

Über die chemische Zusammensetzung des Menschenfettes in verschiedenen Lebensaltern.

Von Dr. Ludwig Langer.

Assistent an der I. medicinischen Klinik in Wien.

(Aus dem chemischen Laboratorium des Prof. E. Ludwig in Wien.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. Juni 1881.)

Über die Histogenese der Fettzelle sind die Meinungen bekanntlich noch getheilt. Während die einen die Fettzellen bloß für modificirtes Bindegewebe halten, erklären sie Andere für eigenartige, vom Bindegewebe histologisch und histogenetisch vollständig verschiedene Zellen. Entschieden aber ist es, dass das in der Fettzelle enthaltene Fett ein Product der Fettzelle ist; wenigstens gilt dies vom Fett des *Paniculus adiposus*.

Bis vor nicht langer Zeit glaubte man, dass das im Unterhautbindegewebe und an anderen Körperstellen angehäuften Fett einfach eine Ablagerung des mit der Nahrung dem Organismus zugeführten und in den Kreislauf gelangten Fettes sei.

Man nahm an, das Fett trete in feinen Tröpfchen in die Fettzellen ein, die Fettzelle werde also mechanisch durch Infiltration gefüllt.

Fleming¹, Toldt², Löwe³ und Andere haben jedoch dargethan, dass dem nicht so sei, sondern, dass erst in der Fettzelle der chemische Process der Fettbildung vor sich gehe.⁴

¹ Beitrag zur Anat. u. Physiolog. des Bindegewebes. Arch. f. mikroskop. Anat. 1876.

² Beiträge zur Histolog. u. Physiolog. d. Fettgewebes. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien. 1870. II. Abth.

³ Histolog. u. Histogenese des Fettgewebes. Arch. f. mikroskop. Anat. 1878.

⁴ Wie erwähnt, ist dieser Vorgang nur bezüglich des Fettgewebes im *Paniculus adiposus* festgestellt. Im Fettgewebe des Mesenteriums und Knochenmarkes dürfte es sich um einen Infiltrationsprocess handeln, oder ist ein solcher wenigstens nicht ausgeschlossen.

Man könnte demnach den Paniculus adiposus als selbstständiges, an der Körperoberfläche ausgebreitetes Organ ansehen, welches Fett producirt, gleichwie z. B. die Leber Galle. Von der jeweiligen Ernährung, dem Gesundheitszustande und der individuellen Anlage u. s. w. hängt es natürlich ab, ob viel oder wenig Fett hervorgebracht wird.

Aber nicht blos die Erzeugung des Fettes muss als Lebensäusserung der Fettzelle aufgefasst werden, sondern ebenso der Wiederverbrauch desselben unter dazuführenden Verhältnissen. Es lässt sich annehmen, dass das Fett durch den Oxydationsprocess der Fettzelle selbst wieder verbrannt und die Producte der Verbrennung dem allgemeinen Säftestrome zugeführt werden.

Dem Fettgewebe, respective jeder einzelnen Fettzelle, ist demnach eine physiologische Rolle zugewiesen, welche in innigster Beziehung zum Gesamtstoffwechsel des Organismus steht und an seinem normalen Ablauf einen wesentlichen Antheil nimmt.

Wir sehen denn auch, dass die stärkere oder schwächere Entwicklung des Fettgewebes innerhalb gewisser Grenzen, wenn nicht immer, so doch zumeist den annähernden Massstab für den Gesundheitszustand eines Menschen gibt.

Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, gewinnt nicht nur das Fettgewebe als solches, sondern auch das von ihm gleichsam *secernirte* Fett erhöhtes Interesse.

Bekannt ist, dass sich die Fettzellen bei verschiedenen Thier-species nicht sehr oder eigentlich beinahe gar nicht in ihrer Structur, wohl aber nach der Qualität des von ihnen producirten Fettes unterscheiden. Das Fett verschiedener Thiere ist fester, weicher, talg- oder ölartig, von manchen auch verschieden gefärbt. Sehr festes talgartiges Fett haben die Wiederkäuer und Nager, ölartiges die Cetaceen.

Wenig Einfluss auf die jeweilige Beschaffenheit des Fettes bei bestimmten Thierclassen oder beim Menschen scheint die Ernährungsweise zu haben; insolange wenigstens, als die Ernährung nicht eine derartige ist, dass durch sie ein Fettansatz überhaupt ausgeschlossen ist. Ebenso wenig macht sich der Mästungs-

zustand der Thiere auf die Zusammensetzung der Fette geltend.¹ Grösser dürfte der Einfluss der Altersstufe sein.

