

IX.

**Über den Fettgehalt des Blutes und einiger
Organe des Menschen.**

(Vortrag gehalten am 9. März 1903 in der Niederrheinischen Gesellschaft
auf Grund gemeinschaftlicher Untersuchungen mit H. Dennstedt und
A. Gronover.)

Von
Th. Rumpf in Bonn.

Die nachfolgenden Mitteilungen stammen im wesentlichen aus einer größeren Untersuchung, welche Herr Prof. Dr. Dennstedt, der Direktor des chemischen Staatslaboratoriums in Hamburg und ich vor Jahren begonnen haben. Ein kleiner Teil ist, ohne eine zusammenfassende Übersicht zu geben, schon in den Mitteilungen aus den hamburgischen Staatskrankenanstalten¹⁾ veröffentlicht worden. Außer den damals mitgeteilten Analysen des Blutes und der Organe von 11 Krankheitsfällen sind nunmehr 17 weitere abgeschlossen. Um die Ausführung der Analysen hat, wie schon früher erwähnt, der Assistent am chemischen Institut in Hamburg, Herr Hassler, ein hervorragendes Verdienst.

Die ganze Arbeit ging von dem Gedanken aus, daß unsere Kenntnisse der chemischen Zusammensetzung des menschlichen Körpers noch sehr gering sind, und daß wir über die Veränderungen dieser in Krankheiten nur einzelnes und unzusammenhängendes wissen. Nach beiden Richtungen sollten sich die Untersuchungen erstrecken. Die Zusammensetzung des normalen menschlichen Körpers zu erforschen, begegnet ganz besonderen Schwierigkeiten. Es bedarf nur eines Hinweises auf die kleine Zahl eingehender Blutanalysen, von welchen wir C. Schmidt²⁾ zwei verdanken, deren zweite vielleicht nicht einmal von einer völlig normalen Frau stammt. Weiterhin

¹⁾ Dennstedt u. Rumpf, Mitteilungen aus den hamburgischen Staatskrankenanstalten, Bd. III, Heft 1 (Jahrbücher, Bd. VII).

²⁾ C. Schmidt, Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig 1850.

haben Wanach¹⁾ und Biernacki²⁾ eingehende Analysen mitgeteilt, während einzelne Bestandteile des Blutes von vielen Autoren untersucht wurden. Alle diese Arbeiten haben schon in unserer ersten Publikation Erwähnung gefunden. Ebenso wie C. Schmidt versuchten wir einige plötzliche Todesfälle heranzuziehen; aber bei genauerer Untersuchung erwiesen sich diese Fälle keineswegs als völlig normal. Sodann wählten wir zwei Totgeburten von gesunden Müttern, welche während einer protrahierten Geburt gestorben waren, zur Untersuchung aus. Aber bei diesen ist gegenüber Vergleichen mit pathologischen Fällen der Einwand geboten, daß jugendliche und ältere Individuen in der Tierwelt eine verschiedene Zusammensetzung zeigen.

Die übrigen 24 Fälle stammen von verschiedenen Erkrankungen. Es handelt sich um 12 Erkrankungen teils des Herzens, teils des Gefäßsystems, teils der Nieren in verschiedener Kombination, um 4 Fälle schwerer Bluterkrankung (perniziöse Anämie und Leukämie), um 6 Fälle von Diabetes, um 3 Fälle von Karzinose und um einen Fall hochgradiger Tuberkulose der Lungen, des Kehlkopfs und des Darms. Da in diesen Fällen einzelne Organe gesund waren, da weiterhin die chemischen Veränderungen der Organe bei einem großen Material nach verschiedenen Richtungen auseinandergehen dürften, so konnte man denken, daß der Durchschnitt aus den Werten, welche die einzelnen Organe ergaben, Mittelzahlen ergeben würde, welche von den normalen nicht allzuweit abweichen. Diese Erwägung konnte allerdings nur in denjenigen Fällen herangezogen werden, in welchen die Veränderungen nach oben und unten sich gewissermaßen die Wage halten.

Fanden sich wesentliche Differenzen in der chemischen Zusammensetzung einzelner Organe, so mußte es weiterhin von Interesse sein, zu eruieren, ob diese nur das einzelne Organ oder den ganzen Körper betrafen. Zum Schluß aber war die Möglichkeit vorhanden, daß die Art der chemischen Änderung auf die Entstehungsart dieser ein Licht werfen werde.

¹⁾ Wanach, Diss. Dorpat.

²⁾ Biernacki, Zeitschr. f. klin. Med., 1894.

Zu dem von Dennstedt und mir bearbeiteten Material kommt weiterhin eine Untersuchung von Schumm und mir¹⁾ über den chemischen Befund des Fettes in degenerierter Muskulatur und eine neue Untersuchung, welche Herr Dr. Gronover in der pharmazeutischen Abteilung des chemischen Instituts in Bonn für mich ausgeführt hat. In letzterem Fall wurde die Muskulatur der gesunden Oberarme und der gelähmten Beine bei einem Fall von Neuritis zu einer vergleichenden Analyse herangezogen. Außerdem habe ich mit meinem früheren Assistenten, Herrn Schumm, das Blut in einer Anzahl Fälle von Nephritis analysiert.

Die Untersuchungen des Fettgehaltes machen nur einen sehr kleinen Teil der Untersuchung aus. Veranlassung, diese zuerst mitzuteilen, war ein Vortrag von Fischer²⁾, der bei einem Fall von Coma diabeticum einen überraschend hohen Fettgehalt des Blutes fand. Ich konnte in der anschließenden Diskussion auf die Frage von Herrn Geh. Rat Schultze mitteilen, daß derartige Fettbefunde im Blut bei Diabetes jedenfalls sehr selten seien, und daß andere Erkrankungen bei unseren Untersuchungen zum Teil höhere Werte ergeben hätten.

Der Fettgehalt des Blutes

beim Diabetes ist mehrfach untersucht worden. Mariet, Ebstein, Degenhardt, Graupner³⁾ konstatierten gelegentlich Lipämie. Auch Naunyn⁴⁾ fand vereinzelt das gleiche bei schweren Fällen mit reichlicher Zuckerausscheidung. In neuerer Zeit hat Zaudy⁵⁾ sich mit diesem Gegenstand beschäftigt und zunächst bei zwei Fällen mikroskopisch eine teilweise beträchtliche Vermehrung des Blutfettes gefunden. Bei weiteren 13 Fällen von Diabetes fand Zaudy nur zweimal

¹⁾ Rumpf und Schumm, Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, Bd. XX.

²⁾ Fischer, Dieses Archiv, Bd. 172, Heft 1.

³⁾ Siehe die Literatur bei Zaudy.

⁴⁾ Naunyn, Der Diabetes, Nothnagels Handbuch, siehe dort auch die ältere Literatur.

⁵⁾ Zaudy, Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 70.

eine Lipämie vorübergehender Natur, die in diesen Fällen nicht mit fettreicher Nahrung in Verbindung gebracht werden konnte. In dem einen der von Zaudy untersuchten Fälle ergab die chemische Analyse des Aderlaßblutes 6,43 p. c. Fett (Fraenkel¹⁾) und diejenige des Leichenblutes 3,44 p. c. Fett (Aschoff²⁾), von Jaksch³⁾ fand in den Fällen von Diabetes 0,05—0,16 p. c. Fett im Blute.

Fischer fand in dem erwähnten Fall im Durchschnitt 18,129 p. c. Fett.

Einen ähnlich hohen Fettgehalt des Blutes (15 p. c.) fand vor kurzem Stadelmann⁴⁾ bei schwerem Diabetes.

Unter den von Dennstedt und mir untersuchten Todesfällen befinden sich sechs Fälle von Diabetes. Einer von diesen gehört der leichten Form an und starb ohne Comaerscheinungen an Lungengangrän. Die anderen fünf sind typische Comafälle.

In diesen ergab die Untersuchung des Blutes:

1. Fall, Tod an Lungengangrän	0,46 pro mille Fett,
2. „ „ nach 30 stünd. Coma	0,48 „ „ „
3. „ „ 17 „ „	1,10 „ „ „
4. „ „ 48 „ „	1,24 „ „ „
5. „ „ 24 „ „	0,15 „ „ „
6. „ „ 26 „ „	0,23 „ „ „

Das sind also wesentlich geringere Werte, als sie Fischer, Stadelmann und Zaudy in ihren Fällen erhoben haben.

Wir werden aber zunächst die Frage zu beantworten haben, wie hoch sich der Fettgehalt des Blutes in der Norm stellt. Hierbei stoßen wir auf eine große Schwierigkeit. Während der Zuckergehalt des Blutes durch die Leber reguliert wird, ist das bei dem Fettgehalt nicht in ähnlicher Weise der Fall. Der Ductus thoracicus ergießt seinen Inhalt direkt in die Vena anonyma und somit in das Blut des rechten Herzens. Nach einer fettreichen Mahlzeit muß also der Fettgehalt des

¹⁾ u. ²⁾ Fraenkel, Anhang zu Zaudys Arbeit, Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 70, S. 340 u. 341.

³⁾ von Jaksch, Klin. Diagnostik, 1901.

