

Weitere Mittheilungen über die lipolytische Function des Blutes.

Von

Dr. med. **Wilhelm Cohnstein**,
Assistent am physiol. Institut der kgl. thierärztl. Hochschule zu Berlin,
und
Dr. phil. **Hugo Michaelis**.

In einer früheren Mittheilung¹⁾ haben wir über eine Versuchsreihe berichtet, deren Resultate sich in folgenden Sätzen zusammenfassen liessen:

- 1) Das Blut hat die Eigenschaft, in ihm enthaltenes oder künstlich zugefügtes Chylusfett bei Gegenwart von Sauerstoff zum Verschwinden zu bringen (Lipolyse),
- 2) die fett-umwandelnde (lipolytische) Function ist an die körperlichen Elemente des Blutes gebunden,
- 3) die fett-umwandelnde Kraft ist auch nach Zerstörung der Blutzellen noch nachweisbar,
- 4) das Endproduct der Fettumwandlung ist nicht gasiger, sondern fester Natur.

Die im Folgenden mitzutheilenden Versuche bezwecken, die Kenntniss des lipolytischen Processes nach einigen Richtungen hin zu erweitern.

1. Der Einfluss der Temperatur auf die Lipolyse.

Um zunächst den Einfluss der Temperatur auf die Lipolyse festzustellen, wurde durch zwei Proben eines Blut-Chylusgemenges bei Zimmertemperatur bzw. bei 40° ein gleich starker Luftstrom geleitet und das während 24 Stunden verschwundene Fett bestimmt.

1) Dieses Archiv Bd. 65 S. 473.

Versuch I. 28. October 1896.

Das zum Versuch benutzte Blut enthält: 0,129 % (bezw. 0,536 %) ¹⁾ Fett,
der „ „ „ Chylus „ 3,166 % („ 37,8 %) „

Ein Gemenge von 57,5 g Blut und 18,0 g Chylus wird 24 Stunden bei 40°
von Luft durchströmt.

Fettgehalt des Gemenges vor der Luftdurchleitung: 0,839 % (bezw. 4,38 %) Fett,
„ „ „ nach „ „ 0,488 % („ 1,88 %) „
Fettabnahme: 57,1 %.

Ein Gemenge von 51,4 g Blut und 14,3 g Chylus wird 24 Stunden bei
Zimmertemperatur (15°) von Luft durchströmt.

Fettgehalt des Gemenges vor der Luftdurchleitung: 0,790 % (bezw. 3,99 %) Fett,
„ „ „ nach „ „ 0,555 % („ 2,80 %) „
Fettabnahme: 29,8 %.

Es ergibt sich aus diesem Versuche, dass der lipolytische Effect
bei 40°: 57,1 %, bei 15° dagegen nur: 29,8 % betragen hat, dass
somit die höhere Temperatur einen fördernden Einfluss
auf den lipolytischen Process ausgeübt hat.

Dasselbe ergibt sich auch aus der Vergleichung der lipolytischen Durchschnittswerthe aus zahlreichen Einzelversuchen, welche
wir theils bei Zimmertemperatur, theils bei 40° anstellten.

Die Fettabnahme betrug z. B.:

		1) bei Zimmertemperatur	2) bei 40°
Versuch vom	7. Dezember 1896	35,9 %	—
„ „	6. Januar 1897	28,1 %	—
„ „	1. Februar 1897	44,7 %	—
„ „	15. Februar 1897	—	70,6 %
„ „	18. Februar 1897	—	59,6 %
„ „	26. Februar 1897	—	56,7 %
Im Mittel:		36,2 %	62,3 %.

2. Kann der Sauerstoff bei der Lipolyse durch ein anderes Gas ersetzt werden?

In einer weiteren Versuchsreihe suchten wir festzustellen, ob
bei dem lipolytischen Process die Gegenwart von Sauerstoff un-
bedingt erforderlich sei, oder ob der letztere durch andere Gase
ersetzt werden könne.

1) Die den Fettanalysen in Klammern unter der Bezeichnung „bezw.“ be-
gefügte zweite Zahl bedeutet den Procentgehalt des getrockneten Blutes oder
Chylus an Fett, während die erste Zahl den Procentgehalt der Blut- oder Chylus-
flüssigkeit an Aetherextract angibt. (S. dazu unsere erste Mittheilung S. 482.)

Wir wählten als Ersatz ein möglichst indifferentes Gas, den Wasserstoff, welchen wir comprimirt in einer Bombe bezogen und aus dieser durch den mit Blut-Chylusgemenge beschickten Kolben strömen liessen.

Folgende Experimente dienen als Beispiel unserer Versuchsergebnisse.

Versuch II. 28. November 1896.

Blut-Chylus-Gemenge vor der Wasserstoffdurchleitung analysirt:

14,28 g geben 2,775 g Trockenrückstand und 63 mg Aetherextract,
d. h. 19,43 % Rückstand und 0,441 % (bezw. 2,27 %) Aetherextract.

