de Physiologie [5] vol. 9 p. 608. 1897.

3) Abelman n a. a. O. S. 22.

4) Proc. Roy. Soc. London vol. 61 p. 264. 1897.

5) Archives de Physiologie [5] vol. 9 p. 627. 1897.

wohl das Fleisch noch im Magen steckt. Während nun der Käse mit dem Fleische weiter verdaut wird, fliesst immer auf's Neue Flüssigkeit mit Fett nach dem Dünndarm ab.

Weil das Pepsin nicht bloss vom Fleische, sondern auch von dem Casein in Beschlag genommen wird, dürfte eine weitere Verlangsamung der Verdauung des Fleisches die Folge sein. Es hängt also ganz vom Zufall ab, wann das Kohlenklümpchen in den Dünndarm aus dem Magen übertritt. Folglich wird sehr viel von der Milch gebildeter Koth ausgestossen werden, ehe die Kohle erscheint; also muss das vor dem Erscheinen des kohlehaltigen Kothes bereits ausgestossene nicht resorbierte Milchfett als resorbiertes Fett in Rechnung kommen. Wird Kohle ohne Fleisch gegeben, dürften bei der verminderten Peristaltik ähnliche Uebelstände sich geltend machen, wenn Milch gefüttert wird. — Der hier in Betracht kommende Fehler erhält, was ebenfalls ganz richtig schon von Hédon und Ville¹⁾ hervorgehoben ist, ein grösseres Gewicht dadurch, dass die Versuche Abelman's so kurze Zeit dauerten. —

Anders verhält sich die Sache bei allen Versuchen ohne Milchfütterung. Unter den 18 Versuchen (nach gänzlicher Ausrottung der Bauchspeicheldrüse) befinden sich 5 mit Milchfütterung, 12 mit Fleisch- und Fettfütterung und 1 mit Fütterung von Brot und Fett (s. Abelman's Generaltabelle oben S. 342). Daraus folgt, dass überall, wo keine Milch gefüttert wurde, neben dem Fett immer Fleisch und nur ein Mal Brot gereicht worden ist. Es ist klar: wenn die ersten Fleischbissen herabgeschluckt wurden, so häuften sie sich zunächst im Magen an der Einmündungsstelle der Speiseröhre an und wurden durch die nachfolgenden Bissen allmählig nach dem Pylorus gedrängt, wobei sie die Kohle oder das mit Kohle imprägnirte Fleisch vor sich her schoben. Man begreift also, dass, wenn statt flüssiger Nahrung, wie es die Milch ist, feste gereicht wird, wie Fleisch oder Brot, die Kohle annähernd ihren Dienst thun mag. Da nun in allen diesen Fällen, wo Fleisch neben Fett gefüttert wurde, das ganze eingeführte Fett anscheinend wieder gefunden wurde, so fragt es sich, ob das nicht seinen Grund findet in Fett, welches die Darmwand in grösseren Mengen abgesondert hat, so dass der durch die etwaige Resorption bedingte Verlust

1) Archives de Physiologie [5] vol 9 p. 608. 1897.

wieder verdeckt wird. Abelmanⁿ¹⁾ erwähnt die Fettabsonderung der Darmwand, beachtet sie aber nicht genügend, obwohl er ausdrücklich hervorhebt: „Wieviel nun von dem von der Darmwand „producirten Stickstoff und Fett für die einzelnen Versuche in Anrechnung zu bringen ist, lässt sich wohl kaum genau bestimmen.“

Das Gewicht dieser Bedenken erhält eine thatsächliche Grundlage vor Allem durch die Versuche von Vaughan Harley. Dieser Forscher wiederholte die Versuche von Abelmanⁿ, fütterte Hunde nach vollkommener Ausrottung der Bauchspeicheldrüse mit Milch, tödtete sie 5 bis 7 Stunden nach eingenommener Mahlzeit und bestimmte das Fett, welches sich nunmehr noch im Magen und den Gedärmen vorfand. Das merkwürdige Ergebniss bestand darin, dass er mehr Fett fand, als er gefüttert hatte, was ja nur durch eine Fettsecretion erklärt werden kann. Wollte man nun den Schluss ziehen, dass das MilCHFett nicht resorbirt worden sei, so findet dies seine Widerlegung durch die Beobachtung V. Harley's²⁾, dass die Chylusgefässe blendend weiss sich hervorhoben (the lymphatics shone out as white lines and had not the appearance of those normally present in fasting animals), wenn sie auch nicht so strotzend wie unter normalen Verhältnissen gefüllt waren. Da blendend weisse Farbe des Chylus das Vorhandensein eines nicht ganz unbedeutenden Fettgehaltes beweist, so bezeugt der Versuch Harley's, dass die Fettresorption ganz und gar durch die Fettsecretion des Darmes maskirt werden kann. Demnach beweisen die Versuche Abelmanⁿ's keineswegs, dass nach Ausrottung der Bauchspeicheldrüse kein Fett mehr resorbirt wird, und zwar um so weniger, als er selbst im Koth zuweilen mehr Fett fand, als eingeführt worden war, und als er zugibt, dass die Grösse der Fettsecretion, die unter diesen Verhältnissen vielleicht verstärkt ist, nicht angegeben werden könne.

Nicht umhin kann ich, hier noch einen Gesichtspunkt hervorzuheben: Das von Abelmanⁿ gefütterte Fleisch ist Pferdefleisch gewesen, von dem ich³⁾ bewiesen habe, dass es die Resorptionsvorgänge in erheblicher Weise zu stören vermag. Abelmanⁿ's Versuche lassen sich nun unter den Ausdruck bringen: Wo nur Milch gefüttert wurde, fand eine erhebliche Fettresorption statt; wo

1) Abelmanⁿ a. a. O. S. 22.

2) Vaughan Harley, Proc. Roy. Soc. London vol. 61 p. 257.

3) Dieses Archiv Bd. 80 S. 111. 1900.

aber neben Fett Pferdefleisch gereicht wurde, war die Fettresorption scheinbar gleich Null. Man muss sich also die Frage vorlegen, ob dieselben Ergebnisse erhalten worden wären, wenn Abelmann Ochsenfleisch statt Pferdefleisch gefüttert hätte. Das ist vor der Hand nicht zu beantworten.

Zur Klärung trägt die Beurtheilung einer anderen auffallenden Beobachtung Abelmann's ein wenig bei. Wenn er — es handelt sich um 4 Versuche — dem Pferdefleisch Pankreatinemulsion oder Pankreas beigemischt hatte, erschien 3 Mal eine erhebliche Fettresorption.

Die Ausrottung der Bauchspeicheldrüse wirkt in doppelter Weise, nämlich einmal durch Fehlen der verdauenden Fermente im Darmcanal, sodann wegen des Fehlens der Wechselwirkung der Bauchspeicheldrüse mit den Organen des Körpers. Thatsache ist der ungeheuer schnelle Verfall des Körpers, der unmöglich in der mangelhaften Verdauung und Resorption der Nahrungsstoffe seine Ursache haben kann. Denn ein Hund ist kräftig und leistungsfähig, wenn er selbst 3 bis 4 Wochen hungert. Jener Verfall der Organe, welcher bei Muskeln, Leber, Niere u. s. w. schnell zu der sog. fettigen Degeneration führt, spricht sich auch in der verminderten Leistungsfähigkeit aus; wie die Peristaltik des Magens herabgesetzt ist, so scheint auch die Resorptionskraft der Darmwand in Folge einer lähmungsartigen Schwächung der Epithelzellen stark beeinträchtigt. Es ist vor der Hand, trotz der vielen erfolgreichen Untersuchungen, ein nutzloses Beginnen, den genaueren Grund für den nach Ausrottung der Bauchspeicheldrüse eintretenden Verfall des Körpers angeben zu wollen. Diese Schwächung der Leistungsfähigkeit der resorbirenden Epithelzellen muss — was bisher zu wenig beachtet ist — auch in Rechnung gestellt werden, mit der Ueberlegung, dass vielleicht im Dünndarm die Fette in demjenigen Zustande vorhanden sein können, der unter normalen Verhältnissen die vollständige Resorption zur Folge hat, während bei dem pankreaslosen Thiere die fast gelähmten Epithelzellen das vorhandene Material nicht oder kaum aufzunehmen und zu verarbeiten vermögen. Man muss an diese Möglichkeit denken, wenn es wahr ist, was Abelmann¹⁾ findet, dass nach Ausrottung der Bauchspeicheldrüse sogar die in Wasser löslichen Seifen fast gar nicht mehr resorbirt werden und die Resorption aller anderen Nährstoffe ebenfalls erheblich geschädigt ist.

1) Abelmann a. a. O. S. 57. Versuch 8 und 18.

