

Ueber Bildung und Rückbildung der Fettzelle im Bindegewebe,

und Bemerkungen über die Structur des Letzteren.

Von

Dr. W. Flemming.

Hierzu Taf. VI, VII und VIII.

Es darf als allgemein angenommen gelten, dass, was man Fettgewebe nennt, eine Metamorphose des Bindegewebes darstellt; überall, wo sich normale Fettzellen entwickeln, geschieht dies im Bereich des fibrillären Bindegewebes, und seit man Zellen im Letzteren kennt, hat man sie als Entwicklungsgrundlage der Fettzellen angesprochen. Es knüpfen sich aber hieran einige Fragen, deren Beantwortung noch nicht versucht, welche, soviel mir bekannt ist, überhaupt noch kaum gestellt worden sind.

Wenn fibrilläres Bindegewebe sich zu Fettgewebe umzuformen vermag, warum geschieht dies immer zuerst an bestimmten Körperregionen und bleibt auf bestimmte beschränkt? Warum verhalten sich Strecken des lockeren Bindegewebes, die morphotisch einander ganz gleich sind, in dieser Beziehung so verschieden? Ferner: man beobachtet constant, dass das Fettgewebe immer in kleinen umschriebenen Heerden sich anlegt. Was ist der Grund davon? Wenn jede Bindegewebszelle Fettzelle werden kann, so dürfte man ebenso gut erwarten, dass die Aufspeicherung des Fettes ganz diffus im Gewebe verstreut erfolge. Und dieser Ausdruck Aufspeicherung, dem eine vielverbreitete Auffassung von der Bedeutung des Fettes im Körperhaushalt zu Grunde liegt, ist er berechtigt? Stellt das Fettgewebe wirklich eine blosse Anhäufung von »überschüs-

sigem Ernährungsmaterial« dar, oder muss man ihm eine activere fortdauernde Rolle im Stoffwechsel des Thierleibes zumessen?

Diese Fragen greifen weiter, als dass eine rein histiologische Untersuchung sie zu lösen vermöchte. Aber um an ihre Beantwortung überhaupt zu gehen, scheint es nöthig, zuvor über das rein morphologische Problem ins Klare zu kommen: Welche Formelemente sind es, die bei der Bildung, dem Leben und Schwinden des Fettgewebes ins Spiel kommen, und welcher Art sind die histiologischen Veränderungen, die sie dabei eingehen?

Der Lösung dieses Problems sollen die hier mitgetheilten Untersuchungen dienen. Durch einen Blick auf dasjenige, was über den Gegenstand bisher bekannt war, glaube ich zeigen zu können, dass das Unternehmen kein müssiges ist; denn vom Standpunkt der neueren Bindegewebshistologie ist die Frage nach der Genese der Fettzelle bisher noch nicht endgültig beantwortet worden.

Nach Virchow¹⁾ erfolgt bei Embryonen die Entwicklung des Fettgewebes aus dem von ihm sogenannten Schleimgewebe: die runden Zellen in demselben vermehren sich durch Wucherung zu je einem grösseren Häufchen, dessen Zellen dann Fett aufnehmen. Ganz ähnlich erfolge die Fettzellenneubildung in Lipomen, daneben aber hier auch von den alten Fettzellen aus. Ausserdem führt Virchow eine pathologische Beobachtung — bei progressiver Muskelatrophie — dafür an, dass spindelförmige Bindegewebszellen sich zu Fettzellen umgestalten²⁾. Einen ganz ähnlichen Fall theilt v. Wittich mit³⁾ und Förster⁴⁾ gibt an, dass dies bei hypertrophischer Fettwucherung und fettiger Entartung der gewöhnliche Weg sei; daneben scheine aber auch Theilung der alten Fettzellen vorzukommen.

Von den verbreiteten Handbüchern der Gewebelehre enthält dasjenige von Frey⁵⁾ die ausführlichsten Angaben über den Gegenstand, welche sich wesentlich den eben citirten anschliessen. Die Entstehung der Fettzellen beim Embryo erfolgt nach Frey »wohl von jenen sphärischen Zellen aus, welche die Hohlräume des wer-

1) Die krankhaften Geschwülste, 1863 Bd. I. 369.

2) V. Arch. Bd. VIII. 1855 p. 538.

3) Ebenda Bd. IX. 1859 p. 195.

4) Handb. d. path. Anat. 1865 4. Lief. p. 234.

5) Handb. d. Histol. u. Histochem. d. M. 1867 p. 240.

denden formlosen Bindegewebes erfüllen« (es wird dabei auf eine Abbildung der runden Zellen in den Maschenräumen der Wharton'schen Sulze verwiesen). In späterer Zeit liegen dann nach Frey aneinandergedrängt, polyedrisch abgeplattet und von dem bekannten Gefässnetz umspinnen, ansehnliche kugelige Zellen, in der Regel noch ohne Fetttröpfchen; dann treten in ihnen einzelne Tröpfchen auf und confluieren, ein Vorgang, welcher in umgekehrter Reihenfolge ganz die Bilder der an Fett verarmenden Zelle des reifen Körpers wiederhole — auch findet man bei Frey's Darstellung des Fettschwundes (p. 296 Fig. 188) dieselbe Serie von Zellen abgebildet, welche hier (Fig. 192) als progressive Reihenfolge gezeichnet sind. Während es also hier, im Embryo, nach Frey runde Zellen sind, welche Fett aufnehmen, spricht derselbe sich p. 241 dahin aus, dass im fettig durchwachsenem Muskel auch stern- und spindelförmige Bindegewebskörperchen sich mit Fett füllen können.

Die Morphologie des Fettschwundes ist wie gesagt nach Frey in umgekehrter Folge ganz dieselbe wie die der Fettbildung. Ist alles Fett geschwunden, so bleiben sogenannte »serumhaltige Fettzellen«, in denen das Fett »durch einen flüssigen Inhalt von anderer Mischung« ersetzt ist; man findet sie in abgemagerten, sowie in wassersüchtigen Leichen.

Köl liker in seinem Handb. der Gewebelehre spricht sich über die Entwicklung des Fettgewebes nicht näher aus; nur eine Angabe desselben (Handb. d. Gewebelehre 1863 p. 113) habe ich später zu berücksichtigen. Die an Fett verarmte »serumhaltige« Fettzelle beschreibt er als: »neben mehr oder weniger geschwundenem Fett, das meist als eine einzige, dunkler gefärbte Fettkugel erscheint, eine helle Flüssigkeit und einen deutlichen Kern enthaltend, und bedeutend kleiner als regelrechte Fettzellen, 0,01—0,015''' . An den ganz fettlos gewordenen Fettzellen beobachtete er eine zarte oder verdickte Hülle.

In seinem »Handb. d. pathol. Gewebelehre« gibt Rindfleisch (I. Lief. p. 48 Fig. 23) eine Abbildung von Fettinfiltration des Bindegewebes — es ist nicht gesagt, ob pathologischer oder normaler — in welcher das Fett lediglich in stern- und spindelförmigen Bindegewebskörpern auftretend dargestellt ist. Nach Rindfleisch sieht man selten mehr als zwei, höchstens drei isolirte grössere Tropfen in einer Zelle auftreten, welche sich beeilen zusammenzufliessen.

Auf R.'s Angaben über atrophisches Fettgewebe werde ich unten zurückkommen.

Zuletzt ist die Histologie der Fettbildung besprochen worden in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, in Rolletts Aufsatz: Von den Bindesubstanzen (p. 69). Diese Darstellung besagt, dass man »als erste Entwicklungsstufe der späteren Fettzellen kleine runde, körnige Zellen mit runden Kernen sehe, die das Ansehen junger Zellen haben; im Innern derselben entstehen zuerst kleine, stark lichtbrechende Tröpfchen, die sich aber sehr bald meist zu einem einzigen grösseren Fetttropfen in der Mitte der Zelle sammeln; viel seltener gewahre man mehrere grössere Tropfen nebeneinander. Beim Grösserwerden des centralen Fetttropfens behalte das umgebende Zellprotoplasma anfangs noch sein körniges Ansehen, später bleibe von ihm nur noch die dünne und glatt erscheinende Hülle des Fetttropfens mit dem platter und glatter gewordenen Kern. Rollett schliesst übrigens, dass beim Wachsen der Zelle nicht nur das Fett, sondern auch das Protoplasma an Masse zunehme.

Von Fettbildung in spindel- oder sternförmigen Zellen redet Rollett nicht.

Die, soviel mir bekannt ist, einzige Monographie über den Gegenstand hat F. Czajewicz¹⁾ geliefert; sie ist, ausser in einer kurzen Notiz bei Rollett (vgl. unten), in den angeführten Handbüchern nicht erwähnt. Auf ihren Inhalt werde ich bei meinen eigenen Mittheilungen noch vielfach zurückkommen müssen und citire hier nur die Hauptresultate, wie sie Czajewicz l. c. p. 318 zusammenfasst. Hinsichtlich der Entwicklung sagt Czajewicz:

»Man sieht deutlich, wie die kleinen, zarten, abgeflachten, feinkörnigen Bindegewebszellen, welche nach Cz. alle rundlich und membranhaltig sind, sich mit kleinen Fetttröpfchen anfüllen, die fortwährend an Umfang zunehmen und schliesslich zu grossen Tropfen zusammenfliessen.

»Bei reichlicher Fütterung findet nicht nur eine Ablagerung vom überschüssigem Ernährungsmaterial in den Fettzellen statt,

1) Mikroskop. Unters. über die Textur, Entwicklung, Rückbildung und Lebensfähigkeit des Fettgewebes, in Reichert und Du Bois Arch. Jahrg. 1866 p. 289; deutsch durch H. Hoyer. Ein besonderer Abschnitt einer grösseren polnisch geschriebenen Arbeit »über d. Fettgewebe u. seine physiol. Bedeutung«. Dieses polnische Original war mir nicht zugänglich.

sondern man bemerkt auch an den Formelementen anderer Gewebe eine sichtliche Zunahme und selbst strotzende Fülle, z. B. an den Zellen des Bindegewebes und am einschichtigen Epithel des Mesenteriums, dessen Zellen sogar vollständig mit Fett erfüllt werden können.«

»Bei Nahrungsentziehung wird der Fetttropfen in der Zelle resorbirt, seine Stelle »grösstentheils durch eine helle sehr feinkörnige Flüssigkeit ersetzt; bei längerem Hungern schwindet das Fett gänzlich und es bleiben die Formelente des Bindegewebes in Form von grossen, schönen, runden, mit seröser Flüssigkeit gefüllten und mit deutlicher Membran und mit einem oder mehreren Kernen versehenen Zellen zurück.«

Beim Wiederansatz des Fettes »sammelt sich dasselbe in den ursprünglichen Fettzellen wieder an«, unter fast ganz denselben Erscheinungen wie bei der ersten Entwicklung.

Endlich gibt Cz. an, beobachtet zu haben, dass bei künstlicher Entzündung des Fettgewebes »in den Fettzellen eine reichliche endogene Entwicklung junger zelliger Elemente« vor sich gehe.

Alle die citirten Angaben stimmen darin überein, dass sie die Fettzellen aus Zellen des Bindegewebes ableiten¹⁾. Früher mochte man sich hiermit befriedigt halten; heute aber ist »Zelle des Bindegewebes« bereits ein mehrdeutiger Begriff geworden. Seit vor etwa acht Jahren v. Recklinghausen's Arbeiten die Histiologie der Binde-substanzen bereicherten, wissen wir ja, dass in jedem normalen Bindegewebe zwei wohlcharakterisirte Zellenarten vorkommen: die Virchow'schen, freien Bindegewebskörperchen und die freien, wandernden Zellen. Seitdem konnte die Frage nach der Fettzellenbildung nur so gefasst werden: »Ist es eine bestimmte von diesen beiden Zellenarten, welche sich zur Fettzelle entwickelt, oder sind es beide, oder ist es eine dritte, eigenartige Zellenform?

Legen wir diesen Maassstab an die obigen Angaben, so ergibt sich, dass sie offenbar sehr auseinandergehen.

Nach Virchow und nach der von Frey gegebenen Darstellung sind es im Embryo runde Zellen, welche durch Proliferation

1) Gegenüber der älteren Ansicht (vgl. z. B. Henle's allg. Anatomie 1841 p. 396), dass die Zelle selbst erst um einen Fetttropfen »wie um einen Cytoblasten« sich anlegen könne.

die Elemente der Fettzellenhaufen abgeben. Im reifen intermusculären Bindegewebe bei der Mästung, und bei pathologischer Fettneubildung, sollen nach jenen Forschern, nach v. Wittich und Förster, spindel- und sternförmige Zellen Fett aufnehmen. Rindfleisch scheint, nach seiner Abbildung wenigstens, diesen Modus als den einzigen der Fettinfiltration anzunehmen. Hiermit harmoniren wiederum nicht Rolletts Angaben: nach ihnen sind die ersten Entwicklungsstufen der Fettzellen »im Embryo wie im Erwachsenen« kleine runde körnige Zellen, »welche das Ansehen junger Zellen haben«. — Czajewicz's Mittheilungen endlich sind von unseren modernen Anschauungen aus nur schwierig zu beurtheilen, da sie sich nicht auf deren Boden bewegen. Obwohl seine Abhandlung 1866 erschienen ist, also mehrere Jahre nach den Arbeiten v. Recklinghausens, erwähnt er die Wanderzellen mit keinem Wort. Aber auch spindelförmige Bindegewebskörper erkennt er nicht an, und lässt sie, wo er ihrer Erwähnung thut, stets unter der Wacht des Wortes »sogenannt« auftreten. Er kennt vielmehr im Bindegewebe nur eine Art von Zellen; dieselben sollen zart contourirt und feinkörnig, rundlich und dabei schuppenförmig abgeflacht sein und oft »epithelartig aneinandergeordnet« liegen (p. 301 ff.): wenn man dieselben von der Kante sähe, meint Czajewicz, müssten sie natürlich spindelförmig erscheinen, und so seien die Bilder der sogenannten Spindelzellen zu erklären. — Es kann uns heute, auf Grund der neuesten Errungenschaften von Ranvier, eine Andeutung der Wahrheit erscheinen in dieser Czajewicz'schen Auffassung; aber es ist noch viel mehr Unwahres daran, sein Versuch, alle Bindegewebszellen auf ein Schema zu bringen, ist entschieden unglücklich und braucht kaum bekämpft zu werden. Wenn man sich wirklich denken wollte, dass einer der spindel- oder walzenförmigen Zellenkörper, die wir im frischen Bindegewebe beobachten, nur die Kantenprojection einer runden, linsenförmigen Zelle sei, und wenn man sich demnach das Flächenbild davon construirte: so würde eine so colossal grosse Rundzelle herauskommen, wie man sie wohl schwerlich je im Bindegewebe beobachtet und wie sie mit den, uns genugsam bekannten kleinen, rundlichen Wanderzellen sicher nicht zu verwechseln wäre. — Wenn also Czajewicz mit diesen Ansichten über die Zellelemente des Bindegewebes zu dem Resultat kommt, die Fettzellen entstünden »aus gewöhnlichen

Bindegewebszellen«, so wissen wir damit über die Morphologie der letzteren und des ganzen Vorganges soviel, wie zuvor.

Die Frage, ob die Vorstufen der Fettzellen eine bestimmt charakteristische Zellenform darstellen, war also eine offene. Ich bin vor mehr als einem Jahre an ihre Entscheidung gegangen unter dem vollen Eindruck der glänzenden Cohnheim'schen Entdeckungen. Mussten dieselben doch jeden Histiologen auf die nahe Möglichkeit hinweisen, dass ein grosser Theil des physiologischen Lebens der Gewebe nicht minder, wie des pathologischen, extravasirten lymphoiden Zellen anheimfallen möge.¹⁾ Die bisherigen Angaben wiesen vielfach auf kleine, runde Zellen als Vorstufen der Fettzellen hin; dies und manche eigene Beobachtungen, vor Allem die unten zu besprechende, enge Abhängigkeit der Fettbildung von den Blutgefässen, legten den Gedanken nahe, dass der Ursprung der Fettzellen ständig zu suchen sei in ausgewanderten farblosen Blutzellen. Lange habe ich in diesem Glauben methodisch gearbeitet, oftmals ihn bestätigt gemeint; allmählich, unter immer wiederholter Sichtung des Gewonnenen, bin ich von ihm zurückgekommen, und habe jetzt beim Abschluss fast das Gegentheil von dem mitzutheilen, was ich Anfangs zu finden hoffte. Diese offene Darlegung des Arbeitsganges kann wenigstens bezeugen, dass meine Resultate keiner vorgefassten Meinung das Wort reden.