⁴⁾ Stadelmann, Deutsch. med. Wochenschr., 1029 4. Dez.

Blutes beträchtlich und rasch ansteigen. Allerdings scheint dieses fein emulgierte Fett wieder rasch aus dem Blute zu verschwinden. Immerhin konnte Bleibtreu¹⁾ bei Mastgänsen im Blute 6,126 p. c. Fett nachweisen, wobei das Blut noch nicht völlig entfettet war. Solche hohen Werte sind allerdings nicht die Regel; Lummert²⁾ fand bei Hunden bei Fütterung mit Eiweiß und Kohlehydraten nur 0,9—1,15 p. c. Fett im Blute. Nach Schulz soll im Hungerzustand der Fettgehalt des Blutes von Tauben und Kaninchen etwas vermehrt sein, doch sind die gefundenen Differenzen gering.

Im menschlichen Blut fand von Jaksch bei Typhus 0,16 p. c., bei Pneumonie 0,15 p. c. Fett. Auf die Befunde bei Nephritis werde ich später eingehen. Gumprecht³⁾ beschrieb einen Fall von Lipämie bei einem Alkoholiker, der in Genesung ausging, allerdings ohne genaue Analyse des Fettgehaltes. Bönniger⁴⁾ bestimmte den Fettgehalt des Blutes durch zweimalige Ausziehung mit heißem Alkohol und fand bei verschiedenen Erkrankungen 0,75—0,85 p. c. Fett. Indessen scheint es mir fraglich, ob die Extraktion mit heißem Alkohol nicht zu hohe Fettwerte ergibt. Wir haben uns auch beim Blut der später zu schildernden Ätherextraktion nach Soxhlet bedient.

Aus den meisten der gefundenen Werte ergibt sich aber, daß unsere Befunde bei Diabetes nicht als abnorm hoch bezeichnet werden können. Es fragt sich nun, inwieweit sind diese unabhängig von der Nahrungsaufnahme. Bei den Fällen, die nach vielstündigem Coma verstorben sind, wird man einen Einfluß der Nahrungsaufnahme ausschließen können. Zweifellos unabhängig von dieser sind die Befunde bei intra partum gestorbenen ausgewachsenen Kindern. Aus einer großen Zahl solcher wurden diese als die nach Herkunft u. s. w. normalsten ausgesucht. Bei dem einen von diesen fand sich 0,57 pro mille, bei dem zweiten 0,07 pro mille Fett. Einen

¹⁾ Bleibtreu, Pflügers Archiv, Bd. 85.

²⁾ Lummert, Pflügers Archiv, Bd. 71.

³⁾ Gumprecht, Deutsch. med. Wochenschr., 1894, Nr. 39.

⁴⁾ Bönniger, Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 42.

geringeren Wert haben wir nur einmal bei einem Fall von perniziöser Anämie mit 0,05 pro mille erhoben, während zwei andere Fälle dieser Krankheit 1,27 und 1,47 pro mille Fett im Blute zeigten. Wir haben also auch in diesen beiden Fällen Werte, welche die Diabetesfälle teils mehr teils weniger übertreffen. Da nun auch die Fälle von v. Jaksch etwa die gleichen Werte geben, so wird es kaum angängig sein, von einer regelmäßigen Erhöhung des Fettgehaltes bei schweren Diabetesfällen und im Coma zu sprechen. Wir werden also die vereinzelten Befunde wie diejenigen von Zaudy, Stadelmann und von Fischer als ganz außergewöhnliche zu betrachten haben, zu deren Entstehung besondere Umstände mitwirken müssen, auf welche Zaudy sowie Fischer auch schon die Aufmerksamkeit gelenkt haben.

Unter den weiteren 17 Fettuntersuchungen im Blute ergeben nur zwei Erkrankungen höhere Werte. Die eine Erkrankung stellt die Arteriosklerose dar, bei welcher sich 1,1, 1,36, 1,53, 1,83 pro mille Fett im Blute fanden. Zwei Fälle mit gleichzeitigem Alkoholismus enthielten allerdings nur 0,5 und 0,321 pro mille. Die beträchtlichste Erhöhung zeigte aber ein typischer Fall von Leukämie, bei welchem 3,35 pro mille Fett im Blute gefunden wurden.

Dagegen zeigte ein Fall von Phthise nur 0,2, zwei Fälle von Karzinom 0,6 und 0,77 pro mille; in der gleichen Höhe bewegten sich die Befunde bei Nephritis.

Wir haben bei diesen Zahlen den Fettgehalt in 1000 Teilen Wasser berechnet; man kann bezweifeln, ob das für alle Vergleiche richtig ist, da der Wassergehalt des Blutes bei unseren Untersuchungen zwischen 677,9 und 900 schwankt. Wenn wir indessen auch den Fettgehalt des Blutes auf Trockensubstanz berechnen, so ergibt sich doch ein ähnliches Resultat. Der höchste Fettgehalt des Blutes bei dem einen Diabetiker wird übertroffen von dem Fettgehalt bei Arteriosklerose und bei einzelnen Erkrankungen des Blutes selbst. Selbst im Durchschnitt zeigt die Arteriosklerose höhere Fettwerte als der Diabetes. (Vergl. Tab. I.)

Tabelle I. Fettgehalt des Blutes.

	1000 Teile frische Substanz enthalten Fett	100 Teile Trocken- substanz enthalten Fett	1000 Teile frische Substanz enthalten H ₂ O
Totgeburt 1 (Mohrbeck)	0,57	0,25	772,70
2 (Spengemann)	0,07	0,035	800,80
Art. 1, Selbstmord (Heeger)	1,53	0,759	798,38
2, verunglückt (Lukaszek)	0,50	0,30	835,50
3, Alkohol (Höppner)	1,10	0,342	677,93
4, Myoc. (Langbek)	1,83	0,666	725,16
5, (Witte)	0,32	0,16	791,00
6, Arthr. (Bothe)	1,36	0,83	836,25
7, Schrumpfniere (Dobbertin)	0,12	0,05	755,30
8, (Jensen)	0,4	0,196	796,37
Schrumpfniere (Krampf)	0,37	0,188	802,83
Neph. parench. Hyp. C. (Jungclaus)	0,78	0,487	839,68
haem. (Grünewald)	0,66	0,31	786,98
An. pern., Schrumpfniere (Mahlke)	—	—	—
(Schiebe)	0,05	0,05	900,50
(Breuel)	1,27	1,22	896,44
(Krogmann)	1,47	1,13	870,77
Leukäm. (Meyer)	3,35	2,20	847,83
Diab. 1 (Henning)	0,46	0,23	803,20
2 (Cramer)	0,48	0,23	790,50
3 (Schmidt)	1,10	0,41	732,50
4 (Sommer)	1,24	0,646	808,13
5 (Laue)	0,15	0,086	826,19
6 (Paaschke)	0,23	0,15	846,28
Karzin. 1 (Geiger)	—	—	—
2 (Köster)	0,6	0,308	804,97
3 (Kackmann)	0,77	0,43	820,72
Phthise (Schlüter)	0,2	0,097	794,14
Durchschnitt:	0,80	0,452	806,19
höchster Wert:	3,35	2,20	900,50
niedrigster „ :	0,05	0,035	677,93

Nur die Erkrankungen des Blutes nehmen eine Ausnahmestellung ein, indem in drei Fällen sehr hohe, in einem Fall sehr niedrige Fettwerte sich finden. Hier kommt in Betracht, daß mit dem Wassergehalt des Blutes die Trockensubstanz überhaupt abnimmt.

Einen geringen Fettgehalt zeigt im Gegensatz zur Arteriosklerose das Blut bei den drei Fällen von Schrumpfniere. Mit höherem Wassergehalt kann dieser Befund nicht zusammenhängen, da dieser teils normal ist, teils unter der Norm sich

hält. Den gleichen Befund ergibt der Fall hochgradiger Tuberkulose, bei welchem der geringe Fettgehalt des Blutes gegenüber dem hohen einzelner Organe auffallend ist.

Alle diese Befunde erlauben aber kaum wesentliche Schlußfolgerungen, da es schwer hält, über die vorausgegangene Nahrungsaufnahme ein sicheres Urteil zu erhalten. Die Totgeburten zeigen allerdings, daß auch ohne jede vorausgegangene Nahrungsaufnahme das Blut bis 0,25 p. c. der Trockensubstanz an Fett enthalten kann. Für die nach protrahiertem Coma gestorbenen Diabetiker und einige ähnlich verstorbene Fälle von Arteriosklerose und Nephritis kann man auch den Fettgehalt des Blutes als vermutlich unabhängig von der Nahrungsaufnahme bezeichnen. Der äußerst geringe Fettgehalt in einigen Fällen läßt allerdings gleichfalls an Störungen im Fettgehalt des Blutes denken.

Der Fettgehalt des Herzens.