Wenn man also Pankreas neben Fleisch füttert, ist es, wie bei Fütterung mit Thyreoidea, doch denkbar, dass der durch die Ausrottung bedingte Ausfall gewisser Functionen wenigstens theilweise ausgeglichen wird. Denn die Pankreaszulage im Futter stellt doch die normale Fettresorption keineswegs vollständig wieder her. — Minkowski¹⁾ ist bereits zu ähnlichen Vorstellungen wie die soeben vorgetragenen gekommen, verwirft sie aber, weil die ausnahmsweise Resorption des Milchfettes die Leistungsfähigkeit der resorbirenden Darmwand bezeuge. Es ist aber zu bedenken, dass durch die Versuche von Minkowski und Abelmann die Resorption des Milchfettes überhaupt nicht bewiesen ist, während deren Behauptung, dass alles andere Fett bei pankreaslosen Thieren gar nicht resorbirt werde, sicher falsch ist, was ich sogleich beweisen will. Jedenfalls wird von diesen Thieren jedes Fett resorbirt; sicher ist aber diese Fettresorption mehr oder weniger geschwächt. Diese Schwächung darf also wohl auf die verminderte Leistungsfähigkeit der resorbirenden Zelle wenigstens theilweise bezogen werden, durch deren Arbeit die Aufnahme des Fettes ermöglicht wird. — —

Jedenfalls verwerthet Immanuel Munk das von Minkowski und Abelmann behauptete ausnahmsweise Verhalten des Milchfettes, weil er (Munk) sagt²⁾: „Zudem wäre es durchaus unverständlich, wesshalb diese fettspaltenden Kräfte nur das Milchfett und „nicht auch die anderen Fette angreifen sollten.“ Wie durch diese Aeussierung bewiesen wird, weiss Immanuel Munk nicht, dass schon lange dieser Theil der Untersuchung Abelmann's widerlegt und als Irrthum erkannt ist. Hédon³⁾ hat gezeigt, dass bei pankreaslosen Hunden nicht bloss Milch, sondern auch andere Fette resorbirt werden, so dass der aus dem geöffneten Ductus thoracicus bei Schmalzzugabe abfliessende Chylus milchweiss war und bis 3,57 % Fett enthielt, was doch eine nicht unbedeutende Fettresorption beweist. Der Hund von 25 kg lieferte aus dem Ductus thoracicus 88 g in 90 Minuten. Das würde für 24 Stunden 1408 ccm Chylus = 50,266 g Fett ausmachen. Der Hund hatte in 24 Stunden erhalten: 30 g Schmalz + 750 Fleisch. — Nimmt man 2 % Fett

1) Berliner klin. Wochenschrift 1890 S. 335.

2) Centralblatt für Physiologie 1900 S. 125.

3) Archives de Physiol. [5] vol. 9 p. 628.

im Fleisch an, so erhielt derselbe in der Zufuhr 50,0 Fett und resorbierte dasselbe vollständig. Wenn es sich hier auch nur um eine Schätzung handeln kann, weil die Fettresorption nicht in allen Stunden mit der gleichen Stärke andauert, so erkennt man, dass doch trotz des fehlenden Pankreas, und obwohl keine Milch gefüttert wurde, eine auffallend starke Fettresorption sich vollzog. Hédon stellte seine Versuche allerdings so an, dass er 4 Tage lang täglich Fett fütterte und dann erst am 4. Tage den Fettgehalt des Chylus im Ductus thoracicus analysierte. Man könnte hier vermuthen, dass allmählig für den Ausfall der Bauchspeicheldrüse als Ersatz andere Drüsen eingetreten wären. Demgegenüber ist aber zu bemerken, dass Harley, der allerdings auch pankreaslose Hunde nur mit Milch fütterte, schon 5 bis 7 Stunden nach Zufuhr der Nahrung die blossgelegten Chylusgefässe mit milchweissem Saft gefüllt beobachtete. — Es muss ferner die auffallende Thatsache hervorgehoben werden, dass Minkowski und Abelmann trotz der vielen Versuche, die sie gemacht haben, niemals zusahen, ob die Chylusgefässe während der Verdauung von Fett weiss wurden. Sie waren offenbar a priori überzeugt, dass das Fett nicht resorbiert würde, und dass deshalb die Chylusgefässe nicht weiss sein könnten. Sicher sind auch bei den von Minkowski des Pankreas beraubten Hunden nach Fettfütterung weisse Chylusgefässe dagewesen. Es wurde auch von Abelmann beobachtet, dass mehr Fett im Koth erschien, als gereicht worden war. Trotzdem hat niemals nach der Tödtung des Thieres eine Untersuchung des Magen- und Darminhaltes stattgefunden, um festzustellen, wie viel Fett etwa hier noch vorhanden war. —

Von Wichtigkeit ist ferner, dass Hédon und Ville¹⁾ die Fettresorption auch nach der Methode von Minkowski-Abelmann bei pankreaslosen Hunden, aber mit der Abänderung prüften, dass jeder Versuch nicht 1 Tag und Nacht, sondern 4 Tage und Nächte dauerte. Ausserdem bedienten sie sich nicht der Kohle, sondern einer viel sichereren Methode zur Abgrenzung des Kothes²⁾. Dabei stellte sich denn nicht bloss bei Fütterung von Milch, sondern auch bei Zufuhr von Fleisch und Schmalz heraus, dass weniger Fett im Koth erschien, als eingeführt worden war.

1) Archives de Physiologie [5] vol. 9 p. 616. 1897.

2) A. a. O. S. 608. 1897.

Auch wenn bei den Thieren vor der Ausrottung der Bauchspeicheldrüse eine Gallenfistel angelegt und durch mehrfache Unterbindung und Ausschneidung des Ductus choledochus der Zutritt der Galle zu dem Darne sicher ausgeschlossen war, ergab sich bei Milchfütterung eine Absorption von 22 % und bei Schmalzfütterung von 10,5 % des gereichten Fettes. Beim Abschluss von Galle und Bauchspeichel war der Chylus nur noch mässig milchig getrübt, enthielt aber doch noch 0,4 % Aetherextract.

Hiermit wäre denn das „entscheidende Moment“, welches Immanuel Munk aus der Arbeit von Minkowski und Abelmann gegen mich in's Feld geführt hat, beseitigt.

Es handelte sich hierbei um die vermeintliche Thatsache, dass die Grösse der MilCHFettresorption bei pankreaslosen Hunden unvereinbar sei mit der so stark verringerten Fettspaltung.

§ 7. Ueber Fütterungsversuche mit Fettsäurerestern, die in der natürlichen Nahrung nicht vorkommen, und physiologische Vivisectionen am Menschen.

Weitere Einwände I. Munk's richten sich gegen die Art, wie ich glaubhaft zu machen suchte, dass die Stärke der Fettspaltung in den Verdauungswerkzeugen gross genug sei, um die unter Umständen sehr grossen zu resorbirenden Fettmengen gänzlich in Glycerin und Fettsäuren zu zerlegen. Ich berief mich desshalb auf die Versuche von O. Frank, durch welche dieser Forscher bewies, dass nach Fütterung der Hunde mit den Aethylestern der Fettsäuren im Chylus keine Aethyl-, sondern nur Glycerylester der Fettsäuren gefunden werden; die Untersuchung des Kothes bezeugte, dass die gefütterten Ester sehr ausgiebig resorbirt worden waren, obwohl Estergemische gefüttert wurden, welche die grösste in der Nahrung zulässige Fettmenge noch übertrafen. Ein Hund von 32 kg erhielt z. B. 350 g Estergemisch, entsprechend 318 g Fettsäuren¹⁾. 300 g Schweineschmalz stellen nach F. Hofmann²⁾ für Hunde von ähnlicher Grösse die Grenze der Aufnahmefähigkeit vor. Dieser Versuch beweist, dass, wenn die Glycerylester ebenso leicht als die Aethylester gespalten werden, sämmtliches in noch so grosser Menge zugeführte Fett zerlegt werden muss.

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. 36 S. 576. 1893.

2) Zeitschr. f. Biol. Bd. 8 S. 153.

Nun beschwert sich I. Munk, dass ich seine schon früher mit Palmitinsäurecetyler und mit Oelsäureamylester an einem Mädchen mit Chylusfistel ausgeführten Versuche nicht erwähnt hätte, woraus er folgert, dass seine Untersuchung mir entgangen sei. — Das ist aber ganz unrichtig. In meiner Arbeit über das Pferdefleisch habe ich nur diejenigen Thatsachen aus der Fettphysiologie herangezogen, die ich für hinreichend gesichert und für beweisend hielt. Was in den Versuchen von Immanuel Munk geboten wird, beweist das, was ich brauchte, in keiner Weise. Ich wollte deshalb auf diese Arbeit nicht eingehen; jetzt muss ich es thun, und zwar wird dies I. Munk nicht zum Vortheil gereichen.

Es handelt sich um ein junges Mädchen, das seit 1885 an Elephantiasis des linken Beines litt und 1889 in die chirurgische Abtheilung des Berliner jüdischen Krankenhauses aufgenommen wurde. Am Unterschenkel fand sich eine Oeffnung, aus der Lymphe hervorquoll, die im nüchternen Zustande durchsichtig war und nach Fettnahrung weiss durch aufgenommenes Fett wurde. Immanuel Munk hielt diesen Fall für ein zu physiologischen Versuchen ausgezeichnetes Object. Der dirigirende Arzt, Herr Dr. I. Israël, überliess „in entgegenkommendster Weise“ das arme Mädchen dem Herrn Immanuel Munk und dessen Mitarbeiter A. Rosenstein „zur Anstellung von Untersuchungen“¹⁾. Es war ein Judenmädchen, wie aus der Angabe hervorgeht, dass sie sich „aus religiösem Anlass einem Fasttage unterzogen“²⁾. Denn selbst die katholischen Christen haben keine absoluten Fasttage. Als sich das kranke Mädchen in das jüdische Krankenhaus doch zur Heilung aufnehmen liess, hat es gewiss nicht vorausgesetzt, dass es von seinen Stammesgenossen wie ein Hund zu physiologischen Versuchen missbraucht werden würde.

