

IV.

Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Resorption.

Von Dr. Th. Eimer,

Prosecutor an der zootomischen Anstalt zu Würzburg.

(Hierzu Taf. IV — V.)

Wohl keine Frage der Anatomie und der Physiologie hat mehr Widersprüche in den Versuchen ihrer Lösung aufzuweisen, als diejenige nach den Wegen, welche die Nährstoffe zu ihrem Uebertritt aus der Darmhöhle in die Säftemasse des Körpers benutzen; kaum eine andere lässt im Verhältniss zu der auf ihre Entscheidung verwendeten Mühe unbefriedigter in den Endergebnissen als diese.

Es musste ein Bestreben schon der ältesten Anatomie sein, Oeffnungen an der inneren Seite der Darmwand festzustellen, durch welche der Speisebrei zum Zweck der Assimilation in den Organismus gelangen könnte.

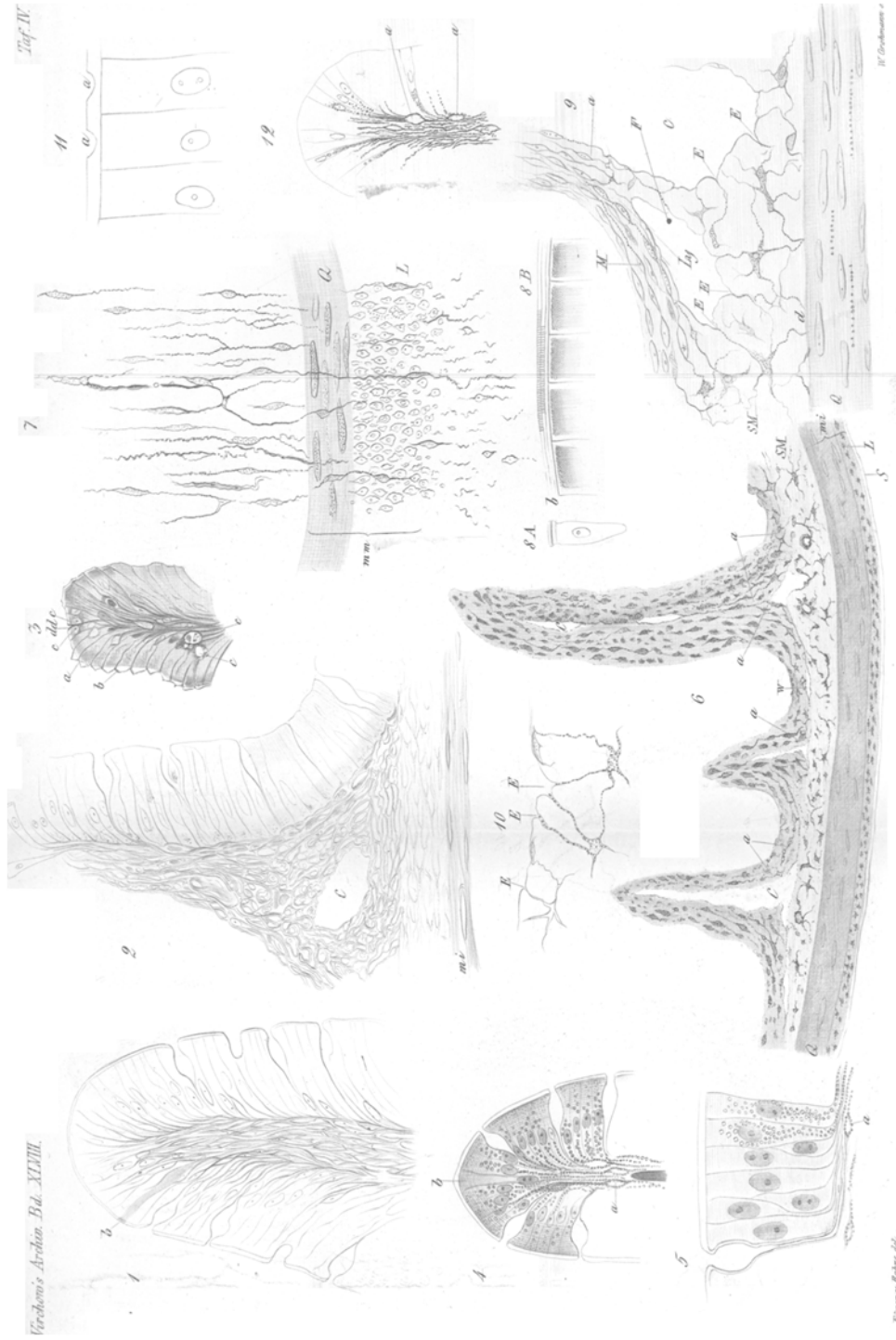
Später suchte man präformirte Wege aus bekannten Gründen besonders für die Resorption der Fette.

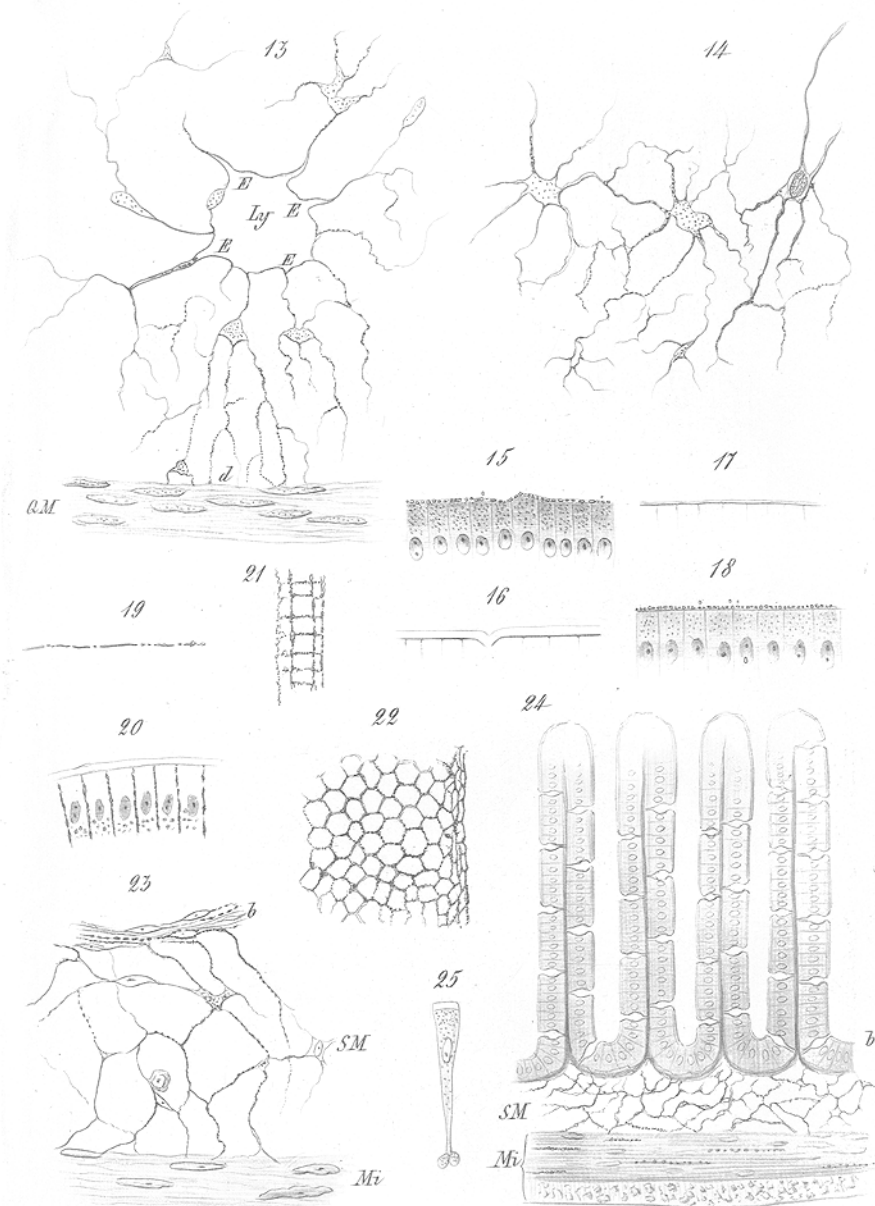
Nachdem die Chylusgefässe entdeckt waren¹⁾, scheint man zuerst die Zotten für die Anfänge und für die „Oscula“ derselben gehalten zu haben. — Später beschrieb man die Zotten als Erhebungen der Schleimhaut von schwammartigem Bau²⁾, als eine Einrichtung, welche nach Art eines Siebes den feineren Theilen des Speisebreies freien Durchtritt gewähre, die gröberen dagegen zurückhalte. — I. N. Lieberkühn³⁾ schrieb zuerst jeder Zotte eine oder

¹⁾ 1622 durch Caspar Asellius (die im Text angeführten Notizen über den ältesten Theil der Literatur sind L. C. Erdmann „Beobachtungen über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarms“, Inaug.-Dissert. Dorpat 1867 entnommen, wo das Geschichtliche über unseren Gegenstand auf 50 Seiten behandelt ist.

²⁾ M. Helvetius, Observations sur la membrane interne des intestins grêles. Hist. roy. de l'acad. des sciences. Paris 1723.

³⁾ Diss. de fabrica et actione villor. intestinor. ten. hominis. Amst. 1760.





mehrere Oeffnungen an der Spitze seiner „Ampulle“, der Endigung des Chylusgefäßes, ausdrücklich zu. Danach leugneten Andere die Ampulle und nahmen zahlreichere Oeffnungen an und es fanden weiterhin bald diese, bald die Ansicht vom vollständigen Geschlossen-sein der Zotte, bald wieder die Ampulle die verschiedensten Vertreter, als im Jahre 1828 und 1832, also ungefähr 70 Jahre nach Lieberkühn, Döllinger¹⁾ und J. Müller²⁾ die Zotten von einem zarten Häutchen überzogen fanden, welches nicht lange nachher, besonders durch Henle³⁾, in eine Lage keilförmiger, durch eine Membran allseitig geschlossener Zellen, das Cylinder-Epithelium, aufgelöst wurde.

Jetzt war sogar der Zugang zu der Zotte noch durch Pallisaden versperrt und es warf sich die Arbeit von nun an vor Allem auf die dem Darmlumen zugewendete Basis der Cylinderzellen, um hier eine Oeffnung für den Durchtritt der Nährstoffe zu finden, während andere Autoren glaubten, das Epithelium löse sich jeweils zur Zeit der Verdauung von der Zottenoberfläche ab.

Henle vertrat nicht nur ein vollständiges Geschlossen-sein der Cylinderzellen, sondern er verdickte deren Basis auch noch durch den Basalsaum.

Dagegen beschrieben Gruby und Delafond⁴⁾ eine Oeffnung am oberen Ende jeder Epithelzelle, eine Beobachtung, welcher insofern Richtiges zu Grunde lag, als sie, wie die neueste Zeit lehrte, wohl auf Becherzellen zu beziehen ist⁵⁾, wie das Epithelium capitatum derselben Autoren. — An Gruby und Delafond sich anschliessend, vertrat in der Folge besonders Brücke⁶⁾ die Ansicht, dass jeder Cylinderzelle eine Oeffnung zukomme, und es erhob sich nun eine Reihe von Discussionen über die Frage, an welchen sich die bedeutendsten Forscher, wie Henle, Kölliker, Donders,

¹⁾ De vasis sanguiferis, quae villis intestinorum tenuium hominis brutorumque insunt.

²⁾ „Ueber den Chylus und die Resorption im Darmkanal.“ Poggendorff's Annalen v. Jahr 1832.

³⁾ Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium etc. Berol. 1837.

⁴⁾ Comptes rendus XIV. p. 1194 ff. 1843.

⁵⁾ Vgl. meine Inaug.-Dissertat. Berlin bei A. Hirschwald. 1868.

⁶⁾ „Ueber die Chylusgefäße und die Resorption des Chylus.“ Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. VI. Wien 1854. S. 99 ff.

Moleschott u. A. theiligten, bis Kölliker¹⁾ und Funke²⁾ die Querstreifung des Basalsaums entdeckten, welche ersterer für den Ausdruck von Porenkanälchen ansprach, die speciell auch der Fettresorption dienen sollten.

Kölliker's Ansicht, obwohl seitdem vielfach bekämpft, zählt heute wohl die meisten Anhänger; dagegen wird jetzt das untere Ende der Cylinderzellen, welches Brücke gleichfalls geöffnet hatte, von der Mehrzahl der Forscher für geschlossen erklärt und ebenso hat die Histologie in Beziehung auf den Bau des eigentlichen Zottengewebes in der letzten Zeit, indem sie mit immer grösserem Anklang eine die Epithelialschicht von ihm trennende und abschliessende Haut (die Basement membrane) und ferner, indem sie ein gleichfalls durch eine Membran vollkommen geschlossenes centrales Chylusgefäss annahm, für die Resorption des Fettes eher Hindernisse geschaffen, als weggeräumt.

Wie wenig sicheren Boden wir in der vorliegenden Frage unter uns fühlen, das beweist aber am besten der Umstand, dass noch die neueste Zeit eine Resorptionstheorie erlebte, welche es wagen konnte, auch das Wenige, was von den bisherigen Angaben über den Gegenstand als feste Errungenschaft galt, als unrichtig zu erklären, ohne deshalb von vornherein auf Unglauben zu stossen. — Ich brauche die in diesem Archiv so vielbesprochene Theorie Letzerich's³⁾ nicht deutlicher zu erwähnen. Sie bahnte den Nährstoffen die Wege von der Oberfläche der Darmschleimhaut bis in das centrale Chylusgefäss durch ein offenes Kanalsystem eigenster Art.

Der Nachfolger Letzerich's, mein unmittelbarer Vorgänger in der Bearbeitung der Frage, Erdmann⁴⁾, leugnet, wie schon früher u. A. Dönitz⁵⁾, alle und jede Form von Oeffnungen oder überhaupt von vorgebildeten Resorptionswegen.

Es vertreten also gerade die neuesten Schriftsteller die extremsten Ansichten, insbesondere auch in Beziehung auf die Verhältnisse des Schleimhautgewebes selbst, nicht nur in Beziehung auf diejenigen des Epithels.

1) Würzburger Verhandln. Bd. VI. 1856. S. 253 ff.

2) Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. VII. S. 315.

3) Dieses Archiv Bd. XXXVII u. XXXIX.

4) l. c.

5) „Ueber die Schleimhaut des Darmkanals“. Arch. f. Anat. u. Phys. 1864. S. 367 ff

Wer mit anatomischen Grundlagen, wie sie Dönitz und Erdmann verteidigen, sich zufrieden gibt, dem bleibt nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass das Fett bei der Resorption in irgend welcher besonderen Form oder Umsetzung die genannten abschliessenden Membranen, sowie das „Fachwerk“ des Zottengewebes einfach durchdringe.

So stellte Dönitz die Ansicht auf, das Fett dringe, ohne vorgebildeter Wege zu bedürfen, in Form eines „Nebels“ durch die Zotte und werde erst nach dem Tode des Thieres in Gestalt als solche erkennbarer Fettpartikelchen wieder niedergeschlagen; und Erdmann, welcher sich auch in der Erklärung des Physiologischen vollkommen Dönitz anschliesst, meint wirklich, jener Nebel dringe „durch Dick und Dünn der Zotte.“

Köl liker spricht sich in der neuesten Auflage seines Handbuches der Gewebelehre ¹⁾ gleichfalls dahin aus, dass das Fett nur in Form unmessbar feiner Moleküle aufgesaugt werde. Die weiteren Wege des Fettes — ausser der Strecke durch die Dicke des Basalsaums — „seien, so äussert er dagegen weiterhin, von der Anatomie noch nicht aufgedeckt; doch stehe der Annahme nichts entgegen, dass in den Theilen, in welchen, wie in den inneren Theilen der Epithelzellen und Membranen der Chylusgefässe, das Mikroskop noch keine Poren aufgedeckt habe, solche sich finden, da Poren in dünnen Membranen nur dann zur Anschauung kommen können, wenn sie weit sind.“

Soviel an dieser Stelle von den neuesten Ansichten über die Wege der Fettresorption, um den gegenwärtigen Stand der Frage zu zeichnen.

Es erübrigt mir noch, eine vor 11 Jahren aufgestellte Theorie anzuführen, welche eine Zeit lang Aufsehen gemacht hat. Ich meine die Theorie Heidenhain's, welche ein Canalsystem vorgebildeter Fettstrassen in der Darmschleimhaut annahm, aber in ganz anderem Sinne, als dies später Letzerich that.

Das Canalsystem Heidenhains ²⁾ besteht in Bindegewebe der Zotte, in den Bindegewebskörperchen und deren Ausläufern, welche letzteren einerseits mit hohlen Fortsätzen der Epithelzellen in Verbindung stehen, andererseits in das centrale Chylusgefäss einmünden,

¹⁾ 5. Aufl. 1867. S. 415.

²⁾ Moleschott's Unters. Bd. IV. 1858. S. 251 ff.

im Ganzen ein anastomosirendes Netz von Fettstrassen in der Zotte darstellen sollten.

Leider beruhten diese Angaben nicht ganz auf directer Anschauung, sondern zur Hälfte auf Combination und hypothetischer Annahme.

Es hat nemlich Heidenhain den directen Zusammenhang der Ausläufer der Epithelzellen mit denjenigen der Bindegewebskörperchen in situ nicht gesehen; er hatte ihn nur geschlossen daraus, dass er an Ausläufern isolirter Epithelzellen kernhaltige Anschwellungen fand, welche er ¹⁾ „für wirkliche Zellen des subepithelialen Gewebes hielt“ . . . „weil die Identität jener Anschwellungen und der Zellen des subepithelialen Gewebes (besonders an Säugethierpräparaten) in die Augen springe.“

Eine Einmündung vollends der Ausläufer der Bindegewebskörperchen in das centrale Chylusgefäss nimmt Heidenhain nur des physiologischen Postulats wegen an und er sagt am Schlusse seiner Abhandlung ausdrücklich: „Eine bedeutende Lücke bedauere ich nicht ausfüllen zu können. Es ist mir nicht gelungen, darüber mit Sicherheit in's Klare zu kommen, wo und wie die Zellen des Zottenparenchyms mit ihren Ausläufern zuerst in wirkliche Chylusgefässe übergehen.“ ²⁾

Die hauptsächlichste und zwar eine grosse Stütze der Theorie Heidenhain's liegt offenbar in der Thatsache, dass derselbe während der Verdauung Fett in den Ausläufern der Epithelzellen und in der Zotte in den Bindegewebskörperchen fand, während das Vorhandensein von Fett im Epithelzellenkörper und in den Chylusgefässen während der Verdauung vor ihm schon nachgewiesen war.

Als aber in der Folge Niemand die Angaben Heidenhain's in dessen Sinne zu bestätigen, noch weniger aber weiterzuführen

¹⁾ Vgl. l. c. S. 275 u. 276.

²⁾ Dönitz sagt (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1866. S. 762) mit Recht, wenn auch aus anderen Gründen wie ich: man könne alle Tage hören und lesen, es hätte Heidenhain den Zusammenhang der Chylusbahnen bewiesen, während doch Heidenhain selbst zugestehe, dass er diesen Zusammenhang, so sehr er ihn auch vermuthet, nicht gesehen habe. — Ich habe oben sowohl in Beziehung auf den Zusammenhang der Epithelzellen mit dem Bindegewebe, als auf die Einmündung der Ausläufer der Bindegewebskörperchen in die centralen Chylusgefässe die eigenen Worte Heidenhain's angeführt, um den wahren Sachverhalt festzustellen.

vermochte¹⁾), wurde dessen Theorie fast allgemein ganz verlassen und als vollkommen unbegründet bezeichnet.

