

## Beiträge zur Physiologie der Verdauung,

von

**Dr. Otto Funke.**

---

Hierzu Tafel XII.

---

### I. Die Resorptionswege des Fettes.

Der alte Streit über den Uebergang des Fettes aus der Darinhöhle in die Chylusgefäße, das Verhalten und besonders die ersten Anfänge der letzteren in den Zotten und der übrigen Darmschleimhaut ist neuerdings namentlich durch *Bruch*, *Brücke* und *Donders* wiederum ins Leben gerufen, leider aber nicht auf entscheidende Weise geschlichtet, sondern im Gegentheil durch neue, zum Theil sehr abweichende Ansichten verwickelter als je geworden. Während es sich früher nur darum handelte, ob in den Zotten ausser dem centralen Chylusgefäß präformirte Bahnen und wahre membranwandige Gefäße für das die Epithelschicht des Darms durchdringende Fett (oder Chylus) vorhanden sind, oder ob letzteres das Parenchym der Zotten an beliebigen Stellen durchbricht, um in den allgemein angenommenen centralen Zottenkanal zu gelangen, hat jetzt *Bruch* die Blutgefäße als Fettstrassen in den Streit hineingezogen, und *Brücke* jedwedes Chylusgefäß in den oberflächlichen Schleimhautschichten geläugnet, ausserdem aber die merkwürdige Behauptung aufgestellt, dass die Epithelialcylinder der Darmwand oben und unten offene Trichter seien und somit offene Eingänge für das Fett in das Schleimhautparenchym darbieten.

Nachdem bereits früher zahlreiche Beobachtungen, welche ich auf hiesiger Anatomie an menschlichen Leichen mit prächtig erfüllten Chylusgefäßen zu machen Gelegenheit hatte, mich in den Stand gesetzt hatten, mir ein Urtheil über die fraglichen Punkte zu bilden, glaube ich neuerdings durch die Untersuchung zweier äusserst interessanter Fälle frischer, normaler, in der Fettresorption begriffener menschlicher Darmschleimhäute, so wie durch einige Versuche an Thieren objective Beweise

für die im Folgenden kurz zu erörternde Ansicht erlangt zu haben. Da es sich bei der ganzen Frage lediglich um die Interpretation gewisser mikroskopischer Bilder handelt, und meines Erachtens nicht ein einziges derselben, sondern nur die vergleichende Analyse der mannigfachen Gestaltungen dieser Bilder zu einem sichern Urtheil führen kann, habe ich mich bemüht, so naturgetreu als irgend möglich, und so viel als irgend möglich die mir zur Beobachtung gekommenen Bilder zu zeichnen, und füge diesem Aufsatz eine Auswahl solcher, welche mir besonders lehrreich dünken, bei. Da ich ohne jede Idealisierung gezeichnet habe, und mit gutem Gewissen auch für die vorliegenden Zeichnungen die von *Bruch* und *Lehmann* auf die bezügliche Abbildung in meinem Atlas der physiologischen Chemie (Taf. VIII, Fig. 1 u. 2) angewendete schmeichelhafte Bezeichnung «wahrer Portraits» beanspruchen darf, setze ich Jeden in den Stand, meine Deutung dieser Bilder zu controliren.

Zunächst muss ich eine terminologische Erörterung voraus schicken. Wir treffen das resorbierte Fett auf seinen fraglichen Wegen in der Darmschleimhaut in Form runder Tröpfchen von etwas verschiedenem Aussehen. Ihre Grösse ist ausserordentlich verschieden, wie die Reihe der Abbildungen lehrt; während die grösseren die bekannten optischen Eigenschaften, den Glanz und die breiten dunklen Contouren jedes freien Fetttröpfchens zeigen, erscheinen die kleinen häufig viel undurchsichtiger, glanzloser, zuweilen ganz schwarz, oder in verschiedenen Nuancen gelb, braun oder grünlich gefärbt. Man findet diese Gebilde in der Regel mit dem Namen Chyluskügelchen, Chyluströpfchen oder Chyluskörnchen bezeichuet; will man diese Bezeichnungen von dem Ort, an welchem sich die Körperchen befinden, entlehnt wissen, so lässt sich dagegen nichts einwenden, will man aber damit eine spezifische Natur derselben, eine wesentliche Verschiedenheit von den Tröpfchen des in der freien Darmhöhle emulsirten Fettes andeuten, so hat man hierzu meines Erachtens noch kein Recht. Es lässt sich kein charakteristischer Unterschied dieser im Schleimhautparenchym befindlichen Tröpfchen von den Fetttröpfchen des Speisebreies mit Sicherheit nachweisen, es ist daher auch ein vergebliches, einem Vorurtheil entsprungenes Bemühen, solche «Chyluskügelchen» als spezifische Elemente im Speisebrei aufzusuchen. Möglich und sogar nicht unwahrscheinlich ist es, dass die Fetttröpfchen innerhalb der Schleimhaut, vielleicht schon in den Epithelzellen eine Eiweisschülle erhalten, aber erwiesen ist dies bis jetzt noch nicht; sicher kann sich aber eine solche ebenso gut in der Darmhöhle um die Fetttröpfchen bilden. Untersucht man die Darmschleimhaut von Thieren, welche vorher mit Fett gefüttert waren, unmittelbar nach dem Tode, so sehen diese sogenannten Chyluskügelchen genau so farblos und glänzend aus als die im Darmrohr rückständigen Fetttropfen; ebenso verhielten sich dieselben in der