Ein besonderes Interesse hat von jeher der Fettgehalt des Herzens in Anspruch genommen. Allerdings hat die lange Zeit geltende Lehre von Pettenkofer und Voit über die Entstehung des Fettes aus Eiweiß seit Pflügers Untersuchungen anderen Anschauungen Platz gemacht. Wenn wir aber heute eine eigentliche Myodegeneratio adiposa des Herzmuskels auch ausschließen und das im Herzen befindliche Fett größerenteils als eingewandert betrachten (ich verweise auch auf die Untersuchungen von Rosenfeld u. a.), so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß eine beträchtliche Einlagerung von Fett in und um die Muskelbündel meist mit degenerativen Prozessen der Muskulatur einhergeht. Und von diesem Gesichtspunkt aus stellt die Menge des Fettes im Verhältnis zur kontraktilen Substanz einen allerdings nicht mathematischen Maßstab für die Leistungsfähigkeit des Herzens dar. Selbstverständlich wird man zur Bestimmung des Fettgehaltes des Herzmuskels das dem letzteren auflagernde epikardiale Fett entfernen müssen.

Krehl¹⁾ entfernte zu diesem Zweck Arterien, Venen, Vor-

¹⁾ Krehl, Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 51, Heft 4 u. 5.

höfe, Klappen, Sehnen und von der Oberfläche des Herzmuskels soviel, daß eine Schicht von 3 mm entfernt wurde. Auf diese Weise benutzt er wesentlich Muskulatur des linken Ventrikels und aus den rechten Kammern nur kleine Stückchen von Papillarmuskeln. Ein fast gleiches Verfahren habe ich benutzt. Es kommt auf diese Weise vorwiegend die Muskulatur des linken Ventrikels zur Untersuchung. Es gibt aber einzelne Fälle, in welchen von dem Epikardialfett Züge tief mit dem Bindegewebe in die Muskulatur eindringen. Damit stimmt auch die mikroskopische Untersuchung im Osmiumpräparat überein, welche das Fett zum Teil in den Muskelfasern selbst, zum Teil zwischen diesen zeigt. In solchen Fällen müßte man weit mehr als einige Millimeter der oberflächlichen Muskulatur entfernen, wollte man alles mit dem Epikard zusammenhängende Fett entfernen. Aber das wird kaum nötig sein, da ja auch das zwischen den Muskelfasern befindliche Fett bei dem Fettgehalt des Herzens eine Rolle spielt. Wie wird nun das Fett aus dem Blut sowie dem Herzmuskel extrahiert? Diejenige Methode, welche von den Chemikern ausgebaut ist, besteht in der Ätherextraktion des sorgfältig (auf dem Wasserbad bis zur Gewichtskonstanz) getrockneten und pulverisierten Blutes oder Muskels. Sie hat in der Soxhletschen Methode, bei welcher siedender Äther drei Stunden in einem besonderen Apparat das Pulver durchströmt, eine elegante Ausführung erhalten. Durch Verdampfen des Äthers wird dann das Fett gewonnen. Ist nun dieses Ätherextrakt *eo ipso* als Fett zu bezeichnen? Ich glaube nur mit einer gewissen Reserve. Denn wenn der Muskel (durch Zersetzung) Amidosäuren, Glykogoll, Leucin, oder auch Tyrosin enthält, so könnten geringe Mengen davon in den Äther übergehen. Aber bei Benutzung frischen Muskels ist die Menge dieser minimal, und es ist allgemeiner Gebrauch geworden, dieses Extrakt als Fett zu verrechnen. Das ist auch bei den nachfolgenden Resultaten geschehen.

Krehl hat allerdings in einer Reihe von Fällen in dem Extrakt die Lecithinmenge durch Bestimmung der Phosphorsäure zu berechnen versucht und diese von dem als Fett betrachteten Ätherextrakt abzuziehen gesucht. Indessen rechnen

wir Lecithin doch zu den fettartigen Verbindungen, da sie beim Kochen mit Säuren oder Basen in Fettsäuren (Stearinsäure, Palmitinsäure, Ölsäure), Glyzerinphosphorsäure und Cholin zerfallen. Da außerdem die von Krehl gefundenen Lecithinwerte gegenüber dem Rest des Ätherextrakts nur geringe Schwankungen zeigten, so haben wir auf eine Berechnung des Lecithins verzichtet.

Durch Dormeyer,¹⁾ der bei Pflüger arbeitete, ist nun ausgeführt worden, daß vermittelst der Ätherextraktion nicht alles Fett des Muskels gewonnen werde; vielmehr sei das erst der Fall, wenn man den Muskel einer peptischen Verdauung unterwerfe und dann mit Äther extrahiere. Er fand dann in dem Extrakt Lecithin und flüchtige Fettsäuren, woraus sich ergibt, daß auch stickstoffhaltige Bestandteile in den Äther übergegangen sind. Auf den Rat von Pflüger hat sodann Nerking²⁾ die vorgängige Verdauung durch mehrstündigtes Kochen mit 2 p. c. Salzsäure und Pepsin ersetzt und die Extraktion mit Äther in dem verbesserten Schwarzschen Apparat vorgenommen. Er fand, daß die Extraktion mit Äther ohne vorhergehende Verdauung einen gewissen Prozentsatz von Fett zurückläßt, bei welchem er eine chemische Bindung an Eiweiß vermutet. Die Befunde in Pflügers Laboratorium haben auch Rosenfeld³⁾ veranlaßt, seine Methode der Fettextraktion zu verbessern. Die zuletzt geübte Methode besteht zunächst in Alkoholauskochung während 1/4 Stunde, dann 6 stündiger Chloroformextraktion, dann einmaliger Wiederholung sowohl der Alkoholkochung als der Chloroformextraktion. Die Extrakte wurden getrocknet, mit absolutem Äther aufgenommen, filtriert und nach Abdampfen des Äthers getrocknet. Ich habe diese Methode mit unserm Kollegen Partheil besprochen; er hat aber das Bedenken, daß das leicht zersetzbare Chloroform in der vielständigen Anwendung durch Bildung von Chlorwasserstoff das Eiweiß angreift und so falsche Werte gibt. Indessen dürften diese Differenzen für die Pathologie nicht allzusehr ins

¹⁾ Dormeyer, Pflügers Archiv, Bd. 65.

²⁾ Nerking, Pflügers Archiv, Bd. 85.

³⁾ Rosenfeld, Zentralbl. f. innere Med 1901. No. 6.

Gewicht fallen. Wir werden später sehen, wie sehr sich einige Grenzwerte von Rosenfeld mit dem unsrigen decken.

Unsere nachfolgenden Ergebnisse sind sämtlich mit dem Soxhletschen Verfahren gewonnen worden. Sie sind infolgedessen auch mit den Befunden den meisten früheren Untersucher vergleichbar, was gewiß nicht ohne Interesse sein dürfte. Für alle diese Befunde wird aber in der Folge eine Kontrolle durch das neuere Pflügersche Verfahren erwünscht sein.

Auch beim Herzmuskel ist die Frage nach dem normalen Fettgehalt zunächst zu erörtern. Daß auch ohne Nahrung der Herzmuskel Fett erhält, ergibt sich daraus, daß bei den beiden Totgeburen 13,29 und 10,80 pro mille der frischen Substanz Fett sind. Wie hoch darf nun der Fettgehalt steigen, ohne als pathologisch angesprochen zu werden?

Krehl fand in der Norm, daß 100 g Trockensubstanz 8,3—13,4 p. c. Ätherextrakt resp. Fett enthielten und bei Phosphorvergiftung fand er bis zu 24,9 p. c. Ätherextrakt, bei schwerer Anämie als höchsten Wert 19 p. c., bei Septikämie 17,1 p. c. Die Werte, welche v. Hösslin¹⁾ gefunden hat, waren etwas höher (bei Phosphorvergiftung 30,2 und 25,5 p. c., bei Tuberkulose bis 23,2 p. c.), für den normalen Herzmuskel fand v. Hösslin in dem Herz eines Verunglückten bei 80,2 p. c. Wasser einen Fettgehalt von 8,8 p. c. der Trockensubstanz.

Rosenfeld²⁾ ist der Meinung, daß in der Norm der Fettgehalt von 14,66 bis 16,15 p. c. der Trockensubstanz schwankt, daß Herzen mit mikroskopischen Verfettungen 17,334 bis 24,29 p. c. der Trockensubstanz an Fett enthalten. Betrachten wir auf Grund dieser Befunde den Fettgehalt in den von uns untersuchten Herzen. (Tabelle II.)

Wir sehen, daß der Fettgehalt des Herzens von 11,51 bis 59,32 p. c. schwankt und daß 6 Fälle mehr als 40 p. c. der Trockensubstanz an Fett enthalten. Diese Werte sind zum Teil weit höher, als sie von früheren Untersuchern gefunden sind; sie dürften sich aber daraus erklären, daß die Fälle, welche zur chemischen Analyse ausgewählt wurden, eine Aus-

¹⁾ v. Hösslin, Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 33.

²⁾ a. a. O.

wahl darstellen, welche in 5--6 Jahren aus dem gewiß großen Material des Eppendorfer Krankenhauses getroffen wurde. Man könnte ja denken, daß die hohen Fettwerte bei Herzen gewonnen seien, deren Epikardialfett nicht völlig entfernt sei. Aber einmal habe ich die Präparation des Herzens persönlich vorgenommen. Weiterhin haben wir aber auch in anderen Organen wie der Leber und der Niere Fettwerte gefunden, wie sie früher nie beobachtet sind. Bei der Leber liegt aber dem Organ kein Fett auf und ebensowenig der von der Kapsel befreiten Niere.