Der Vergleich des Fettgewebes eines neugeborenen Kindes und eines erwachsenen Menschen lässt ganz beträchtliche physikalische Unterschiede zwischen beiden wahrnehmen.

Das Fettgewebe in der Leiche eines Erwachsenen ist hellgelb bis bräunlich und sehr weich. An Schnittflächen durch den Paniculus adiposus kommen kleine Öltröpfchen zum Vorschein. Die mikroskopische Untersuchung zeigt in jeder Fettzelle einen oder mehrere klare Fetttropfen und nur in ganz vereinzelt Zellen finden sich Nadeln von Fettkristallen; anders beim Paniculus adiposus des Neugeborenen.

Der Paniculus des Letzteren weist an der Leiche eine bedeutend derbere und härtere Consistenz auf. Er ist grauweiss und zerfällt leicht in Krümmeln ähnlich wie im Wasser gekochtes Wachs; von dem Heraustreten von Fetttropfchen ist keine Spur. Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man beinahe in jeder Fettzelle zahlreiche Krystalle.

Da die Fettzellen und das Bindegewebe in ihrer Structur sich bei Beiden nicht wesentlich unterscheiden, so kann es nur die verschiedene Qualität des Fettes sein, welche dem Paniculus adiposus des Neugeborenen und des Erwachsenen einen so verschiedenen Charakter verleiht. Untersuchungen, welche ich über das Fett des Kindes und des Erwachsenen anstellte, ergaben in der That ganz wesentliche Differenzen bezüglich der quantitativen chemischen Zusammensetzung der Fette.

Bevor ich daran gehe, die Resultate der chemischen Fettuntersuchung zu besprechen, möchte ich einige Worte über die Vertheilung des Fettgewebes im Allgemeinen vorausschicken, da sich auch nach dieser Richtung einige Unterschiede zwischen den Verhältnissen im neugeborenen Kinde und im Erwachsenen ergeben.

¹ Über die Elementarzusammensetzung der Thierfette etc. von E. Schulze und A. Reinecke. *Annal. d. Chem. u. Pharm.* B. 142, p. 201.

Bekanntlich beginnt am Fötus erst in der zweiten Hälfte des Fötallebens die Entwicklung des Fettgewebes, während in den ersten Monaten besonders der Ansatz von Eiweissstoffen stattfindet. Die ersten Spuren des Fettes zeigen sich im Unterhautbindegewebe an der Planta pedis, der Vola manus und an den Schultern. Bis zum Ende des Fötallebens und selbst bis in die erste Zeit nach der Geburt beschränkt sich der Fettansatz auf den Paniculus adiposus, während die inneren Organe beinahe vollständig fettlos bleiben. Die Nierenkapsel weist beim bestgenährten Neugeborenen nur minimale Mengen von Fett auf. Das Knochenmark, das Bindegewebe zwischen den Muskeln und das Netz sind frei von Fett, während bei einem erwachsenen Menschen von verhältnissmässig gleich gutem Ernährungszustande gerade die beiden letztgenannten Punkte Orte des reichlichsten Fettansatzes abgeben.

Es concentrirt sich also beim Neugeborenen beinahe alles Fett auf die Tela subcutanea. Bringt man die mittlere Dicke des Paniculus adiposus beim Neugeborenen und die eines sehr fettleibigen Erwachsenen in Vergleich mit dem beiderseitigen Körpergewichte oder auch mit der Gesamtoberfläche des Körpers, so ergibt sich, dass der Paniculus des Kindes relativ mindestens fünfmal so dick ist, als der des fettleibigsten Erwachsenen.

Begreiflich wird diese Erscheinung, wenn man bedenkt, dass ja die kleine Körpermasse des Kindes eines ausgiebigen Schutzes vor Abkühlung bedarf, welchen Schutz ihm eben der Fettpolster als schlechter Wärmeleiter theilweise gewährt. Überdies werden die zarten kindlichen Organe durch den stark entwickelten Paniculus adiposus auch einigermassen vor mechanischen Einwirkungen geschützt.