Schleimhaut eines Hingerichteten, welche ich etwa zwei Stunden nach der Enthauptung untersuchte (Fig. 5). Dass sich dieselben durch Druck innerhalb der Schleimhaut nicht zum Zusammenfliessen bringen lassen, ist noch kein entscheidender Beweis für das Vorhandensein einer Hülle. Dagegen spricht für die Gegenwart von Hüllen, dass die Kügelchen im centralen Zottenkanal, obwohl sie dort so dichtgedrängt liegen, dass man keine Zwischenflüssigkeit wahrnimmt, nicht zusammenfliessen, sondern isolirt bleiben als kleine ziemlich gleich grosse Elemente. Die bräunliche oder schwärzliche Färbung findet man immer nur in älteren, bereits in Verwesung begriffenen Leichen; dann zeigen aber nicht nur die «Chyluskügelchen», sondern auch die Fetttropfen im Speisebrei diese Färbung, welche offenbar von zersetzter Galle herrührt, ohne dass ich entscheiden mag, wie diese Galle die Tropfen imprägnirt, ob sie chemisch oder mechanisch auf ihrer Oberfläche sich niederschlägt. Mein verehrter Lehrer, *E. H. Weber*, zeigte mir vor einiger Zeit innerhalb des Darmrohrs befindliche, auf der Schleimhaut liegende kleine gelbliche Klümpchen; unter dem Mikroskop bestanden dieselben aus kleinen, schwärzlichen «Chyluskügelchen», welche sämtlich morgensternartig mit feinen durchsichtigen Spitzchen besetzt waren (Fig. 1). Da die feinen nadelartigen Spitzchen in Massen auch frei sich fanden, so erschienen mir jene Chyluskügelchen als Fetttropfchen aus dem Speisebrei oder aus den völlig zerfallenen Epithelialzellen, auf welchen sich zahlreiche Pilzbildungen aus dem verwesenen Darminhalt niedergeschlagen hatten. Sie sehen den bekannten Kügelchen des harnsauren Ammoniaks täuschend ähnlich; dass sie daraus bestehen könnten, ist mir natürlich nicht in den Sinn gekommen. Bei diesem Stand der Dinge ziehe ich es vor, im Folgenden immer die Elemente des resorbirten Fettes als Fetttropfchen zu bezeichnen, und die nicht völlig gerechtfertigten, leicht aber zu Verwechslungen führenden Namen: «Chyluskügelchen oder Körnchen» nicht zu gebrauchen.

Indem wir nun den Weg des Fettes durch das Schleimhautparenchym Schritt für Schritt näher untersuchen, halten wir uns zunächst an die Zotten, welche offenbar die Hauptresorptionsapparate für dasselbe sind. Das erste Gebilde, welches von dem Fett betreten und durchwandert werden muss, sind die Epithelialcylinder, welche die Zotten so dicht gedrängt überziehen, dass an ein Eindringen der Fetttropfchen zwischen ihnen nicht zu denken ist. Das Fett muss durch die Zellenhöhlen hindurch; wir können uns davon jeden Augenblick unter dem Mikroskop überzeugen. Füttert man Thiere mit Fett und tödtet sie einige Stunden darauf, so findet man an der Stelle, bis zu welcher das Fett vorgedrungen ist, die ganze Zellenlage der Schleimhaut auf das Prächtigste mit Fett erfüllt. Jede einzelne Zelle enthält bald mehr, bald weniger, grössere oder kleinere, glänzende, farblose

Fetttröpfchen um den Kern oder denselben auch bedeckend. Die Zellen erscheinen zum Theil beträchtlich erweitert, aufgequollen; so fand ich namentlich bei Kaninchen constant neben den cylinderförmigen Zellen eine grosse Anzahl rundlicher oder ovaler fetthaltiger Zellen, von denen ich nicht entscheiden mag, ob es aufgeblähte Epithelialcylinder oder jene von *E. H. Weber* angenommenen runden Zellen sind, welche unter dem Epithel liegend die matrix, das rote *Malpighi* desselben darstellen, Fig. 2 (Atl. d. phys. Chem., Taf. VIII, Fig. 3). Letzteres ist mir indessen bei weitem wahrscheinlicher. In menschlichen Leichen, und zwar besonders in den auf Anatomien zur Untersuchung kommenden Selbstmördern, bei denen man am häufigsten den Fettresorptionsprocess zu Gesicht bekommt, ist in der Regel das Epithel bereits durch Fäulniss zerstört; in Spitalleichen aber, welche frisch zur Section kommen, findet man sehr selten Fett in der Resorption begriffen. Dagegen habe ich neulich bei dem bereits erwähnten Enthaupteten die Fetterfüllung des Darmepithels auf das Vollkommenste beobachtet (Fig. 3). Es hatte sich derselbe am Abend vor der Hinrichtung und noch in den letzten Stunden vor derselben in fettreicher Kost so gütlich gethan, dass der ganze Dünndarm mit einem weissen fettreichen Brei erfüllt, die ganze Schleimhaut desselben mit Fett imprägnirt war. Die durch Druck und Schaben von der Schleimhaut losgelösten isolirten oder in Reihen zusammenhängenden Epithelialcylinder enthielten sämmtlich Fetttröpfchen, und zwar merkwürdigerweise befanden sich letztere fast constant im hintern zugespitzten Ende der Zelle hinter dem Kern; es erschienen diese hinteren Enden oft von einigen hintereinander liegenden Fetttröpfchen rosenkranzartig aufgetrieben, ihre Contouren letzteren so eng anliegend, dass sie nur zwischen diesen wahrnehmbar waren. Wenn diese Thatsachen den wohl von Niemand mehr bestrittenen Durchgang des Fettes durch die Zellenhöhlen des Epithels lehren, so muss ich mich entschieden gegen *Brücke's* Hypothese aussprechen, dass diese Höhlen vorn und hinten offen seien, jede Zelle einen cylindrischen, mit dem zähen kernhaltigen Zelleninhalt gefüllten Trichter darstelle, in dessen obere offene Mündung die Fetttröpfchen frei eintreten, um durch die hintere Spitzenöffnung wieder auszutreten. *Brücke* irrt sich meines Erachtens ebenso sehr in der histologischen Thatsache, als in der Meinung, dass eine offene trichterförmige Zelle geeigneter sei, das Fett durch sich hindurchzuführen, als eine rings geschlossene. Wenn eine offene kernhaltige Zelle schon von vorn herein alle Analogie und viele gute Gründe gegen sich hat, wenn deren Existenz besonders auf der Darmoberfläche, wo sie fast continüirlich mechanischen Gewalten, welche den Inhalt mit dem Kern zu der breiten vordern Mündung herauspressen würden, ausgesetzt wären, höchst unwahrscheinlich ist, so fehlt jeder evidente