Bevor ich dieselben jedoch bespreche, habe ich Einiges über das Terrain zu bemerken, auf welchem sich die Untersuchung bewegen musste: das fibrilläre Bindegewebe, über welches uns ja in jüngster Zeit merkwürdige und reformirende Aufschlüsse zugekommen sind. Wenn auch die Funde Ranvier's²⁾ über die Bindegewebszellen gewiss überall die verdiente Aufmerksamkeit gefunden haben, so sind sie in ihrer Gesamtheit doch bisher noch so unbestätigt geblieben³⁾, dass es mir geboten scheint, hier kurz darauf einzu-

1) Kaum prägnanter kann man diesen Gedanken ausgesprochen finden, als in einer Stelle bei Rollett (»von den Bindesubstanzen« in Strickers Handbuch, I. Lief. pag. 40 Z. 8 ff.)

2) *Éléments cellulaires du tissu conjonctif*. Arch. de physiol. 1869 p. 471, und: *Compt. rend. févr. et juin 1869*. — Ref. Centralblatt 1869 Nr. 47, enthalten auch in der neuen französ. Uebersetzung v. Frey's Histologie.

3) Wenigstens für das lockere Bindegewebe. Bezüglich der Hornhautzellen ist neuerlich Schweigger-Seidel (Ueber d. Hornhaut d. Auges.

gehen. Ich musste für meinen Gegenstand die Formen der Bindegewebszellen in allen Entwicklungsstadien einem genauen Studium unterziehen; sobald ich mit Ranvier's Arbeiten bekannt war, habe ich dabei auch dessen eigene Methoden zu Rath gezogen, und kann mich ihm in dem, was er von den Formen der Bindegewebszellen aussagt, fast völlig anschliessen. Die fixe Zelle des erwachsenen fibrillären Bindegewebes ist kein stern- oder spindelförmiger, wurst- oder walzenförmiger Protoplasmakörper, sondern hat die Gestalt einer länglichen, unregelmässig gezackten und verschiedentlich gebogenen Platte, welche in ihrer Mitte oder excentrisch den platten elliptischen Kern mit mehr (besonders Kaltblüter) oder weniger (Warmblüter) umgebendem körnigen Protoplasma enthält. Die beiden letzteren Theile sind es fast allein, die man für gewöhnlich am frischen Object sieht und welche die bekannten Bilder länglicher kernhaltiger Körperchen gewähren: die Fibrillen, die sich gleich beim Herausschneiden zu einem dichten Filz zusammenrollen, machen frische Stückchen allzu opak, um die zarten Platten deutlich erkennen zu lassen. Auch sind letztere, namentlich an den sehr protoplasmareichen Zellen der Amphibien (Frosch) so blass und hyalin, dass sie auch freiliegend dem Auge fast entgehen und man meistens nur die Bilder protoplasmatischer Zellen gewahrt, wie sie in Kühne's »Protoplasma und Contractilität« gezeichnet stehen¹⁾. Doch kann man die Platten schon ohne die Ranvier'schen, überhaupt ohne complicirte Methoden auch an solchen frischen Präparaten erkennen, wenn man diese nur recht frei und flach ausgebreitet hat; man wird dann namentlich an den Rändern immer auf etwas auseinandergebogene Zellen stossen, welche gar nicht stern-

Arb. d. Leipz. physiol. Instituts, 1870) zu Resultaten gelangt, welche mit den Ranvier'schen im besten Einklang stehen; und derselbe erwähnt beiläufig, dass Ranvier's Angaben über die Zellen der Sehne leicht zu bestätigen seien. Letzterem kann ich mich völlig anschliessen.

1) In dem Bindegewebe der Amphibien kommen übrigens ausser den lebhafter kriechenden Wanderzellen vielfach gestreckte Zellen vor, die rein protoplasmatisch sind und keine Spur einer Platte zeigen: besonders fallen dahin die von Kühne beschriebenen grobkörnigen walzigen Formen (Fig. 8g). Bei Warmblütern habe ich Aequivalente davon nicht beobachtet. — Dass das hier reichlich entwickelte Protoplasma der fixen Zelle seine Gestalt und damit wohl auch die der Platte zu ändern vermag, erscheint nach den Erfahrungen Kühne's (Prot. u. Contr. p. 113) und Rolletts (l. c.) zweifellos.

spindel- oder walzenförmig, sondern durchaus wie gefaltete Platten aussehen, wenn man auch diesen Faltungen vielfach erst durch die Stellschraube folgen muss. Ich verweise hierfür auf meine Figg. 5 a, 6 und 8 a, welche sämmtlich aus frischen, in Lymphe oder Jodserum untersuchten Präparaten stammen.

Noch besser lässt sich dies Verhalten sehen an ganz gewöhnlichen Essigsäurepräparaten, wie sie seit Jahren zu Tausenden gefertigt wurden, ohne dass freilich Jemand auf diesen Gegenstand aufmerksam wurde. Die Säure — weit entfernt übrigens, eine Membran an den Zellen darzustellen, wie z. B. Czajewicz (p. 302) es behauptet, oder ihre Gestalt zu ändern — macht die Substanz der Platten trüber, oft körnig, so dass man mit einem guten starken System über ihre Beschaffenheit gar nicht in Zweifel bleiben kann (Fig. 5 b); man muss nur eben den freiliegenden, nicht den von Fibrillen verdeckten Zellen Aufmerksamkeit schenken.

Eine sehr schöne Hülfe gewährt es, Bindegewebe von fettansetzenden Thieren zur Untersuchung zu wählen, in welchem an oder in den platten Zellen vielfach kleine Fettkörnchen haften (s. unten). Hier kann man, nach Aufhellung durch Essigsäure, auch mitten zwischen dicht verschlungenen Fibrillenmassen die Platten constatiren; denn wenn man auch von ihnen selbst nichts sieht, so gibt die Anordnung der Körnchen um die elliptischen Kerne her die Gestalt der Platten auf das Deutlichste an (Fig. 9).

Um aber recht demonstrative Bilder zu haben, wendet man am besten die Ranvier'schen Methoden (l. c.) oder ähnliche an, besonders die Herstellung künstlicher Oedeme. Will man nur die Zellenformen studiren, so finde ich es genügend, das subcutane Bindegewebe oder das intermusculäre des Frosches mit Jodserum oder schwacher Kalibichromicumlösung aufzuspritzen, und aus dem so entstandenen gallertigen Oedem einen feinen Scheerenschnitt rasch, ehe er sich wieder zusammenkrollt, einzudecken und frisch zu untersuchen (Fig. 6), oder unter dem Deckglas durch Carmin- oder Pikro-Carminlösung, welche man mit Löschpapier hineinzieht, längere Zeit zu färben. Schwache Silberlösung (0,1 pCt.) ist zur Einspritzung noch vortheilhafter, indem die platten Zellen danach durch die aufgelagerten körnigen Metallniederschläge sich besonders scharf markiren. Die schönsten Präparate habe ich jedoch erhalten, indem ich nach Ranvier's Angabe Leimmassen zur Injection benutzte, welche nach dem Erstarren jedes Zusammenschnurren des Gewebes

verhindern. Gewöhnlich verwandte ich Klebs'schen Glycerinleim, dem $\frac{1}{2}$ seines Volums Silberlösung von 0,1 pCt. zugesetzt war; den ausgeschnittenen Leimtumor liess ich gefrieren, um gleichmässig dünne Schnitte anzufertigen, welche dann gewaschen, mit Pikrocarmin¹⁾ 6—12 Stunden lang gefärbt und nach abermaliger sorgfältiger Waschung mit Aqu. destillata, in dem Ranvier'schen Ameisensäure-Glycerin (1 : 100) oder in reinem Glycerin eingeschlossen wurden. Alle diese Procedures nimmt man wegen der Zartheit der Schnitte am besten gleich auf dem Objectglas vor, welches man dazu passend mit einem Wall von Wachsmasse umzieht. Die Färbung mit gewöhnlichem ammoniakalischem Carmin und andern Massen hat den Nachtheil, dass der Leim sich stark mitfärbt und die Röthe aus ihm weder durch Waschen noch durch Säurewirkung herauszubringen ist; was an Pikrocarmin-Präparaten hinreichend gelingt.

Die fixen Zellen zeigen sich an so behandelten Präparaten theilweise, wie es Ranvier angibt, den Fibrillenbündeln und elastischen Fasern anliegend, oder herumgewickelt; grossentheils aber liegen sie frei, und es scheint mir das der natürliche Situs, keine Folge von Losreissung durch die Präparation zu sein. Wenn man die wirklich an den Fasern sitzenden Zellen beobachtet, während man das Deckglas fortdauernd stark drückt, beklopft und verrückt, so findet man, dass ihr Zusammenhang mit den Fasern dadurch fast gar nicht gelockert wird; es ist also schwer zu glauben, dass dies durch eine sehr vorsichtige und langsame Injection von Flüssigkeit ausgeübt werden könnte, wie ich sie stets ausgeführt habe. Eine weitere Stütze für diese Ansicht geben mir die Befunde am embryonalen Gewebe (s. unten).

Anastomosen der platten Zellen untereinander konnte ich im Einklange mit Ranvier¹⁾ beim erwachsenen Thier nicht häufig

1) Da die Bereitung des Reagens leicht misslingt, gebe ich hier die Herstellungsmethode an, wie ich sie Ranvier (durch freundliche Vermittlung des Herrn Dr. Sanders-Ezn) und Prof. Kühne verdanke: Völlig reine, concentrirte und filtrirte Pikrinsäurelösung wird (kalt oder warm) allmählich zu einer starken, ammoniakalischen Auflösung reinen Carmins gefügt, und zwar bis zur Neutralisation (bei Uebersäuerung kommt ein Niederschlag; und man versucht am bequemsten an kleinen entnommenen Proben, ob sie noch Säure vertragen). Geringe Niederschläge können wegfiltrirt werden.

feststellen. Sie werden stets vermittelt durch äusserst zarte, blasse Ausläufer der Platten, welche sehr leicht zerreißen. Auch hier bestimmen mich die Befunde beim Embryo anzunehmen, dass die Anastomose gleichwohl nicht die Ausnahme, sondern die Regel ist.

Nach Ranvier besteht das fibrilläre Bindegewebe lediglich aus Faserbündeln, elastischen Fasern und Zellen, ohne weitere Zwischensubstanz, — »on n'y observe ni lames, ni trous; les mots de tissu lamineux et de tissu cribleux sont donc mauvais« (l. c. p. 484). Ich muss jedoch bekennen, dass ich in jedem fibrillären Bindegewebe noch ausser jenen Elementen Etwas finde, das auf den Namen Zwischensubstanz; gegründeten Anspruch hat. An Silber-Oedemen obiger Art, oder an Silberleimpräparaten, wenn man den Leim durch Hinlegen an die Sonne zerfliessen liess, sieht man massenhaft zwischen den Fibrillen zarte, mit körnigen Niederschlägen bedeckte Membranen sich ausspannen (Fig. 7 z), welche beim Verrücken des Deckglases flottiren und sich deutlich an den Fasern befestigt zeigen. Verunreinigungen sind das nicht; der Leim war vor der Injection durch Vliesspapier filtrirt und ganz klar. Man könnte jedoch sagen, es seien nur Producte der Silberwirkung, Gerinnungen aus der Gewebsflüssigkeit. Aber man kann dieselben, nur viel blasser, ebenfalls an ganz frischen, nicht different behandelten Präparaten wahrnehmen. Man untersuche ein Schnittchen vom intermusculären Gewebe des Frosches, in Froschlymphe oder frischem Jodserum. Letzteres ist diesem Object gegenüber völlig indifferent, es zeigt ganz dasselbe Bild wie die Lymphhe. Man wird bei günstigem Licht zwischen den Fibrillen wiederum eine blasse Substanz bemerken, welche sich vom leeren Sehfeld durch einen sehr zarten Saum absetzt (Fig. 8 a, z). Man erkennt sie oft nur durch das Flottirenlassen und könnte manchmal an eine Täuschung glauben; aber es gibt ein Hülfsmittel. In dieser Substanz liegen stellenweise kleine Körnchen (Fig. 6, 8 a b, k). Lässt man flottiren, so bewegen sich diese Körnchen ganz correspondirend mit der Bewegung der Fibrillen, sie behalten stets den entsprechenden Abstand von Letzteren bei — sie müssen eben in einem festen Etwas eingebettet sein oder doch ihm aufliegen, welches mit den Fasern in Verbindung ist. Vollkommen dasselbe zeigt sich beim Warmblüter (Fig. 7, Silberpräparat). Wollte man auch diese Bilder für Kunstproducte er-

1) »Mais cette disposition est très-rare.« L. c. p. 482.

klären, so könnte dies nur durch die Annahme geschehen, dass schon das blosse Herausschneiden des Gewebes die bezüglichen Gerinnungen veranlasse.

Die Frage nach einer interfibrillären Zwischensubstanz hat nach einer Seite eine besondere Wichtigkeit. Die fixen Bindegewebszellen haben in ihrer Form so viel Aehnlichkeit mit denen, welche wir als Endothelien bezeichnen, dass der Gedanke nahe liegt, sie könnten als ein durchbrochenes Endothel zu betrachten sein und als solches eine Fortsetzung der Zellendecke darstellen, welche die Lymphgefäße austapezirt. In der Sehne, in der Hornhaut nach den neuesten Erfahrungen Schweigger-Seidel's ist die Analogie noch auffallender, die fixen Zellen kleiden dort in noch dichter Aneinanderlagerung die Gewebsspalten aus. Auch mit v. Recklinghausens Ansichten wäre diese Auffassung sehr wohl in Einklang zu bringen, da dieser Forscher selbst annimmt, dass die fixen Zellen innerhalb der Saftkanälchen liegen können. Das Bindegewebe wäre danach ein Lymphsack¹⁾; die Binde-substanzen, wie das Lymph- und Blutgefäßsystem, also alle nach His parablastischen Gewebe, würden als gemeinsame Eigenthümlichkeit die Ausstattung mit platten Zellen darbieten. Es bleibt nur noch nachzuweisen, wie die Lymphgefäße im lockeren Bindegewebe endigen; mit Ranvier wird man zu der Annahme kommen, dass sie frei in den Sack münden, welchen dasselbe darstellt. Es ist nun nicht zu läugnen, dass das Vorhandensein einer besondern Zwischensubstanz diese Frage compliciren kann; die feinsten Lymphbahnen könnten ja vielleicht innerhalb dieser gelegen sein, also doch ein geschlossenes Canalsystem bilden. Ich bemerke jedoch, dass ich diese Ansicht durchaus nicht vertreten will, vielmehr die so eben skizzirte Theorie viel annehmbarer finde. Man sieht in jenen zarten Membranen auch an versilberten und gefärbten Präparaten keinerlei Structur, geschweige denn etwa Zellengrenzen, und sie scheinen weit mehr unter die Rubrik der »interfibrillären Kittmassen« zu fallen, welche in geformten Binde-substanzen beschrieben werden.

Wenn, wie ich oben sagte, ein Anhaften der Zellen an den Fibrillen nur ausnahmsweise vorkommt, wenn, mit andern Wor-

1) Zu diesem Vergleich kommt bereits Ranvier selbst (l. c. p. 485), obwohl er sich auf den Ausdruck Endothel nicht einlässt.

ten, jene zu diesen in keiner constanten Lagerungsbeziehung zu stehen scheinen, so möchte ich nicht dasselbe behaupten bezüglich der Zellen und der Zwischensubstanz. Es sieht in der That aus, als ob die platten Zellen sich bald mit ihrer ganzen Fläche, bald wenigstens mit den Ausläufern ihrer Zacken an jene zarten Massen anlegen, und oft sind die Grenzen der Ersteren von den Letzteren kaum optisch zu trennen (Fig. 7, 8). Zu der Auffassung der Zellen als Endothelien scheint mir dieser Umstand sehr wohl zu passen: man würde sich eben das lockere Bindegewebe als ein lymphatisches, spongiöses Höhlensystem vorstellen können, dessen Wandungen dargestellt werden durch die Fibrillen und die an diesen unregelmässig vertheilten Zwischensubstanzmassen. Den letzteren wären die Zellen als durchbrochenes Endothel aufgelagert, und wo die Zwischensubstanz stellenweise die Fibrillen frei lässt, lägen sie an diesen selbst an. Die freien Hohlräume des Gewebes sind in situ natürlich bei Weitem nicht so mächtig, wie sie sich an absichtlich auseinandergezerrten Oedempräparaten darstellen, und es würde sich also diese Auffassung recht gut mit den Silberbildern der Lückensysteme vertragen können, welche man am nicht künstlich dilatirten Gewebe zu Gesicht bekommt.