Würden wir Krehls Rechnung zu Grunde legen, der in der Norm 8,3—13,4 g Fett in 100 Teilen Trockensubstanz fand, so wären nach unseren Befunden nur zwei Herzen als nicht verfettet zu betrachten; selbst die Totgeburt Spengemann mit 15,84 p. c. wäre schon der Herzverfettung zuzurechnen. Ich glaube aber kaum, daß wir zu dieser Annahme berechtigt sind. Wir werden also die Grenze der Norm etwas höher annehmen, wie dieses auch Rosenfeld tut.

Ich möchte auch das Herz des Diabetikers Sommer (Fall 4) mit 16,1 p. c. von einer eigentlichen Verfettung ausgenommen wissen. Von den übrigen können Bothe und Köster zweifelhaft sein. Aber alle übrigen Werte zeigen einen Fettgehalt des Herzmuskels, welcher weit über die von Krehl sowie von Rosenfeld gefundenen normalen Werte hinausgeht. Die höchsten Werte zeigen zwei Fälle von leichter Arteriosklerose mit Alkoholismus 52,61 p. c. und 59,32 p. c. der Trockensubstanz. Von der frischen Substanz sind es in dem ersten Fall 127 pro mille und in dem zweiten 158,28 pro mille, der dritte Fall mit hohem Fettgehalt des Herzens ist die Leukämie mit 57,8 p. c. der Trockensubstanz, bei welcher der Gehalt an Fett in frischer Substanz sogar 176,17 ausmacht. Verhältnismäßig hoch ist auch der Fettgehalt in dem leichten Fall von Diabetes und in den Fällen von Nephritis. Letztere Werte nähern sich allerdings den von Krehl und Rosenfeld gefundenen. Interessant dürfte sein, daß in Fällen von schwerster Anämie sowohl von Krehl als von uns bald eine Verminderung,

Tabelle II. Fettgehalt des Herzens.

	1000 Teile frische Substanz enthalten Fett	100 Teile Trocken- substanz enthalten Fett	1000 Teile frische Substanz enthalten H_2O
Totgeburt 1 (Mohrbeck)	13,29	12,93	897,2
2 (Spengemann)	10,80	15,84	931,8
Art. 1, Selbstmord (Heeger)	—	—	—
2, verunglückt (Lukaszek), Endo- card. chron.	127,21	52,61	758,2
3, Alkohol. (Höppner)	—	—	—
4, Myoc. (Langbek), Hyp. c.	67,44	32,3	791,24
5, (Witte), Hyp. M.	158,28	59,32	733,2
6, Arthr. (Bothe)	64,34	17,7	769,30
7, Schrumpfniere (Dobbertin) Hyp.	64,10	31,25	794,9
8. (Jensen)	—	—	—
Schrumpfniere (Krampf), Deg. ad.	47,6	26,2	818,76
Neph. parench. Hyp. C. (Jungclaus), Hyp. c.	83,63	40,2	792,22
Neph. häm. (Grünewald)	—	—	—
An. pern. Schrumpfniere (Mahlke), Myod.	85,98	42,31	796,8
" (Schiebe), M. chagrin.	19,62	11,51	829,5
" (Breuel), Herzverf.	176,17	57,8	695,49
" (Krogmann), Hyp. f. d.	45,54	20,6	779,40
Leukäm. (Meyer)	—	—	—
Diab. 1 (Henning)	80,67	40,54	801,0
2 (Cramer)	64,14	28,33	773,5
3 (Schmidt)	76,60	37,51	801,1
4 (Sommer)	36,78	16,1	772,54
5 (Laue)	—	—	—
6 (Paaschke)	58,84	25,3	767,60
Karzin. 1 (Geiger)	38,36	31,04	876,4
2 (Köster)	29,01	18,8	845,76
3 (Kackmann)	82,33	32,9	750,26
Phthise (Schlüter)	—	—	—
Durchschnitt:	68,13	31,0	798,86
höchster Wert:	176,17	59,32	931,8
niedrigster „ :	10,80	11,51	695,49

bald eine Vermehrung des Fettgehaltes des Herzens gefunden wurde. Bei Karzinomen war auch bei unseren Untersuchungen der Befund kein konstanter. Bei mikroskopischer Verfettung des Myokards fand sich bei Breuel (perniziöse Anämie) eine beträchtliche Vermehrung des Fetts, während bei Krogmann (ebenfalls perniziöse Anämie) diese sehr gering war. Man wird daraus schließen müssen, daß die mikroskopische Dia-

gnose einer Herzverfettung ohne Analyse des Fettgehaltes gewisse Bedenken hat. Auch die chagrinierende Zeichnung der Muskulatur kann, wie in dem Fall Schiebe, ohne schwere Fetteinlagerung vorhanden sein.

Die Frage, ob Beziehungen zwischen dem Wasser und Fettgehalt existieren, glaubt Krehl verneinen zu müssen. Er fand den Wassergehalt des gesunden Herzens im Durchschnitt 795 pro mille. Unter pathologischen Verhältnissen fand er diesen nur sehr unbedeutend verändert. Ein ganz anderes Resultat ergaben unsere Untersuchungen. Im Durchschnitt der pathologischen Fälle, welche teils Vermehrung, teils Verminderung des Wassergehaltes zeigten, fanden wir 798 pro mille, aber bei den beiden Totgeburten übertrifft der Wassergehalt diesen Wert ganz beträchtlich 931 pro mille, und bei dem Fall Witte (Myocardit. chronica mit Sklerose und Verkalkung der Aorta) sinkt der Wassergehalt des Herzens auf 695,49 pro mille.

In vielen Fällen steht dem niedrigen Wassergehalt des Herzens ein hoher Fettgehalt, dem hohen Wassergehalt ein niedriger Fettgehalt gegenüber. Es ist das auch natürlich, da mit dem Wassergehalt die Trockensubstanz in umgekehrtem Verhältnis steht. Aber da in dieser der Fettgehalt sehr schwankend ist, so ergibt sich keine gleichmäßige Beziehung. Es kommt vielmehr hoher Fettgehalt bei etwa normalem Wassergehalt (Diabet. 1) und normaler Fettgehalt bei niedrigem Wassergehalt vor (Diabet. 4). Auch anderweitige Beziehungen zu Chlor-natrium, Kalium u. s. w. ließen sich nicht nachweisen. Nur das Verhalten zur Trockensubstanz und zum Eiweiß, welches wir später noch zu berücksichtigen haben, dürfte eine Bedeutung beanspruchen.

Der Fettgehalt der Leber.

Über den Fettgehalt der Leber liegen weit weniger Untersuchungen vor, als über den Fettgehalt des Herzens. Drechsel gibt an, die menschliche Leber enthalte 2 p. c. Fett. Nach König enthält die Tierleber im Mittel 3—4, höchstens 5 p. c. ihres Gewichtes an Fett. Aber im Fieber erhebt sich nach

Tabelle III. Fettgehalt der Leber.

	1000 Teile frische Substanz enthalten Fett	100 Teile Trocken- substanz enthalten Fett	1000 Teile frische Substanz enthalten H ₂ O.
Totgeburt 1 (Mohrbeck)	10,03	17,0	941,0
2 (Spengemann)	9,90	13,32	925,7
Art. 1, Selbstmord (Heeger)	—	—	—
" 2, verunglückt (Lukaszek)	114,70 (Fettleber)	47,10	756,5
" 3, Alkohol (Höppner)	—	—	—
" 4, Myoc. (Langbek)	19,49 (Muskat- leber)	10,25	809,85
" 5, (Witte)	13,08 (Stauungs- leber)	10,57	876,2
" 6, Arthr. (Bothe)	27,69 (Altersdege- neration)	11,6	762,97
" 7. Schrumpfniere (Dobbertin) . .	23,59	13,15	820,6
" 8. (Jensen)	25,55	11,56	778,99
Schrumpfniere (Kramp)	80,99 (Fettleber)	34,6	766,08
Neph. parench. Hyc. C. (Jungclaus) . .	36,62	17,6	792,11
" haem. (Grünewald)	—	—	—
An. pern., Schrumpfniere (Mahlke) . .	16,51 (Leber ver- größert)	13,07	873,7
" (Schiebe)	4,22 (anäm., fett- haltig)	2,12	801,6
" (Breuel)	44,43 (Fettleber)	20,29	781,02
" (Krogmann)	29,35 (vergrößert. Eisenreakt.)	17,5	832,76
Leukämie (Meyer)	30,94 (anämisch)	13,72	774,64
Diab. 1 (Henning)	31,65	24,36	870,1
" 2 (Cramer)	34,47	12,94	733,7
" 3 (Schmidt)	21,79	10,07	783,6
" 4 (Sommer)	29,43 (mäßig groß)	10,7	726,42
" 5 (Laue)	51,58	21,29	757,77
" 6 (Paaschke)	57,66	23,89	758,67
Karzin. 1 (Geiger)	34,64	24,19	856,8
" 2 (Köster)	70,31 (cirrhot. Fettleber)	22,3	685,17
" 3 (Kackmann)	74,34	31,7	765,72
Phthise (Schlüter)	190,09	56,6	664,59
Durchschnitt:	43,32	19,6	797,85
höchster Wert:	190,09	56,6	941,0
niedrigster " :	4,22	2,12	664,59

Apt und Weyl der Fettgehalt der Leber bis auf 17,8 p. c. Bauer¹⁾ fand bei Phosphorvergiftung einen hohen Fettgehalt der Leber. Perls²⁾ führt an, daß in der Leber der Fettgehalt in pathologischen Fällen bis zu 43 p. c. der frischen und bis zu 78 p. c. der trockenen Substanz steigen kann.

von Hoesslin³⁾ fand bei Phosphorvergiftung bis zu 74,1 p. c. der Trockensubstanz an Fett, bei Karzinom 33 p. c., bei Phthise bis zu 67,7 p. c. Quineke und Hoppe-Seyler⁴⁾ geben an, daß in pathologischen Fällen konstant 40 p. c. Fett sich finden und Rosenfeld fand sogar bei Phlorizinvergiftung von Hunden 20—75 p. c. der Trockensubstanz der Leber an Fett.