Die vorhin angeführten neuesten Erklärungen der Fettresorption beweisen diesen Satz hinlänglich; doch will ich diesen Beweis noch verschärfen durch die einfache Wiedergabe einer Stelle, die sich bei Dönitz findet²⁾) und welche heisst: „Meine (Dönitz's) Arbeit über die Schleimhaut des Darmkanals (dies. Arch. 1864) ist von Frey in Cannstatt's Jahresberichten für 1864, S. 49, recensirt worden. In dieser Recension befindet sich der Passus: „Hier bemüht sich Dönitz sehr überflüssig, die bereits widerlegten Heidenhain'schen Beobachtungen aufs Neue zu widerlegen.“

Dönitz sucht im Weiteren den Vorwurf des „Ueberflüssigen“ zurückzuweisen und sagt schliesslich: „Uebrigens scheint es Frey entgangen zu sein, dass sich meine Arbeit von den früheren Widerlegungen Heidenhain's dadurch unterscheidet, dass ich nicht allein meine entgegenstehenden Ansichten durch Beibringung von Thatsachen zu stützen suche, sondern dass ich mir auch Mühe gebe, nachzuweisen, auf welche Weise Heidenhain zu seinen Ansichten gelangt ist und worin der Fehler liegt. Nur auf diesem oft sehr mühsamen Wege ist es möglich, mit Erfolg Irrthümer aus der Wissenschaft zu beseitigen.“

Dem entsprechend äussert sich Frey auch in seinem Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen³⁾) in Beziehung auf Heidenhain's Ansichten.

Da sozusagen die öffentliche Meinung und an ihrer Spitze namhafte Forscher — neben Kölliker vermochten auch Rindfleisch⁴⁾) und Eberth⁵⁾) die Angaben Heidenhain's nicht zu bestätigen — sich gegen Heidenhain aussprechen, so wird meine Arbeit, welche die Angaben dieses Autors im Hauptsächlichsten nicht nur wieder zu Ehren bringen, sondern auch die von ihm gelassenen Lücken in seinem Sinne ausfüllen will, wenig günstigen Boden zu ihrer Aufnahme finden.

Geneigter mag man mir wiederum werden, nachdem man ge-

¹⁾ Vgl. Kölliker l. c. S. 411.

²⁾ l. c. 1866.

³⁾ Z. B. S. 271. Vgl. ebendas. S. 544.

⁴⁾ Dieses Archiv Bd. XXII. 1861. S. 260 ff.

⁵⁾ Würzburger Verhandlgn. Bd. 5. 1864. S. 23 ff.

sehen hat, dass ich zu ziemlich weitergehenden Ergebnissen als Heidenhain gelangt bin und wenn ich zeige, dass ich durch ganz andere Methoden wie mein Vorgänger, Resultate erreicht habe, die im Wesentlichen mit den seinigen übereinstimmen.

Um dies zu zeigen und um anzudeuten, wie ich Schritt für Schritt, ganz allmählich und ohne dies zu wollen oder vorauszusetzen, mit Heidenhain zusammentraf, will ich auch in der nun folgenden Darstellung im Ganzen den Gang meiner Untersuchung einhalten, selbst auf die Gefahr hin, dadurch vielleicht etwas zu ausführlich zu werden.

Zur Untersuchung der Darmschleimhaut habe ich zuerst das Erhärten in Lösungen von Osmiumsäure versucht.

Anfänglich benützte ich $\frac{3}{4}$ —1proz. Lösungen, wie ich schon an anderem Orte angegeben habe¹⁾; später nahm ich schwächere und fand diejenigen von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ pCt. am passendsten. Es stellte sich nemlich heraus, dass stärkere Lösungen — und ich versuchte solche bis zu 6 pCt. — kaum bessere Reaction (der Unterschied besteht nur in einer wenig dunkleren Färbung, welche dazu noch inconstant auftritt) geben, wogegen sie den Nachtheil haben, dass sie häufig das Gewebe rasch so brüchig machen, dass keine guten Schnitte mehr von demselben erlangt werden können. Jedenfalls wirken sie, wenn man das erhärtete Rohmaterial auch nur wenige Tage irgendwie aufbewahren will, in demselben unangenehmen Sinne nach. Dagegen bietet die Erhärtung durch die genannten schwachen Lösungen bei richtiger Behandlung Tadelloses in Beziehung auf die Möglichkeit der Herstellung feiner Schnitte. Man darf jedoch das Gewebe nicht zu lange auch in diesen schwachen Lösungen liegen lassen und ferner muss die Menge der Erhärtungsflüssigkeit in einem gewissen bestimmten Verhältniss zu dem Volumen der einzulegenden Gewebsstückchen stehen. Es bewährte sich z. B. das Verfahren, ein Stückchen Darm vom Frosch (oder von einem kleinen Säugethier — wie Maus, Fledermaus — oder von einem kleinen Vogel) von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Länge 24—36 Stunden in ungefähr 6—7 Grm. $\frac{1}{8}$ proz. Osmiumsäurelösung liegen zu lassen.

Will man die erhärteten Gewebsstückchen bis zur Verwendung aufbewahren, so kann man dies ohne Schaden thun in einer Mischung von Glycerin und Wasser zu gleichen Theilen. — Die

¹⁾ Dieses Archiv Bd. XLII.

Präparate schliesse ich in dieselbe Flüssigkeit oder in Farrand'sche Lösung ein.

Feine Querschnitte aus Därmen kleiner Thiere, welche nach der angegebenen Methode erhärtet sind (dicke Därme eignen sich nicht gut, weil die Osmiumsäure nicht alle Theile solcher zu durchdringen vermag) liefern, zunächst mit schwächerer Vergrösserung betrachtet, höchst eigenthümliche, meist sehr zierliche Bilder.

Serosa, Längs- und Quermuskelschicht und Schleimhaut heben sich sehr hübsch von einander ab; die Zotten sind gegen das Darmlumen zu durch eine scharfe Linie, die äussere Grenze des Basalsaums, geschieden, welche nur durchbrochen ist von den Mündungen der Becherzellen.

Das ganze Gewebe ist im Allgemeinen stroh- bis braungelb gefärbt; die Längs- und Quermuskelschicht hebt sich gewöhnlich etwas dunkel von der nach innen von ihr liegenden Schleimhaut ab, ebenso markt sich scharf — so im Darm verschiedener Säugethiere z. B. der Fledermaus, nicht aber beim Frosch — die *Muscularis mucosae* als dunkelgefärbtes Bändchen nach unten von der Submucosa, nach oben von der übrigen Schleimhaut ab.

Die Submucosa selbst ist übrigens auf einen schmalen Streifen zusammengeschrumpft, wie überhaupt das ganze Bindegewebe sehr zusammengezogen ist, so dass z. B. das Zottenstroma sehr schmal wird, während das Epithelium an Dimensionen gewöhnlich unverändert erhalten bleibt. Ich komme auf diese Verhältnisse alsbald zurück.

Im Folgenden will ich zunächst die Schleimhaut des Froschdarms vom unteren Ende der Cylinderzellen an abwärts behandeln, sodann will ich zu denselben Theilen bei den Säugethieren übergehen, und endlich will ich die Wege betrachten, welche für den Uebertritt des Fettes vom Darmraum aus in die Cylinderzellen vorhanden sind.

Beim Frosch scheint das eigentliche Zottengewebe ¹⁾ auf Querschnitten des Darms nach Erhärten desselben in Osmiumsäure in der Mehrzahl der Fälle aus zahlreichen mehr oder weniger eng

¹⁾ Bekanntlich hat der Frosch keine Zotten, sondern Schleimhautfältchen; ich werde aber der Kürze wegen das Wort Zotte gebrauchen, um so mehr, weil ein Längsdurchschnitt durch ein solches Fältchen des Frosches in Beziehung auf äussere Form ganz dasselbe Bild bietet, wie derjenige durch die Zotte eines Säugethieres.

aneinanderliegenden parallel der Längsachse der Zotte verlaufenden Fäden zu bestehen, welche — schon bei unserer schwachen Vergrößerung entsteht diese Vorstellung — dem unteren Ende der Epithelzellen überall, besonders deutlich aber gegen die Zottenspitze zu, entgegenstreben, als ob sie in dieselben übergehen wollten.

Da bekanntlich die Lage der Epithelzellen auf dem Längsdurchschnitt einer Zotte in der Anordnung der einzelnen Theile zum Ganzen sich ähnlich verhält, wie die Anlagerung der einzelnen Quadersteine in einem Thorbogen aneinander, so zwar, dass die Steine (Epithelialcylinder) an der höchsten Stelle des Gewölbes mit ihrer Längsachse von oben nach unten, an den Seiten aber wagerecht gerichtet sind, so müssen die genannten Fäden, welche, der Länge nach verlaufend, den von den Epithelialcylindern eingefassten zungenförmigen Raum einnehmen, um die unteren Enden der Cylinder zu erreichen, zum Theil nach rechts und links sich umbiegen, zum Theil können sie in gerader Linie zu ihrem Ziel gelangen. Nach letzterer Art verhalten sich die mehr nach dem Centrum der Zotte zu liegenden und nach den Epithelzellen der Zottenspitze hin verlaufenden, nach ersterer die gegen die Peripherie hin gelegenen Fäden. — Verfolgen wir die Fäden dagegen auf ihrem Wege von oben nach unten, nehmen wir also die unteren Enden der Epithelzellen als deren Ausgangspunkte an und schicken wir voraus, dass die meisten von ihnen bis zum Grund der Zotte hinab verlaufen, so ist klar, dass ihre Zahl von oben nach unten zunehmen muss und dass diejenigen von ihnen, welche in der Gegend der Zottenspitze beginnen, am längsten sein müssen.

Das Schleimhautgewebe unterhalb der Zotten — zunächst die eigentliche Mucosa — stellt sich nach der angewendeten Präparation als aus denselben Fäden wie die Zotte bestehend, dar, allein die Hauptrichtung derselben ist eine mit dem Umfang des Darmes parallele. — Es stammen diese Fäden zum Theil aus denjenigen des Zottenkegels, sind deren unmittelbare Fortsetzung, als welche sie, am Grund jenes angelangt, nach rechts und links in zwei Partien auseinander weichen und im Bogen nach aussen sich umbiegen, zum Theil stammen sie aus der Epithelialschicht des zwischen zwei Zotten gelegenen Thals und scheinen sich mit den aus der Nachbarzelle kommenden Fäden zu vermischen.

Die Submucosa ist, wie schon angedeutet, meist sehr zusammen-

gezogen, lässt sich jedoch erkennen als ein Fadennetz von unregelmässig maschigem Aussehen.

Durch das Auseinanderweichen der der Länge der Zotte nach verlaufenden Fäden am Grunde jener bildet sich häufig ein leerer Raum, welcher nach unten durch das Gewebe der Submucosa abgeschlossen wird und welcher oft eine annähernd dreieckige Gestalt zeigt. Oft ist nach unserer Präparation die so entstandene Lücke der einzige von den Fäden freigelassene Raum in der Zotte; meist aber vergrössert sich dieselbe durch Ausdehnung nach der Längsachse der letzteren bedeutend und verlängert sich auch durch Ausdehnung von ihren unteren Ecken aus unter die beiderseits liegenden Zottenthäler hin oft so weit, dass eine Communication der senkrecht verlaufenden centralen Räume zweier benachbarter Zotten dadurch hergestellt wird.

Manchmal sieht man ausser dem beschriebenen Raum noch die Durchschnitte anderer unterhalb der Zotte; häufig zeigt sich dagegen keine Spur von freiem Raum im ganzen Gewebe.

Dieser Unbeständigkeit wegen und weil ferner die Räume, wenn sie vorhanden, meist unregelmässig begrenzt sind, indem sie in ihrer ganzen Ausdehnung nur von den Fäden eingerahmt scheinen, glaubte ich sie Anfangs nicht als Chylusräume, sondern als in Folge der Präparation durch Auseinanderreissen des Gewebes entstandene Lücken auffassen zu müssen¹⁾. Ist nun auch diese Deutung für einzelne Fälle richtig, so überzeugte ich mich doch bald durch diese, sowie durch andere Präparationsmethoden, dass ich wirklich Chylusräume vor mir habe und dass im Gegentheil der häufige scheinbare Mangel solcher von der Art der Präparation herrühre, wenn er nicht als Folge excentrischer Schnittführung zu betrachten ist.

Es zeigte sich nun im Verlauf meiner Untersuchungen, dass die Osmiumsäure in Beziehung auf gewisse Einzelheiten der Wirkung ziemlich unberechenbar ist.

In den meisten Fällen erschienen die Verhältnisse an den Osmiumsäurepräparaten in der beschriebenen Art. Weder verbanden deutliche Anastomosen die einzelnen Fäden, noch liessen sich Zellen

¹⁾ Gemäss dieser Auffassung drückte ich mich in meiner Inaug.-Dissertation aus. Ueberhaupt finden sich dort S. 36 u. 37 einige Angaben, welche durch die im Folgenden geschilderten eingehenderen Untersuchungen corrigirt werden.

in oder zwischen denselben nachweisen. Jedenfalls hatte man ziemlich verschobene Verhältnisse vor sich, welche offenbar hauptsächlich der Zusammenziehung des Bindegewebes durch das Erhärtungsmittel zuzuschreiben waren (vgl. Fig. 1).

In einzelnen Fällen ergaben sich nun Bilder, welche unzweifelhaft dem natürlichen Zustande viel näher kamen, — ohne dass ich auch nur in unwesentlichen Dingen bei der Präparation anders verfahren wäre, wie vorhin.

Es war jetzt das Zottengewebe viel lockerer, die Zotte breiter; in analogem Sinne anders verhielt sich das Gewebe der tiefer gelegenen Theile der Schleimhaut.

Im Allgemeinen zeigte sich wieder vollkommen der Fadenzug, wie er vorhin beschrieben wurde, in den Zotten und im übrigen Schleimhautgewebe, allein er näherte sich, je weiter den tieferen Theilen der Zotte zu, desto mehr durch Anastomosen der einzelnen Fäden einem Maschennetz. Je mehr gegen die Zottenspitze zu, desto weniger liess sich von solchen Anastomosen etwas bemerken, am weitesten nach oben war das Längsfadennetz noch am Reinsten erhalten und am Deutlichsten waren gerade hier in die Fäden von Zeit zu Zeit spindelförmige Bindegewebskörperchen eingeschaltet, eines hinter dem anderen, mit den spitzen Polen nach oben und unten gerichtet. (Dies übrigens auch manchmal im vorigen Fall.) Im unteren Theil der Zotte, wo die Anastomosen zunahmen, und dies geschah besonders gegen die centraler gelegenen Bezirke hin, lagen in den Zwischenräumen des entstandenen Maschengewebes zuweilen Zellen eingelagert.

Hand in Hand mit solchem Verhalten ging meist, aber nicht immer, eine lichtere Färbung des Objects.

Ebenso wie die besprochenen Verhältnisse wechselt die Dicke und Starrheit der Fäden. Dieselben zeigen bald einen leicht welligen, bald einen vollkommen gestreckten Verlauf; ihre Dicke schwankt gewöhnlich etwa zwischen 0,005—0,0008 Mm.

Bisher habe ich nicht davon gesprochen, wie sich das Fadengewebe zu den Lieberkühn'schen Drüsen verhält.

Auf einem Querschnitt des Dickdarmes sehen wir, dass in den zungenförmigen Längsdurchschnitten der Drüsen die Fäden denselben Verlauf, im Allgemeinen also von oben nach abwärts, haben, wie in den Zotten, und dass sie den Grund der Drüsen, wie den

Boden der Zottenthäler, bogenförmig sich nach aussen umbiegend, umgeben, als dichtere Schicht nach der Epithellage zu, nach unten dagegen lockerer werdend und in directem Zusammenhang mit dem übrigen Bindegewebe stehend.

Es ist nun nöthig, dass ich einen Augenblick auf einige Eigenthümlichkeiten des Epithels übergehe, die unteren Enden der Cylinderzellen betreffend.

Die unteren Enden der Cylinderzellen sollen sich nach Heidenhain in lange Ausläufer ausziehen, welche den directen Zusammenhang mit dem Bindegewebe der Zotten vermitteln.

Dass die neueren Ansichten dieser Meinung nicht besonders günstig sind, lässt sich nach dem früher Gesagten leicht vermuthen.

In der That sind es nur Wenige, welche Ausläufer am unteren Ende der Epithelzellen als normale Bildungen anerkennen und auch diese erklären sie meist nur für Ausnahmen, sogar für Abnormitäten „ähnlich dem vierblättrigen Kleeblatt“ und erwähnen ihrer nur gelegentlich und nebensächlich¹⁾. — Wo aber ihr häufiges Vorkommen ausdrücklich anerkannt wird, wird ihre Verbindung mit dem Bindegewebe geleugnet²⁾.

Nur einzelne Angaben verlauten, nach welchen übereinstimmend mit Heidenhain den Epithelzellen der Zotten normal lange Ausläufer zugeschrieben und in mögliche Beziehung zum unterliegenden Bindegewebe gebracht werden. So spricht sich Arnstein³⁾ entschieden dahin aus, „dass einer jeden Epithelzelle ein Fortsatz zukommt, der 3—4 Mal länger ist, als der Zellkörper“ und „dass diese dünnen Fortsätze sich in's Zottenstroma einsenken und sich dadurch der unmittelbaren Beobachtung in situ entziehen.“

¹⁾ Man vergl. in diesem Sinne die Handbücher von Kölliker, Frey, Henle (Anat. des Menschen, Eingeweidelehre, 1866. S. 164), besonders deren Abbildungen von Zottenepithelien. Ferner Dönitz, Erdmann, l. c.

²⁾ Eberth sagt z. B. l. c. S. 23: „Die Behauptung Heidenhain's, dass die Epithelzellen der Zotten durch Ausläufer mit Bindegewebskörperchen ähnlichen Zellen im Zottengewebe zusammenhängen, dürfte durch eine Reihe neuer Beobachtungen widerlegt sein.“ Und Rindfleisch lässt, l. c. S. 273, die Ausläufer der Bindegewebskörperchen besonders von Säugethieren, z. B. vom Menschen, dann diejenigen vom Frosch, dicht unter dem Epithelium sich umbiegen, und, ohne sich mit jenem zu verbinden, arkadenförmig in einander übergehen. Vgl. auch Frey l. c.

³⁾ Dieses Archiv Bd. XXXIX. S. 534 u. 535.

Leicht könne man sich vom Vorhandensein von Ausläufern überzeugen beim Frosch, mehr Vorsicht verlange die Isolation bei Säugethieren. Und früher schon hat Wiegandt¹⁾ als wahrscheinlich angenommen, dass die Epithelialfortsätze, welche er fand, in das Zottenstroma eindringen.

Einen Zusammenhang der Ausläufer mit dem Bindegewebe vermochten auch diese Forscher nicht zu bestätigen.

Auch ich habe schon vor längerer Zeit angegeben²⁾, dass ich an in Jodserum isolirten Epithelzellen der Darmschleimhaut vom Frosch ungemein lange Ausläufer beobachtet habe. Diese Beobachtung machte ich weiterhin sehr häufig. War das zu untersuchende Thier während der Verdauung getödtet worden, so sah ich in diesen zarten Ausläufern stets feine Fettröpfchen. Ich überzeugte mich ferner an solchen in Jodserum isolirten Epithelien häufig, dass die Ausläufer abgerissen seien. Das lehrte meist schon ihr Aussehen. Oefters aber sah ich aus ihrem unteren Ende dickschleimige Tröpfchen einer gelblich glänzenden Masse hervorquellen (vgl. Fig. 25), wobei ich in Erinnerung bringe, dass auch Heidenhain etwas berichtet, was für eine Oeffnung an diesen Ausläufern spricht: er war im Stande, Fettröpfchen, welche auch er in denselben beobachtete³⁾, durch Druck auf das Deckgläschen an deren unterem Ende hervortreten zu machen. Die gelblich glänzende zähe Masse, von welcher ich sprach, war dagegen nichts als Protoplasmainhalt.