Weiters zeigt sich, dass die Dicke der Fettschichte des neugeborenen Kindes an der Körperoberfläche eine gleichmässiger ist, als beim Erwachsenen. Der Paniculus adiposus verdünnt sich beim Erwachsenen z. B. um die Gelenke der Extremitäten, so dass die Haut auch bei grösster allgemeiner Fettleibigkeit an diesen Stellen nur eine sehr geringe Fettunterlage besitzt. Der Paniculus des Neugeborenen dagegen behält auch über den Gelenken eine verhältnissmässig ganz beträchtliche Dicke bei.

Daher kommt es, dass sich die Gelenke des Kindes nicht so deutlich wie beim fettleibigen Erwachsenen durch Einsenkungen markiren.

Hervorgehoben zu werden verdient hier auch die Thatsache, dass eine verschiedene Ernährungsweise beinahe ganz ohne Einfluss auf den Ort des Fettansatzes im Körper ist; es geht dies aus den Mästungsversuchen an Thieren von J. Forster¹ hervor.

Nach Dönhof² soll die Jahreszeit auf die Entwicklung und Stärke der Haut und des Paniculus adiposus bei Thierembryonen Einfluss haben. Dönhof fand, dass das Integumentum commune der im Winter geborenen Thiere bedeutend dicker und speciell die Cutis fester und elastischer sei, als bei im Sommer geborenen Thieren. Diesbezügliche Beobachtungen am Menschen stehen noch aus.

Nach Chevreul³ war es namentlich Heintz⁴, welcher eingehende Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Menschenfettes anstellte.

Heintz gibt nach wiederholten Analysen⁵ an, die hauptsächlichsten Bestandtheile des menschlichen Fettes seien:

Trioleïn	77·38%	C;	11·76%	H;	10·86%	O.
Tristearin	76·85	„ „	12·36	„ „	10·79	„ „
Tripalmitin	75·93	„ „	12·16	„ „	11·91	„ „

gemengt mit geringen Quantitäten des Glycerides einer nicht näher gekannten kohlenstoffärmeren Säure.

¹ Zeitschr. f. Biologie. B. XII. 1876: Über den Ort des Fettansatzes im Thiere bei verschiedenen Fütterungsweisen.

² Arch. f. Physiolog. v. Reichert und Du-Bois. 1875: Beiträge zur Physiolog. (Centralblatt f. med. Wissensch.).

³ Recherches sur les corps gras d'origine animal.

⁴ Annal. d. Chem. u. Pharm. Poggendorf. B. 84 u. 87.

⁵ Bei seinen ersten Fettuntersuchungen glaubte Heintz statt dem Palmitin und Stearin vier Fettarten annehmen zu müssen, er nannte dieselben: Stearophanin, Anthropin, Margerin und Palmitin. Später stellte sich jedoch heraus, dass diese vier Fettarten nur Mischungen von Stearin und Palmitin seien.

Lerch ¹ fand überdies eine geringe Menge von flüchtigen fetten Säuren, und zwar besonders Caprylsäure; letztere Angabe stimmt, wie sich zeigen wird, mit meinen Befunden nicht überein.

Die allerdings wenig zahlreichen einschlägigen Untersuchungen, welche später von Anderen unternommen wurden, bestätigen im Allgemeinen die Angaben von Heintz.

Auch die Ergebnisse meiner Untersuchungen stimmen in Hinsicht auf die qualitative Zusammensetzung des Menschenfettes im Wesentlichen mit denen von Heintz überein.

Heintz führt jedoch ebensowenig, wie die späteren Untersucher auch nur annähernd das Mengenverhältniss an, in welchem sich die einzelnen Fettarten im Menschenfette finden. Heintz berührt bei seinen Arbeiten diesen Punkt nur insoweit, als er angibt, dass das Stearin in etwas grösserer Menge im Menschenfette vorkomme, als das Palmitin.

Ebenso fehlen bisher Angaben über die verschiedene Zusammensetzung des Fettes beim neugeborenen Kinde und beim erwachsenen Menschen.

Ich habe mich nun vor Allem bemüht, das Mengenverhältniss der verschiedenen Fette, respective Fettsäuren, im Menschenfette zu bestimmen; indem gerade in diesem Verhältnisse, wie sich zeigen wird, der Hauptunterschied zwischen dem Fette des Neugeborenen und Erwachsenen liegt.