Obwohl die Kranke so gelagert werden konnte, dass der Ausfluss und Säfteverlust aus der Fistel aufhörte oder doch sehr gering war, wurden derselben Chylusmengen literweise entzogen, ebenso Blut zu Analysen abgezapft, nachdem die Kranke entweder widerwärtige chemische Präparate zu essen oder auch umgekehrt lange zu fasten veranlasst worden war. Ich bin überzeugt, dass I. Munk mir erwidern wird, es habe sich das Mädchen freiwillig den Ex-

1) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 232.

2) A. a. O. S. 237.

perimenten unterworfen, die ihr nichts geschadet hätten. Jeder weiss, was er von dieser Rechtfertigung zu halten hat.

Recht bezeichnend ist, dass bei Besprechung eines ähnlichen Falles einer Lymphfistel, die von Odenius und Lang beobachtet wurde, I. Munk¹⁾ sein Bedauern ausspricht mit den Worten: „Weitere Untersuchungen haben leider diese Forscher an ihren Fall nicht geknüpft.“ Odenius und Lang haben den Kranken eben nicht wie ein Thier zu physiologischen Versuchszwecken missbrauchen wollen.

Für die genauere Beurtheilung des aus der Fistel fliessenden Saftes wäre eine Einsicht in die anatomische Verbindung der Lymphgefässe des Unterschenkels mit denen des Darmes wünschenswerth, ja nothwendig gewesen.

Es ist auffallend, dass in der Literatur noch mehr Fälle von Lymphfisteln am unteren Körperabschnitt beschrieben werden, bei denen auch zeitweise chylöser Ausfluss auftrat.

Gabler und Quevenne²⁾ kratzten die Epidermis bei varikösen Erweiterungen des subcutanen Lymphgefässnetzes am Oberschenkel einer gesunden Frau ab, wodurch eine Fistel entstand. Die entleerte Lymphe enthielt 0,38 bis 0,92 % Fett.

Petters gewann Lymphe aus einer Fistel der Schamlippe mit 3,06 % Fett, Desjardin aus der Inguinalgegend mit 0,38 bis 0,98 %, Buchanan vom Oberschenkel mit 0,71 % Fett³⁾; Odenius und Lang⁴⁾ vom Oberschenkel mit im Mittel 2,49 %, Hensen⁵⁾ aus der Vorhaut mit in maximo 3,69 % Fett. Diese grossen Fettmengen lassen kaum einen Zweifel, dass der Lymphe Chylus beigemischt war.

Man muss daraus schliessen, dass leicht durch Stauungsbedingungen Lymphe aus den Gefässen des Mesenteriums nach denen der Haut des unteren Körperschnittes wegen Versagens der Klappen zurückgetrieben werden kann, so dass der Chylus durch die Fistel abfliesst.

I. Munk hielt, wohl mit Recht, den weissen aus der Fistel

1) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 234.

2) Gaz. méd. de Paris 1854 Nr. 24—34.

3) Esmarch und Kulenkampf, Die elephantiasischen Formen. Hamburg 1885.

4) Nordiskt med. Arkiv Bd. 6 Nr. 13. 1874.

5) Dieses Archiv Bd. 10 S. 94. 1875.

des Unterschenkels fliessenden Saft für Chylus oder doch für ein Gemenge von Chylus und Lymphe. Um aber die Beweiskraft der von I. Munk an dem Mädchen angestellten Versuche richtig beurtheilen zu können, ist es nothwendig, einige That-sachen zu besprechen, die von ihm nicht berücksichtigt worden sind.

Ich habe hier die merkwürdigen Beobachtungen K. A. Lesser's¹⁾ im Auge, welcher bei curaresirten Hunden zeigte, dass man aus dem geöffneten Ductus thoracicus oft genug weisse oder weissliche Lymphe erhalten kann zu einer Zeit, wo keine Spur von Nahrung, bezw. Fett im Magen und Darm vorhanden ist, — d. h. im Zustande absoluter Nüchternheit. — Lesser stellte gleichzeitig fest, dass die Lymphe, welche aus den Gliedmaassen und dem Kopf abfliesst, „unter allen Umständen vollkommen durchsichtig ist“²⁾.

Lesser gelangt demgemäss zu der meines Erachtens berechtigten Schlussfolgerung, dass die Abdominalhöhle allein weisse Lymphe dem Ductus thoracicus während der Nüchternheit zuführen kann. Die vollkommene Nüchternheit hat Lesser wiederholt nach Tödtung des Thieres durch Prüfung des Magen- und Darminhaltes sichergestellt. Die milchige Beschaffenheit des Inhaltes des Ductus thoracicus hat noch die Besonderheit, dass er bei gewissen Bedingungen durch farblose Lymphe ersetzt wird, auf welche dann wieder der Strom weisslicher Lymphe folgt. Das ist der Fall, wenn mit den Gliedmaassen ausgiebige Bewegungen ausgeführt werden, die dem Ductus schnell grosse Mengen durchsichtiger Lymphe zuführen. Stellt man die Ruhe der Gliedmaassen wieder her, so erscheint die milchige Beschaffenheit des Chylusstromes aufs Neue. — Es ist ferner bemerkenswerth, dass nach Anlegung einer Fistel des Ductus thoracicus beim nüchternen Thier zuerst eine Zeit lang durchsichtige Lymphe abfliessen kann, der sich dann chylöse anschliesst. — Der gewöhnliche Fall war aber der, dass die gleich anfangs milchige Lymphe mit der Dauer des Versuches immer durchsichtiger wurde. Folgendes Täfelchen gibt eine Uebersicht des Wesentlichen (S. 361):

Die einfachste Erklärung für diese sonst ganz räthselhaften That-sachen scheint mir darin zu liegen, dass nach einer fettreichen Mahlzeit ein Rückstand der Fettemulsion in der Darmwand bleibt oder sehr träge gegen den Ductus thoracicus bewegt wird, weil die

1) C. Ludwig, Arbeiten von 1871 S. 95.

2) Lesser a. a. O. S. 114.

Nüchterner Zustand. Lymphe aus Ductus thoracicus. Hund ist Versuchsthier,
mit Curare narkotisirt.

Nummer	Gewicht des Hundes in g	Dauer des Lymphabflusses in Minuten seit Beginn des Versuches	Lymphe- menge in ccm	Besondere Bemerkungen	Dauer der Nüchternheit des Hundes in Stunden	Literaturangabe bei K. A. Lesser (Ludwig's Arbeiten von 1871)
1	24750	27	12	Ruhe, Lymphe gelblich-weiss, opalisirend	23	Seite 97
2	15200	45	15	Lymphe weiss wie Chylus. Im Lauf von $4\frac{1}{2}$ Stunden nimmt die weisse Farbe bei fortwährendem Strom der Lymphe immer mehr bis zur Wasserhelle ab	36	100 "
3	15800	56	10	Lymphe weisslich wie mit Chylus unter- mengt. — Nach $4\frac{1}{2}$ Stunden Abfluss hellgelb	45	108 "
4	16450	27(?)	30	Lymphe gelblich-weiss, verliert nach $1\frac{1}{2}$ Stunden die weissliche Färbung	45	109 "
5	16550	29	24	Lymphe weingelb, opalisirend, wird nach $4\frac{1}{2}$ Stunden milchiger	60	110 "
6	12700	42	15	Lymphe weisslich-gelb, verliert nach 79 Mi- nuten die weissliche Farbe	24	112 "

vorwärtsschiebende Resorptionsarbeit der Cylinderzelle mit dem Abschluss der Verdauung aufhört. Die neu in die Zotten resorbirten Massen verdrängen sonst die bereits vorhandenen. Dass der Rückstand der Fetteulsion bei dem curaresirten Thiere so kräftig ausgetrieben wird, liegt wohl an der von Lesser nachgewiesenen Thatsache, dass das Gift die Stärke der Lymphbewegung ungeheuer steigert. — Man versteht auch, wesshalb aus der Fistel des Ductus thoracicus beim nüchternen curaresirten Thier nicht immer weisse Lymphe abfloss. Denn die vorhergegangene Mahlzeit war vielleicht fettarm.

Sobald also am Ende der Nüchternheit neue Nahrung aufgenommen wird, muss diese, sobald die Resorption beginnt, jenen in der Darmwand befindlichen Rückstand austreiben, und so kann es dann kommen, dass in den ersten Stunden nach Nahrungsaufnahme aus einer Fistel Fett abfließt, das von einer früheren Mahlzeit herrührt. Dieses muss I. Munk's Versuche beeinflussen, bei denen das nüchterne Versuchsmädchen ölsauren Amylester oder palmitinsauren Cetylester einnehmen musste. Man versteht dann, wesshalb das im Chylus gefundene Fett wesentlich aus gewöhnlichem Fett bestand. Ganz richtig bemerkt ferner O. Frank, dass die geringe Fettzunahme, die nach der Fütterung eintrat, bedingt sein kann durch die Resorption des Fettes, welches der Darm abgesondert hat. — Es ist aber noch eine andere Unsicherheit vorhanden!