Ich fand nun dieselben Ausläufer, welche ich nach Jodserumisolation beobachtet hatte, an Epithelzellen, die nach Durchtränkung des Gewebes mit Osmiumsäure isolirt waren, und wieder ganz dieselben an solchen, welche ich nach Behandeln der Schleimhaut mit Silber isolirt hatte. Die mittelst dieser verschiedenen Methoden gemachten Erfahrungen, zusammengehalten mit denjenigen Zellenformen, welche nach Erhärten in Chromsäure und doppelt-chromsaurem Kali gewonnen und als Kunstproducte jetzt gedeutet werden, nöthigten mich fast allein schon zu der Annahme, dass Heidenhain's Ansicht richtig sei, wenn er die Ausläufer der Epithelzellen der Zotten nicht als Kunstproducte betrachtet.

1) „Unters. üb. d. Dünndarm-Epithelium u. dessen Verh. zum Schleimhautstroma.“ Dorpat 1860.

2) Dieses Archiv Bd. XXXVIII. S. 430.

3) Vgl. auch Arnstein l. c.

Ich will hier nicht die Einwände wiederholen, welche gegen die Auffassung der nach Erhärten des Gewebes in Chromsäure oder in doppelt-chromsaurem Kali an den Zellen sichtbaren Ausläufer als natürlicher Bildungen gemacht worden sind — sie werden wohl alle entkräftet durch die Thatsache, dass man dieselben Zellenformen durch andere Arten der Behandlung, dass man sie auch durch Isoliren in einer Flüssigkeit, wie das Jodserum sie ist, gewinnt. Nimmt man auch an, was allerdings schon unwahrscheinlich genug ist, dass so verschiedene Erhärtungs- und Fixierungsmittel, wie Osmiumsäure und Silberlösung, gerade dieselbe Gestaltsveränderung der Zellen bedingen, wie Chromsäure und doppelt-chromsaures Kali, so lässt sich doch nicht absehen, warum das indifferente Jodserum gerade wieder dieselben gewaltsamen Veränderungen an den Zellen bewirken soll, wie eben jene. Dazu ist noch ausdrücklich zu bemerken, dass die Verschmälerung des Zellenkörpers, welche nach Behandeln mit Chromsäure oder doppelt-chromsaurem Kali zugleich mit dem Auftreten der Ausläufer sich zeigt und welche in Wechselbeziehung zu jenen gebracht wurde, an den durch Jodserum isolirten Epithelien vollkommen und stets fehlt: diese zeigen in ihren oberen Theilen ganz dieselbe Gestaltung und dieselben Dimensionen, wie frisch in situ betrachtete¹⁾, so dass der Ausläufer als nichts Anderes, denn als Zuwachs zum Zellenkörper, als sein normales Zubehör betrachtet werden kann, — denn es ist doch wohl geradezu unmöglich, dass ohne Verschmälerung des Zellenkörpers sich auf Kosten desselben Ausläufer von dem Zwei- bis Vierfachen seiner eigenen Länge an ihm bilden.

Aber ich muss auf Grund ganz anderer Thatsachen die Behauptung aussprechen, dass die Epithelzellen der Darm-schleimhaut beim Frosch und bei den Säugethieren durch Ausläufer mit dem Bindegewebe des Zottenstromas in directer Verbindung stehen.

An Zotten der Fledermaus habe ich, und zwar an Därmen, welche ich entweder nach Einlegen in Jodserum oder ohne Anwendung irgend einer Zusatzflüssigkeit längere Zeit nach dem Tode der Thiere untersuchte, einzelne Epithelzellen starr aufgerichtet durch kurze Ausläufer direct auf dem Zottenstroma aufsitzen sehen, während ihre nächsten Kameraden weggefallen waren.

¹⁾ Für mit Jodserum isolirte Ausläufer tragende Zellen gibt dies auch Arnstein an.

Ich bin aber im Stande, den Zusammenhang der Cylinderzellen mit dem Zottenstroma an feinen durch Osmiumsäureerhärtung ermöglichten Schnitten auf andere Weise zu zeigen.

Zu diesem Zwecke kehre ich wieder speciell zum Frosch zurück, nachdem ich eine Zeit lang — in Beziehung auf das untere Ende der Cylinderzellen — von Frosch und Säugethieren zugleich gesprochen hatte.

Betrachten wir feine Schnitte — Längsschnitte der Zotten — mit stärkeren Vergrösserungen, so sehen wir an der Zottenspitze, um zunächst von dieser zu reden, dass hier die Cylinderzellen sämmtlich sich nach unten ganz allmählich verschmälern und schliesslich in ungemein zarte Ausläufer sich gestalten, welche nichts Anderes sind, als der Beginn der beschriebenen der Längsachse der Zotte parallel verlaufenden Fäden. Jede Epithelzelle setzt sich in einen solchen Faden fort; in manchen Fällen scheinen aber auch zwei Zellenausläufer in einen gemeinsamen Faden überzugehen und umgekehrt lässt der Umstand, dass an isolirten Epithelzellen der Ausläufer oft gabelförmig sich theilt, darauf schliessen, dass eine Zelle mit mehreren Fäden zusammenhängen kann (Fig. 1 u. 12).

Es ist oben bemerkt worden, dass man zuweilen in die Fäden der Zotte spindelförmige Bindegewebskörperchen eingeschaltet sieht und dass diese besonders gegen die Zottenspitze zu in manchen Fällen leicht zu sehen sind. Jeweils das oberste dieser in einem Faden liegenden Bindegewebskörperchen ist nichts anderes, als das Gebilde, welches die hier und da an den Ausläufern isolirter Epithelzellen gefundene „kernhaltige Anschwellung“ darstellt, dasselbe, welches Heidenhain die Brücke zur Annahme eines Zusammenhangs zwischen Cylinderzellen und Bindegewebe der Zotte geschlagen hat. Man mag diese Bindegewebskörperchen „Zellen des subepithelialen Gewebes“ nennen, indem man die oberste Lage der Bindegewebskörperchen mit einem besonderen Namen belegt, — eine andere Berechtigung hat diese Bezeichnung nicht, denn diese obersten spindelförmigen Gebilde unterscheiden sich in nichts von den übrigen im oberen und äusseren Theil der Schleimhaut gelegenen. Uebrigens scheinen dieselben allerdings ziemlich allgemein in der äussersten peripherischen Zone etwas dichter als anderswo gelagert zu sein, was die Aufrechterhaltung jenes Namens etwa unterstützen mag.

Es gilt nun der Zusammenhang der Cylinderzellen mit dem unterliegenden Bindegewebe nicht nur für die Spitze der Zotte, sondern auch für die Seiten derselben und wohl für die ganze Darmschleimhaut.

An den Seiten der Zotten sind die Verhältnisse nur viel schwieriger zu übersehen, als an deren Spitze. Es geht schon aus dem Vorhergehenden hervor, dass an letzterer die Zellenausläufer, beziehungsweise die Fäden, viel weniger zahlreich sind, als weiter hinab gegen den Grund der Zotte. Schon deshalb sind die Einzelheiten dort viel leichter zu erkennen. Dazu kommt aber noch ein Anderes: Die Zellen der Zottenspitze sind mit ihrer Längsachse senkrecht von oben nach unten oder doch annähernd so gestellt und ganz ebenso verlaufen ihre Fortsetzungen, die Fadenausläufer. Je mehr nach den Seitenwandungen der Zotte zu, desto mehr ändert sich dieses Verhältniss, desto mehr beginnt der Zellenkörper zu dem senkrecht nach abwärts verlaufenden Fadenzug im Winkel zu liegen und es muss zur Bewerkstelligung des Uebergangs zwischen beiden eine Biegung, ja eine Knickung stattfinden, eine um so stärkere, je mehr peripherisch die zu den Cylinderzellen tretenden Fäden in ihrem Verlauf gelagert sind. Zugleich müssen hier jeweils die Ausläufer der höher gelegenen Zellen sich mit denjenigen der tiefer gelegenen kreuzen — ähnlich wie von den verschiedenen hoch abgehenden Gefässbündeln im Stengel einer Pflanze die oberen mit den nächst tiefer abgehenden sich kreuzen. — Zu alledem kommt noch der Umstand, dass besonders an den Seitenwandungen der Zotte die Gefässe unmittelbar unter dem Epithelium liegen, so dass die Ausläufer um diese herumtreten müssen.

All das bewirkt an dieser Stelle eine sehr grosse Undeutlichkeit in Beziehung auf die behandelten Verhältnisse.

Man hat besonders für die Epithelien, welche eben den Seitenwandungen der Zotte aufgesetzt sind, ein breit abgestutztes unteres Ende vertheidigt.

Dagegen hat Heidenhain auch für diese Zellen eine ganz allmähliche Verschmälnerung in Ausläufer angenommen, indem er eine solche als allgemeinen Satz hinstellte. — Es ist aber von der Heidenhain'schen Annahme, dass alle Epithelien der Zotten durch allmähliche Verschmälnerung nach unten in Ausläufer ausgehen, nur

der letzte Theil allgemein gültig. Alle Zottenepithelien gehen in Ausläufer, gehen in die beschriebenen Fäden direct über; allein der Uebergang ist an den Seiten der Zotten und überhaupt überall mit Ausnahme der Zottenspitze, also auch an ihrem Fuss und an dem Thal, welches zwischen zwei Zotten liegt, nicht ein allmählicher, sondern an vielen Zellen ein fast plötzlicher. Das untere Ende der sog. Cylinder ist zwar meist schmaler, als das obere, aber doch noch breit, da wo es plötzlich in einen ziemlich direct nach abwärts verlaufenden dünnen Ausläufer ausgeht, — so an den Seiten der Zotten, wo die Zellenkörper wagrecht mit geringer Neigung nach unten liegen. Dasselbe Verhältniss wird aber auch am Fuss der Zotte erzielt, wo die Zellenkörper wieder mehr nach abwärts sich neigen, und an den Zottenthälern, wo sie sogar wieder senkrecht stehen. Denn wir erinnern uns, dass die Fäden — die Zellenausläufer — am Grund der Zotte sich nach aussen umbogen; in der Mitte zwischen 2 Zotten, in der Tiefe des Zottenthals, wo die Zellen vollkommen senkrecht stehen, verlaufen sie geradezu wagrecht. Hier muss also dasselbe plötzliche Umbiegen, beziehungsweise dieselbe Knickung stattfinden wie an den Seiten der Zotten. Man sieht an den genannten Stellen diese Umbiegung oft so stark und das untere Ende der Cylinder oft noch so breit, dass der Ausläufer in seinem Beginn diesem unteren Ende förmlich angelagert, wie angedrückt ist (vgl. Fig. 5).

Allein an den bezeichneten Stellen des Epithelbelags der Zotten finden sich auch Cylinder, welche wie die an der Zottenspitze gelegenen durch allmähliche Verschmälerung in die Ausläufer übergehen. Ihr Zellenkörper ist meist kürzer und liegt dann sammt dem Beginn des Ausläufers zwischen zweien der vorhin beschriebenen stumpfen Epithelien (vgl. Fig. 5). Eberth hat dieses Verhalten schon abgebildet¹⁾.

Obschon also die thatsächlichen Verhältnisse besonders an der Seitenwand der Zotte nicht leicht zu erkennen sind, so wird doch auch hier jeder Zweifel gehoben durch die mikroskopische Untersuchung während der Fettresorption.

Ich leitete die Fettresorption bei Fröschen durch directes Einbringen von Oel in deren Magen ein. Nach verschiedenen Zeit-

¹⁾ l. c.

räumen tödtete ich die Thiere und erhärtete Stückchen ihres Darms auf die angegebene Weise in Osmiumsäure. Dabei erwartete ich von vornherein Resultate von der Eigenschaft dieses Reagens, das Fett schwarz zu färben.

Je nach dem Stadium der Verdauung, in welchem ich untersuchte, fand ich nun entweder die Cylinderzellen vollständig oder nur in ihrem oberen oder nur in ihrem unteren Theil mit braunschwarz gefärbten Fetttropfen erfüllt.

Ich war aber bald sehr überrascht, als ich niemals eine ähnliche Färbung über die Epithelschicht hinaus im Zottenstroma finden konnte, auch in Fällen, wo dieses nothwendigerweise Fett aufgenommen haben musste, weil sich z. B. nur noch wenige Fetttropfchen im untersten Ende der Cylinderzellen und schon grössere Ansammlungen in den Chylusräumen fanden.

Die erhaltenen Bilder waren in der That eigenthümlich genug: die Epithelialschicht braunschwarz, oft in dunkelster Farbe, wenn die Zellen mit gefärbten Fetttropfen vollgepfropft waren; das unterliegende Zottengewebe strohgelb wie gewöhnlich; die Grenze zwischen beiden wenigstens an den Seitenwandungen der Zotten eine plötzliche und nur an deren Spitze ein allmählicher Uebergang angedeutet. Erst sehr starke Vergrösserungen lösten das Räthsel.

Zunächst wieder an der Zottenspitze sah ich, wie die Fetttropfen in den Epithelzellen nach deren unterem verschmälertem Ende zu immer kleiner und kleiner wurden. Als immer feinere und feinere Tröpfchen fanden sie sich in dem immer zarter werdenden Ausläufer der Zelle und liessen sich als fast unmessbar feine Tröpfchen schliesslich in den Fäden, welche der letzteren Fortsetzung sind, erkennen. — Oft gelang es mir, einen solchen fetthaltigen Faden vom Körper der Epithelzelle an durch grosse Strecken der Länge der Zotten nach zu verfolgen (vgl. Fig. 4 u. 12). Ja, ich vermochte an dem charakteristischen Fettinhalt jetzt dem Verlauf der Fäden genauer nachzugehen, auch an Stellen, wo das früher nur schwierig sich machen liess und nur in einzelnen Fällen durch die grösste Ausdauer mit vollkommener Sicherheit zu erreichen war: so an den Seiten der Zotten. Ich erkannte jetzt auch, dass viele der Fäden so feiner Natur waren, dass sie erst durch den Fettinhalt deutlich sichtbar wurden.

Die Fetttheilchen, welche in den Fäden liegen, stehen in Beziehung auf Grösse häufig an der Grenze des Messbaren, doch sind sie in einzelnen Fällen und manchmal an einzelnen Stellen um ein Ziemliches grösser. Ich habe für den Durchmesser dieser feinsten Tröpfchen in der Zotte im Durchschnitt ein Maass von etwa 0,001 bis 0,0008 Mm. gefunden. Es hat von diesen Tröpfchen immer nur eines hinter dem anderen in einem Faden Platz und so liegt das Fett meist in perlchnurähnlicher Anordnung in demselben. Häufig stellen die feinsten Fetttheilchen aber feine wurstförmige Pfröpfchen, embolusartige Formen dar oder es ist ein Bindegewebsfaden auf eine längere Strecke hin mit einem ununterbrochenen silberglänzenden Fettfädchen erfüllt. Letzteres Verhalten zeigt sich in der Zotte immer während deren stärkster Fettfüllung (Fig. 12)¹⁾ und es ist diese jetzt schwerer zu erkennen, als wenn das Fett noch in Tröpfchen getrennt ist.

So ziehen die zierlichsten Fettzüge von den unteren Enden der Cylinderzellen aus (überall, auch von denjenigen, welche den Seiten der Zotten aufsitzen), in der Zotte von oben nach unten.

Da wo spindelförmige Bindegewebskörperchen in die Fäden eingeschaltet sind, werden diese von einer (einzigen) Schicht feinsten Fetttröpfchen mantelartig umhüllt — auf dem Längsdurchschnitt der Zotte sieht man an solchen Stellen die Fetttröpfchenreihe in zwei auseinandertreten und nach Umgrenzung des spindelförmigen Raums sich wieder vereinigen (vgl. Fig. 4, 5, 12a). In diesem Raum sieht man häufig Kerne mit Kernkörperchen; andere Male ist bei unserer Präparation ein Kern nicht sichtbar und das Vorhandensein eines solchen nur aus der einen spindelförmigen Raum umgrenzenden Anordnung der Fetttröpfchen zu schliessen.

Das erwähnte häufige Vorkommen der wurstförmigen Gestalt der Fetttheilchen gibt der Vorstellung Raum, als müssten diese sich durch einen feinsten Kanal im Faden durchzwängen, wenn jene Gestalt nicht durch ein Zusammenfliessen der kleinen Tröpfchen erklärt werden soll, wie man ja jedenfalls das Zustandekommen längerer Fettfäden erklären muss. — Ein Lumen ist an den Bindegewebsfäden gewöhnlich zu sehen nicht möglich; enthalten sie aber das Fett, so lässt sich auf dem optischen Längsschnitt eine zarteste

¹⁾ In dieser Figur deuten die schwarzgezeichneten Fäden Fäden mit Fettfüllung an.

Schicht — die Wandung des Fadens — zu beiden Seiten desselben erkennen. Eine selbständige Wandung und ein deutliches Lumen vermochte ich in einzelnen Fällen deutlich an den abgerissenen Enden von Fäden zu beobachten, wie sie nach etwas schiefen Schnitten besonders an der Zottenspitze häufig starr herausragen. Solche Fäden stellen dann, nach Herausfallen des Fettes, hohle Röhrchen von unendlicher Feinheit dar.

Es erklärt sich jetzt leicht das oben geschilderte Verhalten des Epithels und des Zottenstroma nach Fettaufnahme in Beziehung auf Färbung durch Osmiumsäure: diese färbt die feinsten Fetttröpfchen nicht; etwas grössere, wie sie sich auch schon im Zottengewebe finden, werden von ihr nur mit einer zarten dunklen Begrenzung umgeben, — dieser Umstand lässt bis zu einem gewissen Grade feinvertheiltes Fett besser erkennen, als es ohnedem zu erkennen wäre. Deutlich sichtbare Färbung kleinster Fettpartikelchen tritt aber nur dann ein, wenn eine grosse Zahl solcher dicht neben einander liegt, was zwar im Zottengewebe der Säugethiere, wie wir später sehen werden, nicht aber in demjenigen des Frosches vorkommt. Hier ist, anders wie bei den Säugethiern, in der Zotte selbst das Kanalsystem in der Weise angelegt, dass jene nur in beschränktem Maasse Fett aufnehmen und dass die Verdauung nur sehr allmählich vor sich gehen kann, eine Einrichtung, auf deren Bedeutung ich noch zu sprechen komme. Findet man also beim Frosch das Epithelium noch so sehr strotzend mit Fett gefüllt, so enthält die Zotte nur eine relativ geringe Menge und diese noch dazu in feinsten Vertheilung — beides erklärt vollkommen die Bilder, welche mich im Beginn meiner Untersuchungen so sehr überrascht haben: besonders wenn die Bindegewebsefäden vollkommen mit Fett gefüllt sind, so dass die feinsten Fettfäden entstehen, keine Sonderung in Tröpfchen mehr vorhanden ist, besonders dann ist, wie schon angedeutet, das Fett als solches schwer zu erkennen, bevor man sich in der Beurtheilung dieser Verhältnisse geübt hat. Auch das eigenthümliche Lichtbrechungsvermögen des Fettes in dieser feinsten Vertheilung erschwert oft Anfangs noch die Entscheidung, ob man leere oder mit Fett gefüllte Fäden vor sich habe.