Dasselbe Gemenge nach 24stündiger Hindurchleitung von Wasserstoff analysirt:

11,50 g geben 2,333 g Trockenrückstand und 56 mg Aetherextract,
d. h. 20,29 % Rückstand und 0,487 % (bezw. 2,40 %) Aetherextract.

Fett-Abnahme: 0 %.

Versuch III. 7. December 1896.

Blut-Chylus-Gemenge vor der Wasserstoffdurchleitung analysirt:

11,64 g geben 2,385 g Trockenrückstand und 32 mg Aetherextract,
d. h. 20,49 % Rückstand und 0,275 % (bezw. 1,34 %) Aetherextract.

Dasselbe Gemenge nach 24stündiger Hindurchleitung von Wasserstoff analysirt:

17,16 g geben 3,520 g Trockenrückstand und 49 mg Aetherextract,
d. h. 20,51 % Rückstand und 0,285 % (bezw. 1,39 %) Aetherextract.

Fettabnahme: 0 %.

Dasselbe Gemenge nach 24stündiger Hindurchleitung von Luft analysirt:

19,21 g geben 4,178 g Trockenrückstand und 37 mg Aetherextract,
d. h. 21,75 % Rückstand und 0,193 % (bezw. 0,89 %) Aetherextract.

Fettabnahme: 35,9 %.

Man erkennt aus diesen Versuchen, dass der Ersatz des Sauerstoffs durch Wasserstoff das Zustandekommen der Lipolyse verhindert.

In einem bemerkenswerthen Gegensatz zu diesen Versuchsergebnissen stehen die Resultate einiger anderer Experimente, trotzdem in diesen die Versuchsbedingungen scheinbar völlig dieselben waren.

Versuch IV. 17. November 1896.

Es werden gemischt:

57,8 g defibrinirtes Blut, enthaltend 0,055 % Aetherextract
und 41,3 g Chylus, „ 0,218 % „

Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich somit auf: 0,122 %.

Nach 24stündiger Durchleitung vom Wasserstoff werden in dem Gemenge gefunden: 0,085 % Aetherextract.

Die Fettabnahme beträgt somit 30 %.

Versuch V. 23. November 1896.

Es werden gemischt:

77,5 g defibrinirtes Blut, enthaltend 0,436 % Aetherextract
und 17,3 g Chylus, „ 6,93 % „

Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich somit auf: 1,62 %.

Nach 24stündiger Durchleitung von Wasserstoff werden in dem Gemenge gefunden: 1,09 % Aetherextract.

Die Fettabnahme beträgt somit: 33 %.

Es schien uns lange Zeit hindurch äusserst schwierig, diese Abweichung in den Resultaten zu erklären. Endlich glaubten wir den Grund hierfür in folgendem gefunden zu haben:

3. Die Lipolyse als Fehlerquelle bei der Fettbestimmung im Blute.

Wenn man, wie es bei unserem Verfahren der Analyse¹⁾ geschieht, das Blut-Chylusgemenge, behufs Bestimmung des Trockenrückstandes, viele Stunden oder Tage hindurch bei 110° in flachen Hoffmeister'schen Schalen im Trockenschrank hält, so ist hier eine sehr geeignete Gelegenheit zum Eintreten von Lipolyse, und man darf daher annehmen, dass schon während des Trocknens ein nicht unerheblicher Fettverlust statthat.

Wenn wir daher, wie es in Versuch IV und V geschah, die Analyse des Chylus und des Blutes getrennt vornehmen und die Concentration des Blut-Chylusgemenges aus den Einzelanalysen berechnen, so liegt dieser berechnete Werth stets höher, als sich bei einer Analyse des Gemenges herausstellen würde. (Vgl. hierzu Versuch VI—VIII.)

Da nun in Versuch IV und V (im Gegensatz zu Versuch II und III) der Fettgehalt des Blut-Chylusgemenges vor der Wasserdurchleitung durch Berechnung, nach der Gasdurchleitung aber durch Analyse festgestellt wurde, so ist es erklärlich, dass derselbe in letzterem Falle niedriger gefunden wurde als in ersterem. — Die Fettabnahme hat jedoch hier nicht während der Wasser-

1) Siehe unsere frühere Mittheilung S. 488 f.

stoffdurchleitung, sondern während des Trocknens der Analysenprobe stattgefunden.

Dass wirklich schon bei dem blossen Trocknen eines Blut-Chylusgemenges in offenen Schalen wesentliche Mengen Fett verloren gehen können, lehren folgende Versuche:

Versuch VI. 7. December 1896.

Es werden gemischt:

61,8 g Blut, dessen Fettgehalt 0,056 % (bezw. 0,141 %) beträgt
und 17 g Chylus, „ „ 2,01 % (bezw. 28,9 %) „

Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich daher auf: 0,493 % (bezw. 2,37 %).

Bei der Analyse des Gemenges werden gefunden: 0,275 % (bezw. 1,34 %).

Die Fettabnahme beträgt also: 43,4 %.

Versuch VII. 14. December 1896.