Beweis für die Existenz jener Mündungen. Das Vorquellen eines hyalinen Saums an der breiten Basis der Cylinder bei Wasserzusatz, welches man bisher als blasenartige Hervortreibung des Zellendeckels durch das endosmotisch eingedrungene Wasser sich ebenso erklärte, wie die Hervortreibung der centralen Depression der Blutzelle durch Wasserimbibition, betrachtet *Brücke* als freies Hervorquellen des zähflüssigen Zelleninhaltes aus dem offenen Zellenmund. Wenn wir indessen uns überzeugen, dass der vorgequollene Saum sich auf Zusatz concentrirter Salzlösung zu dem Object verkleinert und zurückzieht, wenn wir sehen, dass gefärbte äussere Flüssigkeiten nicht ohne Weiteres den Zelleninhalt tingiren, wenn wir feinvertheilte Körper, deren Partikelchen kleiner sind als die in die Zelle eindringenden Fetttropfen, vom Darmrohr aus nicht in die Zellen eintreten sehen, wenn wir endlich sehen, dass der Zelleninhalt mit dem Kern oder auch mit den die ganze Zelle dicht erfüllenden und ausdehnenden Fetttropfen durch Druck auf keine Weise aus der vermeintlichen Oeffnung sich herauspressen lässt, was doch bei der conischen Gestalt der Cylinder sehr leicht geschehen müsste, so haben wir der guten Gründe genug für die Existenz einer Deckelmembran, aber keinen für deren Fehlen. Ebenso wenig oder noch weniger lässt sich ein Beweis für das Vorhandensein einer Oeffnung an der hintern Zellschleife aufbringen. *Donders* will die Kerne zuweilen aus den vorderen Enden solcher Epithelialzellen heraustreten gesehen haben, und vermuthet, dass dieser Vorgang normal sei, die ausgetretenen Kerne, welche durch neue von der Zellschleife nachrückende ersetzt werden, zu Schleimkörperchen werden! Mir ist es trotz aller Mühe nie gelungen, einen solchen Kern spontan oder durch irgend welche Behandlung seine Zelle verlassen zu sehen, glaube aber, dass dieses Austreten, da ich an der Richtigkeit der Beobachtungen von *Donders* wie von *Brücke*, welcher letztere den ganzen vorgequollenen Inhalt mit dem Kern sich ablösen sah, nicht zweifle, erst nach der Zerreißung des übermässig ausgedehnten Zellendeckels stattfindet. Dieser Deckel platzt wahrscheinlich ebenso, wie die Hüllen der Blutkörperchen nach beträchtlicher Wasserimbibition. Selbst wenn aber *Brücke's* Ansicht sich bestätigen sollte, so sehe ich nicht ein, welche Erleichterung offene conische Zellen den geschlossenen gegenüber für die Fettresorption bieten könnten. Während das endosmotische Eindringen des Fettes durch die Zellmembran mit Hilfe der Galle durch die *Schmidt-Wistinghausen'sche* wohlgestützte Hypothese ohne Zwang erklärlich wird, stossen wir bei der Annahme offener Zellen und eines rein mechanischen Durchganges des Fettes auf dieselben Schwierigkeiten, welche jene Hypothese für die geschlossenen Zellen beseitigt, und auf noch andere dazu. Was treibt das Fett in die Zellen? Was vermischt dasselbe mit dem wässerigen Zellen-

inhalt? Welche Gewalt presst das Fett durch die engen Spitzenöffnungen der Zellen in das Parenchym der Schleimhaut, während das offenbar geringere Kraft beanspruchende Auspressen des Zelleninhaltes durch die vordere weite Oeffnung nicht stattfindet? Kurz die Existenz offener Epithelialzellen zum Behuf der Ueberführung des Fettes in die Schleimhaut wäre unsers Erachtens ein ebenso unzweckmässiges Mittel, als die offenen *Lieberkühn'schen* Ampullen der Chylusgefässe, ist aber auch ebenso wenig erwiesen, als die Existenz der letzteren, wie bereits *Bruch* und *Kölliker* erklärt haben.