I. Munk hat versäumt, bei dem Versuchsmädchen den Koth zu analysiren, um festzustellen, ob die Ester überhaupt resorbirt worden sind. Das war um so nöthiger, als sogar beim Hunde, wenn man Munk's Analysen für richtig hält, fast $\frac{1}{3}$ des gefütterten Cetylesters (Walrathes) den Körper ungenutzt durch den Koth verlässt¹⁾. — Es war diese unterlassene Prüfung auch desshalb nöthig, weil nach der Fütterung des Versuchsmädchens der Fettgehalt der Lymphe so wenig zunahm. Auch Otto Frank²⁾ erhebt gegen I. Munk noch einen anderen vernichtenden Einwand: „Die „Sicherheit des Schlusses, den er (I. Munk) aus dem „Ergebniss zog, nämlich dass eine Spaltung des Walrathes und eine Bildung von Tripalmitin (mit dem „Schmelzpunkt 63° C) stattgefunden habe, wird durch

1) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 278.

2) Zeitschr. f. Biol. Bd. 36 S. 569.

„den sehr niedrigen Schmelzpunkt des Chylusfettes „(36°) in Frage gestellt.“

Wäre nämlich das Chylusfett Tripalmitin gewesen, was den Beweis für I. Munk geliefert hätte, so musste der Schmelzpunkt 63° C. betragen. Ein Chylusfett, das bei 36° schmilzt, kann nur ein Gemenge sein, in dem sehr viel Olein neben Palmitin und Stearin enthalten ist. Wäre auch aus dem Walrath wirklich Palmitin entstanden, so musste ihm doch anderes Fett aus dem Körper des Mädchens beigemischt gewesen sein.

Das Menschenfett von den Nieren schmilzt nach Schulze und Reinecke¹⁾ bei 41° C. und war bei Zimmertemperatur weich.

Das Fett vom Panniculus adiposus enthielt mehr Olein, und begann, wie man das oft bei Hundefett sieht, erst mehrere Stunden nach dem Erkalten festes Fett auszuscheiden, während der grösste Theil bei Zimmertemperatur flüssig blieb²⁾.

Nach A. Lebedeff³⁾ enthält das Menschenfett vom Darne:

a) 74,4 %	} Oleinsäure	22,0 %	} Palmitin- und Stearinsäure;
b) 76,6 %		20,9 %	

nach demselben Forscher:

Unterhautfett besteht beim Menschen aus:

a) 80,0 %	} Oleinsäure	16,7 %	} fester Fettsäuren
b) 78,6 %		14,7 %	

Nach Langer⁴⁾ bestehen die Fettsäuren des erwachsenen Menschen aus

Oelsäure . . .	89,80 %
Palmitinsäure . .	8,16 %
Stearinsäure . . .	2,04 %

Ein Fett, das den von I. Munk beobachteten Schmelzpunkt hat, verhält sich demgemäss wie normales Menschenfett und kann nicht nur zu $\frac{1}{7}$ aus Olein bestehen und zu $\frac{6}{7}$ aus Palmitin; I. Munk hat dies durch die Analyse gefunden; es ist wohl unzweifelhaft, dass er bei der Behandlung der Bleisalze mit kaltem Aether das ölsäure Salz unvollständig ausgezogen hat.

1) Liebig's Annalen Bd. 142 S. 206.

2) A. a. O. S. 206. 1867.

3) Hoppe-Seyler, Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 6 S. 147. 1882.

4) Beilstein, Organ. Chemie. Aufl. 2. Bd. 1 S. 432 und Monatshefte für Chemie Bd. 2 S. 390. 1881.

Den mit Aether ganz ungenügend ausgezogenen Rückstand der Bleiseifen hielt er nun ohne allen Beweis für palmitinsaures Blei, während er sicher aus ölsaurem, palmitinsaurem und stearinsaurem Blei bestand. So gelangt er dann zu der Ansicht, dass das thatsächlich überwiegend aus Olein bestehende Chylusfett ganz überwiegend nur aus Palmitin bestand.

Wäre seine Analyse der Fettsäure auch richtig gewesen, so durfte er trotzdem die bestimmten festen Fettsäuren nicht ohne Weiteres als frei von Stearinsäure annehmen, ohne dass er sich durch die Analyse davon überzeugt hatte.

Diese Untersuchung mit Fütterung des Walrathes ist nun ein Beispiel seltener Fehlerhaftigkeit, ein Beispiel, das gar nichts beweist. Immanuel Munk¹⁾ aber schlussfolgert:

„Damit war bewiesen, dass der zur Resorption gelangte Antheil „vom Walrath, etwa 15 %, im Darm in Palmitinsäure und Cetyl-„alkohol gespalten (!!!), erstere resorbirt, mit Glycerin synthetisch „zu Palmitin umgebildet (!!!) und als Palmitin (!!!) in die Darm-„lymphe übergetreten ist, daher das exquisite Ueberwiegen (!!!) von „Palmitin (!!!) im Fett der chylösen Lymphe.“ — — „Damit ist auch „der Schlüssel (!!!) zu der auf den ersten Blick seltsamen Erfahrung „geliefert“ u. s. w.

Immanuel Munk²⁾ schreibt in seiner letzten gegen mich gerichteten Abhandlung im Hinblick auf die Versuche mit Fettsäureestern:

„In dem Berichte über die genannte Mittheilung von Frank „(dies Centralblatt XII. S. 732) habe ich meine Priorität hervor-„gehoben, die Frank nicht (!!!) bestritten hat und nicht bestreiten „kann (!!!).“

Das schreibt Immanuel Munk, obwohl Frank die Versuche dieses Forschers durch seine scharfsinnigen Einwände — trotz der sehr höflichen Form — thatsächlich vernichtet hat.

Ich wende mich jetzt zu der Fütterung des Versuchsmädchens mit ölsaurem Amylester, welche ungefähr 16 Stunden nach der letzten fetthaltigen Mahlzeit ins Werk gesetzt wurde. Dieser Amylester ist eine Verbindung von Oelsäure mit Fuselöl (Amylalkohol).

Es fehlt auch hier die Angabe, welches Fett in der letzten

1) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 274.

2) Centralblatt für Physiol. 1900 S. 124.

Mahlzeit aufgenommen worden war. Auch hier veränderte sich die Lymphe nicht viel mehr, wie es auch sonst im nüchternen Zustand vorkommen kann oder doch durch Resorption des Darmfettes erklärbar wäre. Die Lymphe wurde nur von der 7.—9. Stunde nach Fütterung mit dem ölsauren Fuselöl wie „dünne Milch“, enthielt wenig eines gewöhnlichen oleinreichen Fettes, was nach I. Munk¹⁾ aus dem Amylester entstanden sein soll, so zwar, dass von 15 g Oelsäureamyläther, mit dem das Versuchsmädchen gefüttert worden war, 4,45 g als resorbirt anzusehen seien.

Nach I. Munk bestand das Chylusfett zu mindestens 89% aus Olein. Will man die eine Analyse als richtig ansehen, nachdem die Oleinbestimmung in dem vorher besprochenen Walrathversuch sich als fehlerhaft erwiesen hat, so ist für Munk nichts bewiesen. Denn das von ihm untersuchte Fett unterscheidet sich vom Menschenfett nicht wesentlich, da dieses auf 100 Fettsäuren nach Langer²⁾ 89,8 Oelsäure enthält. Wenn von dem ölsauren Amylester gar Nichts resorbirt worden wäre, würde das Ergebniss ganz klar sein.

Wie steht es denn mit dem Nachweis, dass der Amylester überhaupt resorbirt worden ist?

I. Munk³⁾ gab einem Hunde den Amylester. Das Thier bekam Erbrechen von schaumigem Schleim: „der Hund stierte vor „sich hin, liess den Kopf herabsinken, legte sich auf die Seite.“ Danach „verweigerte er die Futteraufnahme und befand sich noch „vier Stunden unter der toxischen Wirkung; am nächsten Morgen war „er völlig wieder hergestellt“.

Durch Behandlung des Amylesters mit geriebenem Hundepankreas glaubt I. Munk⁴⁾ gefunden zu haben, dass in sechs Stunden rund 16% des Esters gespalten worden sind. I. Munk nahm nun auch selbst den Amylester ein, ohne die allergeringste Beschwerde zu empfinden. Ebenso wenig wurden bei dem Versuchsmädchen Brechneigung, Uebelkeit, Kopfschmerz oder auch nur Benommenheit beobachtet⁵⁾.

Muss man da nicht auf den Gedanken kommen, dass, weil der Mensch so gar nicht, der Hund so stark durch den Amylester beein-

1) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 486.

2) Beilstein, Organische Chemie Bd. 1 S. 432.

3) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 485.

4) A. a. O. S. 491.

5) A. a. O. S. 489.

flusst wird, die Spaltung beim Hunde sich kräftig, beim Menschen kaum oder gar nicht vollzieht? Es hätte also I. Munk untersuchen müssen, ob in dem Koth der Versuchsperson der Amylester etwa ganz ausgestossen wurde. Das ist aber versäumt worden. Auch in der aus der Fistel fliessenden Lymphe war kein Amylester zu finden.