Die bis hierher angewendete Methode vermochte mir weiter — abgesehen von dem Verhalten der Epithelialschicht, wovon später, — keine befriedigenden Aufschlüsse zu geben, speciell nicht über die

Art des Uebertritts des Fettes in die Chylusräume. War auch manchmal ein centrales Chylusgefäß bis unter die Zottenspitze hinauf mit Fett gefüllt, so konnte ich eine Verbindung der fettführenden Fäden mit demselben nicht entdecken. Besonders im oberen und mittleren Theil der Zotte beobachtete ich sogar öfters, dass diese Fäden an den Seiten des Chylusgefäßes, parallel mit demselben, herab-liefen. Ich habe im Vorstehenden überhaupt bei Beschreibung der Fettresorption nur die genannten Theile berücksichtigt, weil dadurch meinem Zweck vollkommen genügt wird. Ich will nehmlich, nachdem ich noch hervorgehoben habe, dass die Osmiumsäure das Epithelium weit besser in seinen natürlichen Verhältnissen wiedergibt, als irgend eine andere Erhärtungsmethode, bemerken, dass ich durch meine bisherigen auf Grund des angegebenen anatomischen und physiologischen Verfahrens dargelegten Ausführungen einstweilen nur beweisen will, dass die Cylinderzellen, zunächst diejenigen der Zottenfalten, beim Frosch durch Ausläufer direct mit dem Zottenstroma in Verbindung stehen und dass diese Verbindung einen Theil der Strasse bildet, auf welcher das Fett vom Darmraum aus in die Chylusräume gelangt.

Ferner soll angedeutet sein, dass die Fettstrassen im Zottengewebe einem Zug folgen, welcher von oben und aussen — überall vom unteren Ende der Cylinderzellen ab — in der Hauptsache nach unten — parallel der Längsachse der Zotten — gerichtet ist.

Die weiteren Wege des Fettes vermag ich durch eine Methode klar zu legen, welcher man weniger, als der bisher angewendeten, wird den Vorwurf machen können, dass sie die natürlichen Verhältnisse verschiebe. Die übereinstimmenden Resultate, welche beide Präparationsarten in vielen Stücken liefern, werden letztere wieder werthvoller erscheinen lassen auch in Beziehung auf die Beurtheilung weiterer Verhältnisse; und diese Analogien werden auch die ausführliche Behandlung deuten, welche ich den Ergebnissen derselben gewidmet habe.

Die zweite Methode, welche ich anwendete, ist eine Modification der vorigen: ich setzte $\frac{1}{4}$ procentiger Osmiumsäurelösung so viel Ammoniak zu, bis gerade noch deutlich saure Reaction vorhanden war, und brachte die Darmstückchen erst dann auf 24 Stun-

den in diese Flüssigkeit, nachdem sie einige (2—15) Stunden in Essig gelegen hatten ¹⁾.

Das Ergebniss dieses Verfahrens, welches ich im Folgenden mit II. bezeichnen will, war ein überraschendes.

Das Schleimhautgewebe bot jetzt ein vollkommen anderes Aussehen, als nach alleiniger Osmiumsäurebehandlung (vgl. Fig. 6).

Hatte letztere das Gewebe ungemein zusammengezogen, so dass selbst der centrale Chylusraum oft nicht zu sehen war; schien es, nachdem sie angewendet worden, ausschliesslich aus den dichtgedrängt liegenden Fadenzügen zu bestehen, so stellte sich dasselbe jetzt als aus einer homogenen Intercellularsubstanz mit ungemein zahlreich eingelagerten Bindegewebskörperchen gebildet und mit weiten, centralen Chylusräumen versehen dar. Das submuköse Gewebe besonders, welches vorhin oft auf ein schmales Bändchen parallel der Quermuskulatur des Darms verlaufender Fäden reducirt war, erschien jetzt als eine schöne breite Schicht von ganz anderem Bau.

Der centrale Chylusraum verlief in der Mitte der Zottenfalte, deren Länge nach, und setzte sich, an deren Grund angekommen, nach rechts und links unterhalb der hier gelegenen Zottenthäler als wagrechter Kanal in die senkrecht-centralen Kanäle der benachbarten Zottenfalten unmittelbar fort. Einzelne mehr oder weniger weite Lücken, besonders in der Umgebung seines wagrechten Theils, zeigten, dass das Schleimhautgewebe auch nach anderen Richtungen, hauptsächlich auch in der Submucosa, von groben Lymphbahnen durchzogen sei. Auch die Zotte selbst zeigte Durchschnitte verschiedenen verlaufender Chylusräume.

Parallel mit dem centralen Hauptkanal, also in der Zotte selbst von oben nach unten, am Fuss derselben zu wagrechtem Zug sich umbiegend, verliefen in Längsreihen Ketten spindelförmiger Bindegewebskörperchen, deren Glieder durch je einen zarten Faden geschlossen waren, — dieselben Ketten, welche die Methode I. in einzelnen Fällen gezeigt hatte, während sie in anderen nur die Fadenzüge ohne eingeschaltete Bindegewebskörperchen, aber auch diese ganz mit demselben Verlauf wie die Ketten der zweiten Methode hervorgehoben hatte. — In beiden Fällen der Präparation

¹⁾ Heidenhain hat bekanntlich Essig und Chromsäure oder doppeltchromsaures Kali angewendet.

haben wir vor uns dieselben der Länge der Zotte nach von oben und aussen nach unten verlaufenden Bindegewebszüge. Durch die erste Behandlungsweise werden die Bindegewebskörperchen mehr oder vollständig zurückgedrängt, es sind in der Mehrzahl der Fälle nur die Hauptzüge von deren Ausläufern als zarte Fäden sichtbar; durch die zweite Art der Behandlung treten die Bindegewebskörperchen sehr scharf hervor und ebenso sind deutlich die Ausläufer, welche je den oberen und unteren Pol zweier von ihnen verbinden.

Die Bindegewebskörperchen liegen am dichtesten — gleichfalls übereinstimmend mit den Ergebnissen der Methode I. — überall gegen die Peripherie der Zotte zu und nach deren Spitze hin. Ihre Kettenzüge verlaufen auch unterhalb der Zottenthäler natürlich genau wie die Fäden der Methode I. an denselben Stellen, — aber diese Züge sind nur periphere: es fangen nämlich die Bindegewebskörperchen überall in einer gewissen Tiefe der Schleimbaut an, mehr und mehr auch durch seitlich von ihnen abgehende Ausläufer sich zu verbinden und so gegen die Submucosa allmählich sternförmig zu werden. —

In der Zotte habe ich bisher nur von Längsreihen von Bindegewebszügen gesprochen: solche finden sich auch ausschliesslich im grössten Theile derselben, ohne dass deshalb spärliche zarte Queranastomosen der Bindegewebskörperchen auch dort absolut ausgeschlossen wären. Diese Anastomosen nehmen aber von oben nach unten an Zahl zu und im Grund der Zotte, in dessen centralem Theil beginnen die Bindegewebskörperchen auf dieselbe Weise wie von der Gegend der Zottenthäler beschrieben, allmählich sternförmig zu werden (vgl. Fig. 6 und 9 bei a).

So beginnt um den unteren Theil des centralen Chylusraums der Zotte herum und oberhalb des früher erwähnten, in der Schleimbaut verlaufenden wagrechten Kanals, in welchen jener mündet, ein schönes Netz durch die feisten Ausläufer anastomosirender Bindegewebskörperchen, welches je weiter nach unten desto charakteristischer wird und, indem es sich um den wagrechten Kanal herum nach abwärts fortsetzt, seine schönste Ausbildung in der Submucosa erhält, deren lockeres Gerüste es bildet, bis hinab zur Muskelschicht des Darms (Fig. 14, Fig. 6, 9, 14, 23, 24 S. M.).

Dieses Bindegewebsnetz in der Submucosa ist durch die grossen mannigfachst gestalteten „Bindegewebskörperchen“ und besonders

durch deren oft ungemein lange und auf die verschiedenste Weise auch untereinander anastomosirenden Ausläufer ungemein zierlich.

Heidenhain bildet in seiner Fig. 6 eine Zottenspitze vom Frosch ab, mit sternförmigen Bindegewebskörperchen; in gleicher Weise Wiegandt in seiner Fig. 2. Ich bestreite nicht, dass auch in der Zottenspitze spärliche seitliche Anastomosen zwischen den Bindegewebskörperchen vorhanden sind, doch muss ich, wie meine bisherige Beschreibung das schon genugsam thut, ausdrücklich hervorheben, dass der Hauptzug des Bindegewebes besonders im oberen Theil der Zotte von oben nach unten geht, dass gerade hier, sowie überhaupt überall in der Darmschleimhaut unter dem Epithel, so um die schlauchförmigen Drüsen herum, so auch überall im Dickdarm (vgl. Fig. 23 und 24) eine peripherische dichtere Schicht von Bindegewebe liegt, welche mehr spindelförmige Bindegewebskörperchen trägt, die überall nach abwärts gegen die Submucosa hin in mehr lockeres, aus sternförmig verästelten Körperchen und deren Ausläufern bestehendes Gewebe übergehen.

Es ist nun das Hauptergebniss meiner Untersuchungen vorläufig in den Sätzen zusammenzufassen:

Das Bindegewebe der ganzen Darmschleimhaut, nicht nur dasjenige der Zotten, sondern auch dasjenige der Submucosa und sogar dasjenige, welches die Muscularis intestini durchsetzt, einschliesslich auch allen und jeden Bindegewebes des Dickdarms, stellt ein in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Epithelium stehendes Kanalsystem der feinsten Art dar, welches die ausschliesslichen Wege der Fettresorption abgibt oder (Dickdarm) abgeben kann.

Ferner: Der Uebertritt des Fettes aus diesem Kanalsystem findet nicht nur in das sogenannte centrale Chylussystem der Zotten, sondern er findet in alle Lymphgefässe statt, wo solche vorkommen, sei es in der eigentlichen Mucosa oder in der Submucosa oder in der Muskelschicht des Darms (Muscularis intestini) oder jenseits derselben.

Dieser Uebertritt wird vermittelt durch die Ausläufer der Bindegewebskörperchen, beim Frosch hauptsächlich der sternförmigen.

Untersucht man den Darm eines während der Verdauung getödteten Frosches nach der Methode II., so findet man das Fett in der früher beschriebenen feinsten Vertheilung überall in dem besprochenen Bindegewebe von der Zottenspitze an bis unter die Serosa. Am Schönsten und Leichtesten ist es zu beobachten in den Ausläufern der Bindegewebskörperchen der Submucosa. Dieselben führen häufig die besprochenen feinen Tröpfchen, meistens aber sind diese wurstförmigen Ansammlungen zusammengefloßen oder der ganze Ausläufer ist mit einem Silberstreifen von Fett erfüllt.

Wäre das Fett nicht so sehr fein vertheilt, so hätte man die beschriebenen Verhältnisse wohl schon längst als thatsächlich bestehend festgestellt; die Erkenntniss derselben wird aber z. B. in der Submucosa noch dadurch erschwert, dass hier selbst wiederum in den einzelnen Fäden die Fettfüllung gewöhnlich nur eine ziemlich unvollkommene ist. Um daher das Beschriebene zum ersten Mal sicher wieder zu finden, ist sehr starke Vergrößerung (Hartnack Immers. 10) nöthig.

Sehen wir nun zu, auf welche Weise der Uebertritt des Fettes in die Chylusräume statt hat.

Bisher hat man in dieser Beziehung nur das centrale Chylusgefäß im Auge gehabt und auch Heidenhain denkt nur an ein solches bei seiner hypothetischen Annahme von Einmündungen des Bindegewebes. Ich will deshalb auch zunächst dieses im Auge behalten.

Verfolgt man am Fuss des centralen Chylusraumes die Ausläufer der sternförmigen Bindegewebskörperchen, da wo diese auf solche von mehr spindelförmiger Gestalt folgen, in ihrem Verlauf, so sieht man, dass da und dort einer derselben nicht mit benachbarten Zellen anastomosirt, sondern direct auf jenen Raum zusteuert. In seiner Nähe angekommen, erweitert er sich ganz allmählich und mündet schliesslich dadurch, dass seine Wandungen in diejenige des Chylusraums übergehen, mit einer Mündung, welche, stereoskopisch gedacht, manchmal vollkommen mit derjenigen des unteren Endes einer Trompete (deren „Schalltrichter“ oder „Schallbecher“) conform, in vielen Fällen aber durch verschiedene Einstellung des Tubus als eine Spalte zu erkennen ist, in diesen ein (vgl. Fig. 9, 10, 13 bei E)¹⁾. Derartige Einmündungen finden sich beim Frosch haupt-

¹⁾ Im optischen Querschnitt stellt sich eine solche Einmündung genau wie eine

sächlich, wenn nicht ausschliesslich im unteren Theil des centralen (senkrechten) Chylusraums (vgl. Fig. 6 bei a; 9 in C bei E). Ebenso häufig oder gar häufiger sieht man sie am wagrecht verlaufenden Hauptkanal und überhaupt auf den Durchschnitten aller Lymphkanäle, wo sich immer solche in der Mucosa oder Submucosa finden. Zahlreicher noch als von den Ausläufern der Mucosa gehen solche Einmündungen von denjenigen der Submucosa aus, — so wird z. B. der wagrechte Kanal in seinem ganzen Umfang vom Bindegewebe gespeist (vgl. Fig. 6 E).

Die Vertheilung der Einmündungen ist eine ziemlich ungleichmässige, — oft sind deren mehrere nicht weit von einander gelegen, oft werden sie dagegen auf kürzere oder längere Strecken vermisst, — so wenigstens auf dem Längsschnitt der Lymphgefässe. Auf deren Querschnitt sieht man oft so zahlreiche Einmündungen, dass dieser eine sternförmige Gestalt erhält (vgl. Fig. 13).

Ich muss hervorheben, dass diese Einmündungsstellen nicht gerade sehr leicht von vornherein zu sehen sind, — ihre Weite ist an der Mündungsstelle nicht gut zu messen, da die Wände der Ausläufer der Bindegewebskörperchen, um sie zu bilden, ganz allmählich in die Wand des Lymphgefässes umbiegen, so dass man in der Seitenschicht keinen bestimmten Anhaltspunkt für das Maass hat; doch mag die Ausmündungsstelle im Durchschnitt etwa das Dreifache der Dicke der Ausläufer — annäherungsweise — betragen.

Als wahrscheinlich ist es zu bezeichnen, dass die Einmündungsstellen der Ausläufer mit den Oeffnungen (Stomata) identisch sind, welche von His¹⁾ zwischen den Epithelien „sowohl in den Lymphwegen der Zotten, als auch in denen der übrigen Schleimhaut und in der Bekleidung der Follikel“ gefunden worden sind.

Diese Stomata würden also nicht in die Lücken zwischen dem Bindegewebe führen, wie His annehmen muss, sondern in das in den Elementen des Bindegewebes selbst enthaltene Kanalsystem.

Flussmündung auf der Landkarte dar. — Bemerken muss ich hier, dass auch die Ausläufer der sternförmigen Bindegewebskörperchen bei verschiedener Einstellung oft deutlich als feine Spalten von oft ziemlich grosser Tiefe zu erkennen sind.

¹⁾ Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. 13. S. 463.

Es spielt dem Gesagten zufolge das sog. centrale Chylusgefäss wenigstens beim Frosch bei Weitem nicht die wichtige Rolle, welche man ihm bisher zugeschrieben hat, — es sind vielmehr bei der Verdauung alle andern Lymphräume in der Schleimhaut — aber auch diejenigen in den übrigen Theilen der Darmwand — ebenso sehr oder mehr wie jenes bei der directen Aufnahme des Nahrungsmaterials betheiligt. In allen diesen Lymphräumen vermag man während der Verdauung Fettansammlungen zu bemerken und sieht man häufig vor den Einmündungen der Ausläufer der Bindegewebskörperchen grössere oder kleinere Fetttropfen, welche durch Zusammenfliessen der aus jenen ausgetretenen kleinsten Fettpartikelchen entstanden sind.

Die Bindegewebskörperchen der Submucosa schicken wie überhaupt nach allen Richtungen, so auch gegen die Muscularis intestini Ausläufer ab. Heidenhain sagt, dass die der Muskularis zunächst gelegenen Körperchen ihre Ausläufer in diese hineinsenden. Er schreibt aber überhaupt nur dem Bindegewebe der Zotte ausdrücklich eine Betheiligung an den Vorgängen der Fettresorption zu und beachtet daher auch diese Ausläufer nicht weiter.

Es enthalten nun aber dieselben während der Verdauung Fett wie alle übrigen.

Da ich sah, dass viele dieser fetthaltigen Ausläufer ganz direct auf die Muskelschicht — in zu deren Faserverlauf senkrechter Richtung — zuliefen (Fig. 9 und 13 bei d), ohne dass sie hier bogenförmige Anastomosen mit anderen bildeten, so musste ich annehmen, dass sie die Muskelschicht durchsetzen, besonders nachdem ich auch Fett in dem subserösen Bindegewebe während der Verdauung gefunden hatte.

Es zeigten sich nun auch wirklich Fettstrassen in der Quermuskelschicht; aber dieselben, zeitweise unterbrochene Züge perl-schnurartig aneinander gereihter Fettröpfchen, verliefen parallel dem Zug der Muskulatur, also parallel dem Umkreis des Darms ¹⁾. Ich habe nicht weiter untersucht, wie sie aus denjenigen der Submucosa entstehen, noch wie sie in weiter peripherisch gelegene übergehen. Ein grosser Theil derselben wird das subseröse Ge-

¹⁾ Es entstehen so Bilder ähnlich den durch die sog. interstitiellen Körner (Köl liker) hervorgebrachten.

webe nicht erreichen und wird direct in die Lymphgefäße einmünden, welche zwischen Längs- und Quermuskelschicht liegen.

Der Durchtritt der Fettstrassen durch die Muscularis mucosae ist besonders in bestimmten Fällen, wo diese sehr ausgeprägt zu Tage tritt, sehr hübsch zu sehen: das Bindegewebe der Schleimhaut, welches dieselbe (Quer- und Längsmuskelschicht) einfach durchsetzt, führt während der Verdauung das Fett wie überall sonst in dem von ihm gebildeten feinsten Kanalsystem (Fig. 7).

Es ist nun noch eines sehr wichtigen Punktes zu gedenken: Ausläufer der Bindegewebskörperchen, welche in der Schleimhaut direct auf die Blutgefäße zusteuern und in deren Wandung endigen, enthalten während der Verdauung gleichfalls Fetttröpfchen wie alle übrigen.

Sie vermitteln offenbar die längst gesuchte directe Verbindung des Lymphgefäßsystems mit dem Blutgefäßsystem und diese Verbindung erklärt, auf einen speciellen Fall angewendet, den relativ grossen Fettreichthum des Pfortaderbluts während der Verdauung.

Um nun noch einmal auf die Methode I. hier zurückzukommen, so ist durch die physiologischen Vorgänge — durch die Fettwanderung — die Identität des der Länge der Zotte nach verlaufenden, zuweilen mit eingeschalteten Bindegewebskörperchen versehenen Fadengewebes im oberen Theile der Zottenfalten mit den Fettstrassen, welche die zweite Methode ebendasselbst zeigt, erwiesen — wenn solcher Nachweis überhaupt noch nöthig war. Mit der Zunahme des Maschengewebes 'gegen den Grund' der Zotten, wie ihn die erste Behandlungsweise zuweilen zeigte, stimmen gleichfalls die Ergebnisse der zweiten. Die Submucosa war nach der ersten Präparation sehr zusammengeschrumpft, doch zeigte sie gleichfalls bald deutlich, bald weniger deutlich maschige Beschaffenheit. Durch die erste Methode treten die Kanäle unter Schwinden der Inter-cellularsubstanz, freilich oft in grober Arbeit, gleichsam isolirt auf, die zweite zeigt die homogene Inter-cellularsubstanz von dem Kanalsystem wie von einem System feinsten darin ausgegrabener Rinnen und Lücken durchzogen.