Nachdem das Fett die Cylinderepithelialzellen passirt hat, gelangt es nach *E. H. Weber* zunächst in die darunter befindlichen runden Zellen, deren Gegenwart von fast allen Histologen in Abrede gestellt wird. Ich will mich auf diese Streitfrage nicht weitläufig einlassen, da ich den *Weber'schen* Beweisen für die Existenz jener Zellen keine neuen hinzufügen kann. Nur soviel, dass dieselben im leeren Zustand weder in ihrem Zusammenhang mit der Schleimhaut noch weniger isolirt bis jetzt direct beobachtet sind. *Weber* stützt sich lediglich auf gewisse mikroskopische Bilder, welche die Darm Schleimhaut während der Fettesorption zuweilen darbietet. Vor Allem sind es die von ihm beobachteten «Doppelblasen» oder «paarigen Zellen» (*Funke*, Atlas, Taf. VIII, Fig. 2), welche er als je zwei derartige Zellen, von denen die eine mit einem «öligem Fett», die andere mit einer «krümligen Masse» erfüllt ist, betrachtet. So oft ich bei meinem verehrten Lehrer Präparate mit diesen Doppelblasen zu sehen Gelegenheit gehabt habe, hat mir die dunkle Blase mit krümllichem Inhalt den Eindruck einer Zelle mit scharfen runden Contouren, nicht aber eines frei im Parenchym liegenden Haufens von Molecularmasse gemacht, während die ölige durchsichtige Blase ebenso wenig einen optischen Beweis für die Gegenwart einer umhüllenden Zellenmembran darbietet, als ein Milchkügelehen, oder irgend ein anderer grösserer oder kleinerer auf der Wanderung durch das Schleimhautparenchym begriffener Fetttropfen. *Donders*, der Einzige, welcher diese Gebilde gesehen zu haben scheint, erklärt sie bestimmt für freie Ablagerungen, für eine Scheidung des in die Zottenspitze aufgenommenen Fettes in einen festen, theilweise krystallinischen Theil (die körnige Masse) und einen flüssigen, öligen in Folge der Abkühlung der Leiche; Erwärmung soll beide Massen wieder zum Zusammenfliessen bringen. Mögen nun diese Massen in Zellen eingeschlossen sein oder frei im Parenchym liegen, sie haben jedenfalls keine physiologische Bedeutung, sind Leichenerscheinungen, zu deren Erzeugung aber wohl mehr als blosser Abkühlung gehört, sonst müsste man eine solche Scheidung weit häufiger antreffen. *Weber* betrachtet ferner das Vorkommen grosser «Chyluskugeln» in den Zotten, welche nach der Abstossung des Epithels häufig über die Contour der

Zotte hervorragen, sich aber nicht davon entfernen lassen, als Beweis für seine Subepithelzellen. Fig. 4 ist die Copie eines derartigen Objectes; die Zotten waren in diesem Fall nicht, wie gewöhnlich, mit kleinen Fetttröpfchen erfüllt, sondern mit dicken grossen schwärzlichen Kugeln. Ein Beweis aber, dass dieselben in Zellen und nicht frei im Parenchym liegen, lässt sich nicht beibringen, das Vorragen über die Oberfläche der Zotte dünkt uns hierzu nicht ausreichend; der vorragende Theil kann ebenso gut von einer dünnen Parenchymschicht, welche seine Entfernung verhindert, überzogen sein, als von einer Zellenmembran. Jedenfalls sind diese grossen Tropfen erst lange nach dem Tode durch Zusammenfliessen von kleineren entstanden; an frischen Leichen oder Thieren trifft man nie so grosse schwarze Kugeln.

Ich wende mich nun zu dem hauptsächlich streitigen Punkt, den Wegen des Fettes durch das Zottenparenchym bis zu den Lymphgefässen; der kurze Abriss meiner Ansicht hierüber, den ich in meinem Atlas als Erläuterung der die «Chyluscapillaren» darstellenden Figur gegeben habe, ist zum Theil missverstanden und mir die Annahme wirklicher Capillargefässe mit Gefässwänden untergelegt worden (auch von *Zenker* im folgenden Aufsatz). Im Allgemeinen stimmt meine Ansicht, wie auch aus jener Erklärung hervorgeht, mit der von *Brücke*, *Donders*, *Henle* und *Kölliker* überein, insofern ich behaupte, dass die Fetttröpfchen frei durch das Parenchym wandern, dass im Zottenparenchym keine präformirten Chylusbahnen ausser dem centralen Kanal vorhanden sind; allein ich bin weit entfernt zu glauben, und glaube durch gute Gründe widerlegen zu können, dass jene netzförmig verzweigten Figuren, welche zuerst *E. H. Weber* beschrieb, und welche sich so häufig und deutlich in Leichen finden, dass es ein Wunder ist, wie selten sie anderen Beobachtern vorgekommen sind, der Ausdruck mit Fett erfüllter Blutgefässe sind, wie *Bruch* meint. Die Entstehung dieser verzweigten Fettstrassen lässt sich einfach und natürlich auf folgende Weise deuten.