Die Schlussfolgerungen I. Munk's stützen sich demgemäss auf die Thatsache, dass er das Mädchen mit dem menschlichen Körper fremdem Fett fütterte und dann dieses Fett in dem Körper nicht nachweisen konnte. Daran schliesst sich aber trotzdem die Lobrede: „Also war auch der Oelsäureamyläther zum Theil im Darm „gespalten, die so frei gewordene Oelsäure resorbirt, mit Glycerin „synthetisch zu Olein umgebildet worden und als Olein in die Darm- „lymphe übergetreten.“

Es ist angemessen, an dieser Stelle noch einen anderen Versuch mit dem Thierkörper fremdem Fett anzuführen, bei dem von I. Munk das Versuchsmädchen mit Erucasäure gefüttert wurde. Dies ist der Bestandtheil eines im Rüböl enthaltenen Fettes, welches Erucin genannt wird und eine Verbindung von Erucasäure mit Glycerin ist. Munk suchte zu beweisen, dass die Erucasäure im Chylus der Kranken als Erucin vorhanden sei. Nachdem er sich aus dem Chylus durch Aether die Fette verschafft, spaltete er dieselben und suchte zu zeigen, dass die erhaltene Säure Erucasäure sei. Der Schmelzpunkt stimmt aber nicht, und so war dargethan, dass, wenn es sich überhaupt um Erucasäure handelte, dieselbe beträchtlich verunreinigt sein musste. I. Munk führte desshalb dies Gemenge von Säuren in Bleisalze über und fand darin 24,12 % Blei, während verlangt wird 23,5 %. Es handelt sich aber nur um eine einzige, nicht besonders stimmende Analyse. Wenn Munk schliesst, dass die Erucasäure nun zweifellos nachgewiesen sei, so leitet ihn wohl besonders der Gedanke, dass es sich nur handeln könne um folgende vier Salze:

Erucasäures Blei . .	mit 23,50 % Blei
Oelsäures Blei . . .	„ 26,82 % „
Stearinsäures Blei . .	„ 26,78 % „
Palmitinsäures Blei . .	„ 28,87 % „

Nun hat aber Otto Frank¹⁾ gezeigt, dass bei der Verseifung

1) Archiv von du Bois-Reymond von 1894 S. 51.

der Fette mit alkoholischen Laugen und Darstellung von Salzen der fetten Säuren neue Säuren durch Oxydation entstehen. Das Molekulargewicht und die Bleiverbindungen dieser Säuren sind vor der Hand unbekannt. Die Säure Munk's musste also noch durch die Elementaranalyse auf die Probe gestellt werden. Das ist nicht geschehen, und deshalb kann man die eine, ohnehin schlecht stimmende Zahl nicht als eine sichere Grundlage für eine so wichtige Folgerung anerkennen — zumal es sich um einen Analytiker handelt, der das Glycerin für den tertiären Alkohol der Propylreihe¹⁾ und die krystallisirte Phosphorsäure für identisch mit Phosphorsäureanhydrid hält.

Uebrigens hat sich auch Otto Frank²⁾ mit Rücksicht auf die Erucinsynthese von Minkowski und I. Munk schon dahin ausgesprochen, „dass der Nachweis der Synthese „nicht mit voller Sicherheit erbracht ist“.

Der wichtigste Punkt, der sich bei der Fütterung mit dem thierischen und menschlichen Körper fremden Fetten auch bei I. Munk's Versuchen herausstellt, muss noch besprochen werden. I. Munk hat ihn nicht erkannt.

Wenn es wahr wäre, dass ein beträchtlicher Theil des Fettes als solches im emulgirten Zustande resorbirt wird, ohne dass es also gespalten worden ist, dann sollte wenigstens auch solches Fett, in dem das Glycerin durch einen anderen Alkohol vertreten ist, ohne Aenderung seiner Natur resorbirt werden. Nach Zufuhr der Cetylester, der Amylester, der Aethylester, der Cholesterinester der fetten Säuren müssten diese im Chylus neben Glycerinester erscheinen. Nichts von dem ist zu beobachten.

Die Säuren der genannten Ester erscheinen entweder frei oder als Glycerid und **nur als Glycerid** im Chylus, was durch Otto Frank bewiesen ist. Bei der Resorption sind also nach I. Munk jene Ester sicher ganz zerlegt worden, und **nur der Theil, welcher zerlegt war, ist zur Resorption befähigt gewesen.**

Bei den Versuchen von O. Frank ging ebenso nicht die Spur des gefütterten Aethylesters in den Chylus, sondern hier erschien statt dessen der Glycerylester. Munk hat auch an Hunden Ver-

1) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 269 und 484.

2) Zeitschr. f. Biol. Bd. 36 S. 569.

3) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 267.

suche angestellt und „Gemenge von Walrath und Oel längere Zeit „hindurch an einen durch 25tägiges Hungern abgemagerten Hund „verfüttert, um gleichwie Subbotin¹⁾ vor ihm den Uebergang des „Nahrungsfettes in Körperfett durch den Nachweis der Ablagerung „einer solchen »heterogenen« Fettart am Körper zu führen, ist aber „mit dem Walrath nicht glücklicher gewesen als Subbotin: im „Körperfett konnte Spermacet nicht nachgewiesen werden —“²⁾.

Die Thatsache, dass sicher kein Fett als solches resorbirt wird, obwohl es flüssig, obwohl es emulsionirt ist, wenn es kein Glycerid, spricht überzeugend dafür, dass auch die Fette, welche Glyceride sind, nicht als solche resorbirt werden, sondern nur desshalb als solche aufgesogen zu werden scheinen, weil sie nach der Resorption sofort wieder zu Glycerylestern aufgebaut werden. Diese Schlussfolgerung liegt so nahe, dass sogar Immanuel Munk ein Mal die Wahrheit dunkel aufdämmerte. Ich kann mich nicht enthalten, die betreffende Stelle mitzuthellen³⁾:

„Dieser so geringfügige Betrag des gespaltenen Fetts im Koth „nach Walrathfütterung, während doch bei Aufnahme von Neutral- „fett das Kothfett mindestens zu $\frac{3}{4}$ gespalten ist, muss, zumal durch „den Versuch an der Chylusfistel nachgewiesen ist, dass das Walrath „im Darm zerlegt wird und als Palmitin in den Chylus übertritt, „den Gedanken nahelegen, ob die Resorption nicht desshalb eine „so unvollständige gewesen ist, weil der Bauchspeichel und die „Fäulniss im Darm nicht ausgereicht haben, den Walrath in weiterem „Umfange zu spalten, oder mit anderen Worten: **der Walrath kann „nur insoweit resorbirt werden, als er im Darm gespalten wird**⁴⁾, „daher das mit dem Koth ausgestossene Fett, bis auf einen „kleinen Bruchtheil unveränderten Walrath enthält. Wie dem auch „sei, die Erfahrung erscheint bemerkenswerth, dass von dem erst „bei 53° C. schmelzenden Walrath im Darm des Hundes „bis zu 69 Procent ausgenützt werden.“

Mit ebenso grosser Berechtigung hätte Munk das Gleiche grundsätzlich vom ölsaurem Amylester sagen können, einem Fett, das

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. 6 S. 73. 1870.

2) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 270.

3) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 279.

4) Die Hervorhebung dieser Stelle im Druck befindet sich nicht im Original, ist vielmehr durch mich veranlasst.

noch bei Zimmertemperatur flüssig ist. Denn I. Munk fand, dass kein ungespaltener Amylester in den Chylus übergang. „Er „enthielt,“ sagt I. Munk¹⁾, „keine ätherartige Verbindung der „Oelsäure mit Amylalkohol. Also war auch der Oelsäureamyläther „im Darm gespalten, die so frei gewordene Oelsäure resorbirt, mit „Glycerin synthetisch zu Olein umgebildet worden und als Olein in „die Darmlymphe übergetreten.“ Der mangelnde Uebergang des Amylfettes ist um so bemerkenswerther, als freie abgespaltene Oelsäure in beträchtlicher Menge neben dem Oelsäureglycerid sich im Chylus vorfand. Die Oelsäure wird ja nach I. Munk in Emulsion resorbirt. Warum geht dann das emulsionirte Amylfett nicht mit? — —

Zur Beurtheilung der an der Lymphfistel von Munk angestellten Versuche bleibt mir endlich noch ein wichtiger Umstand zu besprechen.

Es ist zuerst hervorzuheben, dass es von vielen Bedingungen abhing, wie viel Lymphe aus der Fistel ausfloss. „Die Fistel öffnete- „sich²⁾ zuerst etwa allmonatlich, später in kürzeren Intervallen und „liess während einer Dauer von durchschnittlich 4 Tagen eine im „nüchternen Zustande klare, im Laufe des Tages und im Anschluss „an die Mahlzeiten sich mehr oder weniger milchig trübende Flüssig- „keit austreten.“ — Ferner:

„Die Ausflussgeschwindigkeit erwies sich als grösser, wenn Patientin „sich zuvor reichliche Bewegung gemacht hatte, als wenn sie ruhig „im Bette lag“³⁾. Ferner:

„Nachdem Patientin aus therapeutischen (!!!) Gründen Monate „lang mit hochgelagertem linkem Bein zu Bett gelegen hatte, während „welcher Zeit der Abfluss nach aussen vollständig sistirte, so dass „schon seit Wochen nicht ein Tropfen Lymphe mehr ausgeflossen „war, unterzog sie sich abermals einem eintägigen Fasten.“⁴⁾ Ferner:

„Es verhielt sich die Lymphfistel in dieser Hinsicht ganz wie „eine geplatzte variköse Vene: durch Hochlagerung des Beines, wo-

1) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 489.

2) A. a. O. S. 231 und 236. 1891.

3) A. a. O. S. 236.

4) A. a. O. S. 241.