Manchem Leser der Ranvier'schen Arbeiten und des Obigen mag sich ein Bedenken aufdrängen. Lange bekannt und viel beglaubigt sind ja die Formen spindel- und sternförmiger Bindegewebskörperchen. Wenn wir auch schon länger wissen, dass die erwachsenen Bindegewebszellen durchaus nicht regelrecht sich in dieses Schema fügen, und jedenfalls nicht überall ein plasmatisches Netz anastomosirender Sternkörper bilden: wenn auch Ranvier jetzt den Nachweis führt, dass die Sternzellenbilder, welche man an gehärteten und gefärbten Präparaten der Sehne und des fibrillären Bindegewebes erhält, trügerische sind: so bleiben doch gewisse Spindel- und Sternformen, an denen noch Niemand gezweifelt hat, und welche Ranvier selbst noch mit Stillschweigen übergeht: und ein Specimen davon bilden gerade die früheren Entwicklungsstufen unserer platten Zellen, die embryonalen Bindegewebskörperchen.

Es ist kein Zweifel, dass diese in gewissen Stadien durchaus keine Aehnlichkeit mit jenen später vorhandenen Platten haben, sondern solide drehrunde, spindelige oder ästige Körper darstellen. Es bleibt nach den Zwischengliedern beider zu fragen.

Bei ganz jungen Embryonen — z. B. Rattenembryonen von $\frac{1}{2}$ Zoll — ist die Untersuchung schwierig, da die Bindegewebszellen hier äusserst dicht gedrängt liegen und kaum schonend zu dissociiren sind. Ich muss jedoch annehmen, dass schon in diesen Stadien an einem Theil der kleinen noch rundlichen Zellen und zwar dem grösseren, zwei oder mehr Fortsätze auszuwachsen anfangen. Dies leitet schon auf die Bilder, welchen man bei Embryonen mittleren Alters — Rattenembryonen von ca. 1 Zoll oder 5—8zölligen Wiederkäuerfrüchten — im subcutanen Bindegewebe begegnet und von denen ich jetzt ausgehen will.

Ich bemerke, dass diese sich nicht recht dem Schema »gallerartigen Bindegewebes« anschliessen, welches man gewöhnlich in der Wharton'schen Sulze der Nabelschnur aufzustellen pflegt. Man sieht kein übersichtliches, regelmässiges Sternzellennetz, mit runden Zellen in den Maschen; die Elemente liegen vielmehr ziemlich regellos durcheinander. Es sind vorzugsweise lange, dem Querschnitt nach rundliche, kernhaltige Protoplasmakörper, wie sie schon Rollett (a. a. O. p. 63) abbildet; die meisten sind nicht reine Spindeln, sondern mehrfach verästigt, doch auch die Seitenausläufer halten sich oft in ihrer Richtung den Endausläufern parallel. Viele Anastomosen dieser Ausläufer lassen sich nun sicher constatiren (Fig. 1, 2, 3). Doch je weiter in der Entwicklung der Zellen, desto feiner werden die Ausläufer und desto schwieriger, namentlich am nicht künstlich ausgebreiteten Object, ihre Verfolgung. Ich habe mich deshalb auch hier der Injection von Leimmassen mit nachträglicher Färbung mit Vortheil bedient; doch schon bei geringer Stärke der Einspritzung reissen auch die feinen Ausläufer durch, und zeigen sich dann an den meisten Zellen eingerollt oder geschlängelt (Fig. 3). Am Mesenterium, welches Rollett benutzte und wo man in der That das Gewebe ganz in natürlicher Ausbreitung vor sich hat, ist die Opacität der Zwischensubstanz und der um diese Zeit auftretenden Fibrillen etwas störend für die Beobachtung der feinsten Zellfortsätze. Am günstigsten für dieselbe fand ich solche Stellen an Leimoedem-Präparaten, welche schon gebildete Gefässbäumchen einschliessen. Die letzteren setzen der eindringenden Injectionsmasse hinreichend Widerstand entgegen, um die Zellen in ihren Maschen vor stärkerer Zerrung zu schützen; und in diesen Maschen findet man nun die Zellen (vgl. Fig. 17 aus einem noch etwas späteren Stadium) vielfach anastomosirend und bekommt durch-

aus den Eindruck, dass ihr Zusammenhängen wenn nicht die Regel, doch ein sehr häufiges Vorkommniss ist.

Neben den besprochenen Formen findet man in diesem Gewebe, doch in weit geringerer Anzahl und unregelmässig vertheilt, rundliche kleinere Zellen, welche von farblosen Blutzellen nicht differiren. Irgend welche sichere Uebergangsformen zwischen diesen und jenen wage ich nicht zu constatiren und kann kaum annehmen, dass in diesen Stadien noch runde Embryonalzellen zu jenen gestreckten auswachsen.

Ich will nebenbei bemerken, dass es mir so wenig wie Rollett gelungen ist, jemals einen Zellenausläufer in eine der jetzt in Bildung begriffenen Fibrillen übergehen zu sehen (wie das Kusnetzoff, Obersteiner und neuerdings Breslauer angaben). Dagegen findet man Zellen der Länge nach an eines der zarten Fibrillenbündel angelagert. Es ist das aber keineswegs die Regel, auch nicht an Präparaten ohne künstliche Dissociation; ich kann aus dem Gesehenen also nicht schliessen, dass das Auftreten der Fibrillen genetisch d. h. durch Auswachsen von den Zellen abhängig wäre.

Je weiter man in den Entwicklungsstadien kommt, desto länger und dabei feiner werden die Ausläufer der Zellen und bei 12zölligen Schafembryonen ist es keine Seltenheit, dass Letztere 150 bis selbst 200 μ . lang gefunden werden. Zugleich aber beginnt jetzt eine Veränderung, welche den Uebergang zu den postfötalem Formen anbahnt und welche man in den verschiedensten Stadien nebeneinander beobachten kann. Die Fortsätze nämlich und auch der dickere, dem Kern nahe liegende Theil der Zelle fangen an sich abzuflachen, was sich an Knickungsstellen leicht constatiren lässt. Sehr häufig beschränkt sich diese Abflachung auf die eine Seite des Kernes, während an der andern der Zellkörper noch drehrund bleibt (Fig. 3). Man hat dann weiter die Formen platter Bänder, die in der Mitte oder gegen das eine Ende zu eine Verdickung mit dem Kern tragen, an den Enden und meist auch seitlich sich in feine Ausläufer ausziehen (Fig. 2, 3). Von diesen Gestalten existiren alle Uebergänge bis zu jenen, welche sich (Fig. 4) im Bindegewebe der ausgewachsenen Frucht und des Neugeborenen finden, und welche von denen des älteren Thieres kaum mehr differiren.

Bemerkt zu werden verdient noch, dass in grösseren Bezirken die Abplattungsebenen benachbarter Zellen einander ganz oder annähernd parallel zu liegen scheinen.

Dass ausserdem in jedem früheren Embryonalstadium die Zellen dichter liegen als im späteren, dass also die Zwischensubstanz — flüssige wie fibrilläre — immer zunimmt, ist eine zu bekannte Thatsache, als dass ich sie zu betonen brauchte.

Wenn ich glaube gezeigt zu haben, dass Anastomosen der fixen Zellen ein häufiges und wahrscheinlich das regelmässige Verhalten darstellen, so scheint mir dies Factum doch heute nicht mehr von dem Gewicht, welches es früher beansprucht haben würde. In der Zeit, wo Virchow und seine Schule zuerst den Kampf für die Existenz der Bindegewebszellen durchfocht, und lange nachher, galten dieselben als membranhaltige, als röhrlige Gebilde, welche mit ihren Ausläufern zusammenhängend ein plasmatisches Canalsystem formten (vgl. Virchow, Würzb. Verhandl. Bd. 2. 1852 p. 155, 316). Das dürfen sie heute schwerlich mehr. Es könnte zwar vielleicht die Ansicht Vertretung finden, dass die platten Zellen in situ doch in der That Hohlschläuche darstellten, dass ihre aneinanderstossenden Ausläufer röhrlig seien: dass also das Ganze ein verästeltes Endothelröhrensystem darstellte (wie solche Endothelröhren in gestreckter Form ja zweifellos in der Sehne [Ranvier] vorkommen), welches einem plasmatischen Canalsystem entspräche. Aber die zur Beobachtung kommenden Bilder können wenig für eine solche Auffassung sprechen. Niemals wollen die platten Zellen, auch wo man sie ganz isolirt vor Augen hat, das Bild etwa zusammengefallener Hohlschläuche gewähren, sondern stellen sich als wirklich einfache, zu grosser Zartheit abgeflachte, geknitterte Platten dar, deren Faltungen sich mit der Schraube deutlich controliren lassen, deren Ränder nach Silberbehandlung scharf und begrenzt gezeichnet sind; die Ausläufer, in welche sie sich ausziehen, zeigen sich als äusserst zarte, platte Bändchen verfeinern sich zu Fäden, welche über die Grenze des Messbaren hinausgehen; und wenn es auch zunächst nicht zu beweisen ist, dass diese Fädchen keine hohlen Röhren sind, so sieht es doch sehr unwahrscheinlich aus, dass die Saftcirculation sich gerade solche Bahnen von minutiösester Feinheit aussuchen sollte.

Diese Saftcirculation des Gewebes hat ja ohnehin schon seit v. Recklinghausens Arbeiten begonnen, aus den Bindegewebs-

körperchen heraus und in andere Bahnen hinein gelenkt zu werden; und die Erörterung hat sich in der letzten Zeit wesentlich nur darum bewegt, ob die Strömung frei in den Lücken des Gewebes, oder ob sie innerhalb besonders umwandeter Bahnen vor sich gehe. Nach Allem, was oben angeführt wurde, wird es zum wenigsten nicht unüberlegt scheinen, wenn man der ersteren Ansicht zuneigt; oder wenn man, um vermittelnd zu sprechen, die Gewebstücke und die mit durchbrochenem Endothel bekleidete Bahn für identisch hält.

Die fixen Bindegewebszellen würden dann im Wesentlichen eine ähnliche histologische Geltung zu beanspruchen haben wie die Deckzellen (Endothelien) der serösen Häute, der Lymph- und Blutgefäße. Dass sie übrigens in physiologischer Weise noch eigenthümlicher und belangreicher Metamorphosen fähig sind, dafür kann das Folgende als Beleg dienen.

Entwicklung der normalen Fettzelle.

Eine Thatsache, die ich besonders zu betonen habe, weil sie bisher von keinem Beobachter erwähnt wurde, ist die stete locale Abhängigkeit der Fettentwicklung von den Blutgefäßen. Das Durchspinnensein des fertigen Fettläppchens von einem Gefässnetz ist wohl längst bekannt; aber da in allen früheren Beschreibungen seiner Entstehung nicht die Rede von den Gefäßen ist, könnte man danach annehmen, dass die Fettzelle sich im gefässlosen Bindegewebe bildet, und dann erst vascularisirt wird. Das ist nicht der Fall. Die erste Anlage des Fettes geschieht stets in der Adventitia der Blutgefäße, und weiter von dieser aus; man kann das ganze Fettgewebe eine aufgelockerte Adventitia nennen. Und die Fettzellenproduction geschieht auch nicht etwa immer zuerst an den jungen, peripherischen Sprossen der wachsenden Gefäße, sondern gewöhnlich an der Wand der schon fertigen, dickeren Stämme. Von dieser aus erfolgt dann allerdings, erst Hand in Hand mit der Fettbildung, ein weiterer Gefässsprossungsprocess, den wir noch näher zu betrachten haben werden.

Ein übersichtliches Bild dieses Verhaltens gewinnt man am ausgebreiteten Omentum oder Darmmesenterium älterer Embryonen oder junger Thiere bei schwacher Vergrößerung (Fig. 10). Es springt sofort in die Augen, dass sich das Fettgewebe immer längs den Gefäßen in die Netzplatte schiebt und immer nur in der durch ihren Zellenreichtum opaken, verdickten, die Gefäße umgebenden

Schicht, nicht im nebenliegenden gefässlosen Gewebe auftritt; und ebenso, dass die Blutbahnen selbst ihm dabei in ihrer Ausbildung voraneilen. Wo dieselben noch jünger, ihre Adventitia noch zellenarm ist und vollends wo erst die Pioniere der Vascularisation als zarte Schlingen in die Netzplatte hinauswachsen (Fig. 10 s), findet sich noch keine Spur von Fettanlage.

Wenn ich sagte, die Fettzellen treten auf in der Adventitia, so verstehe ich unter der Letzteren den ganzen Mantel dichteren Bindegewebes, welcher die Blutbahn umgibt¹⁾. Denn es zeigen sich ganz constant auch an den kleinsten venösen und arteriellen Gefässen, schon an jungen Arterienzweigen z. B., welche noch nicht einmal quergestellte Muskelkerne aufweisen, die Fibrillenbündel und elastischen Fasern, und ebenso die Zellen, nahe der Gefässwand weit dichter geordnet, als die des umgebenden gefässlosen Gewebes, von denen sie sonst in keiner Weise differiren.

Ich will zu diesem Gegenstand später zurückkehren und wende mich zunächst zu der Fettzellenbildung selbst.

Das Mesenterium, das Rollett (l. c.) zu ihrem Studium empfiehlt und das auch Czajewicz mehrfach benutzt hat, musste ich bald verlassen. Präparate, welche sichere Schlüsse gestatten, sind hier mindestens sehr selten; die Mesenterialgefässe treiben in ihrer Adventitia eine so mächtige Zellenwucherung, dass gerade dieser Ort der Fettbildung dadurch zu opak wird, als dass man feinere Zellenformen mit Klarheit darin beobachten könnte. Der Fettbildung im Mesenterium weiter unten Rechnung tragend, bespreche ich zunächst die Fettentwicklung im subcutanen Gewebe der Säugethiere.

Letztere mussten schon deshalb vorzüglich benutzt werden, weil man es nur bei ihnen in der Hand hat, durch Mästung sichere Fettneubildung zu erzielen. Doch stösst man auch hier auf Hindernisse. Die Kaninchen, die Czajewicz zu Mästungsexperimenten allein benutzt zu haben scheint, leiden so oft an parasitischen Krankheiten, besonders an Distomen, dass unter den in Laboratorien gehaltenen ein gesundes oft geradezu eine Ausnahme bildet. Ein so erkranktes Thier kann keine Zeichen seines Zustandes bieten, leb-

1) Mit His könnte man selbst das ganze Bindegewebe als Weiterwucherung der Adventitia auffassen, da die Gefässe eher als jenes auftreten. Vgl. dessen Unters. üb. d. erste Entw. d. Wirbelthierleibes.

haft fressen, und doch trifft man nach der Tödtung die Leber voll Eiterheerde, die Parasiten in der Bauchhöhle, und in seinem Fettgewebe Schwund und nicht Neubildung. Nur ganz junge, eben entwöhnte Thiere sind gewöhnlich noch unerkrankt und bieten ziemliche Garantie. Besser noch eignen sich Meerschweinchen, die selten krank sind, vor Allem aber junge Hunde, die sich zugleich leicht bis zum Aeussersten mästen lassen. Das hier, und; weiter unten Mitgetheilte stützt sich auf die übereinstimmenden Mästungsergebnisse bei circa 10 jungen Kaninchen, 3 Meerschweinchen und 2 jungen Hunden (nur die sicher in Fettproduction begriffenen Thiere, bei denen Verhalten und Section nichts Krankhaftes erkennen liessen, sind hierbei gerechnet). Erst durch den Vergleich mit diesen sicheren Fällen habe ich mich überzeugt, dass man bei säugenden Thieren sowie bei Embryonen kurz ante partum, im Wesentlichen ganz denselben Bildungsmodus wie bei gemästeten vor sich hat, und habe nun auch solche vielfach in Untersuchung gezogen und zwar säugende Kätzchen, Kaninchen und Embryonen von letzterem Thier, Schaf, Kalb und Ratte.