Es werden gemischt:

33,8 g Blut, dessen Fettgehalt 0,085 % (bezw. 0,364 %) beträgt
und 12,4 g Chylus, „ „ 2,19 % (bezw. 31,1 %) „

Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich daher auf: 0,652 % (bezw. 3,42 %).

Bei der Analyse des Gemenges werden gefunden: 0,149 % (bezw. 0,785 %).

Die Fettabnahme beträgt also: 77 %.

Versuch VIII. 12. Juni 1897.

Es werden gemischt:

93,8 g Blut, dessen Fettgehalt 0,073 % (bezw. 0,277 %) beträgt
und 10,6 g Chylus, „ „ 8,68 % (bezw. 62,9 %) „

Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich also auf: 0,946 % (bezw. 3,79 %).

Bei der Analyse des Gemenges werden gefunden: 0,295 % (bezw. 1,25 %).

Die Fettabnahme beträgt also: 68,8 %.

Ein weiterer Beweis für die Richtigkeit unserer Erklärung liegt in folgender Ueberlegung: Ordnet man die Versuchsergebnisse, welche wir in dieser und in unserer früheren Arbeit mitgetheilt haben, in zwei Gruppen, je nachdem ob das Blut-Chylusgemenge vor und nach der Luftdurchleitung analysirt worden ist, oder ob der Fettgehalt des Gemenges nach der Luftdurchleitung durch Analyse, vor der Luftdurchleitung aber durch Rechnung festgestellt wurde, so findet man folgende Mittelwerthe:

In der ersten Versuchsreihe, in welcher das Blut-Chylusgemenge vor und nach der Luftdurchleitung analysirt wurde,

constatiren wir im Mittel aus 10 Versuchen eine Fettabnahme von 32,8 %. (Maximum: 46,6 %, Minimum: 14,2 %.)

In der zweiten Versuchsreihe, in welcher der Fettgehalt des Blut-Chylusgemenges vor der Luftdurchleitung durch Rechnung, nach der Luftdurchleitung, durch Analyse festgestellt wurde, finden wir im Mittel aus 5 Versuchen eine Fettabnahme von 59,3 %. (Maximum: 74,2 %, Minimum 47,3 %.)

Man erkennt aus dieser Vergleichung, dass in der zweiten Versuchsreihe erheblich höhere lipolytische Werthe zur Beobachtung kamen, als in der ersten. — Der lipolytische Effect setzt sich eben dort aus zwei Summanden zusammen: aus der Fettabnahme, welche während der Luftdurchleitung, und aus der Fettabnahme, welche während des Trockenprocesses stattgefunden hatte.

In der ersten Versuchsreihe kommt der zweite dieser Summanden nicht in Betracht, denn der während des Trockenprocesses entstehende Fettverlust macht sich hier sowohl in der vor der Luftdurchleitung, wie in der nach der Luftdurchleitung analysirten Probe mit gleicher Intensität geltend. Darum erscheint denn auch der lipolytische Gesamteffect verhältnissmässig gering.

Gleichsam als Controle für die Richtigkeit unseres Erklärungsversuchs dienen die folgenden Experimente, in welchen der Fettgehalt eines Gemenges von Serum und Chylus einerseits aus der Analyse der Einzelcomponenten berechnet, und andererseits durch directe Analyse des Gemenges festgestellt wurde. Da dem Serum lipolytische Functionen nicht zukommen, so musste in diesem Falle der berechnete und der analytisch gefundene Fettgehalt übereinstimmen.

Versuch IX. 6. Januar 1897.

Es werden gemischt:

6,20 g Serum, dessen Fettgehalt 0,150 % beträgt
und 4,61 g Chylus, „ „ 2,67 % „

Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich somit auf: 1,23 %.

Bei der Analyse des Gemenges werden gefunden: 1,28 %.

Fettabnahme: 0 %.

Versuch X. 23. Juli 1897.

Es werden gemischt:

72,3 g Serum, dessen Fettgehalt 0,241 % (bezw. 2,47 %) beträgt
und 12,3 g Chylus, „ „ 4,71 % (bezw. 45,7 %) „

Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich somit auf: 0,890 % (bezw 9,04 %).

Bei der Analyse des Gemenges werden gefunden: 0,914 % (bezw. 9,09 %).

Fettabnahme: 0 %.

Wir erkennen aus dem bisher Ausgeführten, dass bei der Untersuchung von Blut auf Fett die übliche Methode des Trocknens, Pulverisirens und nachfolgenden Extrahirens zu niedrige Werthe liefern muss, weil während des Trocknens eine bedeutende Fettzehrung statt that.

Daher erklärt es sich denn auch, dass in zahlreichen, von uns und anderen angestellten Vergleichsanalysen von Blut hungernder und reichlichst mit Fett gefütterter Hunde sich kein deutliches Plus zu Gunsten der letzteren ergeben hat. Es kann eben ein nicht unbeträchtlicher Gehalt des Blutes an Fett durch den während der Analyse einsetzenden lipolytischen Process verdeckt werden.

So berechnen wir z. B. im Mittel von 7 Hungerblut-Analysen: 0,121 % Aetherextract, und im Mittel von 20 Analysen von Fettblut auch nur 0,153 % Aetherextract.