Es gibt in jeder Zotte einen präformirten Weg für den Chylus, das ist der centrale einfache Kanal, welcher unterhalb der Spitze blind endigt, und an der Basis der Zotte in ein Chylusgefässstämchen einmündet. Dieser Kanal bildet sich nicht nur in der gefüllten Zotte, während der Resorption und durch die resorbirten Massen, sondern lässt sich auch in der leeren Zotte als von parallelen Contouren begrenzter lichter Streifen erkennen. Ob dieser Kanal ein Chylusgefäss mit besonderer von dem Parenchym geschiedener Wandungsmembran, oder nur eine kanalförmige Lücke im Parenchym ist, lässt sich aus seinem Anblick nicht entscheiden; es ist ebenso unerlaubt, eine Grenzmembran dem Kanal bestimmt abzusprechen, weil man sie nicht direct nach-

weisen kann (*Brücke, Bruch*), als sie mit Bestimmtheit anzunehmen, ohne sie nachweisen zu können. Mir ist das Vorhandensein derselben in hohem Grade wahrscheinlich, weil ich mir das constante Offenbleiben, die gleichbleibende Weite des Kanals in einem so weichen Parenchym, wie die Grundmasse der Zotte nach der sogleich zu beschreibenden Thatsache sein muss, ohne besondere Wandung nicht füglich vorstellen kann, weil ferner dieser Kanal dicht unter den Zotten continuirlich in gröbere Gefässchen übergeht, an denen eine meist doppelt contourirte Membran deutlich wahrzunehmen ist. Es ist übrigens vorläufig für den zu erörternden Vorgang ziemlich gleichgültig, ob eine spezifische Gefässwand vorhanden ist, oder nur eine Parenchym-schicht den Kanal begrenzt; wir haben uns zunächst nur daran zu halten, dass letzterer ein immer vorhandener, offener Weg zur Aufnahme und Weiterbeförderung der von der Zottenperipherie aus herbeigeführten Fettmoleküle ist. Alle diese Fettmoleküle, die grösseren und feineren Tröpfchen des Fettes, welche aus den hinteren Enden der Epithelzellen (oder aus den darunter liegenden runden Zellen) das Parenchym betreten, streben dem mittleren Kanal zu, gehen radiär von allen Seiten her in denselben über. Was sie centripetal treibt, welche Kraft sie mit Ueberwindung der sogleich zu erörternden mechanischen Hindernisse in diesen Kanal überführt, ist uns unbekannt, welches aber ihre Wege von den peripherischen Zellen zu dem Achsengefäss sind, darüber scheint mir der Vergleich der mannigfachen Bilder fetterfüllter Zotten keinen Zweifel übrig zu lassen. Wir finden folgende verschiedene Modificationen der Fetterfüllung und alle denkbaren Uebergangsstufen:

1. Entweder ist die ganze Zotte in allen Theilen und allen Schichten so erfüllt mit Fetttropfen, dass sie vollkommen undurchsichtig wird, im durchgehenden Licht daher als schwarze Masse von der Form der Zotte erscheint, im auffallenden einen weissen Klumpen darstellt, ohne irgend eine Zeichnung erkennen zu lassen. Fig. 6 *d, f* zeigt derartige Zotten aus einem menschlichen Leichnam; da hier alle Epithelien zerstört sind, kann kein Zweifel obwalten, dass die schwarzen Massen im Zottenparenchym selbst eingebettet sind, dass sie aus einzelnen kleinen, runden, schwarzen Fett-(Chylus-)Kügelchen bestehen, lehrt die Figur ohne Weiteres. *c* und *e* sind Zotten, in welchen nur die Spitzen so vollkommen mit Fett imprägnirt sind. Aus den schwarzen Massen treten an der Basis oder schon innerhalb der Zotte die mit gleichen schwarzen, körnigen Massen erfüllten Achsenkanälchen hervor und begeben sich in die ebenfalls erfüllten Schleimhautstämchen.

Oder 2. das Fett ist weniger dicht im ganzen Parenchym eingelagert, sondern in zerstreuten Tröpfchen von allen Grössen, von

denen jedes für sich im Parenchym hervortritt, von denen man sich aber leicht überzeugen kann, dass sie in allen Schichten der Zotte, nicht etwa bloß auf der Oberfläche derselben liegen. Fig. 5 stellt zwei Zotten aus dem Darm jenes Entbaupetenen, zwei Stunden nach dem Tode untersucht, dar. Dieselben erscheinen wie mit Milch gefüllt. Die einzelnen Fetttropfen haben die verschiedensten, zum Theil sehr ansehnliche Grössen, welche ohne Weiteres zeigen, dass sie jenseits der Epithelzellen, welche nur kleine Tröpfchen enthalten (Fig. 3), aus mehreren der letzteren zusammengeflossen sind. Die Fetttropfen sind glänzend und durchsichtig, wie die freien Fetttropfen des Speisebreies, ein Verhalten, welches man regelmässig an frischen Leichen und besonders bei Thieren nach Fettfütterung antrifft. Die Abbildung lehrt ferner durch die verschiedene Schärfe der Contouren der einzelnen Tropfen, dass diese sich in allen Schichten der Zotten zerstreut finden. Wurde durch Druck, Schaben und Abspülen das Epithel vollständig entfernt, so blieb der Anblick der Zotten ganz derselbe, nur dass die grossen Tropfen zum Theil dem Rande näher erschienen. Die Achsenkanäle waren in keiner einzigen Zotte in vielen von mir untersuchten Präparaten besonders erfüllt, als parallelrandige Strassen dichtgedrängter Fetttropfen hervortretend; nur schwierig liessen sich hier und da nach Behandlung der Präparate mit Essigsäure ihre Contouren zwischen den Fetttropfen erkennen. Auch in den tieferen Schichten der Schleimhaut waren in diesem Falle die Chylusgefässe nicht als so schöne dichte Netze erfüllt, wie in anderen unten zu beschreibenden Fällen, während die Gefässe des Mesenteriums und der Ductus thoracicus strotzend milchweiss gefüllt, erstere stellenweise varicös erweitert waren. Ganz ebenso, wie bei dem Entbaupetenen verhielten sich die Zotten jenes Mädchens, deren Darmschleimhaut im folgenden Aufsatz von *Zenker* genauer beschrieben ist, in welcher dagegen die Chylusgefässe der Schleimhaut unter den Zotten so prachtvoll erfüllt waren, wie vielleicht noch von Niemand früher beobachtet worden ist (Fig. 10 und 11). Ebenso verhalten sich ferner in der Regel die Darmzotten mit Fett gefütterter Thiere. Fig. 4, Zotten aus dem Darm einer ältern Selbstmörderleiche, welche wir schon oben besprochen gehört ebenfalls hierher.