Ich habe von der Schilderung Czajewicz's, der einzigen, welche sich auf experimentelle Mästungen gründet, auszugehen. Cz. beschreibt die Bilder des Fettansatzes so (p. 303 l. c.): »Entnahm man den Thieren zarte Streifen von Fettgewebe aus der Leisten-gegend o. a., so fand man ... in mitten der streifigen Substanz des Bindegewebes zerstreut die oben beschriebenen rundlichen, unregelmässig polygonalen oder länglichen, mit zarten Contouren, sehr deutlichen Kernen und einem sehr feinkörnigen Inhalt (Protoplasma) versehenen Zellen (Cz.'s »gewöhnliche Bindegewebszellen«). Näherte man sich der bereits vollständig entwickelten Schicht von Fettgewebe, so sah man, wie jene Zellen eine mehr regelmässige rundliche Form und schärfere Contouren annahmen; weiterhin fand man dieselben Zellen bereits ganz erfüllt mit feinen Fetttröpfchen, ... und an der Peripherie liess sich die Membran bereits deutlich nachweisen. Weiterhin nahm der Umfang der Fetttröpfchen zu, in Folge dessen auch die damit ganz ausgefüllten Zellen selbst sich vergrösserten und ausdehnten. Indem dann die Fetttröpfchen gewöhnlich zu einem einzelnen grösseren Tropfen confluiren, entstand die gewöhnliche Form der Fettzellen.«

Cz. betont besonders, dass man diese Untersuchungen nur am ganz frischen Gewebe ausführen solle. Trotzdem ich seine Unter-

suchungsmethode (Herausschneiden des ganz frischen Gewebes, Untersuchung frisch ohne Zusatz, mit Serum und mit Essigsäure), so viel Unzweckmässiges sie hier hat, anfangs ausschliesslich und später vielfach zur Controle angewandt, auch das lebend ausgeschnittene Gewebe oftmals bei 37—40° C. untersucht habe, muss ich bedauern, mit seiner Darstellung durchaus nicht in Einklang treten zu können. — Vorweg will ich bemerken, dass man auch bei exquisit fettansetzenden Thieren bei Weitem nicht an jedem Fettläppchen Neubildung trifft. Sie zu finden, ist Sache längeren Suchens und Probirens; denn es geschieht der Fettansatz zur Zeit immer nur an vereinzelter Heerden, d. h. von einzelnen Gefässen aus. An neun von zehn Präparaten kann man enttäuscht sein, nur fertige, grosse Fettzellen und kleine, fettlose Bindegewebszellen daneben zu sehen. Ich will die zur Zeit fettproduzierenden Stellen im Folgenden als Heerde der Fettanlage bezeichnen¹⁾.

Nehmen wir jetzt einen dieser productiven Heerde. — Zunächst ist es nicht richtig, dass die jungen Fettzellenformen um die Peripherie der Läppchen, und progressiv gegen das Centrum derselben zu geordnet liegen. Nur dort wo gerade Gefässe aus dem Lappen austreten, kann dies der Fall sein; sonst ist die Grenze des Letzteren gebildet von fertigen Zellen, und die jungen Formen finden sich stets an den Gefässen, welche durch den Lappen laufen — ich bitte dafür meine Fig. 14 zu vergleichen. — Eine grosse Masse der kleinen Fetttropfen, welche man beobachtet, liegt nun aber meistens — was weder von Czajewicz noch sonst irgend erwähnt ist — gar nicht in einzelnen kleineren Zellen, sondern befindet sich halbkugelförmig (im optischen Schnitt halbringförmig) angehäuft in der Wand der grossen, vollendeten Fettzellen (Fig. 12, 13 u. a. m.). Wir werden nachher den Schlüssel zum Verständniss dieser Erscheinung finden.

1) Das heerdweise Auftreten der Fettzellen ist bei Embryonen bereits von Czajewicz vermerkt worden (l. c. p. 305); er verwerthet es jedoch nur, um einen besonderen Entstehungsmodus des Fettgewebes beim Embryo, »aus eigenen besonders dazu bestimmten und sich vermehrenden Zellen« (vgl. oben Virchow, Entstehung aus Schleimgewebe), als wahrscheinlich hinzustellen; eine Auffassung, der ich mich durchaus nicht anschliessen kann und die ich unten zu widerlegen denke.

Vorher zu den isolirten, jungen Fettzellen selbst. — Ich muss bestreiten, dass irgendwelche Bindegewebszellen¹⁾ »in der Nähe des schon entwickelten Fettgewebes eine mehr regelmässig rundliche Form und schärfere Contouren annehmen«, und dass sie »weiterhin, bereits ganz erfüllt mit feinen Fetttröpfchen, eine deutliche Membran besitzen«, wie Cz. will. Es gibt hier, um das Fettläppchen wie in demselben, dieselben fixen und freien Zellen wie überall im Bindegewebe zu beobachten; die ersteren zeigen in der Nähe der Fettanlagen keineswegs rundlichere Formen wie irgendwo anders, die letzteren erscheinen überall rundlich. Von Membranen — welche Cz. allen Bindegewebszellen zuschreibt — ist an beiden nichts wahrzunehmen, so wenig wie — um vorzugreifen — an den mit Fetttropfen gefüllten. Auch bei \bar{A} -zusatz (Fig. 11) erhalten die Wanderzellen keine prononcirte Kapselschicht, die man so deuten könnte: die Körnchen, die sie enthalten, ballen sich nur grösstentheils im Centrum zusammen, ein kleinerer Theil derselben legt sich in die Peripherie (Fig. 18f), so dass dadurch im optischen Querschnitt der oberflächliche Eindruck einer Membran entstehen kann; die Körnchen prominiren aber z. Th. über den Umfang (vgl. Fig.) und wo keine liegen, erscheint der Contour nicht einmal scharf. — Die fixen Zellen zeigen auf \bar{A} noch weniger eine Spur von Membran. Ihr Körper und ihre Platte, vorher blass, werden auch nach der Säurewirkung nicht viel deutlicher, nur der Kern bekommt sehr dunkeln Contour, scheint dabei zu quellen und zeigt mehrere Körnchen.

Die Wanderzellen scheinen im Bindegewebe des jungen und des fettbildenden Thieres immer besonders zahlreich vorhanden zu sein, und grade vorwiegend zahlreich an den Fettanlagen. Sie finden sich reichlicher in der Umgebung der Blutgefässe, als abseits davon im gefässlosen Zwischengewebe. Oft liegen mehrere in kleinen Häufchen beisammen — was vielleicht Anlass zu der Angabe Czajewicz's geworden sein mag, dass »die Bindegewebszellen oft epithelartig aneinandergeordnet lägen«. Sie sehen ganz aus wie die grösseren unter den farblosen Blutzellen, sind wie diese theils fein, theils grob granulirt, mit unscharf begrenztem Kern, und zeigen auf dem geheizten Tisch zum Theil Kriechbewegungen; im erkal-

1) Ich bezeichne im Folgenden stets die beiden verschiedenen Zellarten als fixe und als freie oder Wanderzellen.

teten Object erscheinen alle rundlich. In der Grösse differiren sie nicht sehr und gehen kaum über den Durchmesser der grössten farblosen Blutzellen hinaus.

Hie und da im Gewebe sieht man nun kleine freie Fettkörnchen, von denen sich bei dieser Präparationsweise natürlich nicht sagen lässt, ob sie beim Herausschneiden des fetthaltigen Gewebes über das Präparat gesprengt, oder ob sie vorher darin waren. Man findet aber ferner — und ich bestätige darin eine sehr richtige Beobachtung von Czajewicz (s. o.), dass sowohl an den Fettanlagen als überall abseits davon die Zellen, fixe und freie, einzelne kleine glänzende Körnchen enthalten oder mit solchen beschlagen sind; ich sprach davon schon oben und halte diese Körner selbst für Fett. So sehen aber, wie gesagt, alle Zellen hier aus; von diesen kleinen Körnern existiren keine Uebergänge zu stärkerer Fettfüllung.

Während also in der Umgebung der Fettanlagen die beiden Zellenarten, fixe und freie, sich ganz verhalten wie ihre Genossen im umliegenden fettlosen Gewebe, weder grösseren Reichthum an Körnchen, noch grössere Dimensionen wie jene, noch sonst Uebergangsformen bieten; während also jener centripetale Fortschritt von Uebergangsformen, der in Czajewicz's Schilderung so anschaulich erscheint, durchaus nicht zu beobachten ist — trifft man hie und da, dort wo ein Gefäss in den Fettlappen ein- oder austritt, besonders aber innerhalb des Lappens neben den Wänden der Gefässe, wirkliche junge Fettzellen. Sie sind nicht rund, sie haben keine Membran; sie präsentiren sich auf den ersten Blick nur als Ansammlungen von Tröpfchen zweifellosen Fettes, welche sehr wechselnde Zahl und Grösse haben; diese Häufchen (Fig. 12, 13, 18) sind von eckiger, polygonaler, walziger oder spindeligter Gestalt — natürlich wurde das constatirt an Präparaten, wo Anordnung und Gestalt der nebenliegenden grossen Fettzellen und der Fibrillen die Garantie bot, dass keine etwa geübte Zerrung jene Zellen in die genannten Formen gebracht hatte. Das Protoplasma des Zellenkörpers, welches diese Fetttröpfchen einschliesst, lässt sich nun als blasse, mattglänzende Masse wohl erkennen (Fig. 12, 13); der Kern ist undeutlich umrandet und oft erst auf \bar{A} kenntlich; einen schärferen Grenzcontour zeigt die Zelle nicht, geschweige denn eine Membran, und bekommt solche auch nicht nach Essigsäurezusatz. Die Zelle nimmt nach der Säurewirkung auch nicht eine

rundlichere Form an, sondern erscheint so eckig oder gestreckt wie zuvor.

Sehr vereinzelt trifft man dann auch, anscheinend wenigstens, runde oder rundliche Zellen mit Fetttröpfchen; meistens sind sie schon von bedeutender Grösse und ganz mit letzteren vollgestopft. Sie liegen immer nahe an Gefässwänden. — Die kleinsten unter den fetthaltigen, länglichen oder eckigen Zellen gehen in ihren Dimensionen wenig über die nebenliegenden fixen Bindegewebszellen hinaus. Die Zahl der Fetttropfen ist, wie gesagt, verschieden; in den kleineren Zellen findet sich oft nur einer oder wenige. Unter den grösseren, stärker gefüllten trifft man dann manche mit einem oder mehreren grossen, und mehreren kleineren Tropfen. Wo nur Tropfen über Mittelgrösse — wie beispielsweise in Fig. 17 a, 14 a b c e h — vorhanden sind, da ist dann auch die ganze Zelle schon meistens zu einer rundlichen Form ausgedehnt. Und oft sieht man endlich mehrere, schon mittelgrosse Tropfen zu einer rundlichen Masse zusammengedrängt.

Ich vermag nicht, auch in den Abbildungen, welche Czajewicz (l. c. T. IX Fig. 3, 4) geliefert hat, einen Ausdruck dessen zu finden, was ich beobachtet und eben geschildert habe. Cz. zeichnet alle jungen Fettzellen, treu dem Schema seiner Beschreibung, rund oder elliptisch mit deutlichem Kern, scharfem Membrancontour und gleichmässig erfüllt mit kleinen Fetttröpfchen; nur einige derselben (in Fig. 4) machen der Wirklichkeit die leichte Concession, dass ihre Contoure etwas buchtig gehalten sind. Uebergänge von seinen mit feinen Tropfen gefüllten Zellen zu den fertigen Fettzellen stellt Cz. nicht dar und scheint demnach anzunehmen, dass die kleinen Tröpfchen sehr rasch confluiren.

Wer mit Hinblick auf die Angaben der Autoren, dass kleine, runde Zellen die Vorstufen der Fettzellen bilden sollen, und auf die Menge der Wanderzellen an den fettbildenden Heerden, zu dem Glauben kam, dass diese Wanderzellen die wesentliche Rolle bei der Fettanlage spielen: dem konnten die eben beschriebenen Bilder des frischen Gewebes lange Zeit Noth machen, so wie es mir geschah. Ich hoffte von den Wanderzellen aus Uebergangsformen zu finden: und nun waren die ersteren alle rundlich, die jungen, schon fetthaltigen Zellen nicht; erstere waren ohne Abstufung viel kleiner wie letztere; etwaige Uebergänge von den feinen Körnungen der ersten zu den unzweifelhaften Fetttröpfchen der letzten, wollten sich durch-

aus nicht finden; die wenigen Formen, die man als solche deuten konnte, standen in allzu verschwindender Minorität. Konnten die unregelmässig gestalteten jungen Fettzellen nicht dennoch immer Abänderungen der Wanderzellen sein? Ich suchte nach Charakteren. Ich probirte die Farbstofffütterung, indem ich bei gemästeten Thieren vielfache Injectionen von gefälltem Anilinblau in die Jugularvene machte. Oefter fand ich Farbstoff in den Wanderzellen, niemals mit Sicherheit in den fettkörnchenhaltigen, oder gar in fertigen Fettzellen. — Ich versuchte die fetthaltigen Elemente auf dem geheizten Tisch zum Kriechen zu bringen; niemals konnte ich an ihnen Formänderungen beobachten. Um bessere Chancen zu haben, wandte ich mich zu den Kaltblütern.

Amphibien sind für diesen Zweck weniger geeignet. Die Frösche, und noch mehr die Kröten, besitzen zwar entgegen einer gewöhnlichen Annahme subcutanes Fett, am Rücken, namentlich in der Umgebung der Lymphherzen, und auch der Fettkörper des Abdomens könnte zur Untersuchung einladen; sie sind aber absolut nicht willkürlich zu mästen, alle Versuche natürlicher wie künstlicher Fütterung schlugen fehl, und die Jahreszeit im Sommer, wo sie spontan Fett bilden, scheint sehr zu variiren. Desto mehr Glück hatte ich mit den Fischen.

Zwar ist es mir auch nie gelungen, einen Fisch in der Gefangenschaft zu irgend reichlichem Fressen zu bringen; aber wenn man junge Thiere im Frühling fängt, zu einer Zeit, wo sie immer in reichlicher Nahrungsaufnahme sind, so darf man sicher sein, stets Fettproduction zu finden. Sie müssen aber frisch untersucht werden und man thut am Besten, junge etwa fingerlange Plötzen, Barsche oder Stichlinge, frisch mit dem Senknetz gefangen, zu verarbeiten; eine nur halbtägige Gefangenschaft kann schon den Fettschwund einleiten und um ein Specimen von solchem zu haben, braucht man nur eine Plötze etwa drei Tage im Glas zu halten. Die vorzüglichste Stelle, um das Fett bei Fischen bequem mikroskopisch zu beobachten, ist jedenfalls das Bauchfell, die parietale Platte sowie der Ueberzug der Schwimmblase. Man sperrt die geöffnete Bauchhöhle mit Haken auseinander, umschneidet ein Stück Bauchfell mit der Scheere, zieht es schonend ab und breitet es flach aus, was freilich einige Mühe und Vorsicht verlangt. Für die Erhaltung der Ausbreitung ist das Auflegen eines Deckglases vortheilhaft, das wegen der Zartheit des Gewebes leicht gestützt werden muss; fri-

sches Jodserum scheint mir als Zusatzflüssigkeit am empfehlenswerthesten; in demselben und durch einen Oelwall vor dem Verdunsten geschützt, bleibt das Object halbe Tage lang ungeändert und seine Zellen bewegungsfähig.

Die Bauchfellplatte (Fig. 13 a) ist dünn, hat sehr zarte Fibrillen, ein wasserklares Endothel, von dem frisch nur blasse Kerne zu sehen sind, und besitzt deshalb eine ziemliche Durchsichtigkeit. Ausser den prachtvollen, mächtigen Pigmentzellen, die mit ihren Ausläufern vielfach zusammenhangen, und den Fettzellenhaufen sieht man darin mit grosser Klarheit Verästelungen der Blutgefässe; vor Allem aber wird der Blick gefesselt durch die Wanderzellen, an welchen überhaupt das Bindegewebe der Fische besonders reich ist und für deren Beobachtung eben das Bauchfell derselben eins der schönsten, mir bekannten Objecte abgibt. Ihre Substanz ist, sowohl bei den körnchenlosen als den granulirten Formen, bei Fischen sehr stark lichtbrechend, und so treten sie hier in der blassen Gewebsplatte scharf hervor. Um so weniger ist das leider bei den fixen Zellen der Fall, welche frisch schwer sichtbar, nur als ganz mattglänzende, längliche oder unregelmässig geformte, schlechtbegrenzte Körper sich darbieten, und erst mit Hülfe der Färbung genauer studirt werden können.