Noch deutlicher ergibt sich die fast völlige Uebereinstimmung des Fettgehalts der beiden Blutarten, wenn man bei demselben Hunde, zunächst im Hungerzustande und dann nach reichlicher Fettfütterung, Blutanalysen vornimmt.

Versuch XI. 22. Februar 1896.

Das Blut eines seit 48 Stunden hungernden Hundes enthält: 0,110 % Aetherextract.

3 Stunden nach einer reichlichen Fettmahlzeit werden

gefunden 0,127 % „

7 Stunden nach derselben werden gefunden 0,119 % „

Das Blut, welches 7 Stunden nach der Fettfütterung zur Analyse kam, setzte ein intensiv milchiges Serum ab, und trotzdem wurde fast keine Differenz im Fettgehalt gegenüber dem Hungerblut gefunden.

Versuch XII. 4. Juni 1896.

Das Blut eines seit 48 Stunden hungernden Hundes enthält . . 0,066 % Fett

15 Stunden nach einer reichlichen Fettmahlzeit wurden gefunden 0,070 % „

Während wir, wie vorstehende Versuche zeigen, keine nennenswerthe Differenz im Fettgehalt der beiden Blutproben finden, zeigt

sich bei der vergleichenden Analyse von Serum von nüchternen oder mit Fett gefütterten Hunden ein erhebliches Plus zu Gunsten des letzteren.

Versuch XIII. 9. September 1896.

Das Serum eines seit 36 Stunden hungernden Hundes, welches vollkommen klar und durchsichtig ist, enthält: . 0,155 % (bezw. 1,95 %) Fett
12 Stunden nach einer reichlichen Fettmahlzeit wird dem Hunde ein zweiter Aderlass gemacht. Das abgestandene Serum ist intensiv milchig und enthält 0,256 % (bezw. 3,19 %) Fett
Fettzunahme gegenüber dem Hungerserum: 63,6 %.

Versuch XIV. 6. Januar 1897.

Einem seit 48 Stunden hungernden Hunde wird ein Aderlass gemacht.
Das gewonnene Blut enthält: 0,113 % (bezw. 0,487 %) Fett
" " Serum " 0,085 % (bezw. 1,04 %) "
12 Stunden nach einer reichlichen Fettmahlzeit wird dem Hunde ein zweiter Aderlass gemacht.
Das gewonnene Blut enthält: 0,091 % (bezw. 0,402 %) Fett
" " Serum " 0,161 % (bezw. 2,11 %) "
Fettzunahme gegenüber dem Hungerblut: 0 %
" " " Hungerserum: 103 %.

Man erkennt aus diesen Versuchen, besonders aus dem zuletzt erwähnten, dass Blut, welches ein nachweislich erheblich fettreicheres Serum enthielt, als eine andere Blutprobe, dennoch bei der Analyse keinen höheren Fettgehalt als diese aufwies.

Es lässt sich dies wohl kaum anders erklären, als durch die Annahme, dass während der Analyse jener Blutprobe, vermuthlich also während des Trocknens, eine Fettzehrung stattgefunden hat.

Dass derartige vorkommt, wird auch noch durch folgenden Versuch direct bewiesen:

Versuch XV. 13. November 1896.

Je 20 cc Blut werden auf ihren Fettgehalt analysirt:

Probe 1 durch 3maliges Ausschütteln mit Aether und Abdestilliren des letzteren.
Probe 2 durch Trocknen bei 110° in offener flacher Schale, Pulverisiren und 24stündiges Extrahiren im Soxhlet'schen Apparat.

In Probe 1 werden gefunden: 23 mg = 0,115 % Fett
" " 2 " " 15 " = 0,075 % "

4. Lipolytische Wirkung von Blutextracten.

Des Weiteren liessen wir es uns angelegen sein, bei verschiedenen Temperaturen hergestellte Blutextracte auf ihre lipolytische Wirksamkeit zu untersuchen. Die Extracte wurden in der Weise angefertigt, dass Blut in flachen Schalen bei 40°, bezw. 100° zu constantem Gewicht getrocknet, dann pulverisirt und in der Wärme (40°) mit 0,6% Kochsalz-Lösung 24 Stunden lang extrahirt wurde.

Versuch XVI. 21. Januar 1897.

Ein Gemenge von Chylus und Extract von bei 40° getrocknetem Blut enthält: 0,065% (bezw. 0,609%) Aetherextract.

Nach 24stündiger Luftdurchleitung werden gefunden: 0,024% (bezw. 0,226%) Aetherextract.

Versuch XVII. 1. Februar 1897.

Ein Gemenge von Chylus und Extract von bei 40° getrocknetem Blut enthält: 0,566% (bezw. 5,38%) Aetherextract.

Nach 24 stündiger Luftdurchleitung werden gefunden: 0,438% (bezw. 4,48%) Aetherextract.

Versuch XVIII. 21. Januar 1897.