Ich muss noch erwähnen, dass nach der Präparation, bei welcher vorgängig Essig angewendet wird, beim Frosch das Epithelium sich gewöhnlich von der Schleimhaut losgelöst hat, oder doch, wenn es zum Theil noch vorhanden bleibt, in einem der Unter-

suchung ungünstigen Sinne verändert worden ist. Versuche, das Abfallen, beziehungsweise die Veränderungen des Epitheliums zu vermeiden durch möglichst kurzes Verweilenlassen des Gewebes in Essig oder durch vorheriges kurzdauerndes Einlegen in Osmiumsäure, schlugen fehl. Ich musste also für den Frosch darauf verzichten, in den Fällen, in welchen ich das schöne Bindegewebskanalsystem, wie es die zweite Methode liefert, darstellte, zugleich die Wege des Fettes vom Epithel in die Zotte vor Augen zu haben, ein Mangel, welchen ich übrigens nur in ästhetischer Beziehung bedauern kann.

Bei Säugethieren (Fledermaus, Ratte) tritt die Ablösung des Epithels durch Einwirkung des Essigs nicht ein, was dadurch zu erklären ist, dass diese Thiere viel kürzere und stärkere Ausläufer besitzen als der Frosch, womit die oben erwähnte Beobachtung stimmt, wonach ich bei der Fledermaus dem Stroma der halb macerirten Zotte einzelne Epithelzellen in natürlicher Verbindung aufsitzen sah.

Bevor ich zu den Verhältnissen, wie sie sich bei Säugethieren finden, übergehe, habe ich noch einen kleinen Nachtrag in Betreff der Methode zu machen.

Der Zusatz von Ammoniak zu der Osmiumsäurelösung bei Methode II. bewirkt, dass die Intercellularsubstanz, welche ohne denselben gelblich gefärbt ist, fast farblos, hell und durchsichtig wird, so dass das Saftkanalsystem mit dem Fett darin sich viel schärfer abhebt als ohne solchen Zusatz nach derselben Behandlungsweise.

Ohne Ammoniakzusatz ist die Intercellularsubstanz gelblich.

Die schönsten Präparate und insbesondere die grösste Deutlichkeit auch der Nahrungskanälchen erhält man durch schliessliche Carminfärbung, — Bindegewebskörperchen wie Ausläufer nehmen das Carmin auf und es entstehen so die zierlichsten Bilder. Ich empfehle diese Behandlung sehr für die Prüfung meiner Angaben, besonders zum Nachweis der Einmündungen der Ausläufer in die Lymphgefässe.

Die Säugethiere zeigen in Beziehung auf die beschriebenen Verhältnisse in der Hauptsache dasselbe Verhalten wie der Frosch.

Auch hier ist regelmässig während der Verdauung das gesammte Bindegewebe der Darmschleimhaut (zunächst der Dünndarmschleimhaut) in der behandelten Weise mit Fett erfüllt und

auch die anatomischen Grundlagen sind im Ganzen dieselben, wie beim Frosch: Die Submucosa ist gebildet von einem ungemein lockeren Maschengewebe, hergestellt aus sternförmigen Bindegewebskörperchen und deren ungemein zarten Ausläufern. Besonders schön findet man dieses Verhalten bei der Ratte: die feinsten Fettwege der Submucosa sind hier so zart, dass sie in ihrer ganzen Ausdehnung oft erst klar und deutlich werden, wenn sie in Function begriffen sind, d. h. wenn sie Fett enthalten (vgl. Fig. 23 u. 24 SM). Hier bei der Ratte sah ich ferner in der Quermuskelschicht des Darms dieselben Fettzüge parallel deren Faserrichtung ziehen, wie ich sie beim Frosch erwähnt habe; ich vermochte hier deutlich und auf längere Strecken Bindegewebsfäden zu erkennen und zu verfolgen, in welchen das Fett lag.

Die dem Epithelium zunächst liegenden Bindegewebszüge ferner haben bei den Säugethieren ganz denselben Verlauf und dieselben Eigenthümlichkeiten, wie sie vom Frosch im Vorstehenden beschrieben worden sind, so auch z. B. in Beziehung auf die schlauchförmigen Drüsen. — Nur der Bau der Zotten ist bei beiden nicht ganz derselbe. Es stellt nemlich bei den Säugethieren das fettführende Bindegewebe der Zotte ein ziemlich eng gewobenes Maschennetz dar, abgesehen von Einzelheiten etwa nach dem Typus, wie es Fles¹⁾ in seiner Fig. 3 abgebildet hat. Die Fäden des Netzes umschliessen oft ziemlich regelmässig vier- oder sechseckige Räume und sie, die Fäden, die Bindegewebsbälkchen, sind die Fettkanälchen und enthalten während der Verdauung das Fett in Form feinsten Theilchen, wie ich das in Fig. 21 u. 22 wiedergegeben habe.

Ein gutes Bild von diesem Fettkanalsystem, wie es sich während der Fettfüllung darstellt, gibt auch die Fig. 4 Taf. XIII der zweiten Auflage von Funke's Atlas der physiologischen Chemie, wo sog. E. H. Weber'sche Chyluscapillaren abgebildet sind, welche nach der damaligen Ansicht Funke's „nicht einmal als Parenchymlucken zu betrachten sind, noch viel weniger als mit Chylus erfüllte wahre Gefässnetze, sondern lediglich als Reihen von Fetttropfchen, die durch das weiche Zottenparenchym in Reihen hintereinander frei dem centralen Chyluskanal zuwandern.“

¹⁾ Onderzoekingen over de histologische Zamenstelling der vlokjes van het Darmkanaal. Vorloopige mededeeling. S. 4.

Ich brauche nicht erst ausdrücklich zu betonen, wie meine Angaben über die Fettresorption diesen Chyluscapillaren auf's Einfachste zu ihrem Recht verhelfen.

Es ist durch dieses ziemlich engmaschige Netz von resorbirenden Bindegewebskanälchen in den Zotten der Säugethiere ein viel raumreicheres Röhrensystem hergestellt, als es in den Schleimhautfältchen des Frosches sich findet. Es ist daher bei jenen die Zotte während der Verdauung viel mehr mit Fett erfüllt, wie beim Frosch, um so viel mehr, dass die Osmiumsäure durch die grosse Ansammlung der feinsten Fettpartikelchen während des höchsten Stadiums der Verdauung auf diesen Inhalt des Zottenstromas wirken und den Gesamteindruck einer braunschwarzen Färbung hervorrufen kann, deren Mangel beim Frosch meiner früheren Darstellung gemäss stets auffällt. In den tieferen Theilen der Schleimhaut, z. B. in der Submucosa, fehlt eine solche Färbung auch bei den Säugethiern stets, aus dem einfachen Grunde, weil hier das Fettstrassennetz wieder ein viel weitmaschigeres ist; ferner vertheilt sich natürlich das Fett je weiter nach unten desto mehr — auch ist ein Theil desselben schon in das centrale Chylusgefäss abgegeben worden und gelangt also gar nicht in die Kanälchen der tiefer gelegenen Schleimhautpartien. So kommt es denn, dass man, was ich besonders hervorheben muss, das Fett bei den Säugethiern, z. B. in der Submucosa, erst mit Aufbietung derselben Sorgfalt aufzufinden vermag, welcher man beim Frosch zu dessen Nachweis überall — auch im Stroma der Zotte — bedarf.

Ob sich vielleicht bei den Säugethiern die Einmündungen der Ausläufer der Bindegewebskörperchen speciell in den centralen Chylusraum in Beziehung auf Anordnung anders verhalten, als beim Frosch, wo sie hauptsächlich am Grund des Kanals eintreten, vermag ich nicht zu sagen, wie es mir denn überhaupt genügen muss, auch für die Säugethiere die Gültigkeit des Satzes nachgewiesen zu haben, dass das Bindegewebe ausschliesslich die Fettresorption als feinstes Kanalsystem vermittelt und dass auch hier dem gesammten Bindegewebe der Schleimhaut diese Function zukommt. Den Einzelheiten des Zottenbaues bei den Säugethiern mehr auf den Grund zu gehen, war mir nicht mehr möglich, und da ich die lückenhaften Beobachtungen, welche ich in einzelnen Dingen gemacht habe, jetzt nicht zu vervollständigen im Stande bin, so

empfehle ich das Thema anderweitiger Untersuchung, überzeugt, dass die von mir angegebenen Methoden zu endgültigen Ergebnissen zu leiten vermögen.

So habe ich z. B. auch die Frage über das Vorhandensein oder Fehlen einer Basement membrane bei den Säugethieren nicht weiter verfolgt, dagegen glaube ich für den Frosch den Mangel einer solchen Haut verbürgen zu können, — ich habe mich hier zugleich überzeugt, dass eine solche leicht durch die Wände der in den Zotten sehr peripherisch liegenden Blutgefässe besonders an nicht injicirten Präparaten, sodann auch durch die Uebereinanderlagerung der Epithelzellenausläufer und überhaupt durch ihr dichteres Vorkommen an der oberen Schleimhautperipherie vorgetäuscht werden könne.

Es versteht sich aber für mich von selbst, dass eine Basement membrane, wo sie vorkommt, nur eine siebartig durchlöcherzte, von den Ausläufern der Zellen durchbohrte Haut sein kann.

Bedauern muss ich insbesondere, dass ich eine Beobachtung, weil ich sie erst kurz vor Schluss meiner Arbeit machte, nicht erschöpfend verfolgen konnte, um so mehr, als mir dieselbe von grosser Wichtigkeit zu sein scheint.

Ich fand nemlich bei Fledermäusen und dann auch bei Ratten auf Längsdurchschnitten der Zotte je zwischen zwei Cylinderzellen eine Reihe von feinsten Fetttröpfchen oder je einen Streifen von Fett, welcher durch Zusammenfliessen solcher Tröpfchen entstanden war (vgl. Fig. 20).

Ganz regelmässig lag je zwischen zwei Zellen eine solche Fettreihe. Dieselbe verlor sich nach unten im fettgefüllten Bindegewebe der Zotte, nach oben konnte ich sie bis dicht an den Basalsaum hinauf verfolgen. — Ich muss mich eines Erklärungsversuchs dieser Thatsache vorläufig enthalten ¹⁾.

¹⁾ Dass ich an einen Eintritt von Fett in's Zottengewebe auf Wegen dachte, welche sich zwischen den Epithelzellen finden (— natürlich nicht durch die Becherzellen, denn diese nehmen nie Fett auf), als ich die Fetttropfen zwischen den Zellen, wie oben beschrieben, fand, ist selbstverständlich; doch haben mir meine in dieser Beziehung zwar spärlichen Bemühungen keine sicheren Beweise hiefür geliefert. — Es lässt sich auch an eine Imprägnation der zusammengeflossenen Wände zweier Nachbarzellen mit Fett von den Zellkörpern aus — wo man dann wohl Poren zu Hilfe nehmen müsste, denken — und es könnte dann ein directer Zusammenhang jener — der

Verschiedene meiner bisherigen Angaben lassen schon vermuthen, dass ich auch dem Dickdarm dieselben Verhältnisse zuschreibe, wie ich sie bis hierher ausgeführt habe, was nemlich die Verbindung der Epithelzellen mit dem Bindegewebe und die Eigenschaft dieses als eines vorgebildeten Kanalsystems betrifft.

In der That functionirt nach meinen Erfahrungen der Dickdarm bei gewissen Thieren regelmässig bei der Verdauung gerade so wie der Dünndarm, oder aber er kann, bei einer Reihe anderer, ausnahmsweise der Resorption (speciell der Fette), gerade wie der Dünndarm dienen.

Bei Fledermäusen (es ist natürlich hier nur von solchen aus der Gruppe der insektenfressenden, also von Fleischfressern, die Rede), welche frisch eingefangen und sofort getödtet worden waren, habe ich im ganzen Verlauf des Dickdarms ganz dieselbe Verdauungsthätigkeit unter Betheiligung ganz derselben anatomischen Elemente beobachtet, wie im Dünndarm. Die Resorptionsthätigkeit des Bindegewebes erstreckte sich über den ganzen Darm, vom Pylorus an bis zum After herab.

Es handelt sich hier also um einen ganz normalen Vorgang, nicht etwa um einen durch übertriebene Fütterungsversuche erzwungenen. — Köl liker¹⁾ hat bekanntlich zuerst gefunden, dass die Epithelien des Dickdarms säugender Kätzchen während der Verdauung normal Fett aufnehmen und hat die Vermuthung ausgesprochen, dass der kurze Darm der Carnivoren wohl in seiner ganzen Länge dem Geschäft der Fettresorption verpflichtet sein könnte im Gegensatz zu dem der Herbivoren.

Es gelang jedoch Köl liker nicht, über das Epithel hinaus Fett im Dickdarm zu finden, was aus meinen bisherigen Angaben leicht erklärlich wird: die grösste Ansammlung von Milchsaff findet sich nach der Aufnahme von Nährstoffen im Dünndarm im cen-

sogenannten Intercellularsubstanz — mit dem Bindegewebe der Zotte, wie ihn Fles behauptet, für gewisse Fälle vorausgesetzt werden.

Im Princip würde durch solche Modificationen die im Vorliegenden gegebene Fettresorptionstheorie nicht im Geringsten alterirt, — es würden nach wie vor die Elemente des Bindegewebes der Schleimhaut als Kanalsystem die resorbirenden Wege abgeben, als Kanalsystem, welches sich in die Cylinderzellen direct öffnet.

¹⁾ Würzburger Verhandlungen 1856. Bd. VII.

tralen Chylusgefäss, dem grössten Aufnahmsraum für jene, — im Dickdarm finden sich so grosse Chylusräume nicht und man hat daher bisher ebensowenig hier eine unmittelbare Verbindung der Lymphgefässe mit dem Darmlumen auf Grund der Bilder, welche die Schleimhaut nach der Verdauung darbot, nachgewiesen, als man an eine solche für die Lymphräume im Dünndarm, abgesehen eben vom centralen Chylusgefäss, kannte¹⁾. — Ferner ist das Fett im Bindegewebskanalsystem im Dickdarm eben aus denselben Gründen bisher nicht gesehen worden, aus welchen man es im Dünndarm nicht gefunden hat.

Wendet man bei einer in Verdauung begriffenen Fledermaus die Osmiumsäure-Methoden auf den Dickdarm an, so findet man die Lymphgefässe des Dickdarms bis zum After hinab mit dem charakteristisch gefärbten Fett erfüllt und starke Vergrösserung zeigt im Bindegewebe der ganzen Schleimhaut, gerade wie im Dünndarm den feinstvertheilten Fettinhalt.

Bei der Ratte und bei der Maus habe ich eine Verdauungsthätigkeit des Dickdarms im Normalzustande nicht beobachten kön-

¹⁾ Als Nachtrag zu den Ansichten über die Wege der Fettresorption muss ich hier noch erwähnen, dass Leydig schon 1857 (*Histologie des Menschen und der Thiere* (S. 295) hypothetisch die Ansicht ausspricht, „es seien die Capillaren der Chylusräume wohl nichts anderes, als verzweigte Hohlräume des Bindegewebes (Bindegewebskörper).“ Und in Beziehung auf die Aufgabe der Submucosa bei der Resorption ist für mich folgende Stelle bei Virchow, gesammelte Abhandlungen S. 731 u. 732 wichtig: „Dagegen habe ich einmal im submucösen Gewebe zusammenhängende Netze mit feinen Fettkörnchen erfüllter Elemente angetroffen, welche sich streckenweise in grössere Züge sammelten und dann allerdings mit Chylusgefässen in Zusammenhang zu stehen schienen. Diese Elemente erwiesen sich bei vergleichenden Betrachtungen evident als Bindegewebskörperchen und es entsprechen ihnen an anderen Stellen des Darms, z. B. im Dickdarm, stärkere oder schwächere elastische Netze. Häufig konnte ich aber, namentlich an gekochten Darmhäuten, im Dünndarm mich überzeugen, dass es noch sternförmige, mit Kernen versehene Zellen seien. Ob die Fettkörnchen, die ich in ihnen antraf, mit der Chylification zusammenhängen oder pathologisch entstanden waren, habe ich nicht ermitteln können. Dagegen konnte ich die feinen Fortsätze dieser Elemente bis weit gegen die Oberfläche hin verfolgen und ein paar Mal sah ich sie, wenn ich nicht irre, beim Hund dicht unter der Schleimhaut eine ziemlich dicke, nach dem Kochen glänzend und homogen erscheinende Haut durchbohren, welche von der Fläche aus ganz siebförmig erschien.“ — Vgl. auch Virchow, *Cellularpathologie*. 3. Aufl. S. 307.

nen, ebensowenig in gewöhnlichen Fällen beim Frosch. Brachte ich jedoch einem Frosch grössere Mengen von Oel in den Magen, so resorbierte bei ihm der Dickdarm, — in einzelnen Fällen sogar sehr ergiebig das Rectum bis vollkommen zur Analöffnung hinab gerade so wie der Dünndarm.

In solchen Fällen von Dickdarmverdauung ist besonders hübsch die Betheiligung der Lieberkühn'schen Drüsen, speciell des zwischen denselben gelegenen Bindegewebes zu sehen.

Aus den Versuchen mit dem Frosch würde sich somit ergeben, dass der Dickdarm auch da, wo er unter ganz normalen Verhältnissen dem Verdauungsgeschäft nicht obliegt, unter Umständen dasselbe mit übernehmen kann, — und weiter, dass Bindegewebe und Epithelium in Beziehung auf Befähigung zur Resorption dort ganz dieselben anatomischen Einrichtungen zeigen, wie im Dünndarm.

Die aus den vorliegenden Untersuchungen sich ergebende Eigenschaft des Bindegewebes der Darmschleimhaut als eines feinsten der Resorption dienenden Kanalsystems, spricht gewiss sehr für die Ansicht, das Bindegewebe als die feinsten Wege für die Vertheilung des Nahrungsmaterials zu betrachten (Virchow) — einen handgreiflicheren Beweis für solche Auffassung, als die Beobachtung der Fettresorption, wird man wohl nicht leicht irgend finden.

Ganz speciell werden aber durch meine Angaben von der Einmündung der Ausläufer der Bindegewebskörperchen in Lymphgefässe die Ansichten v. Recklinghausen's¹⁾ über die Eigenschaft des Bindegewebes als eines mit den Lymphgefässen in directem Zusammenhang stehenden Saftkanalsystems berührt.

Ich glaube, die Bewegung des Fettes im Bindegewebe, diese Art von physiologischer Injection, liefert jedenfalls den besten Beweis dafür, dass das letztere ein Kanalsystem (Saftkanalsystem, — denn auch im Darm wird dasselbe wohl nicht allein vom Fett benutzt) darstellt.

Allein ich kann wenigstens für die Zotten selbst kein System von wandungslosen Lücken zugeben: die fettführenden Fäden der Zotten sind von Wandungen gebildete Röhrchen. Die Wandungen dieser Röhrchen sind die directe Fortsetzung der Wandungen der

¹⁾ Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862.

Cylinderzellen. Setzt sich, wie das vielleicht zur Fortbewegung des Fettes nöthig ist, auch das Protoplasma der Epithelzellen in diese Röhrchen, sie ausfüllend, fort, so hätten wir etwa, wie das Friedreich¹⁾ andeutet, „das Epithel als eine an eine freie Oberfläche herangetretene und hier sich ausbreitende Schicht von in gewisser Weise morphologisch modificirten Bindegewebskörperchen, freilich ohne Zwischensubstanz, zu betrachten, — wenn“, fügt er bei, „der Zusammenhang derselben mit dem Bindegewebe richtig ist.“ Wir hätten also dann wenigstens in den Zotten selbst ein plasmatisches Röhrsystem (Virchow) vor uns. Ob die feinsten fettführenden Kanäle in der Submucosa, welche, wie angegeben, oft Spalten von ansehnlicher Tiefe darzustellen scheinen, ganz nach demselben Schema wie diejenigen in der Zotte aufzufassen seien, auf diese Frage werde ich an einem anderen Orte zurückzukommen haben.