Die Wanderzellen kriechen grossentheils, unter den abenteuerlichsten Formveränderungen, mit solcher Lebhaftigkeit, dass man gar kein Zeichnen nöthig hat, um dem Vorgang zu folgen. Sie zeigen sich in jedem Sehfeld, namentlich in der Nähe der Gefässe, und stets in Menge auch da, wo solche von Läppchen jungen Fettes umgeben sind. Das Object ist also für unsern Zweck sehr günstig.

Aber wieder stösst man auf dasselbe beirrende Bild, dem wir schon beim Warmblüter begegneten. Wo kleinere Fetttröpfchen einzeln oder in Anhäufungen zu sehen sind, liegen sie nicht in Wanderzellen oder nur solchen, welche diesen ähnlich wären. Die Zellen, welche dieses Fett beherbergen (Fig. 13), sind noch schlechter wahrzunehmen als beim Säugethier: von scharfen Contouren keine Spur, vom Kern meist nur die Andeutung. Wieder haben hier diese fetthaltigen Zellen jene unregelmässigen, länglichen, verzogenen Formen (Fig. 13 am Gefäss), die ich schon oben beschrieben; erst wo ihre Anhäufungen grösser sind, erscheinen sie rundlich. Ausserdem liegt wieder viel feinkörniges Fett in Häufchen oder Halbmonden dicht neben den Tropfen der grossen, vollen Fett-

zellen, und oft auch hier, wie beim Warmblüter, bilden mehrere mittelgrosse Tropfen einen rundlichen Ballen, der an Mächtigkeit einer vollen Fettzelle fast gleichkommt.

Nur zwei Mal unter mehr als 30 Fischen, deren junges Fett ich untersuchte, habe ich je eine Wanderzelle entdeckt, die ein zweifelloses Fetttröpfchen enthielt. Die eine (Fig. 13 c), lebhaft kriechend, liess es nach kurzer Zeit wieder von sich. Beide Mal hatte das Präparat schon längere Zeit unter dem Mikroskop gelegen — bei der Präparation wird nothwendig eine Menge kleiner Fetttröpfchen über das Object verstreut, und es ist das Wahrscheinlichste, dass das Fett so erst nach der Präparation von den Zellen gefressen worden war. — Diese Wanderzellen der Fische sind meist sehr hellglänzend und grobkörnig. Ich habe mich lange gefragt, ob diese Körnchen nicht Fett sein könnten, ob vielleicht dann durch ganz plötzliches Confluiren solcher feinsten Tropfen die grösseren unzweifelhaften entstehen. Das ist jedoch zu verneinen. Im Anfang habe ich vielfach Osmiumsäure angewandt, um feinvertheiltes Fett zu kennzeichnen: die kleinsten Tröpfchen färben sich darin zwar, wie bekannt, kaum merklich, aber wo sie in grösseren Häufchen zusammenliegen, bekommt das Ganze nachher einen sehr charakteristisch bräunlichen Ton. Das ist nun bei diesen grobkörnigen Zellen nie der Fall: sie bleiben nach der Osmiumwirkung grau wie zuvor. Ausserdem kann man das Object mit absolutem Alkohol behandeln, so lange bis sich die Tropfen der grossen Fettzellen ganz gelöst haben: und doch findet man die Wanderzellen, wenn auch in geschrumpfter Form, so körnchenhaltig wie vorher (Fig. 18 f. Ich nehme auf diese Darstellung mit Alkohol behandelter Warmblüterzellen Bezug, da ihr Verhalten in dieser Hinsicht ganz das gleiche ist). Die Körner ballen sich hierbei nur um den Kern und andernteils am Umfang der Zelle zusammen, ähnlich wie nach Essigsäurezusatz.

Färbt man nun solche Objecte, nach längerem Durchziehen eines Stromes von Chromkalilösung, mit Carmin oder weit besser mit Picrocarmin, welches die Tinction des frischen Gewebes gestattet: so treten die Zellenkörper, welche das zweifellose feinkörnige Fett enthalten, besser hervor (Fig. 13 b) und man erkennt an ihnen eine solche Uebereinstimmung mit den übrigen, spindel- oder sternförmig erscheinenden fixen Zellen, dass man schon dadurch fast zu

der Annahme gedrängt wird: es sind diese vorwiegend oder allein, von denen die Fettzelle ihren Ausgang nimmt.

Kehren wir nun ebenfalls mit anderen Methoden zu der Fettentwicklung beim Säugethier zurück. Um hier die Zellen in situ zu isoliren und kenntlich zu machen, ist das schönste Mittel wieder das künstliche Oedem des subcutanen Gewebes durch Leiminjection mit nachfolgender Färbung. In dem erstarrten Leimtumor sieht schon das blosse Auge die feinsten Fettläppchen suspendirt und man kann mit Auswahl die Schnitte durch die jüngsten — am Weitesten in das gefässlose Bindegewebe vorgerückten — derselben legen. Den einen Nachtheil hat die Methode, dass einmal durch die Untersuchung in Glycerin, dann wie es scheint auch durch die Pikrinsäurewirkung das Fett weit mattglänzender, und seine feineren Körnchen darum weniger hervorstechend werden. Doch ist durch etwas höhere Einstellung auch an solchen noch hinreichend charakteristischer Glanz zu erzielen. — Je frischer angefertigt das Präparat, desto geringer ist dieser Uebelstand. An vielen solchen Schnitten wird man nun allerdings doch die Enttäuschung erleben, nur fertige vollgefüllte Fettzellen zu erblicken; doch bei sicher gemästeten Thieren, bei Säuglingen und bei Embryonen wird man immer bald auf ein Läppchen stossen, welches bei der Tödtung des Thieres gerade in der Fettanlage begriffen war. Solche Bilder sind in Fig. 14, 16 und 19 (gemästetes Thier), Fig. 15 (Säugling) und Fig. 17 (Embryo aus späterem Stadium) dargestellt.

Sie können lehren, wie viel die schonende Isolirung durch Oedem und die Färbung der Zellen werth ist. Auf den ersten Blick springt es in die Augen, dass die neuen jungen Fettzellenformen fast allein ausgehen von den fixen Zellen, und immer von solchen, welche der Gefässwand nahe oder unmittelbar anliegen. Die hier befindlichen Zellen erscheinen zunächst grossentheils körniger, und durch das Carmin stärker gefärbt als die seitabliegenden. In vielen derselben bemerkt man neben dem Kern, in ihrem dickeren, protoplasmatischen Theil, eins, zwei oder mehrere kleine Fetttröpfchen, in andern ein bis mehrere grössere, oft noch mit kleinen daneben; während die Platte der Zelle und deren dünne Ausläufer noch ganz so erhalten sind, wie an den fettlosen oder nur mit kleinsten Körnchen behafteten Zellen abseits vom Gefässe (Fig. 15, 16, 22). Das Fett tritt immer in jenem dickeren Theil auf, nicht in der Platte. Wo die Fetttröpfchen schon grösser sind (einige Zellen in 15, 16) zeigen

sich die Ausläufer und überhaupt die Platte wie im Verschwinden und ein grosser Theil davon scheint bei dem Vorgang immer ganz unterzugehen; doch hängen viele der schon runden Fettzellen noch durch Ausläufer an anderen oder an der Gefässwand an.

Die unregelmässig gestalteten, blassen und schlecht begrenzten Zellenkörper, welche wir am frischen Gewebe als fetthaltige antrafen, erklären sich nun sehr einfach: es sind alles fixe Zellen, und dass man das Detail ihrer Form am frischen Object nicht erkennen konnte, wird nach dem, was oben über die Bindegewebszellen gesagt ist, nicht Wunder nehmen.

Hie und da stösst man hier auf fixe Zellen, — fettlose sowohl wie fetthaltige — mit zwei oder selbst drei Kernen (Fig. 15, 17), in denen man wohl kaum umhin kann, Theilungsformen zu sehen.

Weit mehr als an alles dies wird aber zunächst das Interesse gebannt an die Formen vieler der grösseren, schon gefüllten Fettzellen, welche neben den Gefässen frei und schön isolirt in der Leimmasse schweben. — Leydig gibt in seinem Lehrb. d. Histol. p. 26 an, dass er bei Fischen (Stör) und Vögeln eine eigenthümliche Form von maulbeerförmigen Fettzellen fand, nicht mit einem grossen, sondern mit mehreren dichtgedrängten, mittelgrossen Tropfen gefüllt. Solche Formen finde ich nun überall, wo Fettneubildung im Gange war: bei Fischen und Vögeln, wie beim Kaninchen, Hund, Meerschwein und Kätzchen. Es sind dies Vergrösserungs- und Vermehrungsformen der schon gebildeten Fettzellen. Einmal können sie entstehen, indem in den fettaufnehmenden fixen Zellen nicht einer, sondern mehrere Tropfen durch Confluxion sich bilden und im Weiterwachsen getrennt bleiben. Sodann aber bilden sich solche Formen auch, und sehr vielfach, von den schon gefüllten runden Fettzellen aus. Viele derselben (vgl. die Bilder) weisen neben dem alten Tropfen, in ihrer Wand oder besser in der Hohlkugel von Protoplasma, welche jenen umspannt, eine Menge kleinerer auf — es sind das die Halbmonde feinkörnigen Fettes, die ich oben beim frischen Gewebe an den grossen Fettzellen notirte —; indem diese feineren Tropfen zu einem, resp. mehreren grösseren confluiren, können ebenfalls jene Maulbeerformen zu Stande kommen.

Diese Erklärung der betreffenden Bilder ist insofern gerechtfertigt, als man alle von ihr postulirten Uebergangsformen in Menge antrifft. Sie dünkt mir auch viel wahrscheinlicher als die Annahme,

dass diese Formen durch einen activen Abschnürungsprocess zu Stande kommen sollten. Das Vermögen zu einer derartigen Abschnürung kann man den dünnen Protoplasmahohlkugeln, welche die vollen Fettzellen umgeben, kaum mehr zutrauen. Wenn darum die Angabe Förster's über das Vorkommen eingeschnürter Fettzellen bei pathologischer Fettneubildung durch das Obige bestätigt wird, so kann ich doch nicht wie dieser Autor annehmen, dass alle dieselben einen »Zellenvermehrungsprocess« darstellen. Das gewöhnliche Schicksal dieser Formen scheint mir durchaus dies zu sein, dass die trennenden Protoplasmaewände immer mehr verdünnt werden, das Fett confluiert und die anfangs noch knollig gestaltete Zelle allmählig zur runden ausgedehnt wird. Die hierbei zu durchlaufenden Uebergangsformen, die man eben in ausserordentlicher Zahl beobachtet, sind in Fig. 14 a b f g h i dargestellt. Doch ich muss glauben, dass dieser Vorgang in der That ab und an zu einer wirklichen Zellenvermehrung abarten kann. Man sieht nämlich zuweilen knollige und maulbeerförmige Zellen mit zwei oder drei Kernen (Fig. 14 α , β , γ), welche öfter (Fig. 14 α) noch zusammenliegen, als ob sie sich eben getrennt hätten¹⁾; und weiter andere Bilder (Fig. 14 δ), wo zwei kernhaltige runde Fettzellen noch mit einer Stelle ihrer Wand dicht zusammenhängen. — Ich glaube also, dass die Abschnürung durchaus eine passive ist, bedingt durch neu in der Zellenwand auftretende Fetttropfen; dass aber, wenn um diese Zeit — aus hier nicht zu erörternden Gründen — eine Kerntheilung²⁾ in der Zelle eintritt, der Process auch zu einer Zellentheilung aus schlagen kann.

Alle diese Formen, ebenso wie die kleineren unter den vollen runden Fettzellen und die fetthaltigen fixen Zellen, finden sich

1) Fettzellen mit zwei und mehr Kernen sind überhaupt keine Seltenheit, übrigens nicht bloss bei Fettneubildung zu beobachten: ich zeichne in Fig. 34 und 35 ein paar Beispiele davon aus atrophischem Fett der Kaltblüter.

2) Dass hier immer der alte Kern sich theilt, nicht etwa frei ein neuer auftritt, scheint mir zweifellos. Man beobachtet (hier bei der Fettneubildung) sehr selten Bilder, welche zwei Kerne je an entgegengesetzten Enden einer noch ungetheilten Zelle zeigen. Was man so deuten könnte, ergibt sich bei stärkerer Vergrösserung meist als Trugbild — man sollte solche Verhältnisse stets mit Immersionslinsen controliren. — Natürlich müssen die Kerne beim Weiterwachsen der Fetttropfen allmählich auseinandergerückt werden.

immer mehr mitten im Läppchen an der Wand durchtretender Gefässe, während die älteren fertigen Formen in der Peripherie desselben liegen.

Die zahlreichen, bei dieser Behandlung alle runden oder rundlichen Wanderzellen sind nun fast alle fettlos. Nur sehr ausnahmsweise trifft man nahe den Gefässen solche, die unzweifelhaft kleinere Fetttröpfchen enthalten, oder hie und da eine ganz runde, ausläuferlose schon stärker fetthaltige junge Form (Fig. 19 f), von der sich wenigstens nicht sicher sagen lässt, ob sie nicht aus einer runden Zelle entstanden ist. — Uebergangsformen von Wanderzellen zu fixen Zellen wage ich nicht zu constatiren. Dagegen führe ich an, dass man zahlreiche, wirklich freie Kerne (17 k) trifft, an denen keine Spur von Protoplasma zu bemerken ist, und von diesen verschiedene Uebergänge zu den grösseren Wanderzellen. Endlich finden sich runde Zellen mit abgeschnürten und mit zwei Kernen, und hie und da zwei Zellen aneinanderhängend (Fig. 17).

Zweifellos wird es nun an solchem Präparat, dass feinkörniges freies Fett hier im Gewebe vorkommt. An eine Verunreinigung ist dabei nicht zu denken: Wenn man einen nicht ganz dünnen Schnitt aus dem Leimtumor nimmt und auf dessen Mitte einstellt, wo die Theile also ganz in situ in der Leimmasse eingebettet sind: so sieht man in ziemlicher Anzahl die Körnchen theils frei, theils Fibrillen oder Zellen anliegen¹⁾. Abseits von den Fetttheerden trifft man ebenfalls Körnchen, aber sehr viel seltener. In etwa kommt hiebei in Betracht, dass das gefässlose Zwischengewebe durch die Injection auch stärker auseinanderpräparirt ist, als diejenigen Stellen, wo die Blutgefässe den Fibrillen mehr Halt gaben.

Die Blutgefässe sind durch die Pikrocarminfärbung so schön wie durch Injection markirt. Man sieht, dass überall an den Fett-

1) Es gibt dies zugleich ein gutes Kriterium, wie schön der Situs aller Theile bei diesen Injectionen, natürlich wenn sie vorsichtig und langsam ausgeführt wurden, gewahrt bleibt. Wenn man annehmen wollte, dass bewegliche Elemente, wie Wanderzellen und gar kleine Fettkörner, durch die Injection vom Platz verdrängt werden könnten, so müsste man sie demnach immer an der Peripherie des Leimtumors angehäuft erwarten. Statt dessen scheint Alles liegen zu bleiben wie es vorher lag. Wenn man z. B. ein Gewebe injicirt, das man vorher durch künstliche Entzündung mit Eiterzellen vollgestopft hat, so findet man diese nachher völlig gleichmässig vertheilt durch den Leimtumor.

anlagen, und zwar sowohl vor ihnen aus, als zwischen die schon gebildeten Fetthaufen hinein, eine starke Capillarenwucherung vor sich geht. An den Wänden dieser Capillaren kommt es ebenfalls hie und da, wie an den grösseren Stämmen, zur Bildung neuer Fettzellen aus fixen Zellen und zu neuer Fetteinlagerung in die alten.