Es werden gemengt:

38,4 g Extract von Blut, welches bei 40° getrocknet war
und 10,8 g Chylus enthaltend. . 0,714% (bezw. 14,3% Fett)

Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich danach auf 0,157%.

Der Fettgehalt des Gemenges wird bei der Analyse gefunden = 0,065%.

Man erkennt aus diesen Versuchen, dass das Wasser-Extract von bei 40° getrocknetem Blute ebenfalls eine deutliche lipolytische Wirkung besitzt. —

Anders verhält sich ein Extract von bei 100° getrocknetem Blut:

Versuch XIX. 8. Februar 1897.

Ein Gemenge von Chylus und Extract von bei 100° getrocknetem Blute enthält: 0,077%.

Nach 24stündiger Luftdurchleitung werden gefunden: 0,069% Fett.

Versuch XX. 16. März 1897.

Ein Gemenge von Chylus und Extract von bei 100° getrocknetem Blute enthält: 0,507% Fett,

Nach 24stündiger Luftdurchleitung werden gefunden: 0,596% Fett.

Versuch XXI.

Es werden gemengt:

40,0 g Extract von bei 100° getrocknetem Blut
und 14,6 g Chylus, enthaltend 0,714% (bezw. 14,3%) Fett.
Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich somit auf: 0,191%.
Bei der Analyse werden gefunden: 0,193% Fett.

Versuch XXII. 29. Januar 1897.

Es werden gemengt:

53,5 g Extract von bei 100° getrocknetem Blut
und 19,5 g Chylus, enthaltend 0,757% (bezw. 12,2%) Fett
Der Fettgehalt des Gemenges berechnet sich danach auf: 0,202%.
Bei der Analyse werden gefunden: 0,194%.

Man ersieht aus diesen Versuchen, dass das Wasserextract des bei 100° getrockneten Blutes keine lipolytische Wirkung entfaltet. Man darf danach wohl annehmen, dass die lipolytisch-wirksame Substanz durch die Temperatur von 100° zerstört wird.

5. Das Endproduct der Lipolyse.

In einer letzten Serie von Versuchen wendeten wir uns dem Studium des bei der Lipolyse entstehenden Endproductes zu. — Wir hatten in unserer früheren Untersuchung nachgewiesen¹⁾, dass dieses Endproduct nur ein fester Körper sein könne und hatten die Vermuthung ausgesprochen, dass es sich vielleicht um Seifen handle.

Diese Annahme hat sich nicht bestätigt: wir haben keinen sicheren Hinweis dafür gefunden, dass während der Lipolyse Seifen gebildet werden.

Um das Endproduct der Lipolyse in etwas greifbarer Form zu gewinnen, bedienten wir uns auf den Rath des Prof. Dr. Zuntz der Dialyse.

Von der Firma Schleicher und Schüll werden Pergamenthülsen in der Form der Soxhlet'schen Extractionschläuchen in den Handel gebracht, welche zu Dialysirversuchen ausserordentlich zweckmässig sind, und deren Permeabilität nach den von uns angestellten Versuchen eine sehr gleichmässige zu sein scheint.

1) l. c. S. 486.

So fanden wir, dass bei jeweiliger Paralleldialyse einer Lösung durch zwei Hülse stets fast genau die gleiche Menge fester Substanz durch die Hülse hindurch diffundirte.

Es dialysirten z. B. in je 24 Stunden gegen 200 cc destillirtes Wasser.

	durch Hülse 1	durch Hülse 2
Aus 50 cc 1% Kochsalz-Lösung:	0,421 g	0,414 g
„ 50 „ 2% „	0,790 g	0,794 g
„ 30 „ Hühner-Eiweiss-Lösung	0,081 g	0,085 g
„ 50 „ Blut-Chylusmenge	0,250 g	0,269 g

Wenn sich also in den folgenden Versuchen eine Differenz in den durch die beiden Hülse diffundirten Mengen fester Substanz herausstellt, so kann diese nur auf eine Differenz in der chemischen Zusammensetzung der diffundirenden Flüssigkeit, nicht aber etwa auf einem Unterschied in der Durchlässigkeit der verschiedenen Hülse beruhen.

Dialysirt man nun je zwei Proben eines Blut-Chylusgemenges vor und nach 24stündiger Luftdurchleitung, so findet man, dass die letztere Probe stets mehr dialysable Substanz enthält als erstere.

Versuch XXIII. 1. Februar 1897.

Blut-Chylusmenge vor der Luftdurchleitung enthält: 0,369% (bezw. 1,79%) Fett
 „ nach „ „ „ 0,223% (bezw. 0,99%) „
 Bei der 24stünd. Dialysirung von 30 cc der ersteren Probe
 gegen 200 cc destill. Wasser gehen in letzteres über: 0,137 g feste Substanz
 Bei der 24stünd. Dialysirung von 30 cc der letzteren Probe
 gegen 200 cc destill. Wasser gehen in letzteres über: 0,290 g „ „

Versuch XXIV. 15. Februar 1897.