Constatiren muss ich, dass durch die beschriebene Art der Einmündung des Saftkanalsystems in die Lymphgefäße eine theilweise Injection des Zottengewebes vom Lymphgefäßsystem aus, wie sie v. Recklinghausen als ihm gelungen beschreibt, wohl ermöglicht wird.

Endlich möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass die von mir angegebene Methode gewiss auch anderswo ganz denselben Zusammenhang von Bindegewebe und Lymphgefäßen nachzuweisen vermag, wie ich ihn für den Darm gezeigt habe. Z. B. lässt sich schon die von Kölliker über die Entwicklung der Lymphgefäße im Schwanz der Froschlarve gegebene Abbildung (V. Aufl. Fig. 428 S. 600) ganz auf meine Zeichnungen zurückführen, wenn man dort einen Zusammenhang der Bindegewebskörperchen mit den Lymphgefäßen als persistirend sich denkt.

Eine Reihe von Beobachtungen spricht aber auch für den Zusammenhang des Epitheliums mit dem Bindegewebe auch auf anderen Schleimhäuten. Interessant in dieser Beziehung sind besonders die Beobachtungen von Wiehen¹⁾, welcher bei den verschiedensten Thieren an den Cylinderepithelien der Harnwege (Nierenbecken, Ureter, Harnröhre), der Gallenwege und selbst des Ductus

¹⁾ Dieses Archiv Bd. XV. S. 535.

²⁾ Zeitschr. f. rat. Med. 3te Reihe. Bd. XIV. 1862. S. 203 ff.

stenonianus „ausserordentlich schöne, lange, spindelförmige Fortsätze, sehr oft zwei an einer Zelle“ beobachtet hat. „Dieselben übertrafen zuweilen die Länge der Zellen um das Doppelte und waren nicht selten mit Kernen versehen“. Ich selbst habe, wie schon früher Billroth¹⁾, Aehnliches in der Luftröhre und zwar von Affen und Menschen beobachtet und, wenn auch den mehrfachen Angaben ähnlicher Art in neuerer Zeit immer weniger Gewicht beigelegt worden ist, so wird doch vielleicht jetzt Veranlassung dazu gegeben sein, diese Frage mit der gegebenen Methode gleichfalls näher zu prüfen.

Noch haben wir einen wichtigen Theil des Weges nicht behandelt, welchen das Fett bei der Resorption benützt, nemlich denjenigen vom Darmraum aus in die Cylinderzellen.

Dieser specielle Theil der vorliegenden Frage ist so oft Gegenstand der Untersuchung gewesen und die Erörterungen über denselben sind so bekannt, dass ich mir um so mehr ersparen darf, noch weiter in die Ansichten über denselben in allgemeiner Weise einzugehen, als dies schon in der Einleitung geschehen ist.

Nachdem von Kölliker und Funke die Querstreifung im Basalsaum der Epithelzellen entdeckt und von ersterem als Ausdruck von Porenkanälchen, welche den Beginn der Wege der Fettresorption darstellen sollten, gedeutet worden war, stellten Brettauer und Steinach²⁾ die Ansicht auf, jene Streifen seien die Grenzen zwischen parallel dicht nebeneinander stehenden Stäbchen, aus welchen der Basalsaum zusammengesetzt sei. Diese Grenzen sollten capilläre Räume bezeichnen, welche durch Auseinanderweichen der Stäbchen, so dass diese mit ihren oberen Enden divergiren, sehr sich erweitern können, — und diese capillären Räume sollten der Fettresorption dienen.

Ich erwähnte diese Ansicht Brettauer's und Steinach's deshalb, weil Heidenhain sie adoptirt hat. Jetzt dürfte feststehen, dass das Auftreten der Stäbchen als das Zeichen eines Zerfalls des Basalsaums zu deuten ist (Kölliker), wogegen die Querstreifung hauptsächlich im frischen Zustand am Saum beobachtet wird.

¹⁾ Müller's Arch. 1858.: „Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge, sowie über den Bau der Cylinder- und Flimmerepithelien und ihr Verhältniss zum Bindegewebe.“

²⁾ Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. XIII. 1857. S. 303.

Wie schon im Eingang bemerkt, ist heute die ziemlich allgemeine Ansicht die, dass die Porenkanälchen Kölliker's die ersten Wege der Fettresorption darstellen, obgleich die Richtigkeit dieser Ansicht schon sofort nach deren Auftreten angezweifelt worden war. Es hatte nemlich bald nach der Entdeckung Kölliker's Leuckart dieselbe Streifung an den Epithelzellen der Haut von *Ammocoetes* gefunden¹⁾ und ist dieselbe seitdem an zahlreichen Orten gesehen worden, wo sie zu der Fettresorption nicht in Beziehung gebracht werden kann. So fand, um nur Eines zu erwähnen, Wiehen nach dem vorhin angeführten Aufsatz dieselbe am Epithelium des Nierenbeckens unter 21 Fällen 20 Mal. Ferner fand er sie am Epithelium des Uterus, dann und zwar besonders deutlich an dem der männlichen Harnröhre (beim Menschen), ferner am Epithelium der Gallenwege, des Ductus pancreaticus und Stenonianus — kurz überall, wo er sie an Cylinderzellen suchte. — Virchow hatte sie vorher schon an den Cylindern der Gallenblase gesehen²⁾.

Leuckart fand ferner, dass die Querstreifung bei *Ammocoetes* nicht den Weg in den Zellkörper vollständig öffne, sondern dass sie nur bis zur eigentlichen Zellmembran vordringe und er acceptirt zwar die Auffassung derselben als Porenkanälchen, allein er schreibt der Einrichtung im Wesentlichen nur dieselbe Bedeutung zu, wie der der Porenkanäle an den Eiern der Insecten u. s. w.: sie biete einen möglichst grossen mechanischen Schutz, ohne dabei die Resorption resp. Ausscheidung zu beeinträchtigen, und es bezweifelt Leuckart auch im Darm ihre Beziehung zur Resorption speciell des Fettes.

Ich erlaube mir, Weiteres in Beziehung auf Erörterungen über diesen Punkt zu übergehen und zu constatiren, dass eine Reihe von Abbildungen verschiedener Schriftsteller³⁾ die Querstreifung an den Darmeylindern nur eben bis zu einer dünnen Schicht gehen lässt, welche dieselben nach oben abzuschliessen scheint, ohne dass sie deshalb anderer Ansicht als Kölliker über die Function der Porenkanälchen an dem genannten Orte wären. Kölliker selbst

¹⁾ Würzburger Verhandlungen. Bd. VII.

²⁾ Dieses Archiv Bd. XI. — Cellularpath. 3. Aufl. S. 28.

³⁾ Man vgl. z. B. die Handbücher von Frey und Henle. (Letzteres S. 164 Fig. 119 B. Eingeweidelehre).

scheint jetzt jene unterste Schicht als ungestreift anzuerkennen, nimmt jedoch an, dass dieselbe gleichfalls durchbohrt sei und dass die Streifung des übrigen Theils des Saumes als einer aus der Zelle abgeschiedenen Schicht eben nur daraus resultire, dass die angenommenen Kanälchen der untersten Schicht sich auch in die Auflagerung fortsetzen.

Ich selbst erinnere mich nie, mit Bestimmtheit gesehen zu haben, dass auch jener unterste Theil des Basalsaums gestreift war, und ferner unterstützen meine Erfahrungen die Angaben zahlreicher Forscher, welche dahin lauten, dass die Querstreifung in sehr vielen Fällen durchaus vermisst wird, ohne dass man bis jetzt im Stande wäre, ihr Vorkommen oder ihr Fehlen auf bestimmte Regeln zurückzuführen.

Ich fand nun in einzelnen, aber gleichfalls ganz unberechenbaren Fällen, zugleich mit der Querstreifung des Basalsaums eine Längsstreifung — d. h. eine Streifung nach der Fläche verbunden, eine Thatsache, welche vor mir nur von Erdmann¹⁾ erwähnt worden ist. Erdmann sah eine solche Längsstreifung beim Frosch an frischen Präparaten und beim Igel nach Einwirkung von Chromsäure. Ich beobachtete sie bei der Maus und beim Frosch und zwar im frischen Zustande und unmittelbar nach dem Tode des Thieres, so dass es sich, wie ich ausdrücklich hervorheben muss, hier nicht um einen durch beginnenden Zerfall des Gewebes hervorgebrachten Zustand, sondern nur um ein normales Structurverhältniss handeln kann. Ferner sah ich diese Längsstreifung an Osmiumsäurepräparaten vom Frosch.

In den Fällen, welche ich beobachtet habe, waren die quer-gestreiften Basalsäume zugleich durch zwei der Länge derselben nach verlaufende Linien in drei übereinander liegende Schichten abgetheilt. Diese Linien zogen sich ununterbrochen durch die Basalsäume einer Reihe nebeneinander liegender Epithelzellen hindurch (vgl. Fig. 8); sie waren, abgesehen davon, dass sie um ein Minimum deutlicher gezeichnet zu sein schienen, vollkommen von derselben Beschaffenheit, wie die Querstreifen, — vollkommen als ob beide der Ausdruck eines und desselben Structurverhältnisses wären.

¹⁾ l. c.

Die Querstreifung betraf nur die zwei oberen Schichten, die unterste blieb homogen.

Beim Frosch war in einzelnen Fällen die mittlere Schicht dunkler, als die übrigen, — in diesen Fällen war keine Querstreifung vorhanden (Fig. 8 A).

Erdmann bildet im Gegensatz zu mir vier Schichten ab, welche abwechselnd hell und dunkel sind, und sagt, dass die Querstreifung wo er sie beobachtete, „mit wenig Ausnahmen“ nur bis zur untersten Schicht ging.

Die unterste homogene Schicht ist offenbar nichts als die directe Fortsetzung der feinen Membran, welche auch die Seiten der Cylinder umschliesst und welche weiter als Wandung der Ausläufer sich fortsetzt.

Die obere Schicht habe ich schon früher an Osmiumsäurepräparaten gesehen, — sie erscheint hier stärker lichtbrechend, als der übrige Theil der Basalsäume und umgibt gewöhnlich als ein zarter heller Streifen ununterbrochen eine ganze Reihenfolge von solchen. Ich habe von ihm an einem anderen Orte ¹⁾ gesagt, dass die Wandungen der Becherzellen in ihn überzugehen scheinen und dass ich nicht gewiss sei, ob er nicht etwa blos der Ausdruck einer optischen Erscheinung sei.

Die bisherigen Beobachtungen handeln also von nicht mehr als von drei bis vier übereinander liegenden Schichten der dem Darmraum zugekehrten Wand der Cylinderzellen.

Der Ausdruck dieser Schichtung, die Längsstreifung, steht ebenso wie die Querstreifung wegen ihrer Feinheit auf der Grenze des mit unseren jetzigen optischen Instrumenten Sichtbaren; dies ist wohl der Grund, warum sie nicht immer, sondern wohl nur unter besonders günstigen Verhältnissen deutlich sind.

Vielleicht weisen weitere Untersuchungen noch zahlreichere Längsstreifen im Basalsaum nach. In dieser Beziehung muss ich bemerken, dass ich in Fällen, in welchen der Basalsaum wie aus den zartesten nach oben divergirenden Härchen gebildet zu sein schien, eine feinste Querstrichelung der Härchen häufig beobachtet habe, eine Beobachtung, welche Köl liker, wie er mir mittheilt, gleichfalls oft gemacht hat.

¹⁾ Dieses Archiv Bd. XLII.

Die unterste Schicht des Basalsaums ist also wohl nichts Anderes, als ein — etwas verdickter — Theil der Zellmembran, was schon daraus zu schliessen ist, dass sie in inniger Verbindung mit der die Längenseiten der Zellen einschliessenden Membran steht, was auch Erdmann angibt. Im Widerspruch mit diesem Autor finde ich jedoch, dass diese Seitenmembran sich nicht durch die oberen Schichten des Basalsaums hindurch fortsetzt, sondern dass sie einfach mit der unteren derselben verschmilzt, beziehungsweise sich in dieselbe fortsetzt (vgl. Fig. 8).

Auf Längsdurchschnitten der Zotten sind bekanntlich je zwei Cylinder durch einen hellglänzenden Streifen geschieden, welchen man verschiedene Deutung gegeben hat. Ich halte ihn einfach für den Ausdruck der Verschmelzung oder der ungemein nahen Aneinanderlagerung der zarten Seitenmembranen zweier benachbarter Cylinder.

Der Beweis für die soeben aufgestellten Ansichten dürfte in Folgendem liegen:

Nach Erhärten in Osmiumsäure, welche sonst das Epithelium ziemlich tadellos in seinen natürlichen Verhältnissen fixirt, wie auch an frischen Präparaten, sieht man zuweilen den hellen zwei Zellen trennenden Streifen an seinem obersten Ende in zwei auseinander weichen (vgl. Fig. 3 dd), und weiter sieht man jede der zwei nun getrennten Membranen direct in die unterste Schicht des Basalsaums sich fortsetzen. In solchen Fällen sind meist die oberen Schichten des Saumes abgehoben und durch das geschilderte Auseinandertreten der zwei Zellmembranen an deren äusserstem Ende ist eine kleine, nach oben offene Lücke entstanden.

In solchen Fällen wird dann aber ferner auch die unterste Schicht des Basalsaums in ziemlich weitem Abstand von dem Protoplasma der Zelle, also abgehoben, aber zugleich in directer Verbindung mit den Seitenwandungen der Zelle, d. h. jederseits mit einem der auseinander getretenen obersten Theile des Zwischenstreifens getroffen (vgl. Fig. 3).

Andere Male ist der auf genannte Weise vom Zellinhalt getrennte untere Basalsaum in directer Verbindung mit diesem Zwischenstreifen, ohne dass jene Lücke an dessen oberem Ende sich zeigt (ebendas.)¹⁾.

¹⁾ Ich glaube, dass das eigenthümliche zackige Aussehen der untersten Schicht

Ist demnach die unterste Schicht des Basalsaums einem Theil der Zellenhülle gleichzusetzen, so sind dagegen die oberen nichts Anderes, als eine Ausscheidung von Seiten der Zelle.

Diese Ausscheidung ist dem Gesagten zufolge über die ganze Mosaik der Cylinderzellen gleichmässig hingegossen, indem das Secretionsproduct der einzelnen Zellen, ohne Grenzen zurückzulassen, zusammengefloßen ist.

Man hielt bisher den Basalsaum mit Ausnahme Moleschott's, auf dessen Ansicht ich zurückkomme, wohl ziemlich allgemein für eine solide Cuticulä. Allein es gilt die Eigenschaft einer relativen Festigkeit — in dem Grade, wie sie überhaupt einer Zellmembran zugeschrieben werden mag — nur für die unterste Schicht des Saumes. Die oberen bestehen aus einer durchaus weichen und sehr leicht zerstörbaren Substanz.

Die Beweise hierfür mögen folgende Thatsachen abgeben:

Ich sah öfter an ganz frischen, unmittelbar nach dem Tode der Thiere betrachteten, in gutem Jodserum untersuchten Schleimhäuten die oberen Schichten der Basalsäume eines grösseren Theils der Zottenoberfläche in einem eigenthümlichen Zustande der Auflösung begriffen: dieselben waren zu einer breiten, nach aussen in grober Wellenlinie sich abhebenden, durchweg in denselben welligen Zügen fein gestreiften Masse aufgequollen, während die untere Schicht fest geblieben war und die Epithelien nach oben scharf begrenzte.

Die beschriebene Masse der oberen Saumschichten hatte ein ganz weichschleimiges Aussehen und das entstandene Bild war im Ganzen wie im Einzelnen genau mit demjenigen zu vergleichen, welches bei ruhiger Luft ausgeblasene Wölkchen von Cigarrenrauch abgeben.

Vielleicht liefert die feine Längsstreifung der wolkigen Masse wieder eine Andeutung dahin, dass der Basalsaum auch im normalen Zustande wahrscheinlich nicht nur aus drei, sondern aus zahlreichen übereinander gelagerten, unendlich feinen Schichten zusammengesetzt sein dürfte.

Da es sich im vorliegenden Falle wohl um einen Auflösungs-

des Basalsaumes, wie es Fig. 3 zeigt und wie man es öfters an Osmiumsäurepräparaten sehen kann, überall auf ein Auseinanderweichen der zwei Blätter der sog. Intercellularsubstanz an ihrem oberen Ende zurückzuführen ist.

prozess der oberen Schichten des Basalsaums handelte, so würde man mir gewiss Einwendungen machen, wollte ich denselben als vollgültigen Beweis für meine Ansicht von der weichen Beschaffenheit der oberen Basalschichten ansprechen.

Auch die Thatsache, dass man an Osmiumsäurepräparaten, wie oben erwähnt, oft die oberen Schichten des Saumes vollkommen geschwunden oder nur noch in Resten vorfindet, welche dann ein mattes Aussehen haben und nach aussen oft mit unbestimmter Grenze allmählich unsichtbar werden, während die untere Schicht vollkommen scharf begrenzt besteht (vgl. Fig. 3b), auch diese Thatsache, wenn schon sie gewiss unter den Beweisen mitzureden berechtigt ist, würde nicht absolut entscheidend sein. Dagegen lässt die nun zu erwähnende Beobachtung gewiss keinen Zweifel daran übrig, dass die oberen Saumschichten aus einer durchaus weichen Masse bestehen.

Ich fand die Basalsäume von Fröschen, welche Oel im Darmkanal führten, an der diesem zugekehrten Fläche in einzelnen Fällen von Oeltropfen dellenartig eingedrückt. Die Beobachtung machte ich bei Betrachtung des Epithels von der Seite und zwar an Osmiumsäurepräparaten, an welchen die natürlichen Verhältnisse absolut rein fixirt waren und vor Allem die Basalsäume sich tadellos schön zeigten.

Vor jeder Delle oder vielmehr in derselben, sie noch eindrückend, lag ein Fettropfen von der Grösse, wie man sie gewöhnlich innerhalb der Cylinderzellen nach dem Tode der Thiere findet.

Eine Substanz, welche von Oeltröpfchen eingedrückt wird, ist gewiss absolut weich zu nennen!

Noch eine hierher gehörige Beobachtung will ich anschliessen: An durchaus frischen und in Jodserum untersuchten Zotten, der Maus entnommen, sah ich einmal am Basalsaum mehrerer nebeneinander gelegener Cylinderzellen jeweils genau in dessen Mitte und an allen Zellen, wo die Sache vorkam, ganz in derselben Weise, in der Seitenansicht einen genau und scharf halbkreisförmig gezeichneten Ausschnitt, welcher, mit der tiefsten Stelle etwa die Gegend der oberen Fläche der unteren Basalschicht erreichend, mit der Oeffnung nach dem Darmlumen zu gerichtet war.

Die Ansicht stereoskopisch von der freien Oberfläche gedacht, haben wir je eine im Centrum des Basalsaums gelegene Delle vor uns (vgl. Fig. 11a).

Ich würde nicht anstehen, dieses eigenthümliche Vorkommniß als etwas Zufälliges anzusehen, wenn es sich nicht, wie bemerkt, an mehreren, etwa vier unmittelbar nebeneinander gelegenen Cylinderzellen genau in derselben Weise und überall durchaus regelmässig gezeigt hätte. So aber weiss ich es einstweilen nicht zu deuten und kann es nur mit der weichen Beschaffenheit des Basalsaums in Zusammenhang bringen.

Verwenden wir von dem Gegebenen zunächst die über die protoplasmaartig weichen oberen Schichten des Saumes gewonnenen Thatsachen für den Vorgang der Fettresorption, so erscheint klar, dass eine Masse, welche so wenig widerstandsfähig ist, dass selbst Oeltröpfchen sie einzudrücken vermögen, für den Durchtritt eben der Oeltröpfchen beziehungsweise des Fettes überhaupt, keiner besonderen Wege, keiner Porenkanälchen bedarf. Und gerade für diesen so beschaffenen oberen Theil des Saumes ist bis jetzt die Querstreifung unzweifelhaft nachgewiesen und auf Poren gedeutet worden.