Ich nannte oben die Wand der vollendeten jungen Fettzelle eine Protoplasmahohlkugel, nicht eine Membran. Um dies zu bestätigen, gibt es ein schönes Mittel: die künstliche Entzündung des jungen Fettgewebes, am Bequemsten durch subcutane Injection von Jodkaliumlösung, Tödtung nach etwa 24 Stunden und Leim-Pikrocarminbehandlung w. o. — Es tritt bei solcher Entzündung fast regelmässig (bei säugenden Kaninchen wenigstens) ein rascher Schwund der Fetttropfen ein; dieselben erscheinen kleiner als auf der nicht entzündeten Seite desselben Thieres, und man sieht nun, dass um den verkleinerten Fetttropfen her keineswegs eine dünne Membran, sondern ein breiter, gleichmässig roth gefärbter Protoplasmaring sich ausspannt. Dieser Ring erscheint gleichmässig gefärbt und körnig, er selbst hat keineswegs eine besonders erkennbare, abgesetzte Rindenschicht. — Noch bemerkenswerther fast scheint mir ein anderes Bild, welches diese Methode zeigt: es ergibt sich, als ob die eben gebildete Fettzelle, wenn der ausdehnende Tropfen darin schwindet, Neigung hat ihre alte Gestalt wieder anzunehmen: die längliche, unregelmässige Form der fixen Zelle, wenn auch deren Platte und Ausläufer dann gewöhnlich nicht mehr existiren. Man findet nämlich bei solchem entzündlichen Fettschwund zahlreiche walzen- und spindelförmige (z. B. Fig. 36 r — ich zeichne nicht mehr, weil sie fast ganz aussehen wie viele progressive Fettzellen, z. B. Fig. 19 r u. a.), eckige Zellen, etwas grösser als die protoplasmatischen Mitteltheile der fixen Bindegewebszellen, manchmal noch mit Ausläufern, mit einem mittelgrossen oder kleinen Fetttropfen. Wenn die Autorschaft der fixen Zelle bei der Fettgewebsbildung noch eine Fürsprache brauchte, würde solche hierin zu finden sein.

Die Fig. 17, welche einen Fettanlageheerd von einem ca. 12-zölligen Schafembryo darstellt, konnte ich bei dieser Beschreibung ruhig mit unterlaufen lassen. Sie differirt von den Bildern des erwachsenen Gewebes, wie man sieht, nur dadurch, dass die fixen Zellen noch stark sternförmig verästelt und sehr anastomosenreich

und dass die Capillarensprossungen in besonders mächtiger Entwicklung sind.

Ich habe nun noch einen Ort des Körpers zu besprechen, an welchem die Fettbildung Eigenthümlichkeiten hat: das Mesenterium. Dass auch hier die Gefässadventitien der Ort der Fattanlage sind, wurde schon besprochen. Auffallend ist nur der colossale Zellenreichtum dieser Adventitien, sowohl an fixen Zellen als an massenhaft dazwischengestreuten rundlichen Elementen. Dies findet man nicht bloss an den Stellen, wo schon Fett auftritt, überhaupt nicht bloss bei gutgenährten fettbildenden Thieren, sondern bei allen, jungen wie älteren. Diese Zellenanhäufung zeigt bei Embryonen und jungen Thieren an einigen Stellen eine ganz eigenthümliche Form. Beim Kaninchen und Meerschwein nämlich gewahrt man in diesen Stadien am Omentum ganz unregelmässig verstreute, rundliche oder ovale dichte Haufen von Zellen, die schon makroskopisch den Eindruck dunklerer Fleckchen machen (Fig. 10). Sie erinnern auf den ersten Blick fast an die Entwicklungsformen Pacini'scher Körper bei der Katze, welche P. Michelson in diesem Archiv (Bd. V. H. 1) beschrieben hat. Doch kann man sie in solche Beziehung nicht bringen; denn erstens kommen bei erwachsenen Thieren dieser Arten keine Pacini'schen Körper vor, — ich fand auch beim 1½-jährigen Meerschwein jene Dinge noch ganz wie bei Embryonen — sodann ist nichts Nervenartiges daran zu bemerken, das ganze Häufchen besteht aus einer Masse von gewöhnlichen fixen und von runden Zellen; und endlich, in der Mitte solcher Haufen treten nun Fettzellen auf. Das Ganze ist übrigens nichts Anderes, als ebenfalls eine Auftreibung der Adventitia eines kleineren Gefässes, ein solches oder mehrere sieht man immer zu dem Haufen und durch denselben treten, und neben ihm, d. h. in der Mitte des Haufens, zeigen sich auch immer die ersten Fettzellen. Uebrigens pflegt die Fettbildung in den Adventitien der grösseren Gefässe schon längst vorgeschritten zu sein, ehe sie in diesen Zellenhaufen beginnt.

Die Zellen hier wie überhaupt in den Adventitien sind, wie gesagt, theils spindel- und sternförmige oder schon abgeplattete fixe, theils runde oder rundliche Zellen. Dass die grosse Zahl dieser Elemente wenigstens grossentheils in einer Zellenproliferation ihren Ursprung hat, kann kaum bezweifelt werden; denn man trifft, namentlich in jenen umschriebenen Haufen, zahlreiche Zellen mit abge-

schnürtem Kern, solche mit zwei Kernen, endlich Convolute mehrerer zum Theil sehr kleiner, dicht aneinandergedrängter Zellen, gleich als ob sie sich eben aus einer alten auseinandergefurcht hätten (Fig. 20). Da ich oben auch im subcutanen Bindegewebe Theilungsformen sowohl der fixen, als der freien Zellen notirt habe, so verliert damit der Zellenreichthum des Mesenterium viel von seiner Eigenthümlichkeit: wir haben es hier nur mit einer quantitativ stärkeren Zellenvermehrung zu thun.

In vielen dieser runden Zellen findet sich nun, wie die Fig. 20 α zeigt, Fetteinlagerung; und dadurch erklärt sich wohl, dass Rollett grade durch Befunde am Mesenterium zu dem Ausspruch kam: man sehe als erste Vorstufe der Fettzellen kleine, runde, körnige Zellen. So wenig allgemeine Geltung ich aber nach allem Gesagten diesem Ausspruch einräumen kann, so wenig kann er auch nur hier am Mesenterium das alleinige oder regelmässige Vorkommniß genannt werden. Es ist wie gesagt nicht leicht, in diesem Gewirr dicht zusammenliegender Zellen die feineren Formen der einzelnen zu erkennen; aber an ganz frischen, an Osmium- und besonders an Pikrocarminpräparaten constatirt man völlig sicher, dass ebensowohl in spindelförmigen und verästelten (Embryo) oder platten Zellen (geborenes Thier), also dass auch hier in fixen Zellen massenhaft Fetteinlagerung vorkommt; ich verweise dafür auf Fig. 20 β und δ .

Auch hier finden sich bei säugenden und gemästeten Thieren überall, auch entfernt von den Gefässen, einzelne kleinste Fettkörnchen in und an sämtlichen Zellen, wie auch frei im Gewebe; ebensowenig aber auch wie im subcutanen Stratum gibt es hier eine einzige stärker fetthaltige Zelle, eine wirkliche Uebergangsform zur Fettzelle, die nicht an einem Gefäss läge.

Die fernere Angabe von Czajewicz, dass bei gemästeten Thieren auch in den deckenden Endothelzellen (bei Cz. Epithelien) des Bauchfells feine Fettkörnchen vorkommen, habe ich bis jetzt nicht bestätigen können. Weder am frischen Endothel noch am versilberten, das noch schärfere Controle erlaubt, gelang es mir, am Kern oder in der Mitte dieser Zellen solche Körnchen zu entdecken (Fig. 20 γ).

Noch ein anderer Ort der Fettbildung muss uns jetzt beschäftigen: das Knochenmark. Das Bindegewebe desselben ist bekanntlich nur ein spärliches, seine Gefässe sehr zartwandig, sein

Reichthum an rundlichen lymphoiden Zellen äusserst gross; und grade für diesen Ort findet sich angegeben (vgl. Frey a. a. O. p. 294), dass die Bildung der Fettzellen von runden Zellen aus erfolge. Wiederum muss ich das Gegentheil als die überwiegend häufige, wenn nicht alleinige Norm hinstellen, nach allen Erfahrungen, die ich am Knochenmark junger Kaninchen gemacht habe. — Ich kann dafür auf das Bild der Fig. 18 hinweisen, welches mir regelmässig bei jungen fetten Thieren aufstiess. Wieder sieht man, am frischen Object oder an Osmiumschnitten, unmittelbar oder nahe an der Wand der zarten Gefässe dieselben Formen fixer fetthaltiger Zellen, denen wir schon im subcutanen Gewebe begegneten; nur sind Contouren, Protoplasma und Kerne derselben noch schwerer wie dort sichtbar zwischen der Masse der überall lagernden rothen Blutkörper. Die Anordnungsform der Fetttröpfchen wird aber wohl keinen Zweifel lassen können. Die massenhaft eingestreuten lymphoiden Zellen sind zum grossen Theil sehr grobkörnig, aber wieder zeigt sich dasselbe wie bei den ähnlichen Kriechzellen der Fische: keine Lösung ihrer Körnchen in Alkohol und Aether (Fig. 18 f), keine Färbung derselben durch Osmiumsäure; während die Körnchen in jenen anderen, unregelmässig gestalteten Zellen durch dieses Reagens zu dunkelgelbbraunen Haufen zusammengeballt werden. — Ich muss also den Bildungsmodus der Fettzellen hier für ganz denselben halten wie im Subcutanstratum, obwohl ich natürlich nicht behaupten darf, dass eine Entstehung aus runden Zellen, wie sie Frey darstellt, im fötalen Knochenmark nicht vorkomme.

Es bleibt mir endlich noch die Fettentwicklung bei jüngern Embryonen zu besprechen. Wo man hier Fettzellen findet, ist das Gewebe immer bereits vascularisirt; und auch hier schliesst sich der Process, wie überall in läppchenförmigen Heerden auftretend, an die nächste Nähe der Gefässe. Bei Kalbsembryonen von ca. $3\frac{1}{2}$ “ habe ich überhaupt noch kein Fett gefunden. — Es ist nun constante Regel, dass je kleiner der Embryo, desto kleiner die Fettzelle ist (vgl. auch Harting, Raspail, Frey p. 240): bei Rattenembryonen von $\frac{5}{4}$ “, wo sich schon reichliche Fettanlage am Rücken und in der Inguinalfalte fand, zeigten die grössten runden, ganz mit Fett gefüllten Zellen wenig mehr Ausmaass wie etwa eine grössere Lymphzelle des erwachsenen Thieres. Die Zellen liegen hier so dicht, dass man für das Studium der Formen zur Isolation mit Jodserum, aus Chromkali- oder Osmiumpräparaten angewiesen

ist: Sie zeigt (Fig. 21 von einem 5zölligen Kalbsembryo), dass Zellen der verschiedensten Formen, spindelförmige wie auch rundliche und polygonale, die Anfangsstadien der Fettzellen bilden können. Man wird natürlich in diesen und vollends in den noch früheren Stadien, wo gewiss eine Menge runder Zellen noch zu gestreckten auswachsen, nicht sagen können, ob eine rundliche junge Fettzelle vorher die Geltung einer solchen runden embryonalen Bildungsform, oder die einer Wanderzelle gehabt hat.

Sichere Abschnürungs- und Vermehrungsformen fertiger, runder Fettzellen habe ich in diesen Stadien nicht angetroffen.

Es sei noch angefügt, dass ich bei Untersuchung des Grenzgewebes mehrerer Lipome ganz ähnliche Bilder bekommen habe, wie die, welche oben von der normalen subcutanen Fettentwicklung beschrieben wurden.

Auf denjenigen Process, welchen die Pathologie als »fettige Entartung« von der »Fettinfiltration« mit Recht unterscheidet, will ich in diesem Aufsätze nicht eingehen. Es handelt sich dort um eine chemische Metamorphose des Zellenleibes zu Fett, hier jedenfalls um eine Anhäufung oder Verarbeitung neuzugeführter Substanz. Als beste Illustration dieses Unterschiedes lässt sich das verfettende Knorpelgewebe marastischer Thiere anführen, ein Ort also, der von der Blutzufuhr nicht direct beeinflusst wird: Je grösser hier die Fetttropfen in der Zelle, desto verkommener erscheint die Zelle selbst, und es finden sich Bilder (wie man sie im Ohrknorpel marantischer Kaninchen z. B. öfter sieht), wo in der Knorpelzellenhöhle nur ein ansehnlicher Fetttropfen nebst einigen verstreuten Körnchen vorhanden, die Zelle völlig untergegangen erscheint.

Rückbildung der Fettzelle.

Diese untersuchte ich in ihren verschiedenen Stadien bei hungernden, besonders jungen Thieren: Kaninchen, Kätzchen, Hunden, Fröschen und Fischen, bei verschiedentlich erkrankten marantischen Thieren und Menschen, und endlich auf Grund künstlicher Entzündung des fetthaltigen Bindegewebes.

Als Hauptergebniss finde ich zu vermerken, dass die »serumhaltige Fettzelle« der Autoren nicht die endgültige Rückgangsform ist — wie das bisher fast allgemein angenommen zu sein scheint (vgl. die Citate zu Anfang dieser Arbeit) —: sondern dass

sie nur eine Zwischenform der regressiven Metamorphose darstellt, welche die Fettzelle bei der Abmagerung durchschreitet; und ich muss es, so auffallend es nach den bisherigen Ansichten klingen mag, vertreten, dass sie sich zurückbilden kann zu dem, was sie war: zu einer abgeplatteten fixen Bindegewebszelle.

Die Bedingungen des Schwundes herzustellen, ist nicht schwer. Das Fett in den vollen Zellen pflegt bei jungen Thieren (namentlich bei Fischen) bei gänzlicher oder theilweiser Nahrungsentziehung sehr rasch zu schwinden: und es ist gerade dieser Umstand, der für das Erforschen der Fettbildung die peinlichste Vorsicht auferlegt; denn ein säugendes Thier, das man nur einen Tag lang von der Mutter getrennt, selbst bei künstlicher Fütterung, ein Fisch, den man nur einen halben Tag gefangen gehalten, oder selbst der Embryo aus einem Schlachthier, welches vielleicht vor dem Tode etwas gehungert hat, kann schon ausgesuchte Formen des Fettschwundes bieten. Und ich bekenne offen, dass ich in manchen Abbildungen der Autoren, welche Fettentwicklung darstellen, ein viel treueres Bild des Schwundes erkenne¹⁾, und dass ich deshalb, an der Beobachtungstreue derselben nicht zweifelnd, gern annehmen würde, dass sie Atrophie anstatt der Neubildung zum Object gehabt haben.

Die ersten Stadien des Schwundes stellen sich nun verschieden dar, je nach dem Alter der Fettzelle. Bei Zellen, welche schon länger in gefüllter Form bestanden haben, entsprechen sie den bisher von den Autoren beschriebenen Bildern: man kann sich solche leicht darstellen, wenn man nach Czajewicz' Vorgang mittelgrosse Kaninchen nur einen bis zwei Tage hungern lässt. Man sieht dann in vielen der Zellen den grossen Fetttropfen mehr oder weniger geschwunden, bei längerer Abmagerung bis zum völligen Verschwinden herab, und hat dann die runden, noch deutlich membranhaltigen, vielfach beschriebenen Serumzellen. Ob sie wirklich Flüssigkeit — »eine sehr feinkörnige Flüssigkeit«, wie Czajewicz will — enthalten, mag ich nicht entscheiden; doch färbt sich diese Substanz allerdings nicht durch Carmin und die Hülle fällt leicht zusammen.

1) So z. B. in den runden, membranhaltigen Fettzellen von Czajewicz (Fig. 3 und 4 l. c.); und in den Figg. 192 und 188 bei Frey, welche ganz identisch sind, während die eine die Entwicklung, die andere die Atrophie darstellt; meiner Ansicht nach entsprechen sie beide der Letzteren.

Es zeigt sich aber an ihnen noch einiges Eigenthümliche. Zunächst finden sich, wie es u. A. schon in Frey's mehrfach citirter Abbildung dargestellt ist, neben dem verkleinerten Fetttropfen — einer als grössester bleibt lange Zeit zurück — mehrere bis viele kleine in der Zelle (Fig. 23, 24, 25, 26). Sehr prägnant tritt dies Bild bei Fischen auf (Fig. 23); hier, wo die Zelle äusserst blass, ihr Contour meist unsichtbar ist, zeigen die Fettkörnchen den Umfang derselben genau an. Frey (auch Czajewicz) ist der Ansicht, dass diesem Verhalten »ein Zerfallen« der Fettkugel in mehrere Tröpfchen (l. c.) zu Grunde liege.