„bei das Volumen desselben sich schnell verringerte, konnte jeder Zeit „ein schneller Schluss erzielt werden.“¹⁾

Das wird zum Beweis genügen, dass keine Sicherheit vorhanden war, um in einem bestimmten Versuche aus der Fistel den gesammten resorbirten Chylus zu erhalten. Bald wird ein grösserer, bald ein kleinerer Theil den nicht vollständig verlegten richtigen Weg genommen haben. I. Munk sucht diese Unsicherheit zu beseitigen, indem er dem Mädchen unter verschiedenen Verhältnissen Blut abzapft und das darin enthaltene Fett bestimmt. Bei geschlossener Fistel enthielt das Blut im nüchternen Zustand 0,17 % Aetherextract, während der Fettresorption 0,42 %. Also wächst der Fettgehalt des Blutes, in das sich das ganze resorbirte Fett ergiesst, nur um 0,25 %. Würde die halbe Menge des Chylus in das Blut, die andere Hälfte aus der Fistel fliessen, so könnte das den Fettgehalt des Blutes nur um 0,12 % steigern, ein Werth, der in Anbetracht der Unsicherheit der Fettanalyse in die Beobachtungsfehler fällt. — Jedenfalls ist noch zu beachten, dass das von I. Munk untersuchte Blut mit dem Schröpfkopf gewonnen war. Derselbe saugt aber aus den Wunden der Haut, welche die Messer des Schnäppers geschlagen haben, nicht bloss Blut, sondern auch Lymphe. Das Verhältniss von Blut und Lymphe wird nicht an allen Orten der Haut dasselbe sein; I. Munk's Blut war also kein Blut, sondern ein Gemenge von Blut und Lymphe.

Ich halte nach dem Allem die quantitativen Bestimmungen der Menge des resorbirten Fettes beim Auffangen des Chylus aus der Fistel für ganz unsichere Grundlagen der Erörterung.

Es ist uns bisher die auffallende Thatsache entgegengetreten, dass — wie sie auch sonst erklärt werden mag — nach Fütterung von Fett, welches dem thierischen Körper fremdartig ist, nur normales Fett im Chylus gefunden wird, als ob der Organismus sich gegen das Eindringen fremdartiger Stoffe wehrte.

Einige Thatsachen scheinen dem zu widersprechen.

Lebedeff²⁾ hat einen Hund, der 4 Wochen gehungert hatte, mit Leinöl gemästet und einen anderen mit Hammeltalg. Aus den Geweben jenes Hundes wurde ein bei 0° C. nicht fest werdendes

1) Virchow's Archiv Bd. 123 S. 241 (Anmerkung).

2) Centralbl. f. d. medicin. Wissensch. 1882 Nr. 8 S. 129.

Oel (mehr als 1 kg) erhalten; der andere Hund lieferte ein Fett, das bei Zimmertemperatur fest war und im Schmelzpunkt sich dem Hammelfett näherte, das erst bei „über 50 ° C.“ schmilzt. Der Versuch ist wichtig, weil nach allen Erfahrungen Hundefett bei 0 ° C. fest wird. Es folgt aber nicht, dass das Glycerid der Leinölsäure, welches im Leinöl in grosser Menge enthalten ist, abgelagert worden ist. Denn das Leinöl enthält auch Olein, das ebenfalls bei 0 ° C. nicht fest wird; dies könnte also für die Beschaffenheit des Hundefettes nach Leinölfütterung verantwortlich gemacht werden. — Immerhin wäre zu beachten, dass nach Kurbatoff¹⁾ das Glycerid der Leinölsäure doch in einigen thierischen Fetten (Wels, Stör, Hase, Seehunde) enthalten zu sein scheint.

Radziejewski hat mit der Seife der Erucasäure, die auch im thierischen Körper nicht vorkommt, Fettmästung erzielt, wie ich schon ausführlicher oben darlegte. Daraus folgt aber nicht, dass das Mastfett Erucin war. Es könnte vielmehr die Erucasäure bei der Synthese des Fettes in eine andere Fettsäure, die dem thierischen Körper zukommt, umgewandelt worden sein. Es sind Thatsachen vorhanden, welche in diesem Sinne gedeutet werden dürfen. Zuerst ist hier Alfred Will²⁾ zu nennen, der unter Grünhagen's Leitung arbeitete. Wenn er nüchternen Fröschen chemisch reine Palmitinsäure oder eine Lösung von Seife der Palmitinsäure mit etwas Glycerin eingab, fanden sich die Epithelien des Darmes nachher allorts „mit grossen, deutlichen Fetttröpfchen gefüllt“. Niemand hat bis jetzt bemerkt, wie bedeutungsvoll diese Beobachtung ist:

Die Palmitinsäure hat den Schmelzpunkt bei 62 ° C., das Palmitin bei 63 ° C. Bei der Temperatur des Froschkörpers war die Palmitinsäure im Darne natürlich, wie auch die mikroskopische Untersuchung zeigte, eine starre Masse. Wenn also die Epithelzellen Fetttröpfchen enthielten, so handelte es sich um flüssiges Fett trotz der niederen Temperatur. Es muss also Olein aus der Palmitinsäure und Glycerin aufgebaut worden sein. Das Olein vermochte dann eine bestimmte Menge von Palmitin in Lösung zu halten. Ich kann mir nicht versagen, diese merkwürdigen, bisher nicht gewürdigten Beobachtungen wörtlich wiederzugeben:

1) Journ. d. russ. phys.-chem. Gesellsch. Bd. 24 S. 26—31. — Maly's Jahresbericht von 1893 S. 32.

2) Dieses Archiv Bd. 20 S. 258 und 259. 1879.

„Einer anderen Zahl von Fröschen brachte ich daher Pillen in „den Mund hinein, welche aus ganz reiner Palmitinsäure mit Zusatz von einigen Tropfen Glycerins hergestellt waren und ebenfalls „leicht verschluckt wurden. Aber auch in diesen Fällen ergab die „ca. 24 Stunden später ausgeführte mikroskopische Untersuchung, „dass das Darmepithel reichliche Mengen von Fetttropfchen enthielt. „Dem Einwand, dass die Fettkörnchen, welche wir in den Epithelzellen antrafen, nicht aus Fett, sondern aus reiner Fettsäure bestanden hätten, welche letztere wie das Fett emulsionsfähig wird, „ist damit zu begegnen, dass wir stets bei Eröffnung des Darms „den Inhalt einer mikroskopischen Untersuchung unterwarfen, aber „nie eine Emulsion, sondern nur die amorphen Fettsäuremassen gefunden haben.“¹⁾

Ferner:

„Um eine ganz reine Seife zu erhalten, verfahren wir so, dass „wir reine Palmitinsäure in Alkohol lösten, letzteren darauf mit „kalihaltigem Wasser verdünnten und schliesslich im Wasserbad „durch Erhitzen verjagten. Hierauf verdünnten wir diese so hergestellte Seifenlösung mit Wasser und fügten wenige Tropfen reinen „Glycerins hinzu. Die Frösche nahmen diese Mischung ohne „grösseres Widerstreben und behielten sie auch bei sich, wie die „Untersuchung des Darmepithels lehrte, welches sich 16—24 Stunden „nach dem Einverleiben der Seifenlösung allorts mit grossen „deutlichen Fetttropfchen angefüllt erwies.“²⁾

Beiläufig soll nicht verschwiegen werden, dass in diesen wichtigen Beobachtungen von A. Will noch zwei grundsätzlich bedeutungsvolle Beweise liegen, nämlich einmal, dass ausgiebige Fettresorption stattfinden kann, ohne dass eine Emulsion im Darne vorhanden ist, und zweitens, dass die Epithelzelle des Dünndarmes die Fettsynthesen vollzieht. Denn nach Fütterung mit Palmitinsäure oder Seife dieser Säure erscheint eine Emulsion von Fetttropfen im Epithel. Weil Fett und Fettsäuren unter dem Mikroskop gleich aussehen, könnte es sich bei Will's Beobachtung um Tröpfchen handeln, die nicht aus Fett, sondern Fettsäuren bestehen. Aus palmitinsaurem Natron würde sich aber nur Palmitinsäure abscheiden, und diese bildet bei der Temperatur des Frosch-

1) Dieses Archiv Bd. 20 S. 258.

2) A. a. O. Bd 20 S. 259.

körpers keinen Tropfen. Es müsste sich also wenigstens um eine Lösung der Palmitinsäure in Oleinsäure handeln, welche ja erst bei $+14^{\circ}$ C. erstarrt. Da nun Will¹⁾, wie er sagt, mit Winterfröchen gearbeitet hat, so wird die Temperatur des Thierkörpers unter 14° C. gewesen sein; dann bildet die Oelsäure aber keine Tropfen mehr, sondern ist fest. Wäre es aber gegen unsere Erwartung doch Oelsäure, so müsste Palmitinsäure in Oelsäure übergeführt worden sein, was eine sehr verwickelte synthetische Arbeit der resorbirenden Epithelzelle voraussetzt, zu der die Milch- und Buttersäuregärung mit Rücksicht auf die Verlängerung der Kohlenstoffkette ein Seitenstück abgeben könnte. Also wenn man selbst zugibt, dass es sich nur um Oelsäure handele, wird eine bedeutsame synthetische Arbeit der Epithelzelle vorausgesetzt. — Die Tropfen, welche im Epithel des Dünndarms nach Fütterung der Winterfrösche auftreten, müssen aber der Hauptmenge nach desshalb als Olein angesprochen werden, weil Zugabe von Glycerin zu der Palmitinsäure die Menge der auftretenden Fetttropfen bedeutend vermehrte. — Diese Thatsache wird, wie mir scheint, auch nicht entkräftet durch einen von Otto Frank²⁾ erhobenen scharfsinnigen Einwand, der alle Beachtung verdient. „Man kann allen Versuchen, die den Beweis „für das Stattfinden der Synthese im lebenden Organismus zu erbringen suchen, mit mehr oder minder grosser Berechtigung die „Annahme entgegenhalten, dass das nach Fettsäurefütterung im „Chylus auftretende Fettsäure-Triglycerid aus den Fettausscheidungen „im Dünndarm oder Galle u. s. w. stammt“ etc.