3. Am häufigsten unter allen Fällen findet man in jeder Zotte den centralen Chyluskanal dicht erfüllt, das übrige Zottenparenchym leer oder mit einzelnen zerstreuten Kügelchen besetzt. Fig. 6 a, c, h; Fig. 7 der centrale Kanal enthält in solchen Fällen meistens kleinere Kügelchen von ziemlich gleichgrossem Durchmesser (s. den folgenden Aufsatz); es erscheinen diese Kügelchen ferner in der Regel glanzlos, schwärzlich oder noch häufiger bräunlich gefärbt. Sie liegen in dem Kanal eines dicht an dem andern, stellenweise aber auch zerstreut, so

dass derselbe wie unterbrochen aussieht, oder durchsichtige Lücken in den schwarzen Bändern sich zeigen. Das Verhalten dieser centralen Chylusgefäße ist von *E. H. Weber* so trefflich beschrieben, dass wir nicht weiter darauf einzugehen nöthig haben. Räthselhaft bleibt es aber, dass dieses Verhalten der Schleimbaut und ebenso das unter 4. beschriebene nicht zu den täglichen Beobachtungen gehört, dass andere Beobachter so ausserordentlich selten oder noch gar nicht Gelegenheit gehabt haben, dasselbe durch Autopsie zu prüfen, während es bei den Leichen der hiesigen Anatomie eine so gewöhnliche Erscheinung ist, dass man sicher darauf rechnen kann, unter sechs Cadavern wenigstens einen mit erfüllten Darmzottengefäßen zu treffen. Einige Forscher haben offenbar Objecte der Art vor sich gehabt, wie ihre Punkt für Punkt treffende Beschreibung zeigt, haben jedoch den schwärzlichen oder bräunlichen Körperchen eine ganz andere Deutung gegeben. So beschreibt *Virchow* einen solchen Fall, und erwägt ausführlich verschiedene Möglichkeiten der Natur jener im Zottenparenchym zerstreuten gelblichen Körnchen, welche den im centralen Chyluskanal enthaltenen «ganz ähnlich» waren. Trotz dieser Aehnlichkeit dachte *Virchow* zunächst an Kugeln von harnsaurem Ammoniak und erklärt sie endlich für Zersetzungsproducte von Galle und Blut, welche sich in der Leiche gebildet haben sollen.

4. Wir kommen nun zu der vierten Modification der Zottenanfüllung, zu den *Weber'schen* «Chyluscapillaren». Fig. 8, 9. Zuweilen findet man die zwischen dem Achsenkanal und der Zottenperipherie befindlichen Fetttröpfchen nicht ohne Ordnung einzeln im Parenchym zerstreut, sondern zu netzförmig verzweigten Streifen in der Weise geordnet, dass von der Zottenperipherie her eine Zahl schmaler Reihen, aus einzeln hintereinander liegenden Kügelchen gebildet, nach der Mitte hin allmählich zu breiten Reihen, in denen zwei, drei und mehr Kügelchen nebeneinander liegen, zusammenfließen, und diese breiten Reihen endlich in die Spitze oder Seitenwand des centralen Chyluskanals einmünden, ähnlich wie Blutcapillargefäße durch allmähliche Vereinigung zu Aestchen und Stämmchen von Venen zusammenfließen. Am häufigsten trifft man diese verzweigten Fettstrassen an den Spitzen der Zotten, in denen der Achsenkanal aus einer Parthie solcher peripherischer feinsten und gröberer Wurzeln zu entspringen scheint; sehr häufig münden aber solche Netze durch ihr Stämmchen auch seitlich an irgend einer Stelle in den Achsenkanal, und solche seitlich einmündende Stämmchen sind zwar nicht selten ebenso breit oder noch breiter als der letztere. Es fragt sich nun, und darum dreht sich der ganze Streit: sind diese netzförmigen Fetttröpfchenreihen in besonderen, den Blutcapillaren entsprechenden Gefäßen, capillaren Chylusgefäßen, welche das Zottenparenchym durchziehen und für die