Die gefundenen Zahlenwerthe können bei chemisch so schwer zu trennenden Körpern, wie die Fettsäuren, wohl nur als approximative betrachtet werden. Indessen sind sie immerhin ausreichend, da die Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung des Fettes vom neugeborenen Kinde und vom Erwachsenen sehr bedeutende sind. Kleine Differenzen wären hier auch ohne Belang, weil die Zusammensetzung des Fettes gleichalteriger Individuen gewiss, wenn auch geringe Schwankungen aufzuweisen hat.

Die Untersuchungen wurden in folgender Weise vorgenommen:

¹ Annal. d. Chem. u. Pharm. B. 59, pag. 57.

Der abpräparirte, in kleine Stücke zerschnittene Paniculus adiposus von neugeborenen Kindern und von fettleibigen Erwachsenen wurde im möglichst frischen Zustande über einem Wasserbade zuerst erwärmt, getrocknet und dann daraus im Extractionsapparate mit Äther das Fett vollständig extrahirt. Der Äther wurde durch Destillation entfernt.

Eine Bestimmung des Wassergehaltes im Fettgewebe habe ich unterlassen, da es nicht möglich war, Fett von menschlichen Leichen gleich nach dem Tode zu erhalten. Immer war eine, und zwar meist sehr verschieden lange Zeit nach dem Tode verstrichen, so dass der Wassergehalt durch Abdunsten, Inbibition und dergleichen schon bevor die Untersuchung hätte vorgenommen werden können, gewisse Modificationen erlitten hatte. Schulze und Reinecke¹ haben derartige Bestimmungen vom Fettgewebe einiger Thiere und auch des Menschen gemacht, sie geben jedoch nicht an, ob das Fettgewebe eines Erwachsenen oder Kindes von ihnen untersucht wurde.

Das durch die Extraction von beiden Paniculis gewonnene Fett bietet ein differentes Aussehen dar.

Das Fett des Kindes bildet bei Zimmertemperatur eine gleichmässig weisse und ziemlich feste, talgartige Masse; sein Schmelzpunkt liegt bei 45° C.

Jenes vom Erwachsenen trennt sich bei Zimmertemperatur in zwei Schichten. Der obere grössere Theil ist vollständig flüssig, durchsichtig, gelb gefärbt; er erstarrt erst bei Temperaturen unter 0°. Die untere Schichte ist eine krümmelige, krystallinische Masse, welche schon bei 36° C. flüssig wird.

Von beiden Fettarten wurde nun zunächst ungefähr je ein Kilogramm mit der entsprechenden Menge von Ätzkali in alkoholischer Lösung verseift; nach Abdampfen des Alkohols die Seife in Wasser gelöst und die Lösung mit Äther oder Petroleumäther extrahirt.

Ich nahm diese Extraction der Seifenlösung mit Äther vor, um in dem Fette etwa vorhandenen Cetylalkohol (und diesem verwandte Körper) aufzufinden, deren Vorkommen, wie bekannt,

¹ L. c.

von de Jonge¹ im Secrete der Bürzeldrüse und von Sotnitschewski² im Secrete einer Dermoidcyste nachgewiesen wurde.

Der Rückstand, welcher beim Abdestilliren der im Scheidetrichter getrennten ätherischen Flüssigkeit zurückblieb, war sehr gering und erwies sich lediglich als Seife, welche sich spurenweise im Äther gelöst hatte.

Weder das Fett des Erwachsenen noch jenes vom Kinde enthält demnach Körper von der chemischen Natur des Cetylalkohols.

Es waren nun die Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung des Fettes vom Neugeborenen und vom Erwachsenen zu ermitteln, insoweit sich dieselben auf das Verhältniss zwischen den festen Fettsäuren (Palmitin- und Stearinsäure) und der flüssigen Oelsäure beziehen. Zu diesem Behufe wurden grössere Mengen von der durch Verseifen erhaltenen Kaliseife mit Salzsäure zerlegt und das Gemisch der abgeschiedenen Säuren durch Waschen mit Wasser gereinigt.³

Abgewogene Mengen der vorher geschmolzenen Fettsäuregemische wurden nunmehr mit einem geringen Überschusse von geschlammtem Bleioxyd gemengt und unter fleissigem Umrühren auf dem Wasserbade verseift.