Ferner aber lässt sich bei fast allen diesen Zellen bemerken, dass ausser der blassen, vielleicht flüssigen Masse, welche die ganze Kugel füllt, noch ein Theil körniger, dunklerer Substanz meist neben dem Kern, und an die Hülle geballt vorhanden ist (Fig. 31 u. a.).

Ein anderes Bild gewährt der Schwund bei den jungen Formen, welche eben erst Fettzellen geworden waren, und bei den meisten solchen vom Embryo und Säugling überhaupt. Hier ist von einer Membran meistens nicht zu reden. Die Zellen entsprechen sonst ganz der Frey'schen Fig. 188 2, d, e, f, nur dass ich den Randcontour nicht so scharf zeichnen kann. Die ganze Zelle färbt sich intensiv mit Carmin. Von diesen zu etwas grösseren Zellen schreitend, sieht man alle Uebergänge zu Formen, wo in der Mitte, um den Fetttropfen her, sich eine grössere oder kleinere Höhle befindet, welche von dem dicken Ring der färbbaren Zellsubstanz umgeben ist (Fig. 33 a). — Die Entstehung der Membran durch allmähliche, passive Ausdehnung und Verhärtung des Protoplasma lässt sich kaum schöner illustriren, wie durch diese regressiven Formen. — Endlich finden sich nun bei solchem jungen, regressiv gemachten Fett viele Zellen mit Fetttropfen, welche nicht rundlich, sondern länglich, spindelförmig oder sonst vielgestaltig sind: es sind fixe Zellen, welche durch die Fetteinlagerung noch nicht, oder eben erst, ausgerundet waren und jetzt, bei der Atrophie, ihre alte Form noch theilweise wieder annehmen. Vielfach haben sie Ausläufer und hängen durch solche mit fixen Zellen (Fig. 33 b) oder untereinander zusammen. Man erzielt sie sehr schön mittelst Entzündung durch Injection Lugolscher Lösung: ich sprach davon schon oben.

Folgen wir dem Rückgangsprocess nun aber weiter, indem wir Thiere lange Zeit hindurch schlecht ernähren, oder indem wir er-

krankte untersuchen. Wir finden, dass die Fettzelle ihre erworbene und bisher bewahrte Membran wieder verliert.

Czajewicz, welcher das Fett ganz verhungertes Kaninchen (wie immer ohne Reagentien) untersuchte, gibt (p. 309) an, dass die serösen Zellen dann so blass werden, dass sie kaum sichtbar sind, und lässt es unentschieden, ob vielleicht die Zellen selbst resorbirt werden. — Die Bilder, welche ich bei stärkerem Marasmus gewöhnlich bekommen habe, sind andere und ich finde sie am frischen Gewebe (Fig. 26) fast eben so prägnant wie nach Pikrocarminfärbung (Fig. 27, 28).

Man stösst hier auf viele Uebergänge von grösseren, noch membranhaltigen Zellen mit Fetttropfen (Fig. 26 a), zu kleineren, nur feine Tröpfchen enthaltenden (26 b) — das Fett ist, wie lange bekannt, häufig stark gelb gefärbt und zwar um so gelber, je kleiner die Tropfen sind —; ferner zu solchen, die noch eine deutliche Hülle haben, wo der Inhalt aber lediglich körnig¹⁾, kein Fett mehr darin ist. Zwischen diesem Inhalt und der Membran gibt es häufig einen Hohlraum: ersterer hat sich, um es so auszudrücken, von letzterer zurückgezogen (Fig. 33 c). Endlich sieht man nun zahlreiche Zellen (Fig. 27 a), um welche statt der Membran — ganz in demselben Umfang, welchen sie bei jenen anderen einnimmt — ein Kreis (d. h. im optischen Schnitt, in der That eine Hohlkugel) von Körnchen sich ausspannt, und zum Schluss andere, welche völlig membranlose, kernhaltige Körnchenhaufen darstellen (Fig. 26, 27, 28 u. 33) und nur zum Theil durch ihre Grösse, ihre häufige Abflachung und Streckung, sowie durch ihre charakteristische Anordnung in den Capillarenmaschen von grobkörnigen Wanderzellen unterschieden sind.

Nicht immer, wie gesagt, erfolgt der Process so, dass sich das Protoplasma von der Hülle zurückzieht; oft (Fig. 32) hat man Bilder rundlicher oder eckiger Zellen, die einen noch mit scharfem, bei starker Vergrösserung doppeltem Randcontour, die nebenliegenden ohne solchen. Der Untergang der Hülle kann schon stattfinden, während noch Fettkörnchen in der Zelle sind; ich verweise dafür auf die Fig. 33 b und 32, 26. Bei letzterem Object war durch

1) Ich sage nicht: feinkörnig, denn diese Körnchen sind nach den gewöhnlichen histiologischen Begriffen immer noch recht grob — messbar, wie die Körnchen der oben besprochenen Wanderzellen, z. B. Fig. 18, 13.

Druck auf das Deckglas eine Zelle zum Auseinanderbersten gebracht worden, und die Rissstelle bei r zeigt wohl deutlich, dass hier keine Membran vorhanden, dass sogar der ganze ziemlich grosse Zellkörper (die Vergrösserung betrug über 650) aus einer festweichen Masse bestand.

Ob die Membran durch Resorption oder durch körnigen Zerfall schwindet, will ich nicht entscheiden; die Körnchen, die man oft an ihrer Stelle (Fig. 27) sieht, können nichts beweisen, denn solche liegen sehr oft auch der noch erhaltenen Hülle an.

In Rindfleisch's Handb. der path. Gewebelehre (Fig. 24 p. 49) — es ist das die einzige bisherige Schilderung, in welcher ich diese Verhältnisse gewürdigt finde — ist atrophisches Fettgewebe dargestellt mit noch fetthaltigen, körnigen, membranlosen Zellen, deren einige längliche und spindelförmige Formen zeigen. Wenn auch R.s Ansicht über die Rückbildung aus den kurzen Worten seines Textes nicht ersichtlich ist, so darf ich sie nach der Figur wohl als mit der meinigen übereinstimmend annehmen und freue mich, jene als Stütze für meine Darstellungen citiren zu können.

Ich muss aber noch weiter gehen und behaupten, dass es an manchen Orten, z. B. bei Amphibien, zur Bildung einer wirklichen Membran der Fettzelle gar nicht kommt. Untersucht man bei Fröschen, die sich im Anfange der Abmagerung befinden, das frische subcutane Fett der Rückengegend (vgl. o.) oder das der Winterschlagdrüse (Fettkörper, welcher morphotisch ja dem fetthaltigen Mesenterium der Säuger parallel steht): so wird man um die grösseren Fetttropfen nur einen Ring von homogenem Protoplasma finden (Fig. 29, 35), öfter mit zwei Kernen, ohne irgend eine besondere Hülle, und man wird constatiren, dass viele derjenigen Zellen, welche kleinere Fettkugeln beherbergen, dieselben unregelmässigen, verzogenen Formen zeigen wie die fixen Bindegewebszellen des Frosches, dass sie oft sich zu ausgesprochenen Platten ausdehnen (Fig. 29). Die Zellen des Fettkörpers lassen sich auch durch Maceration in frischem Jodserum sehr schön isoliren und man wird an solchen Präparaten über ihre spindelförmigen und zackigen Formen, sowie über ihre Membranlosigkeit schwerlich in Zweifel bleiben. — Viele der regressiven Zellen findet man übrigens hier, wie an andern Orten rundlich (Fig. 30 r), auch noch in Stadien, wo das Fett grösstentheils oder ganz geschwunden ist: es kann ja auch nicht behauptet werden, dass jede Fettzelle in die Lage kommt, wieder zur fixen Binde-

gewebszelle zu werden, um so mehr, da man für einzelne derselben eine Entstehung aus Wanderzellen — nach dem oben Erörterten — für glaublich halten muss.

Bei pathologischem Fettschwund — bis jetzt nur bei diesem — habe ich manche eigenthümliche Bilder beobachtet. Zwischen Fettzellen, welche in den gewöhnlichen Anfangsstadien der Atrophie begriffen waren, zeigten sich ganz einzeln eingestreute Zellen, welche durchaus von einer dunkelgelben, feinkörnigen Masse zusammengesetzt wurden. Nach ihrer Grösse, ihrer Gestalt und Lagerung zwischen den Capillarenmaschen entsprachen diese Zellen (Fig. 25 z) sonst ganz den übrigen Fettzellen; und es fanden sich — was diese Deutung wohl sicher macht — in vielen derselben, wie in der gezeichneten, noch median gelegene Fetttropfen. Der Kern war nach Carminfärbung deutlich. Bis jetzt fand ich dieselben bei Kaninchen, die an Distomen gelitten hatten, im Mesenterium und bei Ratten, an welchen für andere Zwecke eine Gallengangs-Unterbindung ausgeführt war, im subcutanen Bindegewebe. Bei denselben Thieren zeigten sich ferner in den stärker atrophischen Fettzellen (Fig. 25 a) die kleineren, unregelmässig vertheilten Fettkörner von eckiger Gestalt, von eigenthümlich mattem Glanz, und wollten sich in Osmiumsäure nicht färben, während die grösseren Tropfen sich hierin ganz wie anderes Fett verhielten. Es ist mir darum zweifelhaft geworden, ob man jene Körner hier als wahres Fett betrachten kann; und es kann diese Beobachtung vielleicht einen Fingerzeig dafür geben, dass die feinen Fettkörner in den atrophischen Zellen nicht einem einfachen »Zerfall« des alten Tropfens ihre Entstehung verdanken.

Besondere Aufmerksamkeit verdient bei dem heutigen Stand der Entzündungsfrage die Angabe von Czajewicz, dass entzündlich gereizte Fettzellen in sich eine Zellenbrut erzeugen können, welche »wie ein Epithel« um den Fetttropfen her liegt. — Bei der vielfachen Opposition, die ich diesem Beobachter zu machen gezwungen war, freut es mich doppelt, diese seine Angabe, wenigstens ihrem Hauptwerthe nach, bestätigen zu können. Nach Entzündung des subcutanen Fettes bei jungen Kaninchen, durch eingebrachte Hollundermarkstückchen oder (auf Cz.s Weise) durch Jodinjction, bekam ich — auch, wie Cz., besonders etwa zwei Tage nach der

Operation — vielfach Fettzellen mit mehreren Kernen oder mit eingeschnürtem Kern zu Gesicht (Fig. 36). Gewöhnlich waren es die Formen, in denen sich der Fetttropfen schon verkleinert hatte — derselbe schwindet, wie oben gesagt wurde, schon in Folge der Entzündung, und es ist deshalb nicht nöthig, ihn, wie Cz. es that, erst durch vorhergehendes Hungernlassen zu verkleinern. Ich fand jedoch auch viele volle Fettzellen mit zwei Kernen (vgl. die Fig. 36 v). Wirkliche Zellen oder gar epithelartig geordnete in den Fettzellen zu constatiren, wie Czajewicz, ist mir noch nicht gelungen; die Zellen mit drei und mehr Kernen waren immerhin selten, auch vollständige Abschnürungsformen habe ich noch nicht beobachtet; doch gehen meine Prüfungen nicht über den zweiten Tag nach der Operation hinaus. Die entschiedenen Kerntheilungsformen, die man beobachtet, und der Umstand, dass um die Kerne keine besondere, durch Carmin stärker sich färbende Substanz zu sehen ist, machen es zum Mindesten nicht sehr wahrscheinlich, dass wir es hier nur mit in die Fettzellen eingewanderten Eiterzellen zu thun haben.

Zugleich erwähne ich, dass man an solchen Objecten auch sichere Formen von fettlosen fixen Zellen mit Kerntheilung antrifft (Fig. 36 f).

Ich will versuchen, die gewonnenen Resultate zu deuten. Es konnte festgestellt werden, dass die Bildung normaler Fettzellen aus Zellen des Bindegewebes erfolgt, die von den Zellen anderer, nicht fettbildender Orte desselben Gewebes in keiner Weise verschieden sind. Ich darf ebenso behaupten, dass die Fettzelle nach dem Schwinden ihres Inhalts im Stande ist, sich zu einer fixen Bindegewebszelle mit all ihren Characteren, wie sie es früher war, zurückzubilden. Ich konnte weiter nachweisen, dass das Auftreten von Fettzellen stets abhängig ist von der unmittelbaren Nähe einer Blutbahn. Daraus ergibt sich durchaus die Identität von fixen Bindegewebs- und Fettzellen: jede der Ersteren, welche durch die Blutzufuhr die Bedingungen dazu erhält, kann Fettzelle werden: dies ist überhaupt der einzige Modus normaler Fettbildung. Ich muss darauf besonderes Gewicht legen, wenn auch die nahe Verwandtschaft beider Zellenarten, wie es die obigen Citate bezeugen, schon lange bekannt gewesen ist: denn Vieles in der bisherigen Literatur zeigt offenbar die Tendenz, die Fettzellen aus besonders

prädestinirten Elementen abzuleiten und demgemäss ein wirkliches »Fettgewebe« zu constatiren¹⁾. Nach einer älteren Angabe von Valentin²⁾ gibt es bereits in frühen Embryonalstadien Haufen von »noch leeren Fettzellen« an der Planta. Frey (p. 240) nennt die jungen Fettzellen ansehnliche, kugelige Zellen. Nach Kölliker³⁾ sind im Mesenterium junger Kätzchen die Fettläppchen in voller Grösse vorgebildet mit 0,01—0,02''' grossen schönen feinkörnigen Zellen, die in Zeit von 3—9 Tagen in wirkliche Fettzellen übergehen. Nach dem oben Erörterten kann ich mich dem nicht anschliessen. Wo ich bei jungen Thieren so angeordnete Zellenhaufen traf, waren es überall rückgängige Fettzellen. Die Grösse der von Kölliker beschriebenen Zellen entspricht ganz gut derjenigen der regressiven Zellen, welche ich — gerade auch vom Kätzchen — in Fig. 33 abbilde, und welche, wie das natürlich alles schon fertige und schwindende Fettgewebe thut, in deutlichen Läppchen angehäuft lagen. Sie entspricht aber nicht der weit geringern Grösse der progressiven Formen. Ich verweise auf das Seite 67 Ausgeführte und vermuthe wiederum, dass die Autoren völlig richtig gesehen haben, dass ihnen aber Fettatrophie und nicht Fettentwicklung vorgelegen hat.

Ebensowenig kann ich einer specifischen fötalen Fettgewebsentwicklung aus »Schleimgewebe« das Wort reden. Wenn man das gallertige — d. h. mucinhaltige, sehr flüssigkeits- und zellenreiche — Bindegewebe des Embryo Schleimgewebe nennen will, so lässt sich dagegen nichts einwenden; aber so verhält sich alles embryonale Bindegewebe und besonders charakterisirte Zellen für die Fettbildung gibt es darin nicht. Die Fettzellen entstehen in ihm, wie im erwachsenen Gewebe, an den Blutgefässen aus fixen, dort noch spindel- und sternförmigen Zellen; und wenn in den frühesten Stadien manche oder viele dieser Bildungszellen noch rund sind, so theilen sie diese Eigenschaft um die Zeit mit den meisten Embryonalzellen, welche diese Gestalt unzweifelhaft später noch ändern.

Bei jeder normalen Fettanlage sind es also, wie ich behaupten muss, fast ausschliesslich die fixen Zellen der Gefässadventitien — oder

1) Ich habe den Ausdruck Fettgewebe deshalb absichtlich ganz vermieden.

2) Handb. d. Entwickl. 1835, p. 271.

3) Handb. d. Gewebel. 1863, p. 125.

beim Embryo »solche die es werden wollen« — und die alten Fettzellen, in welchen sich Fett ansammelt; wenn ich auch keinen Grund gegen die Annahme finde, dass jene ausnahmsweiseren, runden Formen jüngster Fettzellen, die ich oben erwähnte, aus lymphoiden Elementen (Wanderzellen) hervorgegangen sind.

Es ergibt sich damit, dass die Beobachtungen der pathologischen Anatomie (Virchow, Rindfleisch, v. Wittich, Förster, die Angabe von Frey über Fettzellenbildung im übermästeten Muskelbindegewebe [l. c.]) in der That nicht bloss pathologische, nicht Ausnahmestände, sondern die allgemeine, physiologische Norm darstellen.