Die Längsstreifung (vielleicht besser: die Flächenschichtung) des Saumes würde an und für sich nicht gegen die Auffassung der Querstreifung als Kanälchen sprechen, obschon es sehr auffallend ist, dass die Linien der ersteren ganz dieselbe Feinheit und fast absolut dieselbe Schärfe in den von mir beobachteten Fällen gezeigt haben, so dass ich geneigt sein musste, beide als Zeichen desselben Strukturverhältnisses anzusehen, um so mehr, als beide stets gleichzeitig vorhanden waren.

Allein, da verschiedene Autoren wenigstens die an anderen Elementen als den Cylinderzellen vorkommende Querstreifung ganz entschieden auf Porenkanälchen deuten und da mir über jene Verhältnisse keine Beobachtungen zu Gebote stehen, so bin ich weit davon entfernt, der Auffassung der Querstreifung des Basalsaums der Darmcylinder als Poren, welche zur Resorption überhaupt in Beziehung stehen mögen, zu widersprechen. Nur bin ich der Ansicht, dass sie speciell nicht der Fettresorption dienen.

Sehen wir uns in der Literatur nach den Thatsachen um, welche für die Ansicht sprechen, der ich glaube entgegenzutreten zu müssen, so finden wir deren sehr wenige.

Obschon es durchaus nothwendig zu sein schien, dass das Fett den ganzen Basalsaum durchwandere; obschon man nicht beweisen konnte, dass es in unsichtbarer Umsetzung den Saum durch-

setze, und obschon deshalb seit langer Zeit alle Welt sich bemühte, dasselbe in greifbarer Form darin aufzufinden, sind doch die Angaben, nach welchen das Gesuchte gefunden sein soll, äusserst spärliche.

Abbildungen, welche diese Angaben begleiteten, existiren meines Wissens gar keine, mit Ausnahme einer von Erdmann, welcher, wie früher erwähnt, das Fett als Nebel durch Dick und Dünn gehen und es sich erst nach Aufhören des Lebensprozesses überall, also auch im Basalsaum, in sichtbarer Form niederschlagen lässt.

Darüber, dass Fett speciell in den Porenkanälchen gesehen worden sei, gibt es, so viel mir erinnerlich ist, nur eine einzige Angabe.

Dass man das Vorkommen von Fett im Basalsaum nicht für bewiesen hält, das zeigen am besten die Eingangs angeführten Fettresorptionstheorien neueren Datums, das zeigt ferner der Umstand, dass auch die physiologische Chemie sich neuestens wieder bemüht hat, den Uebertritt des Fettes vom Darmraum in die Cylinderzellen, beziehungsweise in die Lymphgefässe zu erklären.

Ich selbst wurde, gleich so vielen meiner Vorgänger, von diesem Basalsaum lange Zeit, man kann nicht anders sagen, als — gefoppt.

Waren die Cylinderzellen vollkommen mit Fett erfüllt, nach Osmiumsäurebehandlung sogar mit braunschwarz gefärbtem¹⁾, — oft so, dass die Tropfen der inneren Seite des Basalsaums fest angelegt zu sein scheinen, hatte zugleich der Darmkanal an der betreffenden Stelle bei der Section noch einen Ueberfluss von Fett enthalten, — niemals vermochte ich selbst mit Tauchlinse 10 und unter Anwendung des trefflichen Beleuchtungsapparats von Hartnack²⁾ irgend eine Spur von Fett in dem schönen breiten Basalsaum zunächst vom Frosch zu entdecken.

Nur in einzelnen Fällen sah ich, wie nach oben beschriebener Art Fetttropfen eine Delle in den Saum von aussen eindrückten. Aber diese Delle war nicht tiefer als die Hälfte oder ein Drittel des Durchmessers der besagten Tropfen, deren Grösse ich oben angegeben habe.

¹⁾ Ich bemerke hier, dass das Fett durch die Osmiumsäure erst nach monatelangem Liegen der Präparate blauschwarz oder eigentlich schwarz wird.

²⁾ Zum Arbeiten bei Lampenlicht eingerichtet.

In der Hoffnung nun, dadurch Anhaltspunkte für die Beurtheilung des Vorgangs der Fettresorption zu gewinnen, mischte ich das Fett, welches ich meinen Fröschen in den Magen bringen wollte, mit einem sehr feinen Niederschlag von Carmin möglichst innig und möglichst stark, so dass ein schwerflüssiger Brei entstand.

Bekanntlich sind schon seit alter Zeit Versuche mit Farbfütterungen gemacht, die heterogensten Ergebnisse nach den Angaben der verschiedenen Physiologen damit erzielt und die entgegengesetztesten Schlüsse naturgemäss aus diesen Ergebnissen gezogen worden.

In den letzten Jahren hat man das fragliche Experiment besonders zur Entscheidung der Frage zu verwerthen gesucht, ob die Cylinderzellen am oberen Ende offen seien oder nicht, und speciell Moleschott und Marfels¹⁾ sind zu einem der Brücke'schen Ansicht günstigen Resultat gekommen, indem sie, wiewohl in seltenen Fällen, Farbkörnchen, ausserdem auch Blutkörperchen fremder Thiere, in den Cylinderzellen, sowie auch im Blut des Mesenteriums fanden und diesen Fund für den Beweis des Mangels einer festen Wandung an dem Basalende der Cylinder hielten. Sie nahmen den Basalsaum für eine weiche Masse (Brücke's Schleimpfropf), welcher für feste Körper durchdringbar sei. Sie glaubten ferner, durch ihre Resultate auch den Uebertritt des Fettes aus dem Darmlumen in die Cylinderzellen erklären zu können, auf Grund der Annahme, dass die Fetttröpfchen sich zu der mit wässriger Flüssigkeit getränkten Schleimhaut wie feste Körper verhalten.

Schon vorher sprach Bruch²⁾ die Ansicht aus, dass das Fett auf rein mechanische Weise in die Epithelzellen gelange, etwa wie Quecksilber, das man durch Leder presst, — denn es hatte schon seit 10 Jahren eine Reihe von Beobachtern, Herbst³⁾, Mayer⁴⁾, Oesterlen⁵⁾, Eberhard⁶⁾, den Uebertritt von Quecksilber, Schwe-

¹⁾ F. Marfels u. J. Moleschott, „Der Uebergang kleiner fester Theilchen aus dem Darmkanal in den Milchsaff und das Blut.“ Wiener med. Wochenschr. IV. Jahrgg. 1854. No. 2.

²⁾ Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. 1853.

³⁾ Herbst, „Ueber das Lymphgefässsystem und seine Verrichtung.“ Göttingen 1844.

⁴⁾ Med. Correspondenzblatt rheinischer u. westphäl. Aerzte. Bd. III. No. 23.

⁵⁾ Zeitschr. f. rationelle Med. Bd. V.

⁶⁾ R. F. Eberhard, „Versuche über d. Uebergang fester Stoffe v. Darm u. Haut aus in d. Säftemasse des Körpers.“ Inaug.-Dissert. Wädenschweil 1847.

felblumen, Kohle etc. in die Epithelzellen und in's Blut nach Fütterung solcher Massen behauptet.

Dagegen vermochten v. Wittich¹⁾, Donders²⁾, Funke³⁾ nach Moleschott keinerlei Ergebnisse in dessen Sinne zu erlangen.

Versuche mit Fütterung einer Mischung von Fett und Farbstoffen, wie ich sie ausgeführt habe, liegen bis jetzt nicht vor.

Ich habe, wie angedeutet, ziemlich grosse Mengen von Carmin gefüttert und bin bei meinen Versuchen, schon wegen der Untersuchung der Stadien der Fettresorption, stets systematisch verfahren. So brachte ich z. B. in einem Fall 8 Fröschen zu gleicher Zeit von der bezeichneten Mischung von Fett und Carmin in den Magen. Nach 2 Tagen tödtete ich den ersten Frosch, nach 4 den zweiten und nach 16 Tagen den letzten. Schon bei der ersten Section konnte ich die auffallende Thatsache constatiren, dass das Carmin sich vollständig von dem den Darmraum noch in grosser Menge erfüllenden Oel getrennt hatte: das Carmin befand sich als dicke Masse, mit wenig Oel gemischt, alles im Rectum und war im Begriff, per anum abzugehen, zum Theil war es schon entleert. Das von Farbe vollkommen freie Oel dagegen lagerte zum grössten Theil im oberen Abschnitt des Darms, diesen vollkommen erfüllend, soweit es nemlich nicht schon resorbirt war. Bei der nächsten Section war keine Spur von Carmin mehr im Darm zu finden, während noch am 10. oder gar am 12. Tage Oel im Darm gefunden wurde, wobei zu bemerken, dass ich den Fröschen etwa 15 kleine Tropfen der Mischung in den Magen gebracht hatte, — gewiss keine allzu unmässige Mahlzeit, wenn man berücksichtigt, wie viel Nahrung diese Thiere manchmal spontan auf einmal zu sich nehmen⁴⁾.

Weiterhin sah ich, dass in manchen Fällen schon 17 und noch weniger Stunden nach der Fütterung einer Mischung von Oel und Carmin das letztere sich von ersterem getrennt und im Rectum an-

¹⁾ Dieses Archiv Bd. XI.

²⁾ Handb. d. Physiol.

³⁾ Handb. d. Physiol.

⁴⁾ So habe ich einmal im Magen eines grossen Frosches das noch mit halbverdauten Weichtheilen bekleidete Skelet eines anderen Frosches von mittlerer Grösse gefunden, und öfter sah ich, wie hungrige Frösche in der Gefangenschaft kleinere Brüder verschluckten,

gehäuft hatte, — es war nach kurzer Zeit abgegangen, während ich sogar noch nach 14 Tagen nichtresorbiertes Oel im Darm fand.

Den makroskopischen Befund will ich später verwerthen und jetzt zum mikroskopischen übergehen.

Während ich, wie gesagt, keine Spur von Fett im Basalsaum traf, fand ich an demselben Versuchsthier, an welchem ich zuerst jenes dellentartige Eingedrücktsein des Basalsaums durch Oeltröpfchen gesehen hatte, Carminkörnchen darin und zwar vollkommen in demselben eingebettet, z. B. in dessen Mitte, also in seinem weichen oberen Theil.

Ich weiss sehr wohl, dass es unter Umständen schwer ist, feine einzelne Carminkörnchen wieder zu erkennen und zu unterscheiden, ob sie in oder auf solch homogener Masse, wie der Basalsaum gewöhnlich eine ist, liegen, allein ich konnte in der Folge die Beobachtung mehrmals bestätigen und als absolut richtig erkennen. Die Körnchen waren in einzelnen Fällen ziemlich gross.

Dennoch war die Sache sehr selten und ebenso selten fand ich fernerhin einzelne Carminkörnchen in den Epithelien selbst — in denselben Zellen; welche mit Oeltropfen förmlich vollgepfropft waren.

Trotz der grossen Mengen gefütterten Carmins gingen also nur wenige Körnchen — geradezu sehr seltene Ausnahmen — in die Epithelzellen über. In dieser Beziehung stimmt meine Erfahrung mit derjenigen Moleschott's überein.

Dagegen kann ich nicht ohne Weiteres mit Moleschott übereinstimmen, wenn dieser Forscher meint, der Uebertritt von Fett in die Cylinderzellen lasse sich einfach wie derjenige des Farbstoffes erklären, — was für letzteren ausnahmsweise gelte, gelte eben für ersteres gewöhnlich.

Ebensowenig kann ich die Schlüsse über das Offensein der Cylinderzellen, beziehungsweise über die Eigenschaft des Basalsaums als Schleimpfropf im Sinne Moleschott's unbedingt unterschreiben.

Dass ich Carminkörnchen in dem oberen weichen Theil des Basalsaums fand (— nebenbei gesagt: nicht etwa in dessen „Porenkanälchen“, sondern einfach in dessen Masse eingebettet — die Farbtheilchen waren auch zu gross für eine Möglichkeit in ersterem Sinne —) beweist eben nur, dass feste Körper zum Durchtritt durch

diesen Theil des Saumes keiner präformirten Wege bedürfen, so wenig wie auch das Fett nach den angeführten Beobachtungen solcher zum Durchdringen desselben voraussichtlich bedürfte.

Aber wenn uns so auch der obere weiche Theil des Saumes keinerlei Hinderniss mehr weder für den Durchtritt des Fettes noch für denjenigen fester Körper darbietet, so haben wir doch hinter ihm noch eine Barrikade zu entfernen, nemlich die unterste Schicht, die eigentliche Zellmembran, für welche wir eine den oberen ähnlich weiche Beschaffenheit keineswegs nachgewiesen haben.

Und ferner zeigen die bisher angeführten Ergebnisse meiner Versuche, dass nicht, wie Moleschott will, der Eintritt von Fetttropfen in die Zelle unter Einem mit demjenigen der Farbstofftheilchen erklärt werden darf, sondern im Gegentheil haben wir bisher nur Beweise dafür, dass beide in der Erklärung getrennt werden müssen.

Denn: warum fand ich zwar Carmin in dem genannten Theil des Basalsaums, aber niemals Fett, während doch das Fett zum Ueberfluss in das Innere der Zellen eingetreten war, Carmin dagegen nur in höchst vereinzelt und seltenen Ausnahmen?

Vorläufig müssen wir antworten:

Das Carmin hat keinerlei Neigung, in die Epithelzellen einzutreten, es entfernt sich sogar die Hauptmasse desselben so rasch als möglich auf dem natürlichen Wege nach aussen.

Das Fett dagegen hat die grösste Neigung, in die Epithelzellen zu gelangen, vielmehr für den Eintritt desselben in die Zellen sind ganz besonders günstige Verhältnisse vorhanden, es wird sogar, — wohl durch dieselbe Kraft, welche das Fett in die Zellen hineinbefördert —, in den genannten Fällen der Ueberfluss an demselben im Gegensatz zum Carmin im Darm zurückgehalten, um später wo möglich auch noch verwendet zu werden. Während dieser langen Zeit geht zwar fortwährend etwas von dem im Darmlumen gelagerten Fett mit den Fäces ab, der grösste Theil aber wird resorbirt. Gerade wie bei grossem Zudrang zum Theater das Stück, das drinnen gegeben werden soll, eine grosse Menschenmenge vor die Thüre zieht, von welcher nur Einer nach dem Anderen durch den engen Zugang an der Kasse vorbei gelangen kann, — die Meisten warten ab, bis die Reihe an sie kommt, Andere, die Zuleztstehenden, bei denen das Interesse am Stück schliesslich der Ungeduld unterliegt,

laufen weg, von denjenigen, welche es von vornherein nicht interessiert und welche zufällig vorübergehen, geräth höchstens einmal einer gelegentlich hinein, — gerade so muss eine, wir wollen einmal vorläufig annehmen, im Epithelzelleninhalt liegende Anziehungskraft das Fett vor der Thür derselben festhalten und in sie hineinziehen, während sie auf das Carmin keinerlei Wirkung ausübt, — nur gewaltsamerweise gelangen einzelne Körnchen von diesem hinein¹⁾.

Da ich kein Fett im Basalsaum fand, so blieb mir nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass diese Kraft, welche man in molecularen Beziehungen zwischen dem Zellinhalt und dem Fett suchen müsste, die Fetttropfen aus dem Darmkanal ungemein rasch in die Zelle hinüberziehe, durch den Saum gewissermaassen hindurchschnelle.

Ich fürchtete schon bei dieser Erklärungsweise stehen bleiben zu müssen, als ich bei einer Fledermaus, welche frisch gefangen war und welche ich sofort nach dem Einbringen tödtete, auf die schönste Weise Fett im Basalsaum fand, wie denn deren ganzer Darm in der Fettresorption begriffen war.

Aber die Säume, welche das Fett enthielten, waren ungemein schmal und ich kam auf die Vermuthung, dass die oberen Schichten sich abgehoben hatten und dass das, was ich von Fett enthaltendem Saum vor mir hatte, nur die unterste Schicht des ganzen Basalsaums, also diejenige war, welche man einem — verdickten — Theil der Zellenhülle gleich setzen muss.

Dass dem wirklich so war, davon überzeugte mich sofort die Vergleichung mit anderen Stellen der Zottenoberfläche.

Die fetthaltigen Säume fanden sich immer nur an einer grösseren oder kleineren Reihe nebeneinander liegender Cylinderzellen; hier sah dann die Zellenbasis wegen der geringen Dicke des Saumes und durch dessen Fettinhalt bei oberflächlicher Betrachtung wie verletzt, ich möchte sagen wie zerfressen aus (vgl. Fig. 18). — Dicht neben einer solchen resorbirenden Stelle kam nun häufig eine andere, an welcher die Basalsäume kein Fett enthielten, und diese Säume waren sämmtlich gerade etwa um das Dreifache dicker, als die fetthaltigen. In Fig. 15—19 habe ich dieses Verhältniss angedeutet, indem ich, genau nach der Natur, übereinander die resorbirenden Säume und nichtresorbirende in dem natürlichen Dickenverhältniss abbildete, —

¹⁾ Vgl. S. 169.

die letzteren sind von einer dicht neben ersteren gelegenen Stelle derselben Zotte entnommen.

Dasselbe Verhalten fand ich nun, nachdem ich es einmal erkannt hatte, an den verschiedensten Theilen der Schleimbaut auch bei anderen Thieren wieder, so z. B. bei der Ratte; immer enthielten nur sehr verdünnte Basalsäume Fett.

Es werden also jedesmal an der Reihe von Cylinderzellen, in welche gerade Fett vom Darmraum eintritt, die oberen Schichten des Basalsaums aufgelöst und die Fetttropfchen haben nur die unterste Schicht, die eigentliche Zellmembran, nicht aber auch die ihr im Ruhezustand aufgelagerte Zellenausscheidung zu durchsetzen.

Es war jetzt klar, warum ich in den oberen Schichten des Saumes niemals habe Fett finden können.

Wenn ich bisher in den Säumen Fett suchte, hatte ich wohl gewöhnlich gerade die breitesten zum Nachweis ausgesucht und die schmalen, ärmlich, wie zerrissen aussehenden vernachlässigt — so bin ich dem wahren Sachverhalt, aus denselben Gründen wohl, wie meine Vorgänger, lange nicht auf die Spur gekommen.

Es ist bekannt, dass von verschiedenen Seiten ein Dünnerwerden des Basalsaums während der Verdauung behauptet wurde, Angaben, welche nach Vorstehendem sich als vollkommen begründet erweisen und zugleich auf's Einfachste erklären lassen.

Nur ist ausdrücklich zu bemerken, dass ein solches Dünnerwerden des Saumes, d. h. eine Auflösung der oberen Schichten desselben jeweils nur gerade an den beschränkten Stellen der Zottenoberfläche Statt hat, deren Basis oder gar nur deren unterste Saumschicht gerade in Resorptionsthätigkeit sich befindet, und ist darauf hinzuweisen, dass die einzelnen Stadien der Resorptionsthätigkeit ziemlich unregelmässig — in bestimmten Grenzen natürlich — an den einzelnen Abschnitten nicht nur der Schleimbaut überhaupt, sondern sogar derselben Zottenoberfläche auftreten, so dass, wie schon bemerkt wurde, von unmittelbar benachbarten Stellen die eine im Beginn der Resorption ist, die andere noch nicht. Auch mag eine und dieselbe Zelle in verschiedenen Phasen Fett aus dem Darm aufnehmen, in deren Zwischenräumen jeweils der äussere, weiche, der Zellsecretion seinen Ursprung verdankende Theil des Basalsaumes wieder neu erzeugt wird¹⁾, so dass man stets, auch

¹⁾ Man könnte sich vorstellen, dass von einer Epithelzelle aufgenommene Fett

während die Verdauung im Allgemeinen am Stärksten im Gange ist, doch den grössten Theil der Schleimhaut auch mit den weichen Schichten des Saumes bedeckt findet — eben weil immer nur verhältnissmässig wenige Stellen zugleich ganz in einem und demselben Stadium der Resorption sich befinden, weil z. B. nur an relativ wenigen Stellen in einem und demselben Augenblick gerade durch den Basalsaum Fett durchtritt.