Die so erhaltenen Bleiverbindungen wurden nach dem Erkalten zerkleinert, in ein enges Faltenfilter gebracht und dieses in einem Ätherextractionsapparate während mehrerer Tage erschöpfend behandelt. Die auf dem Filter zurückgebliebenen Bleiverbindungen der Palmitinsäure und Stearinsäure, sowie das überschüssig zugesetzte Bleioxyd wurden in der Wärme mit Wasser und Salzsäure zerlegt und das Gewicht der abgeschiedenen festen Fettsäuren bestimmt, nachdem dieselben vorher durch sorgfältiges Waschen von dem bei der Zersetzung entstandenen Chlorblei befreit waren.

¹ Zeitschr. f. physiolog. Chemie. II. 157, 287; III. 235.

² Dasselbst. IV. 349.

³ Die Säuregemenge aus den beiden Fetten zeigten folgende Schmelzpunkte. Das Gemenge aus dem Fette des Neugeborenen schmolz bei 51° C., jenes aus dem Fette des Erwachsenen wurde bei 38° C. vollkommen flüssig.

Bei dieser Trennung wurden erhalten: Aus 100 Grm. des Säuregemenges vom Fette des Neugeborenen 32·75 Grm. feste Fettsäuren — dagegen aus 100 Grm. des Säuregemenges vom Fette des Erwachsenen nur 10·2 Grm.

Es enthält demnach das Fett des Neugeborenen ungefähr dreimal so viel feste Fettsäuren (Palmitinsäure und Stearinsäure), als das Fett des Erwachsenen.

Dieses Gemisch der festen Fettsäuren sowohl aus dem Fette des Kindes, als aus dem des Erwachsenen wurde in Übereinstimmung mit Heintz als ein Gemenge von Palmitinsäure und Stearinsäure erkannt; es gelang leicht, durch die Anwendung der partiellen Fällungen mit essigsaurer Magnesia die beiden Säuren zu isoliren und durch die Bestimmung des Schmelzpunktes, sowie durch die Resultate der Elementaranalyse zu identificiren.

Die aus den beiden Fetten erhaltenen Säuren vom Schmelzpunkte 69° C. ergaben bei der Elementaranalyse folgende Resultate:

I. Säure vom Schmelzpunkte 69° C. aus dem Fette des Neugeborenen:

0·252 Grm. Substanz gaben 0·6933 Grm. Kohlensäure und 0·2933 Grm. Wasser.

II. Säure vom Schmelzpunkte 69° C. aus dem Fette des Erwachsenen:

0·222 Grm. Substanz gaben 0·6162 Grm. Kohlensäure und 0·551 Grm. Wasser.

Diese Zahlen passen sehr gut für die Zusammensetzung der Stearinsäure, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Berechnet für $C_{18}H_{36}O_2$	Gefunden	
	I.	II.
C 76·06	75·68	75·70
H 12·68	12·93	12·77
O 11·26	—	—

Nachdem die Hauptmasse der festen Fettsäuren aus der alkoholischen Lösung derselben durch essigsaurer Magnesia ausgefällt war, konnte aus der Mutterlauge sofort eine Säure

erhalten werden, welche genau den Schmelzpunkt von 62° C. zeigte und durch partielle Fällung nicht weiter zerlegt werden konnte. Die Elementaranalyse dieser Säure ergab Werthe, welche sehr gut den von der Palmitinsäure verlangten entsprachen:

- I. Säure vom Schmelzpunkte 62° C. aus dem Fette des Kindes: 0·2338 Grm. Substanz ergaben 0·6408 Grm. Kohlensäure und 0·2676 Grm. Wasser.
- II. Säure vom Schmelzpunkte 62° C. aus dem Fette des Erwachsenen: 0·3002 Grm. Substanz gaben 0·8283 Grm. Kohlensäure und 0·3459 Grm. Wasser.

Berechnet für $C_{16}H_{32}O_2$	Gefunden	
	I.	II.
C 75·00	74·73	74·81
H 12·50	12·71	12·80
O 12·50	—	—

Die quantitative Zusammensetzung des Gemisches von Palmitinsäure und Stearinsäure lässt sich bekanntlich auf chemischem Wege nicht scharf ermitteln, da wir keine präzise Trennungsmethode für diese Säuren besitzen; dagegen geben uns die physikalischen Eigenschaften und vor Allem der Schmelzpunkt Aufschluss über die Zusammensetzung eines solchen Gemenges. Ich bestimmte daher mit aller Sorgfalt die Schmelzpunkte der festen Fettsäuren, welche ich bei der früher beschriebenen Trennung aus der Bleiverbindung erhalten hatte, wiederholte die Bestimmungen öfters und nahm aus den erhaltenen gut übereinstimmenden Zahlen das Mittel. Ich fand, dass das Gemenge von Palmitinsäure und Stearinsäure aus dem kindlichen Fette bei 60° C., jenes aus dem Fette des Erwachsenen bei etwas niedrigerer Temperatur, nämlich bei 57·4° C. schmolz.