Unsere Totgeburten haben 10 und 9,9 pro mille der frischen Substanz von Fett. Ziehen wir aus allen Fällen die Durchschnittszahl, so erhalten wir einen Fettgehalt von 43 pro mille oder etwas über 4 p. c.

Legen wir aber an Stelle der frischen Substanz die Trockensubstanz der Rechnung zu Grunde, so verschieben sich die Werte bei den Totgeburten ganz beträchtlich auf 13 und 17 p. c. Es liegt das an dem hohen Wassergehalt der Leber in diesen Fällen. Als Durchschnitt finden wir dann 19,6 p. c. der Trockensubstanz an Fett. Legen wir die Werte bei den Totgeburten und den Durchschnitt zu Grunde, so würden die Fälle von Arteriosklerose vorgeschrittenen Stadiums,

- 3 von 5 Fällen von Coma diabeticum,
- 2 Fälle von Anaemia perniciosa,
- 1 Fall von Leukämie,

einen normalen oder unternormalen Fettgehalt annehmen lassen.

Dagegen zeigen

- 3 Fälle von Karzinose,

¹⁾ Bauer, Zeitschr. f. Biologie Bd. VIII, Heft 1.

²⁾ Perls, Zentralblatt f. d. med. Wissenschaft. 1873. S. 801.

³⁾ v. Hoesslin, a. a. O.

⁴⁾ Nothnagels Spezielle Pathologie und Therapie. Bd. XVIII.

3 Fälle von Diabetes (2 Komafälle),
 1 Fall von perniziöser Anämie
 eine mäßige Erhöhung des Fettgehaltes.

1 Fall von Schrumpfniere mit anatomischer Fettleber,
 1 Fall von Alkoholismus (verunglückt),
 1 Fall von ausgedehnter Tuberkulose

zeigen aber Werte, welche den von Perls und von Hoesslin gefundenen nahe kommen. Der Alkoholismus zeigt 47 p. c., die Tuberkulose 56,6 p. c. der Trockensubstanz an Fett. Von der frischen Substanz macht in diesen Fällen das Fett 114 und 190 pro mille aus.

Daß Alkoholismus und Tuberkulose zu Fettleber neigen, ist ja aus klinischen Befunden bekannt. Afanassijew¹⁾ sowie von Kahlden²⁾ haben diese Fettinfiltration der Leber (sowie anderer Organen) nach Einverleibung von Äthylalkohol und Amylalkohol auch experimentell erwiesen. Auf die klinische Bedeutung dieser Fettinfiltration der Leber haben Gilbert und Lereboullet³⁾ neuerdings wieder die Aufmerksamkeit gelenkt. Die Fettinfiltration der Leber bei Phthise ist ebenfalls auf tuberkulöse Prozesse zurückgeführt worden. Auch bei Karzinose sind ähnliche Befunde erhoben worden.

Es erscheint mir nun von hohem Interesse, daß in den späteren Stadien des Alkoholismus, und dahin gehört ein Teil der Arteriosklerosefälle, die Erhöhung des Fettgehaltes der Leber nicht mehr nachweisbar ist und nur zum Teil Werten unterhalb der Norm Platz gemacht hat. Und mit diesem Befund finden sich Muskatleber, Stauungsleber und cirrhotische Prozesse der Leber. In dem einen Fall cirrhotischer Fettleber bei Karzinose liegt der Fettgehalt noch über dem Durchschnitt, während er bei den beiden anderen Fällen von Karzinose noch erhöht ist. Man wird daran denken müssen, daß die in den Anfangsstadien vorhandene Fettinfiltration teilweise ein Symptom

¹⁾ Afanassijew, Zieglers Beiträge z. pathologischen Anatomie. 1890. Bd. VIII, S. 443.

²⁾ von Kahlden, Zieglers Beiträge. 1891. Bd. IX, S. 349.

³⁾ Gaz. hebd. de méd et de chir. 1902. No. 50.

degenerativer Vorgänge in der Leber darstellt, deren Folgen im Laufe längerer Zeit häufig cirrhotische Prozesse sind. Die Erhöhung des Fettgehaltes in dem einen Falle von Nephritis hängt vielleicht mit einer ähnlichen Ätiologie wie die Arteriosklerose zusammen. Die entgegenstehenden Befunde des Fettgehaltes der Leber bei den drei Erkrankungen des Blutes zu erörtern, dürfte wenig greifbare Resultate fördern, da die Ätiologie der Bluterkrankungen noch ganz dunkel ist.

Auch beim Diabetes sind gleichmäßige Befunde nicht erhoben worden. Die Mehrzahl der Komafälle hatte einen sehr geringen Fettwert. Nur in 2 Fällen erhebt sich derselbe über den Durchschnitt. Bei der fettreichen Ernährung von Diabetikern dürfte dieser Befund mit dem starken Fettverbrauch zu erklären sein. Daß beim experimentellen Diabetes der Hunde durch Pankreasextirpation regelmäßig eine kolossale Verfettung der Leber gefunden wird, wissen wir durch Naunyn¹⁾, hier ist aber ein wesentlich kürzerer Verlauf der Erkrankung vorhanden, als beim Diabetes mellitus. Immerhin dürfte es interessant sein, daß die größte Fettanhäufung der Leber sich bei einem frischen Fall von Diabetes findet, der nicht im Koma gestorben ist.

Daß die hochgradige Fettanhäufung der Leber häufig mit einer Verminderung des Wassergehaltes (756 und 664 gegenüber dem Durchschnitt 797 pro mille) einhergeht, sei nur kurz erwähnt. Doch ist der Befund nicht konstant. Abgesehen von den Totgeburten mit ihrem hohen Wassergehalt findet sich auch niedriger Wassergehalt mit mittlerem Fettgehalt, sodaß beide Prozesse nicht immer entgegengesetzt proportional verlaufen. Vermutlich gehen aber mit der Fettinfiltration vielfach Schädigungen der Leberzellen einher, oder ihr voraus, wie das Ribbert²⁾ vor kurzem ausgeführt hat. Wir werden auf diesen Punkt später noch zurückzukommen haben.

¹⁾ Naunyn, Der Diabetes mellitus. Nothnagels spezielle Pathologie und Therapie. Bd. VII, 1.

²⁾ Ribbert, Sitzungsber. der Gesellsch. z. Beförd. d. gesamten Naturwissensch. Marburg, Mai 1902.

Tabelle IV. Fettgehalt der Niere.

	1000 Teile frische Substanz enthalten Fett	100 Teile Trocken- substanz enthalten Fett	1000 Teile frischer Substanz enthalten H ² O.
Totgeburt 2 (Spengemann)	16,52	22,82	927,6
Art. 4, Myoc. (Langbeck)	38,33	19,2	806,68
„ 5, (Witte)	60,64 (Stauungs- niere.)	32,96	816,0
„ 7, Schrumpfniere (Dobertin) . . .	43,99 (Schrumpf- niere.)	28,88	847,7
An. pern., Schrumpfniere (Mahlke) . .	13,46 (Schrumpf- niere.)	28,45	882,4
“ ” (Breuel)	63,62	34,3	814,98
“ ” (Krogmann)	29,93 (blass.)	15,6	809,11
Diab. 1 (Henning)	25,46	23,86	893,3
“ 3 (Schmidt)	33,73 (Neph. inc.)	18,12	819,4
“ 4 (Sommer)	24,28 (Neph. inc.)	12,7	809,28
“ 6 (Paaschke)	47,63 (Neph. inc.)	23,5	797,33
Durchschnitt:	37,96	23,67	837,98
höchster Wert:	63,62	34,3	927,6
niedrigster „ :	16,52	12,7	797,33

Der Fettgehalt der Nieren.