Blut-Chylusmenge vor der Luftdurchleitung enthält: 0,296% (bezw. 1,36%) Fett
 „ nach „ „ „ 0,093% (bezw. 0,40%) „
 Bei der 24stünd. Dialysirung von 50 cc der ersteren Probe
 gegen 200 cc destill. Wasser gehen in letzteres über: 0,204 g feste Substanz
 Bei der 24stünd. Dialysirung von 50 cc der letzteren Probe
 gegen 200 cc destill. Wasser gehen in letzteres über: 0,334 g „ „

Versuch XXV. 16. März 1897.

Blut-Chylusmenge vor der Luftdurchleitung enthält: 0,500% (bezw. 4,66%) Fett
 „ nach „ „ „ 0,468% (bezw. 4,08%) „
 Bei der 24stünd. Dialysirung von 50 cc der ersteren Probe
 gegen 200 cc destill. Wasser gehen in letzteres über: 0,243 g feste Substanz
 Bei der 24stünd. Dialysirung von 50 cc der letzteren Probe
 gegen 200 cc destill. Wasser gehen in letzteres über: 0,313 g „ „

Versuch XXVI. 24. Mai 1897.

Es werden 24 Stunden lang dialysirt gegen je 200 cc destillirtes Wasser:

- | | |
|--|---------|
| 1) 50 cc Blut-Chylusgemenge vor der Luftdurchleitung. Es gehen in | |
| das Wasser über | 0,223 g |
| 2) 50 cc Blut-Chylusgemenge nach der Luftdurchleitung. Es gehen in | |
| das Wasser über | 0,309 g |

Versuch XXVII. 12. Juni 1897.

Blut-Chylusgemenge vor der Luftdurchleitung enthält: 0,295% (bezw. 1,25%) Fett

„ nach „ „ „ 0,156% (bezw. 0,64%) „

Bei der 24stünd. Dialysirung von 30 cc der ersteren Probe

gegen 200 cc destill. Wasser gehen in letzteres über: 0,131 g feste Substanz

Bei der 24stünd. Dialysirung von 30 cc der letzteren Probe

gegen 200 cc destill. Wasser gehen in letzteres über: 0,196 g „ „

Man darf wohl aus diesen Versuchen den Schluss ziehen, dass während der 24stündigen Luftdurchleitung in dem Blut-Chylusgemenge eine Substanz entsteht, welche die Eigenschaft hat, in Wasser löslich zu sein und durch Pergamentpapier zu dialysiren.

Da wir nun, während diese Substanz gebildet wird, das Chylusfett verschwinden sehen, so ist der Gedanke sehr nahelegend, dass in unseren Versuchen aus dem Chylusfett durch den lipolytischen Process jene oben erwähnte wasserlösliche, dialysirende Substanz gebildet worden sei.

Dies wird um so wahrscheinlicher, wenn man erwägt, dass jene dialysirende Substanz sich nicht bildete, wenn keine Lipolyse eingetreten war.

Wenn man z. B. ein Gemenge von Chylus und Extract von bei 100° getrocknetem Blut vor und nach der Luftdurchleitung gegen destillirtes Wasser dialysirt, so findet man keine Differenz in der Menge der dialysirten Substanz.

Versuch XXVIII. 8. Februar 1897.

Je 30 cc eines Gemenges von Chylus und Blutextract (letzterer hergestellt bei 100°) werden — vor und nach einer 24stündigen Luftdurchleitung — gegen je 200 cc destillirtes Wasser dialysirt.

Fettgehalt des Gemenges vor der Luftdurchleitung: 0,077% g

„ „ „ nach „ „ 0,069% g

Menge der dialysirten Substanz vor „ „ 0,151% g

„ „ „ nach „ „ 0,139% g

Ebenso findet man auch keine Differenz in der Menge der dialysirten Substanz, wenn man, statt eines Gemenges von Blut und Chylus, ein Gemenge von Serum und Chylus anwendet.

Versuch XXIX. 25. Juli 1897.

Durch ein Gemenge von 72,3 g Serum (enthaltend 0,241 bzw. 2,47 % Fett) und 12,3 g Chylus (enthaltend 4,71 bzw. 45,7 % Fett) wird 24 Stunden lang ein Luftstrom geleitet.

Je 30 cc des Gemenges vor und nach der Luftdurchleitung werden gegen je 100 cc destillirtes Wasser 22 Stunden lang dialysirt.

Fettgehalt des Gemenges vor der Luftdurchleitung:					0,890 % bzw. 9,04 %
" " " nach " "					0,914 % bzw. 9,09 %
Menge der dialysirten Substanz vor " "					0,252 g
" " " nach " "					0,231 g.