Nach Heintz ¹ schmilzt bei 60·1° C. ein Gemenge von 90 Theilen Palmitinsäure und 10 Theilen Stearinsäure; bei 57·5° C. ein Gemenge von 80 Theilen Palmitinsäure und 20 Gewichtstheilen Stearinsäure.

¹ Gmelin's Handbuch der organ. Chemie, herausgegeben von Kraut, 4. Auflage. VII. 1535.

Bei der geringen Abweichung der von mir beobachteten Schmelzpunkte von denen, welche Heintz für die schon angeführten Mischungen fand, dürfte es wohl gestattet sein, anzunehmen, dass nach meinen Untersuchungen in dem Fette des neugeborenen Kindes die Menge der Palmitinsäure das Neunfache von der der Stearinsäure beträgt und dass im Fette des Erwachsenen auf je einen Theil Stearinsäure vier Theile Palmitinsäure kommen. Es überwiegt daher im Menschenfett die Palmitinsäure und nicht, wie Heintz angibt, die Stearinsäure.

Es würde also, wenn man von einer kleinen Menge mit Wasserdampf flüchtiger Fettsäuren absieht, das aus dem menschlichen Fette abgeschiedene Gemenge von Säuren ungefähr folgende Zusammensetzung besitzen:

	Kind	Erwachsener
Ölsäure	67·75	89·80 ⁹ / ₁₀
Palmitinsäure	28·97	8·16
Stearinsäure	3·28	2·04
	<u>100·00</u>	<u>100·00</u>

und wenn ich nach den Ergebnissen meiner Versuche annehme, dass aus 100 Theilen menschlichen Fettes (gleichgiltig ob vom Kinde oder Erwachsenen) durchschnittlich 96 Theile Fettsäuren resultiren, so liefern 100 Theile Fett:

	Kind	Erwachsener
Ölsäure	65·04	86·21
Palmitinsäure	27·81	7·83
Stearinsäure	3·15	1·93
	<u>96·00</u>	<u>95·00</u>

* * *

Was die flüchtigen Fettsäuren betrifft, so gibt Redtenbacher ¹ an, dass diese durch Oxydation aus der Ölsäure entstehen und dass fast alle Fette flüchtige Säuren, wie Baldriansäure, Capronsäure und Caprylsäure, enthalten.

Lerch fand im Menschenfette nebst geringen Mengen anderer flüchtiger Fettsäuren namentlich Caprylsäure. Letztere

¹ Annal. d. Chem. u. Pharm. B. 59, p. 41.

in hinreichender Menge, um daraus das Barytsalz der Caprylsäure herstellen zu können.

Ich habe ebenfalls das Fett des neugeborenen Kindes und des erwachsenen Menschen auf flüchtige Fettsäuren vergleichsweise untersucht, und zwar in folgender Weise:

Eine grössere Quantität beider Fettarten wurde mit Ätzkali verseift und die erhaltene Seife mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt. Die saure, mit Wasser verdünnte Masse wurde nun in grosse tubulirte Retorten gebracht und durch eingeleiteten Dampf der Destillation unterworfen. Es wurden jedesmal mehrere Liter Flüssigkeit abdestillirt. Die sauer reagirenden Destillate wurden mit Barytwasser in geringem Überschusse neutralisirt, auf dem Wasserbade zur Trockene verdunstet und der erhaltene Rückstand mit Wasser behandelt. Die Lösung wurde von dem unlöslichen kohlen-sauren Baryt abfiltrirt, das Filtrat bei gelinder Wärme zur Trockene gebracht und die so resultirenden Barytsalze zur weiteren Untersuchung verwendet.

Eine solche Untersuchung war aber nur für das Kinderfett möglich, welches eine genügende Menge von flüchtigen Fettsäuren lieferte, während aus dem Fette des Erwachsenen eine unzureichende Quantität erhalten wurde.