Wie kommt nun das Fett in die Zellen hinein? — Dass es denselben durch das Blut zugeführt wird, ist wohl zweifellos durch die locale Bedeutung, die die Blutgefässe für den Vorgang haben. Trotzdem nun, dass ich das reichliche Vorkommen feiner Fetttröpfchen an den Orten dieser Anlage und überhaupt bei fetten Thieren nachweisen konnte, dünkt mir die Annahme sehr unwahrscheinlich, dass hier das Fett in dieser Form bereits aus den Gefässen ausgeschieden und mechanisch von den Zellen aufgenommen wird. Denn erstens findet man die feinen Tröpfchen auch anderswo im Bindegewebe, findet dass die Zellen desselben überall einige solche Körnchen enthalten, an Orten, wo sie doch nie zu Fettzellen werden. Ferner müssten, im Fall einer solchen mechanischen Fettaufnahme, die Wanderzellen bei ihrem grossen Annexionsvermögen weit im Vortheil sein gegenüber dem trägen Protoplasma der fixen Zellen; statt dessen ist die Bildung von Fettzellen aus letzteren die Regel, aus ersteren die Ausnahme.

Die auffallende Menge fettloser¹⁾ Wanderzellen an den fettbildenden Heerden könnte auf die Vermuthung bringen, dass sie beim Transport des Fettes eine Rolle spielen. Ich glaube aber, ihre Anwesenheit weiter unten besser erklären zu können.

Wenn man ein plasmatisches Canalsystem von fixen Zellen, wenn man den Zusammenhang eines solchen mit der Gefässwand annehmen könnte, würde sich ein einfaches Verständniss dafür ergeben, dass eben fast nur in den fixen Zellen das Fett auftritt, und

1) Von jenen kleinen, allgemein verbreiteten Körnchen, welche nirgend, einen Uebergang zu wahrer Fettfüllung einleiten, sehe ich bei dieser Bezeichnung ab.

Bilder, namentlich wie die des embryonalen Gewebes (Fig. 17), würden sehr schlagend erscheinen, — es würde sich dann handeln um eine Fortbewegung und Umsetzung des Ernährungsstoffs innerhalb bestimmter Bahnen. Ich habe aber oben (p. 47, p. 38 ff.) schon ausgeführt, weswegen ich die Annahme eines plasmatischen Zellen- oder Röhrensystems hier nicht machen kann¹⁾, und dann: woher kommen dann die freien Fettkörnchen im Gewebsraum? Wie geräth das neue Fett in die Wände der alten Fettzellen? Denn man kann doch wohl unter keinen Umständen annehmen, dass diese Wände noch Theile eines plasmatischen Gangsystems sind.

Die einzige Erklärung, die ich für die vorliegenden Thatsachen finde und welche mir als Hypothese deshalb berechtigt erscheint, ist diese:

Das Fett — oder das fettliefernde Material — circulirt im Blut in Form einer gelösten Verbindung und transsudirt auch in dieser Form. Hat die Lösung das Gefäß verlassen, so wird sie zersetzt und Fett daraus niedergeschlagen. Daher die freien Fettkörnchen, daher auch der Umstand, dass dieselben auch weiterhin im Gewebe vorkommen, wo eine Fettzellenbildung nicht stattfindet. Wo ein Zellenleib von der frisch austretenden Lösung durchtränkt wird, schlägt sich auch in ihm, vielleicht gerade besonders energisch, Fett daraus nieder und wo dieser Process fortwährend anhält, da kommt es so zur Bildung der Fettzelle. In der Lage nun, in diesem Strom fortwährend gebadet zu werden und Fett aus ihm anzusammeln, sind zunächst die fixen Zellen der Gefassadventitia und die dort schon befindlichen Fettzellen; wenn aber eine Wanderzelle hier in der Adventitia gerade länger verweilt, so kann auch sie dem Process anheimfallen. Es erklärt sich durch diese Annahme ferner, warum es abwärts vom Gefäß nicht zu

1) Nach den Angaben Eimer's (Virch. Arch. Bd. 48: Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Resorption) geht die Fettresorption in der Darmzotte durch ein feinstes, von den Bindegewebszellen und ihren Ausläufern dargestelltes Canalsystem vor sich. Dies würde freilich zu den hier und oben entwickelten Ansichten keine Analogie geben. Uebrigens ist es ja bis jetzt noch ganz unermittelt, in welche Beziehung sich die sogenannte cytogene Bindesubstanz — welcher man ja das Gewebe der Darmzotte zurechnet — zu dem Ranvier'schen Schema des fibrillären Bindegewebes wird bringen lassen. — In der Submucosa des Darmes hat Eimer selbst beobachtet, dass dort die fettführenden Gänge oft Spalten von ansehnlicher Tiefe darzustellen scheinen (l. c. p. 38).

Fettzellenbildung kommt: die dorthin gelangte Lösung ist ja bereits ganz oder grösstentheils zersetzt, sie kann den Zellen dort wohl noch einzelne Körnchen liefern, wie wir sie ja auch in ihnen finden; aber sie kann nicht mehr Massendepots veranlassen, wie sie zur Bildung der Fettzelle erfordert werden.

Wenn das nun aber so ist, so bleibt ein weiteres Räthsel zu lösen. Aus meiner Darstellung ergibt sich, dass die Fettanlage immer und überall in kleinen localisirten Heerden erfolgt; dass es mit andern Worten immer nur einzelne kleine Strecken oder Verästelungsbezirke der Gefässe sind, welche zur Zeit Fett anlegen. Wo liegt da der Grund? Es wird doch wohl in den unmittelbar benachbarten, im selben Sehfeld noch von einander abzweigenden Gefässästen ein Blut von gleicher Mischung geflossen haben! Und doch sehen wir am einen Gefässast Fettanlage, am anderen nicht. Hat die Wand der einen Blutbahn etwas Anderes transsudiren lassen als die der andern? Weit annehmbarer erscheint es, dass der Unterschied nur ein quantitativer war. Und dann scheint mir ein ziemlich einfaches Verständniss des Vorganges ermöglicht, indem man als Ursache der vermehrten Transsudation eine locale Gefässerweiterung annimmt. Dass solche physiologischer Weise, auf Grund vasomotorischer Einflüsse, bald hier bald dort vorkommen, und auf kleinste Gefässbezirke beschränkt vorkommen kann, das zu bezweifeln haben wir keinen Grund nach den Arbeiten Ludwigs und seiner Schule (Lovén, Asp, Dogiel u. A.). Aus einem erweiterten Gefäss muss der Stromverlangsamung wegen mehr transsudiren als aus dem engeren. Wir könnten dann selbst annehmen, dass überall in den Adern des wohlgenährten Körpers ein Blut von annähernd gleichem Fettgehalt fliesst; aber nur an gewissen Gefässbezirken — vor Allem denen des fibrillären Bindegewebes vieler Orte — wären die günstigen Bedingungen für ausgiebige circumscripte Gefässerweiterung gegeben; und wiederum hier nur dort, wo die locale Erweiterung hinreichend lange besteht, käme es zur Fettanlage.

So sehr diese Hypothese noch der experimentellen Prüfung entbehrt, so erscheint sie mir doch als diejenige, welche die histiologischen Befunde am ungezwungensten deutet. Besonders kann für sie sprechen, dass sie noch ein anderes, sonst ziemlich räthselhaftes Factum erklärt: die relativ grosse Menge von Wanderzellen nämlich in der Nähe der fettbildenden Heerde, welche

ich als fast constantes Vorkommniss beschrieben habe. Deren Erscheinen würde dann bedingt sein lediglich durch die Gefässdilatation, eben wie es das bei der Entzündung ist: sie würden keine andere als eine beiläufige Bedeutung haben bei der Fettzellenbildung selbst, für welche es ja histiologisch nicht gelingen wollte, ihnen einen specifischen Einfluss zu sichern.

Ueber die Physiologie des Fettschwundes wage ich noch keine tiefer greifenden Schlüsse. Als Resultate des darüber Ermittelten will ich zusammenfassen, dass in der atrophischen Fettzelle immer ausser Kern, Hülle und Fett ein Rest Protoplasma vorhanden ist, welcher also entweder auch in der vollen Zelle, in ausgespanntem Zustand anwesend war, oder sich aus der »Membran« selbst zurückentwickelt; ferner dass die atrophische Fettzelle ihre Hülle verliert oder verlieren kann, dass sie unter Schwinden oder Zurückbildung dieser Hülle sich wieder zu einer fixen Gewebszelle zu gestalten vermag, und dass sie unter entzündlichen Einflüssen einer Kernwucherung — nach Czajewicz selbst einer Tochterzellenbildung — fähig zu sein scheint. Endlich scheint Manches dafür zu sprechen, dass die Tröpfchen, welche sich neben dem alten Fetttropfen in der atrophischen Fettzelle finden, nicht einem »Zerfall« des alten Fetttropfens entspringen, sondern dass sie erst wieder aus einer löslichen, unter Auflösung des alten Tropfens gebildeten Fettverbindung innerhalb der Zellensubstanz niedergeschlagen sind.

Amsterdam, den 18. Juni 1870.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. VI, VII, VIII.

(Die Hartnack'schen Systeme und Oculare, mit denen gezeichnet wurde, sind bei den Figuren notirt.)

Tafel VI.

(Fixe Bindegewebszellen.)

1. Rattenembryo von ca. $\frac{5}{4}$ “, runde und fixe Zellen aus dem subcutanen Bindegewebe des Rückens; eine im Beginn der Abplattung. (p.)
Subcutane Injection von Silberleim, Schnitt, Pikrocarmin-tinction¹⁾.
 - a. eine Zelle ebendaher aus etwas früherem Stadium, Jodserum.
2. 12zöll. Schafembryo, Zellen des Inguinalbindegewebes; anastomosierend und im Beginn der Abplattung. S. L. P. C.
3. 15zöll. Schafembryo, Zellen ebendaher, Fortschritte der Abplattung und Anastomosen. S. L. P. C.
4. Neugeborenes Kaninchen, Zellen ebendaher. S. L. P. C.
5. a. Junges Kaninchen, Zellen des subcutanen Bindegewebes frisch in Jodserum, an Fibrillen hängend, w. Wanderzelle.
b. Drei fixe Zellen vom Rande desselben Präparats, verdünnte Essigsäure.
6. Aelteres Kaninchen, subcutanes Bindegewebe, fixe Zelle zwischen den Fasern hängend.
Künstliches Oedem mit Jodseruminjection.
7. Altes Meerschwein, Inguinalbindegewebe, fixe Zellen und Zwischensubstanz (z).
Zerflossenes Silberleim-Pikrocarminpräparat.
 - a. Intermusculäres Bindegewebe des Froschschenkels in frischem Jodserum. z. Zwischensubstanz mit Körnchen, g grobkörnige walzige Zelle, die übrigen platte fixe Zellen.
 - b. Fixe Zellen an Fasern und Zwischensubstanz vom selben Ort, S. L. P. C.
9. Junger fetter Hund, Inguinalbindegewebe frisch ausgeschnitten in Jodserum. Zwei fixe Zellen, nur durch Kerne und die Körnchen markirt.

Tafel VII.

(Fettzellen-Entwicklung.)

(In den Figuren 12, 13 und 16 sind manche der vollen Fettzellen, um die Bilder nicht zu gross zu machen, etwas verkleinert; alles Uebrige entspricht der angegebenen Vergrösserung.)

10. Etwa 1 $\frac{1}{2}$ jähriges Meerschwein, stark gemästet, Omentum. Ar-

1) Die Methode ist im Folgenden mit S. L. P. C. bezeichnet.

terie und Vene mit Fettanlagen; drei der Zellenhaufen (vgl. Text) an den Adventitien, in zweien Fettzellen. Schlingenförmige Gefässprossung. S. L. P. C.

(Die Kerne und Silberlinien des Endothels der Netzplatte sind nicht mit gezeichnet.)

11. Junger, stark gemästeter Hund, Inguinalbindegewebe nach A-Zusatz.

12. Ebendaher, frisch, geh. Objectisch ca. 38° C., Serum. Die Fibrillen sind weggelassen. Fettzellenentwicklung. w. Wanderzellen, welche noch krochen; die übrigen änderten die Form nicht. h. Halbmonde von Fetttröpfchen an den alten Fettzellen.

13. a. Junge Plötze, um Ende April frisch gefangen, Bauchfellüberzug der Schwimmblase. Fettzellenentwicklung. w. stark kriechende Wanderzellen. c. Wanderzelle, welche zwei Fettkörnchen enthielt und im Kriechen wieder abgab (vgl. Text p. 57). Jodserum.

b. Dasselbe Object mit Pikrocarmin gefärbt, junge Fettzellen und eine Wanderzelle.

14. Gemästetes grosses Meerschwein, Inguinalbindegewebe. Fettanlage. Ein kleines, junges Fettläppchen ist durch die Injection ganz dissociirt, man sieht in der Mitte viele junge Formen. w. Wanderzellen, f. fixe Zellen. α—h knollige, maulbeerförmige und Theilungsformen aus demselben Object. S. L. P. C.

15. Neugeborenes Kaninchen. Fettanlage. Schwinden der Platten an den jungen Fettzellen. Anastomosen. Kernvermehrung. S. L. P. C.

16. Gemästeter junger Hund. Fettanlage. Ebenso. S. L. P. C.

17. 12zöll. Schafembryo, Fettanlage. Starke Capillarensprossung. k. freier Kern. S. L. P. C.

18. Knochenmark, junges fettes Kaninchen. Jodserum. f. zwei der runden, körnigen Zellen nach Behandlung mit Alcoh. absol., nachdem das Fett in den grossen Fettzellen schon gelöst war.'

19. Einzelne Formen junger Fettzellen, gemästetes Meerschwein. w. anscheinend ganz freie, runde Form. f. fixe Zellen ferner vom Gefäss, mit kleinen Körnchen.

20. α. Schafembryo 14", Mesenterium, junge Fettzellen (vgl. Text p. 64). Osmium.

β. Neugeborenes Kaninchen, Mesenterium, Fettbildung in fixen Zellen. S. P. C.

γ. Endothelien desselben, fettlos.

δ. Zellen ebendaher, Kali bichrom., isolirt.

21. Isolirte Zellen, subcutanes Bindegewebe eines 5zöll. Kalbsembryo Osmium. Vgl. pag. 66 oben.

22. Ganz isolirte junge Fettzelle, schwimmend, gemästetes Meerschwein (Fig. 14). S. L. P. C. zerflossen.

Tafel VIII.

(Fettzellen, Schwund.)

23. Plötze, vier Tage im Glas hungernd gehalten, Bauchfell von der Schwimmblase. Jodserum. w. w. Wanderzellen. Vgl. p. 68 oben.

24. 14tägiges Kaninchen; nach nur zweitägigem Hungern membranlose Fettzellen (in Rückbildung zu fixen Zellen).

25. Altes Kaninchen, an Distomen leidend, atrophische Fettzellen (vgl. Text p. 71).

26. Säugendes Kätzchen, 24 Stunden von der Mutter getrennt mehrmals reichlich mit Milch gefüttert. Trotzdem (wie die grossen Fettzellen zweifellos liessen) exquisiter Schwund. Omentum. Jodserum.

27. Alte Ratte, nach Gallengang-Unterbindung gestorben. Venöses Gefäss mit atrophischem Fett. Inguinalgegend. Untergang der Membranen. S. L. P. C.

28. Ebendaher, Arterie mit atrophischen Fettzellen.

29. Winterfrosch, Rückenfell. Jodserum.

30. Winterfrosch, Fettkörper. Jodserum. Isolirt.

31. Marantischer kranker Hund, atrophische Fettzellen, a. frisch. b. S. L. P. C.

32. Fast verhungertes Kaninchen, atrophische Fettzellen. Bei r der membranlose Zellenleib eingerissen.

33. Säugendes Kätzchen (s. Fig. 26), Inguinalfettzellen.

34. Plötze, zweikernige Fettzelle, Bauchfell.

35. Winterfrosch, ebenso, Fettkörper.

36. Künstlich entzündetes Fett (säugendes Kaninchen), Kernvermehrung. (Vgl. p. 71 unten ff.) Entzündung durch eingebrachte Hollundermarkstückchen, Untersuchung nach 2 Tagen.