Schliesslich wurde noch ein Versuch mit Blut und Chylus gemacht, wobei indess die Lipolyse durch Anwendung eines Protoplasma-giftes verhindert resp. verzögert wurde. Es ist bereits von Spitzer¹⁾ u. A. darauf hingewiesen worden, dass die durch Blut und Gewebs-extracte ausgelösten fermentativen Vorgänge durch die Anwesenheit schon einer kleinen Menge Blausäure gehemmt oder verhindert werden. Da wir nun früher²⁾ gezeigt haben, dass bei der Vermischung von Blut und Cyanquecksilberlösung Blausäure frei wird, so musste man erwarten, dass die Beifügung von Cyanquecksilber-lösung zu einem Blut-Chylusgemenge die Lipolyse verhindern oder doch mindestens wesentlich einschränken würde. — War diese Ueber-legung richtig, so durfte man auch keinen oder nur einen äusserst geringen Unterschied in der Menge der dialysirenden Substanz er-warten, wenn man zwei Proben eines solchen Blut-Chylus-Cyan-quecksilbergemenges vor und nach einer längeren Luftdurchleitung gegen destillirtes Wasser dialysirte. Das erwartete Ergebnis trat denn auch mit voller Deutlichkeit in Erscheinung.

Versuch XXX. 30. April 1897.

Durch ein Gemenge von Blut und Chylus wird nach Hinzufügung einiger Cubikcentimeter Cyanquecksilber-Lösung 24 Stunden hindurch Luft geleitet. Auch nach Schluss des Versuches riecht das Gemenge noch intensiv nach Blausäure.

Fettgehalt des Gemenge vor der Luftdurchleitung 0,901 % bzw. 5,25 %

" " " nach " " 0,870 % bzw. 5,10 %

Je 50 ccm des Gemenges vor und nach der Luftdurchleitung dialysiren 24 Stunden hindurch gegen je 200 cc destillirtes Wasser.

Menge der dialysirten Substanz vor der Luftdurchleitung: 0,340 g

" " " nach " " 0,357 g

1) Siehe dieses Archiv Bd. 67 S. 622.

2) Berl. physiolog. Gesellschaft 7. Mai 1897. Archiv für (Anatomie und) Physiologie Heft 3/4 S. 392. 1897.

Nachdem es nun durch die bisher mitgetheilten Versuche im höchsten Grade wahrscheinlich geworden war, dass das Product der Lipolyse ein wasserlöslicher dialysirender Körper ist, kam es noch darauf an zu zeigen, dass diese Substanz nicht nur ein in vitro erzeugtes Kunstproduct ist, sondern auch im Thierkörper selbst sich bildet. Zu diesem Zweck wurde folgender Versuch ins Werk gesetzt:

Einem hungernden Hunde wurde eine Fistel des Ductus thoracicus angelegt, und demselben, nachdem eine genügende Menge Hungerlymphe gesammelt war, eine möglichst grosse Menge fettreichen Chylus intravenös infundirt. Wie wir schon früher gezeigt haben¹⁾, nimmt nach einer solchen Infusion der Fettgehalt der Lymphe gar nicht, oder nur in sehr geringem Maasse zu, dagegen durfte man erwarten, den durch die Lipolyse entstandenen dialysirenden Körper nach der Chylusinfusion in der Lymphe anzutreffen. Daher wurde eine bestimmte Menge Lymphe vor und nach der Chylusinfusion 24 Stunden lang gegen eine 0,5 % ige Kochsalzlösung dialysirt, und die Menge der in jenen Lymphproben enthaltenen dialysablen Substanzen verglichen.

Versuch XXXI. 1. Juli 1897.

Einem seit 36 Stunden hungernden Hunde von 9200 g wird eine Fistel des Ductus thoracicus angelegt und aus derselben 45 cc Hungerlymphe entnommen.

Um 12 h 3 werden dem Hunde in die linke Vena femoralis 92 cc defibrinirter Chylus (Fettgehalt 5,26 % bzw. 41,1 %) infundirt, d. h. 0,51 g Chylusfett pro Kilo Thier. — Danach werden von Neuem 45 cc Lymphe aus dem Ductus thoracicus entnommen.

Fettgehalt in	d. Lymphe		d. Blut		d. Blutserum	
	%	%	%	%	%	%
vor der Chylusinfusion	0,158	bezw. 4,26	0,154	bezw. 0,71	0,202	bezw. 2,6
nach der Chylusinfusion	0,283	„ 7,35 ²⁾	0,517	„ 2,66	0,946	„ 11,4
2 Stunden später	—		0,149	„ 0,71	0,263	„ 3,3

1) l. c. S. 476.

2) Der Fettgehalt der Lymphe nach der Chylusinfusion ist in diesem Falle auffallend hoch. Es beruht dies wohl auf einer abnormen Durchlässigkeit einiger Gefässprovinzen, wenigstens zeigte die Lymphe in diesem Falle auch einen auffallend reichen Gehalt an rothen Blutkörperchen. — In unseren anderen Versuchen zeigte sich (wie auch früher l. c. S. 476) der Fettgehalt der Lymphe nach der Chylusinfusion nicht höher als vor derselben.

So z. B. in Versuch XXXII. 21. Mai 1897.

Hund von 14800 g Gewicht. Infusion von 210 cc Chylus mit 5,69 g Fett.
 Fettgehalt der Lymphe vor der Chylusinfusion 0,227 % bzw. 0,552
 „ „ „ nach „ „ 0,242 % „ 0,550

Je 30 cc, der vor und nach der Chylusinfusion gewonnenen Lymphe dialysiren 24 Stunden lang gegen je 200 cc 0,5% iger Kochsalz-Lösung.