Ueberleitung der Fetttropfchen in die grösseren Chylusgefässe bestimmt sind, eingeschlossen, mit anderen Worten löst sich der centrale Chyluskanal in ein System feinerer und feinsten Aeste auf, welche bis zur Peripherie der Zotte reichen und unmittelbar das aus den Epithelzellen heraustretende Fett aufnehmen? Oder bilden jene Reihen nicht den Inhalt präformirter capillärer Gefässe, sondern bestehen nur aus Fetttropfchen, welche hintereinander frei durch das Parenchym der Zotte nach dem Achsenkanal wandern, sich selbst ihren Weg durch das Parenchym bahmend? Oder endlich sind diese netzförmigen Figuren der Ausdruck der capillären Blutgefässe der Zotte, welche mit resorbirtem Fett erfüllt dasselbe in die Venen, statt in die Chylusgefässe führen? Untersucht man die in Rede stehenden Bilder genau, so überzeugt man sich zunächst, dass keine Begrenzungslinien an jenen peripherischen Reihen wahrzunehmen sind; nirgends und niemals, weder bei den stärksten Vergrösserungen, noch bei Anwendung von Essigsäure u. s. w. habe ich auch nur die geringste Andeutung einer Linie, welche als Contour eines präformirten Kanales, in welchem die Tropfchen sich befänden, gefunden. Die Contouren der einzelnen Kügelchen selbst bilden die einzigen Grenzen; sehr häufig sind die Reihen stellenweise unterbrochen, namentlich rücken die einzelnen Kügelchen, welche die feinsten Reihen bilden, oft mehr oder weniger weit auseinander; wären sie in eine vorgebildete Röhre eingeschlossen, so müsste man füglich in den Lücken die Contouren derselben ebenso wahrnehmen können, als man den Achsenkanal auch im leeren Zustande bestimmt nachweisen kann. Dies ist indessen keineswegs der Fall. Es ragen ferner sehr häufig einzelne Kügelchen beträchtlich über die von den übrigen gebildeten Grenzlinien hervor, so dass Vorsprünge und Ecken entstehen, welche an einem Gefäss nicht füglich vorkommen können. Endlich findet man fast regelmässig zwischen den Reihen noch einzelne im Parenchym ordnungslos zerstreute Fetttropfchen. Es lassen sich demnach weder wahre Chyluscapillaren als besondere peripherische Kanalnetze in der Zotte, gleichviel ob mit besonderen Gefässwänden oder nur begrenzenden Parenchymschichten, nachweisen, noch lassen sich die Blutcapillaren als Behälter jener netzförmigen Fetttropfchenreihen erweisen. Letzteres lässt sich aber auch noch durch einen andern schlagenden Grund widerlegen. Ich habe kein Recht, *Bruck's* Beobachtungen von fettführenden Blutcapillaren zu bestreiten, ich behaupte nur, dass alle «Chyluscapillaren», welche ich zu beobachten Gelegenheit gehabt habe, entschieden keine Blutcapillaren waren, und zwar aus dem einfachen Grund, weil die aus den Netzen durch Zusammenfluss gebildeten Hauptästchen constant und ohne Ausnahme direct in den centralen Chyluskanal auf dem kürzesten Weg sich begeben, wie die Abbildungen lehren. Nie habe ich ein Bild vor

nir gehabt, welches sich hätte als fettgefülltes, in eine Randvene übergehendes Blutgefässnetz der Zotte deuten lassen. Auch kann der Antheil Fett, welcher aus dem Darmkanal direct in die Blutgefässe gelangt, keineswegs so beträchtlich sein, dass die Zottengefässe mit dichtgedrängten Fetttröpfchen sich füllten; das Pfortaderblut müsste in diesem Fall dem Arterienblut gegenüber zur Verdauungszeit weit grössere Fettmengen enthalten, als die Analyse lehrt. Es entsprechen also nach meiner festen Ueberzeugung jenen netzförmigen Figuren keinerlei im Zottenparenchym präformirte Bahnen, sondern es entstehen dieselben lediglich durch die frei durch das Parenchym sich drängenden, in Reihen hintereinander herwandernden Fetttröpfchen. Das Entstehen so regelmässiger netzförmiger Figuren, aus denen allein *E. H. Weber* das Vorhandensein von Gefässbahnen erschliesst, erklärt sich meines Erachtens ganz einfach und zwanglos auf folgende Weise. Dass das Fett frei überall das Parenchym durchdringen, überall (zwischen den festen Gewebeelementen) sich selbst Bahn brechen kann, beweisen auf das Entschiedenste die unter 1. und 2. aufgeführten Arten der Zotten-erfüllung. Wenn wir eine von ihrem Epithel entblösste Zotte als schwarzen undurchsichtigen Klumpen erscheinen sehen, so bleibt aus kein Zweifel, dass das ganze Parenchym dicht mit Fett vollgepfropft ist, ebenso wenig, wenn wir die ohne Ordnung zerstreuten, aber ziemlich dicht gedrängten grossen und kleinen Fetttröpfchen in allen Schichten der Zotte erblicken, wie in Fig. 5. In beiden Fällen wäre die Annahme, dass das Fett sich dennoch in bestimmten netzförmigen Parenchymkanälen befände, völlig grundlos und unwahrscheinlich. Es muss eine physikalische oder chemische Kraft vorhanden sein, welche die Fetttröpfchen von dem Zottenrand aus durch die Molecüle der Grundsubstanz der Zotten hindurch bis zum Achsenkanal treibt, und die Widerstände, welche sich nothwendig diesem Vordringen entgegenstellen, überwindet; den Fetttröpfchen selbst und allein kann keine Kraft innewohnen, welche sie vorwärts bewegt. Gleichviel, welches diese Kraft sein möge, so ist doch im höchsten Grade natürlich, dass wenn die ersten aus den Zellen kommenden Tröpfchen in das Parenchym gedrungen sind und jene Widerstände beseitigt haben, die nachkommenden Fetttheilchen am leichtesten denselben Weg in das Parenchym betreten werden, welcher durch die ersten gleichsam gebahnt, gangbar gemacht ist, auf dem sie daher den geringsten Widerstand finden. Es bilden sich auf diese Weise Reihen von Fetttröpfchen, Fettstrassen, welche von dem Rande nach der Achse der Zotte gerichtet sind. Bei dem allseitigen Eindringen des Fettes werden diese Reihen schon in den äusseren Zottenschichten vielfach aufeinander stossen, und sich vereinigen zu breiteren und breiteren Reihen, bis ein solches Strömchen den Achsenkanal erreicht. Dass