Die Untersuchungen der Nieren stehen an Zahl wesentlich zurück. Legen wir nur die Trockensubstanz zu Grunde, so zeigt die eine Totgeburt 22,82 p. c., eine Zahl, die fast mit dem Durchschnitt übereinstimmt (Tabelle IV). Von diesem entfernt sich der höchste und der niedrigste Wert nicht unbedeutlich. Die niedrigsten Werte zeigen ein Fall von Diabetes mit beginnender Nephritis und ein Fall perniziöser Anämie mit blasser Niere. Aber auch die übrigen Fälle von Diabetes zeigen Werte, welche von dem Durchschnitt kaum abweichen. Den höchsten Wert zeigt ein Fall von perniziöser Anämie mit 34,3 p. c. der Trockensubstanz. Dieser Befund ist nicht ganz neu. Früher ist derselbe in der Art erklärt worden, daß eine fettige

Tabelle V. Fettgehalt der Milz.

	1000 Teile frische Substanz enthalten Fett	100 Teile Trocken- substanz enthalten Fett	1000 Teile frische Substanz enthalten H_2O .
Totgeburt 1 (Mohrbeck)	5,05	9,30	945,7
2 (Spengemann)	6,89	16,6	988,6
Art. 5 (Witte)	16,70	10,45	840,4
An. pern., Schrumpfniere (Mahlke) . .	2,84	3,03	906,4
" (Schiebe) . . .	2,52	1,40	820,3
" (Breuel) . . .	11,80	7,1	834,12
" (Krogmann) .	48,06	24,8	806,79
Diab. 3 (Schmidt)	15,30	8,8	826,4
" 6 (Paaschke)	15,83	8,2	808,81
Durchschnitt:	13,88	9,96	837,98 (a. W.)
höchster Wert:	48,06	24,8	958,6
niedrigster " :	2,52	1,4	808,8

Entartung der Nieren infolge mangelnder Oxydation angenommen wurde, ein Standpunkt, den Senator¹⁾ noch zu vertreten scheint. Es dürfte sich aber auch in diesen Fällen um eine Fettinfiltration nach Untergang des Parenchyms handeln (Rosenfeld). Die nächsthohen Werte finden sich bei Stauungsniere und Schrumpfniere mit etwa 32 und 28 p. c. der Trockensubstanz. Allerdings fand Rosenfeld in Untersuchungen an normalen Hunden den Fettgehalt zwischen 18,5 und 29,12 p. c. der Trockensubstanz schwankend, sodaß es einstweilen nicht an gängig ist, die Befunde von 28 p. c. zu den annormal hohen zu rechnen, zumal auch bei Hunden, welche mit Phloridzin, Kalium bichromicum und Phosphor behandelt waren, höhere Werte als die angegebenen von Rosenfeld nicht gefunden sind. Man wird also die vorstehenden Befunde in der Niere als Beiträge zu betrachten haben, deren Bedeutung in der Folge nach reichlicherer Untersuchung gesunder Nieren erwogen werden kann.

1) Senator, Die Erkrankungen der Nieren. Nothnagels spez. Pathol. u. Therapie. Bd. XIX, 1.

Tabelle VI. Fettgehalt des Gehirns.

	1000 Teile frische Substanz enthalten Fett	100 Teile Trocken- substanz enthalten Fett	1000 Teile Trocken- substanz enthalten H ₂ O.
Totgeburt 2 (Spengemann)	23,63	32,1	926,4
Art. 5 (Witte)	85,48	46,56	816,4
“ 7 Schrumpfniere (Dobbertin)	92,70	48,59	809,2
An. pern. (Mahlke)	64,34	37,94	830,4
“ (Schiebe)	55,48	24,64	774,8
Diab. 2 (Cramer)	70,73	34,84	797,0
“ 3 (Schmidt)	82,73	41,20	799,2
“ 4 (Sommer)	99,49	44,6	777,29
Karz. 1 (Geiger)	70,54	47,12	850,3
Durchschnitt:	71,68	39,73	820,11
höchster Wert:	99,49	48,59	926,4
niedrigster „ :	23,63	24,64	774,8

Der Fettgehalt der Milz und des Gehirns.

Noch schwieriger als der Fettgehalt der Nieren ist derjenige der Milz und des Gehirns zu beurteilen. Bei der Milz sind allerdings die Differenzen sehr groß (Tabelle V). Legen wir der Beurteilung nur die Trockensubstanz zu Grunde, so stimmt der erhaltene Fettwert bei den Totgeburten sowohl mit dem Durchschnitt als den Diabetesfällen und dem einen Falle von Arteriosklerose überein. Abweichende Befunde zeigen nur die Blutkrankheiten teils mit minimalem, teils mit sehr hohem Fettgehalt. Da über den Fettgehalt der Milz bisher kaum Beobachtungen vorliegen (Litten¹) fand allerdings in der amyloid entarteten Milz auch Fett), so dürfte es überflüssig sein, auf Grund der wenigen Befunde in weitere Erwägungen einzutreten.

Den Fettgehalt des Gehirns zu beurteilen bietet die gleichen Schwierigkeiten. Wir wissen, daß im Gehirn neben Fett Cholestearin vorkommt; Petrowsky²) fand in der grauen Substanz

¹⁾ Litten, Die Erkrankungen der Milz. Nothnagels spezielle Pathol. und Therapie. Bd. V, 8.

²⁾ Petrowsky, Archiv f. die ges. Physiol. Bd. VII, S. 367.

18,6 und in der weißen 51,9 p. c. der Trockensubstanz an Cholestearin und Fett, was im Durchschnitt etwa 35 p. c. ergeben würde und mit unserem Durchschnitt von 39 p. c. der Trockensubstanz ziemlich übereinstimmt.

Die übrigen Werte (Tabelle VI) zeigen bezüglich des Fettgehalts der frischen Substanz nur in einer Beziehung eine beträchtliche Differenz, als bei der einen untersuchten Totgeburt der Fettgehalt außerordentlich gering ist (23,6 pro mille gegen den Durchschnitt 71,6 pro mille). Es dürfte dieser Befund mit der späten Entwicklung der Markscheiden des Gehirns in Zusammenhang gebracht werden können. In der Trockensubstanz tritt diese Erscheinung nicht so hervor; hier zeigt sich der geringste Fettgehalt bei einem Fall von perniziöser Anämie, der sich durch minimalen Fettgehalt auszeichnet.

Die übrigen Werte zeigen so geringe Differenzen, daß man dem Gehirn eine besondere Fähigkeit der Regulation des Fettgehaltes zuschreiben möchte.

Der Fettgehalt der Muskulatur.

Die Muskelfasern enthalten zweifellos stets Fett; außer diesem findet sich aber auch zwischen den Fasern im Bindegewebe, in der Begleitung der Gefäße und Nerven stets Fett. Je fettärmer ein Organismus ist, um so fettärmer scheint die Muskulatur zu sein. Beim Wild sind von J. König und Farwick¹⁾ nur 1,07 p. c. und 1,43 p. c. (Hase und Rebhuhn) gefunden worden, Petersen²⁾ fand sogar bei einem mageren Ochsen nur 0,76 p. c.

von Hoesslin fand bei Phthise bis zu 13,9 p. c., bei Phosphorvergiftung bis zu 19,5 p. c., und in einem Fall von interstitieller Nephritis 35,3 p. c. der Trockensubstanz an Fett.

Wir waren in der Lage, anscheinend gesunde Muskeln eines Menschen zum Vergleich mit kranken zu untersuchen. Es handelte sich um einen 66jährigen Mann, der im Anschluß

¹⁾ J. König und B. Farwick, Zeitschr. f. Biolog. XII. 1876. Gutes Fleisch des Rindes enthält dagegen 74 p. c. Wasser, 20 p. c. Eiweißstoffe, 5 p. c. Fett, 1 p. c. Salze.

²⁾ Petersen, Zeitschr. f. Biolog. VII. 1871.

an Influenza an einer multiplen Neuritis erkrankte. Anfangs waren auch die Arme schwächer, dann aber erholten sich diese und nur die Beine blieben gelähmt. Pat. starb nach sechsmonatiger Krankheit. In dieser hatte er zuletzt wegen Decubitus im permanenten Wasserbad gelegen, dabei zu allen Bewegungen, zum Essen u. s. w., die Arme frei bewegt, während die Beine völlig gelähmt waren. Es wurde nun als gesunde Muskulatur der Deltoides, der Triceps und Biceps ausgewählt und nach völliger Entfernung des auflagernden Fettes zur chemischen Untersuchung verwendet.

Normale Muskulatur.

1000 Teile frischer Muskel enthielten im Mittel	37,33 g Fett,
1000 " " " " " " 762,5 H ₂ O,	
1000 " " " " " " 27,77 g N,	
100 " Trockensubstanz " 15,7 g Fett.	

Demgemäß stellt sich Stickstoff : Fett = 1 : 1.34.

Dieser Fettbefund stimmt übrigens in überraschender Weise mit denjenigen Ganzwerten, welche bei normalem Herzmuskel gefunden sind.

Von den oben ausführlicher erwähnten Fällen ist nur in einem die Muskulatur untersucht worden. Es ist dieses der Diabetiker 4 (Sommer).

In diesem Fall fanden wir in der Muskulatur der Beine (Quadriceps und anliegende Muskeln) in 1000 Teilen frischer Substanz 112,10 g Fett. Von der Trockensubstanz machte das Fett 36,0 p. c. aus. In diesem Fall scheint das Fett der Muskulatur eine deutliche Erhöhung erfahren zu haben.