Es ist jetzt auch klar, weshalb ich Carminkörnchen in den oberen weichen Schichten des Basalsaums finden konnte: diese Körnchen müssen als auf mechanischem Wege in den weichen Saum eingedrückt angesehen werden. Darauf deutet einmal ihr seltenes Vorkommen darin hin, zweitens aber kann man sie natürlich überhaupt nur deshalb in jenen oberen Schichten finden, weil diese bei ihrer Aufnahme nicht zerstört worden sind, und dies geschah nicht, weil die zugehörigen Zellenbasen im Augenblick des Eintretens der Körnchen in die Säume gar nicht in Verdauungsthätigkeit begriffen waren.

Es ist nun nöthig, dass ich angebe, in welcher Form und Gestalt ich das Fett in der untersten Schicht des Basalsaums finde. Die Fig. 15, 18 und 19 geben davon die beste Vorstellung: Der betreffende Saumtheil enthielt sehr feine Fetttröpfchen — ganz von derselben Grösse, wie sie in dem Nahrungskanalsystem der Schleimhaut vorkommen (0,001—0,0008 Mm.). Diese Tröpfchen lagen durch die feinsten Zwischenräume getrennt nebeneinander, oder sie waren zu kleineren wurstförmigen Partien oder zu einem grösseren Streifen zusammengefloßen, welche entweder nur den Basaltheil der Epithelialhülle einer einzigen Zelle vollkommen erfüllte oder welcher sich ununterbrochen in derselben Hülle, z. B. zweier nebeneinander liegender Zellen hinzog.

Man kann nun annehmen, es sei das Letztere, die ununterbrochene Ansammlung von Fett in der Epithelialdecke Leichenerscheinung, durch Zusammenfliessen aus einzelnen Tröpfchen, dem normalen Vorkommen, entstanden. Ich will darüber heute kein Urtheil ab-

wirke als Reiz, durch welchen die Zelle zur Secretion angeregt werde und demnach rasch die oberen Schichten des Basalsaums wiedererzeuge. Es könnte so ein beständiger Wechsel von Aufgelöst- und Wiedererzeugtwerden des Basalsaums ein und derselben Zelle während mehrerer Phasen der Resorption einer Mahlzeit angenommen werden.

geben: Oft war allerdings die Anordnung der kleinen Tröpfchen so regelmässig, wie das auch die Abbildung zeigt, dass man fast zu der Annahme hinneigen möchte, dieselben liegen in Poren, von welchen die Hülle des Basalsandes der Epithelien durchsetzt ist.

Möglich ist es ja immer, dass die Querstreifung des weichen oberen Saumtheils trotz Allem und trotz der ihr so ähnlichen Längsstreifung, ein Structurverhältniss ist, welches sein Modell in der Durchbohrung der eigentlichen Epithelialhülle, der tiefsten persistenten und bis jetzt nicht mit Sicherheit von Poren durchsetzt gesehenen Schicht des Basalsaums hat¹⁾, ohne dass es deshalb selbst zur Fettresorption in Beziehung zu stehen brauchte.

Dass die Tröpfchen, welche in der unteren Saumschicht enthalten waren, wie meine Abbildungen und die gegebenen Maasse zeigen, breiter sind, als dass sie in einem der Köl liker'schen Porenkanälchen Platz gehabt hätten, das kann vorläufig immer noch nicht als absoluter Beweis gegen die Annahme solcher Kanälchen auch in der untersten Schicht angesehen werden — man kann ein Erweitertwerden einzelner Kanälchen auf Kosten benachbarter einwenden, man könnte auch bei meinen kleinen Tröpfchen von 0,001 bis 0,0008 Mm. Durchmesser noch an ein Zusammengeflössensein aus mehreren noch kleineren denken, wobei ich bemerken will, dass Köl liker die Breite der Streifen (Porenkanälchen) zu 0,0001 — 0,0002 Linien berechnet.

In einzelnen Fällen (beim Frosch) glaubte ich auch wirklich Porenkanälchen in der untersten Schicht des Saumes gesehen zu haben, — doch bin ich weit davon entfernt, ein Dogma auf Grund meiner Beobachtungen in Beziehung auf die Art aufzustellen, wie das Fett durch diese letzte Scheidewand, welche es durchwandert, tritt, — ich will vielmehr alle Gründe für und wider die verschiedenen Möglichkeiten durchaus unparteiisch erwägen, soweit meine Erfahrungen mir das Recht dazu geben.

Ich habe mir diese letzte schmale Schranke eigentlich selbst geschaffen, indem ich annahm, dass dieselbe, die unterste Schicht des Saumes, nicht so weich sei, wie die oberen Schichten, weil sie nemlich mit der übrigen Zellhülle identisch zu setzen ist. Die

¹⁾ Köl liker sagt Histologie S. 413: „Es unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, dass die Darmcylinder ganz geschlossen sind und dass der streifige Saum aussen auf der zarten aber deutlichen Zellmembran seine Lage hat.“

Gründe für diese Gleichsetzung sind im Vorigen angegeben — sie involviren zugleich die Gründe für die Annahme einer grösseren Widerstandsfähigkeit. Zu diesen Gründen, welche darin bestehen, dass nach Zerstörung oder Aufweichung der oberen Schichten an frischen und an Osmiumsäurepräparaten stets die unterste unberührt und zwar in unmittelbarem Zusammenhang mit der übrigen Zellhülle gefunden wurde, ist noch hinzuzufügen, dass sie auch ganz dasselbe Aussehen und nach Osmiumsäurebehandlung ganz dieselbe Färbung (wenn sie nemlich von den übrigen Schichten befreit ist), nemlich eine strohgelbe — also ganz dieselbe, wie auch die Ausläufer der Epithelzellen und das Zottenstroma überhaupt, mit welchem sie in ununterbrochenem Zusammenhang steht — zeigt.

Nehmen wir also eine grössere Resistenz der untersten Schicht des Basalsaums als bewiesen an, nehmen wir an, dass er unter gewöhnlichen Verhältnissen für Fett ohne Poren undurchdringbar wäre, so sind wir doch nicht gezwungen, auch während des Vorgangs der Verdauung Poren als unbedingt nothwendig zum Durchtritt der Fetttröpfchen voraussetzen zu müssen.

Wenn die während der Verdauungsthätigkeit in grosser Menge sich in den Darmraum entleerenden Secrete die oberen Schichten des Saumes vollständig aufzulösen vermögen, warum sollten sie die unterste, festere Schicht, wenn sie gleich ein Theil der Zellhülle — also doch wieder nichts Anderes, als eine erhärtete Schicht des gewöhnlichen Zellenprotoplasma — ist, warum sollen sie diese Schicht nicht so weit wenigstens erweichen, dass die Fetttröpfchen sie einfach ohne präformirte Wege durchsetzen können, so gut wie die Carminkörnchen die oberen a priori weichen Schichten schon ohne die Einwirkung der Verdauungssecrete zu durchdringen und so gut wie Oeltröpfchen diese einzudrücken vermögen?

Da diese Annahme mit Allem, was ich beobachtet habe — so besonders mit der Gestalt und Anordnung der im Saum gesehenen Fetttheilchen — speciell damit, dass das Fett in vielen Fällen den ganzen unteren Saum oder die Säume mehrerer nebeneinander gelegener Zellen ununterbrochen erfüllte (vgl. bes. Fig. 19), in Uebereinstimmung steht, so möchte ich sie so lange als die wahrscheinlichste hinstellen, bis etwa Poren mit aller Sicherheit und zwar Poren, welche während der Verdauung Fett enthalten, in der untersten Schicht des Saumes gesehen werden.

Diese Theorie erklärt meines Erachtens so ziemlich Alles, sie erklärt auch den Eintritt von Carminkörnchen in die Cylinderzellen, wenn man annimmt, dass dieselben gerade im rechten Moment, während deren Erweichung, auch die unterste Saumschicht durchsetzt haben. Ihr seltenes Eintreten muss wieder so erklärt werden, dass sie nur auf mechanische Weise, durch Eindrücken, hineinbefördert worden sind.

Es stellen sich uns nur zwei Fragen noch entgegen: wenn die Verdauungssecrete die Basalsäume auflösen, beziehungsweise erweichen, warum werden nur beschränkte Stellen des Epithels während bestimmter Stadien der Verdauung davon berührt? Wir könnten erwidern: die Einwirkung der Verdauungssäfte ist eine verschiedene aus denselben Gründen, aus welchen auch die Verdauungsbeschäftigung der Epithelzellen und die Vertheilung der Verdauungsthätigkeit auf der Schleimhaut, sogar auf einzelnen Stellen derselben Zotte eine sehr unregelmässige ist — wohl je nachdem eine Stelle gerade mit dem Fett beziehungsweise mit dem Verdauungssecret in Berührung kommt in Folge der peristaltischen Bewegung.

Man könnte aber auch annehmen, dass das Fett selbst oder die im Darm entstandene Emulsion die Auflösung und Erweichung des Saumes bewirken kann.

Als zweite Frage ist zu beantworten:

Warum tritt das Fett in solchen Massen, mit solcher Leichtigkeit in die Zellen über, der Farbstoff nur in Ausnahmefällen? Welches sind die Kräfte oder die günstigen Verhältnisse, die dem Fett den Uebertritt in die Zellen gegenüber anderen Körpern erleichtern?

Ich habe im Vorstehenden diese Kräfte vorläufig allgemein in moleculäre Beziehungen zwischen Epithelzelleninhalt und den zu resorbirenden Stoffen verlegt. Nachdem wir jetzt über die Beziehungen des Basalsaums zur Fettresorption besser unterrichtet sind, können wir die Erklärung etwas specieller stellen.

Wir könnten jene moleculären Beziehungen durch die Theorie Wistinghausen's¹⁾ erläutern, welcher bekanntlich zur Erklärung des Fetteintritts in die Zellen eine auf endosmotischen Vorgängen beruhende, durch die Galle vermittelte Verwandtschaft zwischen

¹⁾ C. A. Wistinghausen, *Experimenta quaedam de bilis in absorptione adipum neutralium partibus*. Diss. inaug. Dorpat 1851.

der Zellmembran und dem Fett angenommen hat, so dass die mit Galle imprägnirte untere Basalschicht das Fett gewissermaassen anziehen, einsaugen würde: „Jede thierische Membran, welche Flüssigkeit endosmotisch durch sich hindurch lässt, enthält nothwendigerweise eine Unzahl feinsten unsichtbarer Poren, durch welche die Flüssigkeiten dringen. Wir können sie uns daher als ein System nebeneinander gestellter kurzer, unendlich feiner Capillarröhrchen vorstellen. Die Galle nun hat chemische Verwandtschaft zu der Substanz der Röhrenwände, dringt also in die Röhren ein, indem sie von den Wänden angezogen wird, und bildet in jeder eine Flüssigkeitssäule. Das Fett hat mechanische Verwandtschaft zur Galle, da es durch diese emulsionirt wird; es steigt daher das Fett in den Achsen jener Gallensäulchen, welche die endosmotischen Poren erfüllen, in die Höhe.“

Die Wistinghausen'sche Theorie könnte auch annähernd die merkwürdige Thatsache verständlich machen, dass auch das im Ueberfluss in den Darmkanal eingebrachte Fett ungemein lange in demselben haften bleibt, während gleichzeitig mit ihm eingebrachte Carminkörnchen so rasch als möglich per anum abgehen.

Jedenfalls muss ich, aus Gründen, welche zu erörtern ich auf einen weiteren Aufsatz versparen muss¹⁾, der in mehrfacher Beziehung zu dem vorliegenden steht, das Agens, welches das Fett in die Cylinderzellen hineinbefördert, im Protoplasma derselben — im Inhalt des Zellenkörpers oder im Basalsaum oder in beiden suchen²⁾.

Es sitzen also nach meinen Untersuchungen dem Basaltheil der Cylinderzellen der Schleimhaut des Darmkanals zweierlei Substanzen auf: eine äussere, aus zwei Schichten (vorläufig) bestehende,

1) „Ueber Becherzellen“, zweiter Aufsatz.

2) Das berührte Zurückgehaltenwerden des Fettes im Darmkanal hat, in Verbindung mit der ganzen Verdauungseinrichtung beim Frosch gewiss eine grosse Bedeutung bei diesem und wohl auch ebenso bei einer Gruppe anderer Kaltblüter: Es wird auf einmal sehr viele Nahrung aufgenommen, an solchem Vorrath kann das Thier ungemein lange zehren, abgesehen von dem langen Aufenthalt des Nahrungsmaterials im Darmkanal, weil die anatomischen Vorrichtungen in der Schleimhaut so beschaffen sind, dass der Vorrath, welchen z. B. die Cylinderzellenkörper aufgenommen haben, nur ganz allmählich wie durch ein feines Sieb in das Zottengewebe und von da in die Lymphgefässe gelangen kann, so ist für längere Zeit, während welcher die Thiere keine Nahrung finden, gesorgt.

absolut weiche, welche wiederum aus zwei Lagen zusammengesetzt ist, und eine zweite härtere, welche etwa ein Drittheil des ganzen Basalsaum genannten Zelldeckels ausmacht.

Die äussere Lage ist Ausscheidungsproduct der Zelle¹⁾, dient zum Schutz derselben und wird während bestimmter Stadien der Verdauungsthätigkeit aufgelöst.

Die untere Lage ist nichts als die Fortsetzung der Zellmembran überhaupt und geht unmittelbar in diese über, während die obere Schicht der Gesamtheit der Zelloberflächen ununterbrochen zusammenhängend aufgegossen ist.

Die untere Lage wird während der Verdauung erweicht und zum Durchtritt des Fettes fähig gemacht.

Die übrigen Verhältnisse sind im Vorstehenden genugsam erörtert.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV und V.

Allgemeine Bezeichnungen:

M. i. oder M. m. Muscularis intestini. Q Deren Quermuskelschicht. L Deren Längsmuskelschicht. C Centrales Chylusgefäss oder Reste desselben. Lg Durchschnitte anderer Lymphgefässe. S Serosa. SM Submucosa. E Einmündungen der Ausläufer der Bindegewebskörperchen in die Lymphgefässe. d Zugsrichtung fettgefüllter Ausläufer von Bindegewebskörperchen auf die Muscularis intestini zu.

Fig. 1. Längsdurchschnitt durch eine Darmfalte des Frosches, nach Erhärtung in Osmiumsäure (Methode I). b (wie in Fig. 4) Eine Cylinderzelle, welche, wie das bei einzelnen vorkommt, durch die Osmiumsäure auffallend dunkel gefärbt wird. Diese Zellen sind meist schmaler als die übrigen und machen den Eindruck, als ob sie im Absterben begriffen wären.

Fig. 2. Wie Fig. 1.

Fig. 3. Ebenso. dd Auseinanderweichen der die Intercellularsubstanz darstellenden Zellhüllen zweier benachbarter Cylinderzellen. a Abgehobene untere Schicht des Basalsaumes, in die vorigen direct übergehend. b Reste der oberen Schichten des Basalsaumes. c Pathologische scharf ausgeschnittene Lücken (meist runde Löcher) in und zwischen den Epithelzellen, in welchen oft

¹⁾ Ich muss hier die Frage aufstellen, ob nicht dieses Ausscheidungsproduct der Zelle, der gestreifte Basalsaum, in genetischer Beziehung zu den Flimmerhaaren des Flimmerepithels steht. Ich habe nemlich ein einziges Mal unter vielleicht hundert und mehr Froschdärmen, die ich untersuchte, an einer beschränkten Stelle des unteren Darmes, wo sonst Querstreifung des Saumes vorkommt, Flimmerepithelium angetroffen. Vereinzelte Beobachtungen ähnlicher Art sind schon früher gemacht. Sollte demnach die Querstreifung nicht eine niedere Stufe der Flimmerhaarbildung darstellen, welche in seltenen Ausnahmefällen auch an solchen Orten sich zu dieser entwickelt, wo sie gewöhnlich persistent bleibt?

ein grosser Kern (Kern der Epithelzelle selbst) oder Reste eines solchen nebst einzelnen Körnern liegen. Diese Löcher beginnen mit lichten runden Stellen, wie sie an der Spitze der Zotte bei c in drei Cylindern gezeichnet sind. Sie sind nicht etwa durch Psorospermien entstanden.

- Fig. 4. Ebenso. Während der Fettresorption. (b siehe Fig. 1.)
- Fig. 5. Wie vorhin, aber von der Seite einer Zottenfalte. Einige Zellen und Ausläufer in Fettresorption begriffen. a Wie in der vorigen Figur, spindelförmige Umgrenzung durch Fetttropfen (Bindegewebskörperchen).
- Fig. 6. Froschdarm, Zottenfalten nach Methode II. a Stellen, wo die spindelförmigen Bindegewebskörperchen in sternförmige übergehen.
- Fig. 7. Schleimhaut des Frosches nach Methode II. Bindegewebskanalsystem zum Theil Fett enthaltend; dargestellt, wie es die Muscularis mucosae (M. m.) — deren Quer- (Q) und Längsmuskelschicht (L) durchsetzt.
- Fig. 8. A Frosch. Längsstreifung des Basalsaumes. B Längs- und Querstreifung aus dem Dickdarm der Maus. Frische Präparate.
- Fig. 9. Unterer Theil einer Zottenfalte vom Frosch. Methode II. C Der ebenso bezeichneten Gegend in Fig. 6 entsprechend. M Mucosa mit spindelförmigen Bindegewebskörperchen wie diese in sternförmige übergehen (bei a). F Grosser Fetttropfen.
- Fig. 10. Bindegewebskanalsystem der Submucosa vom Frosch, Methode II, mit Einmündungsstellen in ein Lymphgefäss.
- Fig. 11. Frisches Präparat. Epithel der Darmschleimhaut, Dellen im Basalsaum (s. Text).
- Fig. 12. Wie Fig. 4.
- Fig. 13. Bindegewebskanalsystem der Submucosa vom Frosch, Methode II, zum Theil Fett enthaltend.
- Fig. 14. Dasselbe.
- Fig. 15. Fettfüllung der unteren Schicht des Basalsaumes bei der Fledermaus.
- Fig. 16. Dicke einer Reihe fettfreier Basalsäume von einer Stelle dicht neben den vorigen entnommen.
- Fig. 17. Dicke eines fetthaltigen Basalsaumes zur Vergleichung mit dem vorigen.
- Fig. 18. Wie Fig. 15.
- Fig. 19. Ebenso.
- Fig. 20. Fledermaus: Fett zwischen den Epithelzellen.
- Fig. 21 u. 22. Theile des Zottengewebes der Ratte in der Fettfüllung (Methode I).
- Fig. 23. Dünndarm der Ratte, Mucosa und Submucosa, Methode II, zum Theil Fett enthaltend. b Bindegewebe um ein Zottenthäl herum liegend (Mucosa) und in die sternförmigen Zellen übergehend, von demselben Präparat wie die folgende Zeichnung.
- Fig. 24. Wie vorhin, Dünndarm der Ratte.
- Fig. 25. Hervorquellen von Inhalt aus dem unteren Ende einer Cylinderzelle.
- Fig. 7, 9, 10, 13, 14 und 23 sind nach der Vergrösserung von Tauchlinse 10 (Hartnack), sämtliche Figuren sind genau nach der Natur gezeichnet.