diese Fettstrassen nicht immer geradlinig sind, erklärt sich aus dem Umstand, dass sie häufig Umwege um die undurchdringlichen Gewebe der Zotte, die Blutcapillaren, machen, sich zwischen den contractilen Faserzellen, welche eine Schicht um den Achsenkanal bilden, durcharbeiten müssen. Ebenso sind die häufigen Lücken in diesen Reihen sehr natürlich, da nicht immer die Fetttröpfchen, welche einen und denselben Weg betreten, sich continuirlich folgen. Es ist endlich erklärlich, dass sehr häufig zwischen den netzförmigen Reihen noch einzelne Fetttröpfchen in den Zwischenräumen zerstreut liegen. Diese Deutung der *Weber'schen* Chyluscapillaren dünkt mir die natürlichste, am besten auf die Beobachtung der verschiedenen mikroskopischen Erscheinungen der Fettresorption begründete. Das Durchdringen der Fettmolecüle durch das Zottenparenchym hat nicht mehr Unwahrscheinliches als das factische Passiren der Epithelzellen; und selbst wenn wir präformirte Bahnen, Chyluscapillaren in den Zotten annehmen wollten, müsste doch immer noch das Fett eine Strecke durch das Parenchym selbst dringen, da unmöglich vorauszusetzen wäre, dass unter jeder Epithelzelle ein Capillarästchen mündete.

Soviel von den Wegen des Fettes in den Zotten. Es fragt sich nun, wie verhalten sich die Chylusgefäße in der übrigen Schleimhaut? Haben wir in derselben nur vorgebildete, mit dem Achsenkanal der Zotte zusammenhängende Kanäle, oder findet sich auch hier freie Wanderung des Fettes durch das Parenchym? In allen Objecten, welche ich bisher auf hiesiger Anatomie untersucht habe, fand ich unterhalb der Zotten lediglich Aeste und Stämme wirklicher Lymphgefäße, an deren grösseren wenigstens mit Sicherheit eine Gefässwand nachweisbar war; allein in allen diesen Fällen waren die feinsten dieser Schleimhäute solche, deren Durchmesser dem des centralen Zottenkanals, der sich continuirlich in sie fortsetzte, gleich war. Niemals hatte ich bis jetzt feinere gefunden, welche nur einfache Reihen von Kügelchen geführt hätten. Es waren ferner alle diese Schleimhautgefäße lange, gewundene, selten anastomosirende Kanäle, ich hatte aber noch nie unterhalb der Zotten ein so engmaschiges Netz feiner Gefäße oder Tröpfchenreihen beobachtet, welches den «Chyluscapillaren» der Zotten gleich gewesen wäre. Ebenso wenig habe ich aber je derartige massenhafte Chylusinfiltrationen im Schleimhautparenchym mit freigelassenen runden Lücken, den *Lieberkühn'schen* Drüsen, gesehen, wie sie *Brücke* beschreibt und als Regel annimmt. Ein abweichendes überraschendes Bild boten mir in dieser Beziehung die schönen Präparate, welche mein Freund *Zenker* von dem zweiten, im folgenden Aufsatz von ihm beschriebenen Fall mir mittheilte, von denen ich getreue, mit pedantischer Gewissenhaftigkeit Aestchen für Aestchen gezeichnete Bilder in Fig. 40 und 41 beifüge. In Betreff der nähern Beschreibung verweise

ich auf *Zenker's* Aufsatz. Ob indessen auch die feinsten, aus einzelnen Kügelchen gebildeten Reihen mit der Entschiedenheit, wie *Zenker* glaubt, als Inhalt capillarer Chylusbahnen anzusehen sind, oder ob wir hier nicht auch von dem Schleimhautepithel aus nach den tieferen gröberen Kanälen führende Fettstrassen ohne vorgebildete Kanäle vor uns haben, will ich dahin gestellt sein lassen. Ich zweifle nicht im Geringsten, dass die Mehrzahl der regelmässigen breiteren und längeren, in Netzen die *Lieberkühn's*chen Drüsen umspinnenden dunklen Streifen wirkliche Kanäle sind, allein zwischen diesen und mit diesen zusammenhängend sieht man allenthalben aus einzelnen Kügelchen gebildete, nicht selten unterbrochene Reihen, wie z. B. besonders klar auf der Oberfläche des solitären Follikels, die ich mit den Chyluscapillaren der Zotten zusammenstellen möchte, deren Entstehung mir auf dieselbe Weise, als die der letzteren erklärlich dünkt. Es scheint mir hier die Annahme von hintereinander her frei durch das Parenchym wandernden Fettkügelchen weniger gewagt, als die Annahme so feiner permanenter Kanäle in dem weichen Schleimhautparenchym ohne so derbe, discrete Wände, dass dieselben deutlich zu erkennen wären; mit *Zenker* spreche ich mich aber ganz entschieden gegen die Deutung der abgebildeten Netze als erfüllte Blutgefässe aus. *Virchow's* Idee endlich, dass die Bindegewebskörperchen der Schleimhaut die Rolle capillärer Chylusgefässe übernehmen könnten, scheint mir der erste Anblick der vorliegenden celatanten Objecte zu widerlegen.

Fig 4



Fig 1



Fig 2



Fig 3



Fig 5



Fig 7



Fig 8



Fig 9



Fig 11



Fig 10



Fig 6



I

II

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1854-1855

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Funke Otto

Artikel/Article: [Beiträge zur Physiologie der Verdauung 307-320](#)