Das Gemenge der Barytsalze der flüchtigen Fettsäuren untersuchte ich zunächst auf seinen Barytgehalt, um mich vorläufig zu orientiren:

0.201 Grm. des Barytsalzes ergaben 0.1225 Grm. kohlen-sauren Baryt, entsprechend 0.0951 Grm. oder 47.33% Baryumoxyd. Dieser Barytgehalt liegt zwischen dem des Baryumsalzes der Buttersäure und Valeriansäure.

Nunmehr wurde der ganze Vorrath des Barytsalzes in möglichst wenig Wasser gelöst, die Lösung filtrirt und neben Schwefelsäure langsam zum Verdampfen gebracht. Sobald eine genügende Menge von Krystallen in der Flüssigkeit angeschossen war, wurden dieselben von der Mutterlauge getrennt, zwischen Fliesspapier abgepresst, getrocknet und analysirt. Die zuerst erscheinenden Krystalle ergaben sofort die Zusammensetzung des capronsäuren Barytes; die folgenden Krystallisationen lieferten bei den Analysen Zahlen, welche auf valeriansäuren Baryt deuteten. Aus der letzten Mutterlauge wurde durch Eintrocknen

ein Salz gewonnen, das die Zusammensetzung des buttersauren Barytes besass. Durch fortgesetzte Umkrystallisation gelang es zu zeigen, dass das ursprüngliche Gemenge der Barytverbindung lediglich aus dem Barytsalze einer Capronsäure und einer Buttersäure bestand. Welche von den Isomeren dieser Säuren vorlagen, konnte ich nicht entscheiden, da das Material für eine solche Untersuchung zu kärglich zugemessen war. Ich lasse nur die Zahlen folgen, welche die durch wiederholte Umkrystallisation gereinigten Barytsalze ergaben.

I. 0·1765 Grm. des bei 100° C. zum constanten Gewichte getrockneten Salzes lieferten 0·0958 Grm. kohlen-sauren Baryt, entsprechend 0·0744 Grm. oder 42·15% Baryumoxyd.

II. Die Krystallisation von I. noch einmal umkrystallisirt: 0·2118 Grm. der bei 100° C. zum constanten Gewichte getrockneten Barytverbindung ergaben 0·114 Grm. kohlen-sauren Baryt, entsprechend 0·0885 Grm. oder 41·78% Baryumoxyd.

Diese Zahlen aus I. und II. entsprechen genügend jenen, welche die Zusammensetzung des capronsauren Barytes fordert, wie aus der folgenden Zusammenstellung erhellt:

$C_{12}H_{22}BaO_4$ verlangt	Gefunden	
	I.	II.
BaO 41·72	42·15	41·78%

III. Das Barytsalz aus der letzten Mutterlauge: 0·106 Grm. bei 100° C. zum constanten Gewichte getrocknete Substanz ergaben 0·080 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 0·0525 Grm. oder 49·56% Baryumoxyd. Diese Zahl entspricht der Zusammensetzung des buttersauren Barytes.

$C_8H_8BaO_4$ verlangt	Gefunden
BaO 49·23	49·56%

Meine Untersuchung der flüchtigen Säuren des Kindes-fettes hat daher nur die Gegenwart von Capronsäure und Buttersäure erwiesen, während nach Lerch, wie schon angegeben, die

flüchtigen Säuren aus dem Menschenfette vorwiegend Caprylsäure enthalten sollen.

Obwohl ich aus dem Fette von Erwachsenen nur wenig flüchtige Fettsäuren erhielt, so glaube ich doch nach dem Ergebnisse der Analyse der Barytverbindungen den Schluss ziehen zu dürfen, dass auch in diesem Fette Caprylsäure nicht enthalten war; das im Wasser leicht lösliche Barytsalzgemenge enthielt nämlich $47 \cdot 37\%$ Baryumoxyd. Ich bin nicht im Stande, den Grund für diesen Unterschied in den Resultaten meiner und Lerch's Untersuchungen anzugeben.

Dass das Fett des Neugeborenen weit reicher ist an den Glyceriden der flüchtigen Fettsäuren, als das Fett des Erwachsenen, erkennt man sofort aus dem Geruche, welchen die aus den Seifen dieser Fette abgeschiedenen Säuregemische darbieten. Während das Säuregemisch aus dem Kindesfette ganz intensiv nach den flüchtigen Fettsäuren riecht, ist in dem Säuregemisch aus dem Fette des Erwachsenen dieser Geruch nur sehr schwach, ja für minder empfindliche Nasen kaum wahrnehmbar.