Menge der dialysirten Substanz in der vor der Chylusinfusion gewonnenen

Lymphprobe: 0,211 g, darunter organisch 0,152 g

Menge der dialysirten Substanz in der nach der Chylusinfusion gewonnenen

Lymphprobe: 0,360 g, darunter organisch 0,323 g

Man erkennt aus diesem Versuche (welcher leider aus äusseren Gründen nicht wiederholt werden konnte), dass nach der Chylusinfusion der Fettgehalt der Lymphe nur sehr unbedeutend stieg, während der Gehalt an wasserlöslichen, dialysablen, organischen Substanzen erheblich zunahm. —

Im Zusammenhang mit dem Ergebnis der früheren Versuche in vitro glauben wir somit schliessen zu sollen, dass auch in dem vorliegenden Experiment das infundirte Chylusfett durch die lipolytische Function des Blutes in eine wasserlösliche diffusible Substanz umgewandelt worden ist.

Als Experimentum crucis wiederholten wir schliesslich den letzt-erwähnten Versuch mit der Abweichung, dass dem betr. hungernden Lymphfistelhunde nicht Chylus, sondern Hungerlymphe intravenös infundirt wurde.

Versuch XXXII. 12. Juli 1897.

Einem hungernden Hunde von 14800 g Gewicht wird eine Fistel des Ductus thoracicus angelegt und 40 cc Hungerlymphe aus derselben gewonnen.

Um 11 h 15 werden dem Hunde 50 cc defibrinirte Hungerlymphe eines anderen Hundes (enthaltend 0,424 % Fett) in die l. vena femoralis infundirt und dann von Neuem 40 cc Lymphe aus dem Ductus thoracicus gewonnen.

Der Fettgehalt der vor der Infusion gewonnenen Fistel-

lymphe betrug 0,651 % (bezw. 1,35 %)

Der Fettgehalt der nach der Infusion gewonnenen Fistel-

lymphe betrug 0,432 % „ 0,87 %

Fettgehalt des Blutes vor der Chylusinfusion: 0,154 % bezw. 0,75

„ „ „ unmittelbar nach „ „ 0,264 % „ 1,39

„ „ „ 1¼ Stunden nach „ „ 0,174 % „ 0,88

Versuch XXXIII. 12. Juli 1897.

Hund von 14800 g Gewicht. Infusion von 50 cc Chylus = 3,625 g Fett.

Fettgehalt der Lymphe vor der Chylusinfusion: 0,432 %

„ „ „ nach „ „ 0,226 %

Fettgehalt des Blutserums vor der Chylusinfusion: 0,134 %

„ „ „ nach „ „ 0,402 %

Je 30 cc der vor und nach der Infusion gewonnenen Fistellymphe dialysiren 21 Stunden lang gegen je 100 cc 0,5%iger Kochsalz-Lösung.

Menge der dialysirten Substanz in der vor der Infusion gewonnenen Fistellymphe: 0,066 g, darunter organisch 0,055 g
 Menge der dialysirten Substanz in der nach der Infusion gewonnenen Fistellymphe: 0,082 g, darunter organisch 0,053 g

Man sieht also bei diesem Versuche keine Zunahme der dialysablen Substanz in der Fistellymphe. Da sich nun der vorliegende Versuch XXXII von dem oben erwähnten Experiment, Versuch XXXI, nur dadurch unterscheidet, dass hier eine annähernd fettfreie, dort eine stark fett haltige Flüssigkeit infundirt wurde, so ist wohl der Schluss gerechtfertigt, dass die in Versuch XXXI beobachtete, in Versuch XXXII aber vermisste Zunahme der dialysablen Substanz in der Fistellymphe nur auf eine Umwandlung des infundirten Fettes bezogen werden kann. —

Es liegt somit hier eine interessante Selbsthülfe des Organismus vor, vermittelt welcher er das für die Capillarwände an und für sich impermeable Fett in eine zum Durchtritt geeignete Form überführt, in ganz ähnlicher Weise, wie er auch z. B. die Albuminate durch die Peptonisirung in eine lösliche, dialysable Verbindung verwandelt. Ebenso aber, wie die Peptone sofort nach dem Durchtreten durch die Darmschleimhaut in Albuminate zurückverwandelt werden, müssen augenscheinlich auch jene hypothetischen dialysablen Fettabkömmlinge nach dem Passiren der Capillarwand sofort in eigentliche Fette zurückverwandelt werden; wissen wir doch, dass verfüttertes Fett sich als solches innerhalb der Gewebe nachweisen lässt.

Den Charakter und die Eigenschaften dieser dialysirenden Fettderivate und ihre Rückumwandlung in Fett zu verfolgen, scheint eine höchst lohnende Aufgabe für Physiologen und Chemiker. — Leider müssen wir es uns aus äusseren Gründen versagen, diesen Gegenstand zur Zeit noch weiter gemeinschaftlich zu behandeln.