In unserer Literatur findet sich noch eine merkwürdige Beobachtung von Otto Frank, die vielleicht in dieses Gebiet gehört, d. h. in die Frage der synthetischen Umarbeitung der Fettsäuren durch die Epithelzelle des Dünndarmes. Wenn dieser Forscher³⁾ den nüchternen Hund mit Palmitinsäureäthylester gefüttert hatte und dann das im Chylus auftretende Fett untersuchte, ergab sich, dass es keineswegs aus Palmitin allein bestand, sondern dass auch Olein in beträchtlichem Betrage, bis zu 36 %, in dem Aetherextract des Chylus vertreten war. Otto Frank weist darauf hin, „dass bei „dem Uebergang des Fettes aus dem Darm in den Chylus eine

1) Dieses Archiv Bd. 20 S. 257.

2) Zeitschr. f. Biol. Bd. 36 S. 568.

3) Zeitschr. f. Biol. Bd. 36 S. 589.

„Herabsetzung des Schmelzpunktes stattfindet“¹⁾. Otto Frank vermuthet, dass das unerklärte Fett theilweise aus dem Darmfett sich ableite, ganz vorzugsweise aber in dem Fett seine Deutung finde, welches immer in der Hungerlymphe enthalten ist. Auch diese Auffassung ist unverträglich mit der von A. Will gemachten Beobachtung, dass das unerklärte Fett in der Epithelzelle entsteht und durch Beigabe von Glycerin sehr vermehrt wird.

Es versteht sich wohl von selbst, dass ich diese Verhältnisse nur bespreche, weil es sich wahrscheinlich um die Eröffnung eines neuen, wichtigen Gebietes handelt. Dringend nothwendig ist die Nachprüfung von Will's Arbeit, seitdem spätere Forschungen Grünhagen's²⁾ die Beweiskraft derselben scheinbar erschüttert haben, wiewohl Grünhagen selbst das — wahrscheinlich mit Recht — bestreitet.

Die synthetische Umarbeitung der Fettsäuren, welche durch die Nahrung zugeführt waren, hat wohl die Bedeutung, die entstehende Fettmenge zu nähern dem normalen Fett des Organismus.

§ 8. Immanuel Munk wendet das Gesetz von der Erhaltung der Kraft auf die Berechnung der Arbeitsgrösse an, die zur Spaltung der Fette nöthig ist, vergisst bei der Integration aber einige grosse Summanden. — Versuch einer Erklärung der sog. Verdauungsarbeit.

Nach Erörterung der auf die Versuche an der menschlichen Lymphfistel sich beziehenden Thatsachen wende ich mich zu einem neuen Einwande Immanuel Munk's, welcher sich auf die Anwendung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft stützt.

Immanuel Munk sagt³⁾:

„Es ist ohne Weiteres nicht abzusehen, wesshalb hier so grosse „Energienmengen zur vollständigen Spaltung der Fette verbraucht „werden sollten, wenn die Verwerthung der Fette schon mit geringerem Kraftaufwande erfolgen könnte. Da ein grosser Hund bis „zu 360 g Fett pro Tag verdauen und davon bis zu 340 g resorbiren „kann, so müsste, würde alles Fett vor dem Uebertritt gespalten „werden, dazu beträchtliche Energie erforderlich sein. Und doch

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. 36 S. 590.

2) Dieses Archiv Bd. 44 S. 535.

3) Centralbl. f. Physiologie 1900 S. 153.

„wissen wir aus den Untersuchungen von Rubner und Magnus-Levy, dass beim Hunde wie beim Menschen die Verdauung des „Fettes den geringsten Stoffverbrauch erfordert, nämlich nur 8 bis „10 Procent des Ruheumsatzes, während die Verdauung und Resorption der Kohlehydrate bis zu 15 Procent, die der Eiweisse „sogar 30 Procent und darüber in Anspruch nimmt“.

Zur Beurtheilung der hier von Immanuel Munk begangenen Denkfehler muss man sich die chemischen Verwandlungen der Fette vorstellen, welche bei der Verdauung und Resorption derselben sich vollziehen. Da sind 2 Stufen zu beachten:

Stufe I:

1 Mol. Fett + 3 Mol. Wasser = 1 Mol. Glycerin + 3 Mol. Fettsäure.

Stufe II:

1 Mol. Glycerin + 3 Mol. Fettsäure = 1 Mol. Fett + 3 Mol. Wasser.

Es liegt also ein umkehrbarer Kreisprocess vor. Denn der Anfangszustand ist identisch mit dem Endzustand. Demnach gilt der Satz: wenn ein bestimmtes System von Naturkörpern nach mannigfachen Verwandlungen schliesslich zurückgeführt wird zu demselben Zustand, in dem es sich im Anfange befand, so ist die algebraische Summe der Arbeitsgrössen genau gleich Null. Wenn also auch die Spaltung des Fettes eine positive Arbeit ist, so wird dies durch die Synthese desselben wieder ausgeglichen. Desshalb steigert die Zufuhr von Fett den Stoffwechsel nicht, wie C. Voit zuerst festgestellt hat. Bei Zufuhr grösserer Fettmengen scheint eine geringe Steigerung der Oxydationsprocesse einzutreten. Das erklärt sich am einfachsten durch die etwas vermehrte motorische und secretorische Thätigkeit der Verdauungswerkzeuge und dann vielleicht noch dadurch, dass nicht alle Fettmoleculé den vollkommenen Kreisprocess durchmachen, weil immer ein Theil der durch Spaltung entstandenen Fettsäuren im freien Zustande im Chylus erscheint. Für die verlorene Wärme muss deshalb ein Ersatz durch gesteigerte Oxydation geschaffen werden.

Wendet man nun diese Betrachtungen auf die Erklärung der sog. Verdauungsarbeit der Eiweissstoffe an, so sollte man meinen, sie müssten sich wie die Fette verhalten. Denn es liegt bei ihnen auch scheinbar ein echter Kreisprocess vor:

Stufe I (Verdauung):

$$\text{Eiweiss} + \text{Wasser} = \text{Albumose.}$$

Stufe II (Assimilation):

$$\text{Albumose} = \text{Eiweiss} + \text{Wasser.}$$

Thatsächlich übertrifft aber bekanntlich die mit der „Verdauungsarbeit“ der Eiweissstoffe sich verknüpfende Steigerung des Stoffwechsels bei Weitem diejenige, welche Fette oder Kohlehydrate hervorrufen. Ich schliesse daraus, dass Anfangs- und Endzustand des Eiweisses verschieden sein müssen. In der That — und ich habe ja vor Kurzem mich wieder in dieser Richtung ausgesprochen —, der Anfangszustand ist todt es Eiweiss, welches verdaut wird, und der Endzustand ist lebendiges Eiweiss, das durch die Assimilation entstand. Und das lebendige Eiweiss ist ein Accumulator von Arbeitskraft, bei deren Erzeugung Wärme absorbiert wird. Dieser bei der Assimilation des Eiweisses sich vollziehende Verbrauch an Wärme muss ersetzt werden durch Steigerung der Wärmebildung, d. h. Vermehrung der Oxydationsprocesse des Organismus. —

Ich weiss, dass es sich nur um eine Erklärung handelt, deren strenger Beweis aussteht. Sie hat aber viele Wahrscheinlichkeit für sich und ist — und das ist die Hauptsache — einer strengen experimentellen Prüfung fähig. Denn es muss sich zeigen, dass in der Zeit, wo ein Thier grössere Eiweissmengen assimiliert, also Muskel- und Zellsubstanz neu bildet, die aus dem Sauerstoffverbrauch u. s. w. berechnete Wärmeproduction die thatsächlich vorhandene beträchtlich übertrifft. Bei der grundsätzlichen Wichtigkeit dieser Frage würde ich selbst sofort die Untersuchung in die Hand nehmen, wenn das Bonner physiologische Institut über die nothwendigen Mittel verfügte, was vor der Hand nicht der Fall ist. —

Der bisher verfolgte Gedankengang lässt auch hoffen, dass die verschiedenen Ergebnisse, die ich und Andere über die Grösse der sogenannten Verdauungsarbeit der Kohlehydrate erhalten haben, eine befriedigende Erklärung finden werden. Denn es ist sofort klar, dass bei den Kohlehydraten von einem echten Kreisprocess niemals die Rede sein kann, und dass unter verschiedenen Ernährungsbedingungen die Art der Verwandlung der Kohlehydrate die aller-verschiedenste ist. Denn bei einem reich genährten Thiere, dessen Körper mit Glykogen und Glykosiden gesättigt ist, verwandelt sich

die im Ueberschuss zugeführte Stärke bei der Verdauung in Zucker und der Zucker bei der Assimilation in Fett. Dass die algebraische Summe der Arbeiten, welche diese Verwandlungen vollziehen, gleich Null sei, ist im Allgemeinen nicht vorauszusetzen und bis jetzt unbekannt, ob die Differenz positives oder negatives Vorzeichen hat. — Ganz anders verhält sich der Stoffwechsel der Kohlehydrate bei einem Thiere, dessen Körper an Kohlehydraten verarmt ist. Hier wird bei reichlicher Zufuhr die Stärke bei der Verdauung in Zucker und der Zucker bei der Assimilation in Glykogen und Glykosid übergeführt. Auch hier ist der Werth der Differenz der Arbeitsgrössen nicht bekannt, wahrscheinlich aber klein. Wenn endlich eine ungenügende Menge von Nahrung zugeführt wird, welche relativ reich an Stärke ist, so ist der Fall denkbar, dass der Zucker in dem Maasse sofort verbraucht d. h. oxydirt wird, als er durch die Resorption in die Säfte übergeht. In diesem Falle entfernt sich die sogenannte Verdauungsarbeit am meisten vom Kreisprocess. Denn dem Arbeitsaufwand, welcher zur hydrolytischen Spaltung der Stärke nöthig ist, entspricht keine ausgleichende Rückverwandlung des Zuckers in ein Polysaccharid. Demgemäss muss hier gesteigerte Oxydation den Ausfall decken.