Die Resultate meiner Untersuchungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Das Fett des *Paniculus adiposus* des neugeborenen Kindes sowie des erwachsenen Menschen enthält keine Substanzen von der Natur des Cetylalkohols. Es besteht wesentlich aus den Glyceriden der Ölsäure, Palmitinsäure und Stearinsäure, was schon Heintz festgestellt hatte. Ausserdem kommen darin noch geringe Mengen der Glyceride von flüchtigen Fettsäuren vor, wie auch schon von Lerch ermittelt wurde.

2. Das Fett des Neugeborenen enthält mehr von den Glyceriden der Palmitinsäure und Stearinsäure, weniger von dem der Ölsäure, als das Fett des Erwachsenen. Deshalb zeigt das Kindsfett einen höheren Schmelzpunkt als das Fett des Erwachsenen.

3. Der Gehalt beider Fette an Stearin ist nicht wesentlich verschieden.

4. An Glyceriden von flüchtigen Fettsäuren waren nur die der Buttersäure und Capronsäure nachzuweisen. Das Fett des

Neugeborenen enthält bedeutend mehr von diesen flüchtigen Fettsäuren, als das Fett des Erwachsenen.

Die chemische Zusammensetzung des Fettes vom Neugeborenen gewährt auch einen Ausblick auf eine eigenthümliche Erkrankung, welche nur bei neugeborenen Kindern vorkommt. Die fragliche Erkrankung — eine Form des *Sclerema neonatorum* — scheint nämlich im Zusammenhange mit der Beschaffenheit des Fettes in diesem Lebensalter zu stehen.

Ausgetragene und gut entwickelte Kinder werden öfters in den ersten Tagen nach der Geburt, selten später von einer Verhärtung der Haut befallen, welche Verhärtung durch zweierlei Umstände bedingt sein kann. Entweder ist sie die Folge einer serösen Infiltration der Haut und des Unterhautzellgewebes oder wird sie durch Erstarren des Fettes im *Paniculus adiposus* hervorgerufen. Letztere Form ist es, welche ich im Auge habe.

Als Vorläufer der Erkrankung zeigt sich eine hochgradige Herabsetzung der Körpertemperatur, dann wird die Haut starr, und zwar zuerst an den Extremitäten, später am Stamm. Die Glieder sind steif und unbeweglich, der Athem kühl, der Körper fühlt sich eiskalt an und machen die befallenen Kinder den Eindruck von erfrorenen.

Die Verhärtung ist jedoch keine primäre und selbstständige Erkrankung der Haut und weist diese auch keinerlei entzündliche Erscheinungen auf. Das *Sclerem* ist vielmehr als consecutive Erscheinung anderweitiger Erkrankungen aufzufassen, z. B. einer Lungenentzündung, in deren Verlauf es zu Collaps und zu Herabsetzung der Körpertemperatur kommt.

Wie gezeigt wurde, liegt der Schmelzpunkt des kindlichen an Palmitin und Stearin reichen Fettes bei 45° C., also weit über der normalen Körpertemperatur. Es kann nicht angenommen werden, dass das Fett im Körper einen niedrigeren Schmelzpunkt habe, als ausserhalb desselben. Daraus folgt, dass auch im lebenden Kinde ein grosser Theil seines Fettes sich nicht in flüssigem, sondern gerade nur in noch hinreichend weichem Zustande befindet. Sinkt nun die Körpertemperatur, sei es beim Collaps in schweren Erkrankungen oder durch Wärmeentziehung

von Aussen, so ist es begreiflich, dass das Fett im Paniculus adiposus erstarrt und ein Fettsclerem entsteht. Ein Sinken der Körperwärme bei schweren Frkrankungen des Neugeborenen bis auf 32° C., und zwar bisweilen tagelang vor dem Tode, wird nicht so selten beobachtet. Bei solcher Temperatur ist, wie ich mich experimentell überzeugt habe, das Fett im kindlichen Paniculus adiposus ganz starr.

Das Zustandekommen eines Fettsclerems bei einem erwachsenen Menschen ist nicht möglich wegen der verschiedenen Beschaffenheit des Fettes in späteren Lebensaltern und da die Körpertemperatur während des Lebens nie so tief sinken kann, um das Fett eines Erwachsenen zum Erstarren zu bringen.