Eine weitere Analyse der Muskulatur in Bezug auf den Fettgehalt ist von mir und O. Schumm¹⁾ veröffentlicht worden. Es handelt sich um die gesamte Muskulatur der Vorderarme und Unterschenkel, welche infolge multipler Neuritis gelähmt waren und Entartungsreaktion zeigten. Diese sorgfältig von Sehnen und äußerem Fett befreiten Muskeln ergaben auf

¹⁾ Rumpf und Schumm, Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde, Bd. XX.

1000 Teile frische Substanz 148,744 g Fett oder auf 100 Teile Trockensubstanz 45,49 g. In diesen degenerierten Muskeln ist der Fettgehalt wesentlich höher als in normaler Muskulatur und übertrifft auch den Befund bei dem im Coma gestorbenen Diabetiker 1. Auch in dem degenerierten Muskel geht die Fettanhäufung mit wesentlichen Änderungen im Wassergehalt und der Zusammensetzung des Muskels, insbesondere der Verarmung an Eiweiß einher.

Weiterhin haben wir die erkrankte Beinmuskulatur in dem schon oben erwähnten Fall von Neuritis untersucht. In der erkrankten Muskulatur fanden sich in 1000 Teilen frischer Substanz 146,6 Teile Fett, oder in 100 Teilen Trockensubstanz 47,6 Teile Fett. Da 1000 Teile frische Substanz 20,71 g N enthielten, so stellt sich N:Fett = 1:2,3.

Die Fettablagerung in dem erkrankten Muskel ist also mit einer wesentlichen Änderung der chemischen Struktur verknüpft, die ihren Ausdruck in der Herabsetzung des Eiweißgehaltes findet. Außerdem fand sich eine Herabsetzung des Kaliumgehaltes neben einer Vermehrung des Chlornatriums, wie Schumm und wir dieselbe auch in dem früheren Fall beobachtet haben.

Einen fast gleichen Eiweiß-Fettquotienten hat übrigens Rosenfeld bei einem Fall von Herzverfettung nach Phthise gefunden (Fall Y), indem sich hier auf 10,8 p. c. N 24,29 p. c. Fett fand. Es ergibt das N:F. = 1:2,25. In dem normalen Herzen betrug dieser etwa $\frac{1}{1,1}$ und $\frac{1}{1,2}$.

Für die Leber dürfte neben dem Eiweiß auch der Gehalt an Glykogen in Betracht kommen, der nach Rosenfeld in einem gewissen Gegensatz zur Fetteinlagerung stehen soll.

In den vorstehenden Untersuchungen hat sich im Blut und in allen untersuchten Organen stets Fett nachweisen lassen. Da dieses auch bei Ausschluß jeder Ernährung von seiten des Magen-Darmkanals in den Totgeburten sich fand, so müssen wir wohl annehmen, daß die Eiweißsubstanzen des Körpers ein dringendes Bedürfnis haben, sich Fett anzulagern. Aller-

dings schwankt die Menge in einzelnen Fällen ganz beträchtlich, indem sie bald eine allgemeine Erhöhung, bald eine Veränderung zeigt. Doch bleibt eine Erhöhung des Fettgehaltes der Organe bei fehlender Erkrankung dieser in gewissen Grenzen. Bei Erkrankung des einzelnen Organs stieg allerdings der Gehalt dieses an Fett ganz beträchtlich an. Nur vereinzelt fand sich in solchen Fällen eine Fettanhäufung in mehreren Organen.

So kommt bei Alkoholismus eine gleichzeitige Vermehrung des Fettes im Herzen und der Leber vor, aber bei anderen Fällen geht die Fettinfiltration des Herzens mit geringem Fettgehalt der Leber einher. Nur bei den Erkrankungen des Blutes findet sich einmal ein sehr geringer, in anderen Fällen ein sehr hoher Fettgehalt des Blutes und der Organe. Neben dem allgemeinen Fettreichtum kommen also Verschiedenheiten der Organe in Betracht, welche die Fettinfiltration bedingen, Verschiedenheiten, welche vielfach mit degenerativen Prozessen einhergehen.

Für das Herz und die Muskulatur findet sich ein Maßstab der Degeneration in dem Quotienten von Eiweiß und Fett.

Für die übrigen Organe liegen keine entsprechenden Bestimmungen vor. Vielleicht lassen sich hier noch andere Anhaltspunkte für den degenerativen Prozeß feststellen.

Der Wassergehalt steht in seiner Größe im allgemeinen in einem gewissen Gegensatz zum Fettgehalt. Es wäre das in regelmäßiger Proportion zu erwarten, wenn der Fettgehalt der Trockensubstanz mit der letzteren gleichmäßig ab- und zunehmen würde. Das ist aber nicht der Fall, und so sehen wir gelegentlich auch hohen Wassergehalt und verhältnismäßig hohen Fettgehalt nebeneinander und umgekehrt. Die degenerativen Prozesse, welche die beträchtliche Fettinfiltration im Ge folge haben, gehen also häufig mit einer Abnahme, hie und da aber auch mit einer relativen Zunahme des Wassergehaltes der Organe einher. Auf diese Punkte wird aus der Bearbeitung des Wasser- und Salzgehaltes der verschiedensten Organe zurückzukommen sein.

Bemerkungen über das gefundene Fett.

Bekanntlich enthält das menschliche Fett nach allen Untersuchungen im wesentlichen wechselnde Mengen der Glyceride von Ölsäure, Palmitinsäure und Stearinsäure. Langer¹⁾ fand außerdem geringe Mengen von Buttersäure und Kapronsäure, aber keine dem Äthylalkohol ähnliche Substanzen. Mehrfach wurde konstatiert, daß das Fett sowohl einzelner Individuen als dasjenige verschiedener Körperteile des gleichen Individuums Verschiedenheiten zeigte. Langer fand den Gehalt an festen Fettsäuren beim Kind dreimal größer als beim Erwachsenen. Jaeckle²⁾ fand im Menschenblut keine charakteristischen Bestandteile, welche dasselbe vom Tierfett trennen ließen. Interessant ist seine Anschauung über die Bedeutung der Kalkseifen beim Verkalkungsprozesse. Mit den genannten Verschiedenheiten dürfte auch der wechselnde Schmelzpunkt zusammenhängen, der von 27—45° gefunden wurde.

Mitschel³⁾ fand eine Jodzahl von 61,5, eine Säurezahl von 6,5, Rosenfeld fand wechselnde Jodzahlen von 67,8—75,7.

Langer fand folgende Fettsäuren

Ölsäure	89,80 p. c.
Palmitinsäure	8,16 „
Stearinsäure	2,04 „

Lebedeff⁴⁾ fand in dem Darmfett

Ölsäure	74,4—76,6 p. c.
Palmitin- und Stearinsäure	20,9—22,0 „

in dem Leberfett

Ölsäure	68,4—68,7 p. c.
Palmitin- und Stearinsäure	26,6—26,8 „

bei weiterer Extraktion der Leber

Ölsäure	60,4—61,9 p. c.
feste Fettsäure	31,9—32,8 „

¹⁾ Langer, Monatshefte f. Chemie. Bd. II, S. 382.

²⁾ Jaeckle, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 36, Heft 1.

³⁾ Citiert nach Lindemann, Zeitschr. f. Biologie. 1899. Bd. 38.

⁴⁾ Lebedeff, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. VI.

aus dem Unterhautfettgewebe eines gut genährten Menschen

Ölsäure 78,6—80 p. c.

feste Fettsäure . 14,7—16,7 „

Schumm und ich¹⁾ fanden in dem Fett aus der degenerierten Muskulatur:

Schmelzpunkt des Fettes	39° C
Schmelzpunkt der abgeschiedenen Fettsäuren	36,5 „
Jodzahl des Fettes	66,14
Säuregehalt des Fettes	4,56
flüssige Fettsäure	71,98 p. c.
feste Fettsäure	23,99 „

Aus den Bleibestimmungen haben Schumm und ich allerdings mit einiger Reserve den Schluß gezogen, daß die flüssigen Fettsäuren aus Ölsäure und die festen aus annähernd gleichen Teilen Palmitin- und Stearinsäure bestanden.

In dem weiteren von Gronover und mir untersuchten Fall ergab die Untersuchung des Fettes aus dem gesunden Muskel folgende Resultate:

Schmelzpunkt des Fettes	24°
Brechung im Zeißschen Refraktor bei 50° =	51,3
Mittel der Jodzahl	56,6
Verseifungszahl	195
Säurezahl	9,2
feste Fettsäure	26,3 p. c.
Schmelzpunkt	57°
Brechung bei 68,5° =	12,0
flüssige Fettsäuren	63,69 p. c.
Brechung bei 50° =	44.

Also auch in diesem Falle finden sich wieder wesentliche Unterschiede gegenüber den früheren Befunden.

Die Analyse des Fettes aus dem kranken Muskel ergab aber folgende Resultate:

Schmelzpunkt	20,07
Brechung im Zeißschen Refraktor bei 50° =	49

¹⁾ Rumpf und Schumm, Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk. Bd. XX.