§ 9. Immanuel Munk behauptet, dass die Vergleichung der Schnelligkeit der Verseifung mit der der Resorption gegen mich zeuge. — Widerlegung.

Es bleibt mir die letzte Einwendung I. Munk's¹⁾ zu besprechen, welche sich darauf stützt, dass die Fette um so leichter resorbirt werden, je niedriger der Schmelzpunkt sei. Wenn die Resorption der Fette deren Verseifung voraussetze, so müsse beachtet werden, dass nach den Versuchen von Kreis und O. Wolf die Verseifbarkeit sich so gestalte, dass sie beim Rinderfett am schnellsten und erst demnächst bei der Butter und noch langsamer bei dem Olivenöl sich herausgestellt habe.

Immanuel Munk begeht hier mehrere Denkfehler. Zuerst handelt es sich bei der Verseifung im Darm um einen ganz anderen chemischen Vorgang, als er von Kreis und Wolf untersucht worden ist. Denn die Verseifung, welche diese Forscher ausführten, bezieht

1) Centralbl. f. Physiologie 1900 S. 154.

sich auf die Geschwindigkeit, mit welcher ätzendes Alkali die Fette spaltet. Im Darne geschieht die Verseifung in der Art, dass die bereits vorhandene fette Säure kohlensaures oder gallensaures Natron zerlegt. — Das Sinnlose von I. Munk's Einwand liegt aber besonders darin, dass bei den Verseifungsversuchen von Kreis und Wolf Henriques' Methode angewendet worden ist, so dass sowohl das schwerer schmelzende Ochsenfett wie das Olivenöl schon vor Verseifung gelöst waren, während bei der Reaction im Darne das Ochsenfett eben nicht flüssig ist, wohl aber das Olivenöl. Dass deshalb die Emulsionirung des festen Fettes unter dem Einfluss des Bauchspeichels und der Galle sich etwas langsamer vollzieht als bei dem flüssigen Oel, ist von vornherein so ausserordentlich wahrscheinlich, dass eine genauere quantitative Untersuchung dies sicher bestätigen wird. Der Emulsionsgrad der Fette ist nun selbstverständlich von Einfluss auf die Schnelligkeit der Spaltung durch die Enzyme, weil die Grösse der Berührungsoberfläche des Steapsins mit dem Fett davon mit mathematischer Gewissheit abhängt. Weil ferner die Molecüle in flüssigem Fett beweglich, in festem Fett unbeweglich sind, ist sicher die Wirkung des Steapsines bei den flüssigen Fetten grösser. Wenn also Immanuel Munk hier hervorhebt: „Und in Bezug auf die „durch den Pankreassaft bewirkte Fettspaltung ist erst recht nicht „bekannt, dass bei Körperwärme die Verseifung der Oele schneller „erfolgt als die der talgartigen Fette,“ so erwidere ich, dass, wenn durch den Versuch diese Frage noch nicht entschieden wäre, wir auf das Urtheil angewiesen sind, welches ich gab, und das gegen I. Munk ausfällt. Die Frage ist aber durch den Versuch von A. Will entschieden, wie ich bereits oben zeigte. Denn ich that dar, dass das feste Stearin nicht oder kaum resorbirt wird, weil es nicht gespalten wird, gerade wegen seines festen Aggregatzustandes.

Ich glaube hiermit die vollkommene Nichtigkeit aller von Immanuel Munk gegen mich vorgebrachten Gründe dargelegt zu haben.

Er sucht mir zum Schlusse seiner Schrift noch einen Hieb wegen meiner Arbeiten über die Quelle der Muskelkraft, obwohl sie mit der Fettresorption gar nichts zu thun hat, beizubringen, weil er in seiner Verblendung mich widerlegt zu haben glaubt. Eine Antwort hierauf gehört nicht hierher. Ich halte an meinen Ansichten über

die Quelle der Muskelkraft fest und werde dies eingehender begründen, sobald meine anderen Arbeiten mir die Zeit gewähren.

Der Leser hat durch meine Darlegungen sicher erkannt, dass die in das Gebiet der Fettphysiologie fallenden Untersuchungen von Immanuel Munk ihm keine Berechtigung zu anmaassender Ueberhebung geben, und zwar um so weniger, weil er trotz so vieljähriger Beschäftigung mit dem Gegenstande den ruhenden Pol in des Erscheinungen Flucht durchaus verkannt hat. Die Frage nach der Quelle der Muskelkraft ist ein viel schwierigeres Räthsel als die Resorption der Fette, und meines Erachtens ist Immanuel Munk auch hier nicht auf dem Wege, den Schlüssel des Räthsels zu finden.

§ 10. Zusammenfassung der Hauptgründe, wesshalb die Annahme, dass das Fett in der Form der Emulsion resorbirt wird, unberechtigt ist.

I. Wenn man die lebendige Epithelzelle unter dem Mikroskop beobachtet, während das Fett aus der Darmhöhle in sie eindringt, ist in der dicken Zellhaut, welche vom Fett durchwandert werden muss, niemals das kleinste Fetttröpfchen zu sehen. Diese Haut ist glashell.

II. Es findet auch dann ausgiebige Resorption des Fettes statt, wenn gar keine Fettemulsion im Darme vorhanden ist (A. Will, Ludwig und Cash).

III. Alle Fettarten, bei denen es möglich gewesen ist, die Streitfrage streng zu entscheiden, werden nach dem einstimmigen Urtheil aller Forscher niemals in der Form der Emulsion als neutrale Fette resorbirt, wenn sie auch ausgezeichnete Emulsionen bilden und sich im Darme in flüssigem Aggregatzustande befinden. Sie müssen, um resorbirt werden zu können, eine Umwandlung erfahren, wobei sie zunächst hydrolytisch in Fettsäure und den betreffenden Alkohol zerlegt werden.

Beispiel: Palmitinsaures Aethyl, ein schon bei $24,3^{\circ}$ C. schmelzendes Fett, wird vom Darm aus auch nicht in Spuren resorbirt, aber in Palmitinsäure und Aethylalkohol gespalten (O. Frank). Nachdem die Palmitinsäure mit dem Alkali der Darmsäfte in Seife

verwandelt und zum Theil als freie Säure durch Bestandtheile der Galle in wässrige Lösung gebracht ist, wird sie von der Epithelzelle aufgesogen und sofort in palmitinsaures Glyceryl umgeprägt. Weil aus dem Aethylester nach der Resorption Glycerylester entstand, erkennt man, dass der Aethylester eine Umarbeitung erfahren musste. — Ist aber im Darme schon Glycerylester, so findet sich nach der Resorption wieder Glycerylester. Man kann ihm also nicht ansehen, dass auch bei ihm, um resorbirt werden zu können, dieselben Verwandlungen nöthig waren wie bei allen anderen Fetten, die keine Glycerylester sind.

Weil die im Darme enthaltene Emulsion des palmitinsauren Aethylesters die abgespaltene Palmitinsäure sofort auflöst, so könnte diese, wenn sie als Emulsion resorbirt würde, doch nur mit den Fetttröpfchen des Aethylesters resorbirt werden, in denen sie aufgelöst ist. Da dieser Aethylester aber nicht resorbirt werden kann, bleibt nur die Möglichkeit, dass die Palmitinsäure in wässrige Lösung gebracht und so aufgesogen wird.

IV. Sichergestellt ist, dass auch die Fette, welche Glycerylester sind, eine höchst umfangreiche Spaltung in Fettsäure und Alkohol im Magen und Darm erfahren, wie das von anderen Fetten, z. B. dem palmitinsauren Aethyl, bekannt ist. Es ist auch kein Grund, daran zu zweifeln, dass die spaltenden Kräfte genügen, um alles Fett, ehe es resorbirt wird, in Fettsäure und Glycerin zu zerlegen. Wir sind ferner vollkommen im Klaren darüber, auf welche Weise die Spaltungskörper der Glycerylester in wasserlösliche, also resorptionsfähige Stoffe übergeführt werden können.

V. Wenn das Fett in Gestalt der Emulsion resorbirt würde, machte es eine Ausnahme von einem allgemeinen Gesetz, dem es meines Erachtens unterworfen ist. Dieses lautet: Jedes Nahrungsmittel — mag es sich um Eiweiss, Fett oder Kohlehydrat handeln — wird in den Verdauungswerkzeugen durch hydrolytische Spaltung in Stoffe übergeführt, welche in den wässrigen Säften des Magens und Darmes sich auflösen, um in dieser Form resorbirt zu werden.