Mittel der Jodzahl	58,58
Verseifungszahl	199
Säurezahl	8,1
feste Fettsäuren	28,62 p. c.
flüssige Fettsäuren	63,76 "

Die festen Fettsäuren hatten einen Schmelzpunkt von 55,5 und bei 70° eine Brechung von 15; die flüssigen Fettsäuren bei $50^{\circ} = 42$.

Vergleichen wir diese Befunde bei demselben Menschen, so zeigen sich auch hier wesentliche Differenzen zwischen dem Fett der Arm- und der Beinmuskeln. Diese Differenzen betreffen fast alle wesentlichen Punkte. Doch ist in dem quantitativen Verhältnis zwischen flüssigen und festen Fettsäuren kein beträchtlicher Unterschied vorhanden.

Ähnliche Differenzen zwischen den Fettdepots desselben Menschen fand Lindemann¹⁾, der speziell das Fett in dem degenerierten Herzmuskel untersuchte und Differenzen in der Säurezahl, der Verseifungszahl und Jodzahl gegenüber dem Subkutanfett fand. Lindemann fand in dem Degenerationsfett höhere Säuren und Verseifungszahlen und glaubt, daß dieses dem Butterfett näher steht. Indessen wurde dieser Befund nur zum Teil von uns erhoben. Daß aber unsere Kenntnis der Fette des Menschen noch weit von einem Abschluß entfernt ist, ergibt sich auch aus der nachfolgenden Beobachtung.

Die festen Fettsäuren bestehen nach allgemeiner Annahme aus einem Gemisch von Palmitinsäure und Stearinsäure. Ohne daß ein wesentlicher Grund, dieses zu bezweifeln, vorlag, wurde mit dem neuen Zeißschen Refraktor die Brechung bestimmt. Dieselbe ergab bei $68,5^{\circ}$ eine Brechung von 12. Bei der Temperatur von $68,5^{\circ}$ liegt nun die Brechung der Palmitinsäure bei 13, diejenige der Stearinsäure bei 17,3. Es ist also bei einer Brechung von 12 ganz unmöglich, daß die festen Fettsäuren nur aus Palmitin- und Stearinsäure bestehen. Es muß vielmehr mindestens eine Säure mit tieferer Brechung in dem Gemisch vorhanden sein, eventl. können es auch zwei

¹⁾ Lindemann, Zeitschr. f. Biolog., Bd. 38, 1899.

sein. In dieser Hinsicht kann nur die Myristinsäure mit einer Brechung von 7 und eventl. die Laurinsäure mit einer Brechung von 5 in Betracht kommen. Vermutlich handelt es sich um Myristinsäure.

Weiterhin wurde auch das mittlere Molekulargewicht bestimmt. Die Brechung der Fettsäuren lag bei 70° bei 15, die der Palmitinsäure liegt bei dieser Temperatur bei 12,5, der Stearinsäure bei 17. Der Schmelzpunkt der festen Fettsäuren lag bei 55° . 1,7132 g fester Fettsäure brauchten zur Sättigung 6,63 mm $^{1/4}$ Normal Kalilauge. Hieraus berechnet sich das Molekulargewicht 260. Das Molekulargewicht der Palmitinsäure ist 256, das der Stearinsäure 284. Würde nun ein Gemisch von etwa gleichen Teilen Palmitinsäure und Stearinsäure vorliegen, so müßte bei der Titration ein höheres Molekulargewicht, etwa 270, gefunden werden. Der Schmelzpunkt der Myristinsäure liegt bei $53,8^{\circ}$, derjenige der Palmitinsäure bei 62° und der der Stearinsäure bei $69,2^{\circ}$, während der Schmelzpunkt der Fettsäure bei 55° lag. Auch hieraus dürfte zu schlußfolgern sein, daß die festen Fettsäuren nicht nur ein Gemisch von Stearinsäure und Palmitinsäure darstellen, sondern daß diesen auch Myristinsäure und eventl. Laurinsäure beigemengt sind.

Aber auch die flüssigen Fettsäuren können nach dem Verhalten der Brechung nicht gleichmäßig zusammengesetzt sein.

Schlußsätze:

1. Fett findet sich im Blute und allen Organen des Menschen auch ohne vorausgegangene Ernährung von seiten des Magen-Darmkanals (bei Totgeburten). Man kann dasselbe somit als einen normalen Bestandteil der einzelnen Organe betrachten, oder muß wenigstens annehmen, daß das Bestreben der eiweißartigen Gewebe, sich Fett in gewissen Mengen anzulagern, ein außerordentlich großes ist. Die Menge des Fettes schwankt, abhängig von den individuellen Verhältnissen, im Blut und den Organen in beträchtlichen Grenzen. Abgesehen hiervon finden sich als Ausdruck pathologischer Veränderungen beträcht-

liche Abweichungen von dem Durchschnitt nach der Seite der Erhöhung.

2. Der Fettgehalt des Blutes schwankt je nach dem Verdauungszustand außerordentlich und ist deshalb schwierig zu beurteilen. Doch ist eine regelmäßige und starke Erhöhung bei Fällen von Coma diabeticum nicht anzunehmen. Sie kommt in mäßigem Grade vor, scheint sich aber nur ganz ausnahmsweise zu den von Zaudy sowie von Fischer gefundenen Werten zu steigern. In höherem Grade und regelmäßiger scheint die Arteriosklerose mit einer Vermehrung des Blutfettes einherzugehen. Ein geringer Fettgehalt des Blutes fand sich bei Schrumpfniere und in einem Fall von Tuberkulose.

3. Der Fettgehalt des Herzens und der Muskulatur kann eine beträchtliche Erhöhung erfahren. Im Herzen sowohl wie der peripherischen Muskulatur scheinen 16 Teile Fett auf 100 Teile Trockensubstanz noch den nicht pathologischen Werten zugerechnet werden zu müssen. Es ergibt das 1 g Stickstoff auf 1,2 bis 1,3 g Fett. Dabei muß allerdings in Betracht gezogen werden, daß neben der Fettinfiltration die Gesamtmenge der leistungsfähigen Muskulatur für die Funktion die Hauptrolle spielt.

In pathologischen Verhältnissen fanden sich als höchster Wert auf 100 Teile Trockensubstanz

im Herzen . . . 59,32 g Fett,
in der Muskulatur 47,6 g „

Es ergibt das nach den Befunden in der Muskulatur 1 g Stickstoff auf 2,3 g Fett. Ein ganz ähnliches Verhältnis läßt sich aus den von Rosenfeld untersuchten pathologischen Herzen berechnen.

4. Der Fettgehalt der Leber erhebt sich in den vorstehenden Untersuchungen bis zu 190 pro mille der frischen und 56,6 p. c. der trockenen Substanz. Alkoholismus und vorgesetzte Tuberkulose müssen als die wichtigsten ätiologischen Momente für die Fettinfiltration bezeichnet werden. Für den Alkoholismus kommen indessen nur die früheren Stadien in Betracht, da mit den später eintretenden Schrumpfungsprozessen der Fettgehalt bis zur Norm und unter diese sinken kann. Von

der Trockensubstanz können 19,6 p. c. an Fett wohl noch den normalen Werten zugerechnet werden. Auch bei Karzinom fanden sich hohe Fettwerte der Leber. In den späteren Stadien des Diabetes fand sich nur ein mittlerer Fettgehalt, bald unter dem Durchschnittswert, bald etwas darüber.

5. Der Fettgehalt der Niere schien bei Stauungsniere und Schrumpfniere teilweise erhöht zu sein.

6. Die Untersuchungen des Fettgehalts der Milz und des Gehirns lassen keine allgemeinen Schlüsse zu. Interessant ist vielleicht der geringe Fettgehalt des Gehirns bei der Totgeburt und der fast gleichmäßige Fettgehalt der Gehirne Erwachsener.

7. Da die untersuchten Organe im allgemeinen keine wesentliche Änderung der Größe zeigten, so setzt der mit der hochgradigen Fettinfiltration verknüpfte oder ihr vorausgehende Prozeß eine wesentliche Verminderung des funktionsfähigen Gewebes voraus. Es ist deshalb sehr wohl denkbar, daß die Einwanderung von Fett zum Teil erfolgt, um dem geschädigten Gewebe reichliches Nährmaterial zuzuführen.

8. Das menschliche Fett kann unter den festen Fettsäuren neben Palmitinsäure und Stearinsäure noch Myristinsäure oder Laurinsäure enthalten; vermutlich sind auch der Ölsäure noch andere flüssige Fettsäuren gelegentlich beigemengt. Eine konstante Zusammensetzung des menschlichen Fettes gibt es nicht.

X. Kleinere Mitteilungen.

1.

Eine Methode zur Konservierung von anatomischen Präparaten.¹⁾

Von

Dr. M. Claudius in Kopenhagen.

Die verschiedenartige Zeichnung der Gewebe schreibt sich sowohl in den größeren als in den feineren Zügen von der Anordnung und dem

¹⁾ Vortrag, gehalten in dem internationalen medizinischen Kongreß zu Madrid 1903.