© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

B. Frank, Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung.

Ber. d. deutsch. botan. Gesellschaft II. Jahrg. 7. Heft 1884.

Die interessante Arbeit beschäftigt sich mit der Frage nach der biologischen Bedeutung der Gummibildung im Holze, die, so weit bis dahin bekannt, in der auffälligen, profusen Weise nur bei wenigen Laubbäumen konstatiert war. Versuche führten den Verf. dahin, „Gummibildung in einer gewissen Form als allgemeine Erscheinung der Laubhölzer aufzudecken, deren Eintritt überall willkürlich hervorgerufen werden kann.“ Kleine und größere bis ans Holz reichende Flachwunden, die Verf. an verschiedenen Laubhölzern anbrachte, hatten im Umkreis der Wunde eine Bräunung des Holzes zufolge, die bisher, namentlich von Hartig, als Anfang der Wundfäule betrachtet wurde. Mikroskopisch ließ sich aber leicht feststellen, dass die Färbung durch eine Verstopfung der Tracheiden und Gefäße durch Gummi herrühre, das in den Markstrahl- und Holzparenchymzellen entsteht. Ausgedehnte Untersuchungen zeigten dem Verf., dass diese beschränkte Form der Gummibildung an allen Holzwunden eintrete, z. B. auch an den Blattnarben, soweit der Querschnitt der Gefäßbündel in betracht kommt. Die physiologische Bedeutung ist in dem Abschluss der verwendeten Stelle gegen Luft und Feuchtigkeit zu suchen, wie das Harz diese Funktionen bei den Coniferen übernimmt. Die profuse Gummosis der Amygdalaceen ist auf eine krankhafte Thätigkeit des Cambiums zurückzuführen und hat insofern mit der untersuchten normalen, als Schutzmittel dienenden Gummibildung nichts zu thun.

Neue und alte Mitteilungen über Fettresorption im Dünndarm und im Dickdarm.

Von Prof. Dr. G. H. Theodor Eimer, Professor der Zoologie in Tübingen.

Auf der Naturforscherversammlung zu Freiburg i. B. teilte ich in der Sitzung der Sektion für Anatomie und Physiologie am 20. September 1883 folgendes mit[1]):

1) Schon vor längerer Zeit habe ich beobachtet, dass bei saugenden Kätzchen, bei welchen das Bindegewebe der Mukosa des Darmes noch aus nicht festverbundenen, spindelförmigen, nach Art von glatten Muskelelementen gestalteten Zellen besteht, diese Zellen nach der Nahrungsaufnahme mit Fett vollgefüllt seien, so dass die Annahme sehr nahe liege, es sei dieses Fett durch amöboide Bewegung jener Zellen aufgenommen worden.

1) Vgl. den amtlichen Bericht dieser Versammlung S. 142.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

2) erinnerte ich daran, dass ich seinerzeit eine Aufnahme von Fett zwischen die Epithelzellen des Darmes hindurch — besonders bei Fledermäusen und bei Ratten — beschrieben habe[1]).

3) Ferner erinnerte ich daran, dass ich nach Injektion von Farbstoffen in Lymphsäcke und Blutgefäße des Frosches lymphoide, mit dem Farbstoff erfüllte Zellen im Darmepithel und in der Darmhöhle wiedergefunden habe[2]).

4) wies ich darauf hin, dass ich seinerzeit zuerst experimentell an Tieren feststellte, dass der Dickdarm ganz normal resorbiert[3]) und bemerkte weiter, dass auf diesen Untersuchungen die Leube'schen Klystiere beruhen — richtiger sage ich, dass die Ernährung des Menschen vom Dickdarm aus von neuem durch meine Untersuchungen angeregt worden ist, weil man schon früher Versuche mit Ernährung durch den Dickdarm gemacht hatte[4]).

Zu dieser Aeußerung veranlasste mich teils die unter den Festschriften der 56. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Freiburg i. B. erschienene Abhandlung Wiedersheim's über die mechanische Aufnahme der Nahrungsmittel in der Darmschleimhaut und deren Bezugnahme auf die Mitteilung Stöhr's über Durchwandern von lymphoiden Zellen aus der Mukosa in die Darmhöhle, teils veranlasste mich dazu die Thatsache der Unbekanntschaft späterer Schriftsteller mit jenen meinen Ergebnissen und die andere, dass speziell meine Versuche und Auffassungen über Dickdarmresorption diesem Schicksal verfallen, ja dass sie sogar in Verbindung mit ihrer schönen praktischen Verwertung niemals auch nur genannt worden sind. Endlich wollte ich in der Nachricht über Fettaufnahme von seiten der Bindegewebszellen während der Resorption hinweisen auf ein sehr günstiges Objekt zur Bestätigung meiner Angaben über die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei dieser Resorption. Da insbesondere durch die Arbeiten der Genannten und durch diejenigen von Thanhoffer's die Frage von der Fettresorption von neuem in Fluss gekommen ist, so glaube ich im folgenden jene meine Erfahrungen näher hervorheben, bezw. das Neue in denselben genauer begründen

---

1) Vergl.: „Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Resorption" in Virchow's Archiv für pathologische Anatomie. 48. Band 1869.

2) Vergl. „Zur Becherfrage." Virchow's Archiv 40. Bd. 1867.

3) Vergl. die Wege des Fettes etc. 1869.

4) Die Arbeit von Leube „Ueber die Ernährung der Kranken vom Mastdarm aus, nach physiologischen Experimenten und klinischen Beobachtungen" ist erschienen im deutschen Archiv für klinische Medizin 1872. Sie führt an, dass im Anfang dieses Jahrhunderts Hood eine Art Verdauung an einem Stück Hammelbraten, das er in den Mastdarm einbrachte, zu bemerken geglaubt habe (Analityc physiology by Sam. Hood 1822) und dass Steinhäuser (Inaug. Diss. Lips. 1841) ebenso zum Ergebnis kam, dass Eiweiß im Dickdarm aufgelöst und resorbiert werde, so gering auch seine Verdauungskraft sei.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu sollen. Ich beginne mit dem letzten der in Freiburg von mir berührten Punkte, mit der

Dickdarmresorption.

Dazu schicke ich voraus, dass meinen Versuchen über Fettresorption überhaupt wesentlich die Methode zu grunde lag, den in Thätigkeit begriffenen Darm mit Ueberosmiumsäure zu behandeln, um durch Schwarzfärbung des Fettes die Bahnen, welche dasselbe einschlägt, zu ermitteln. Entweder tötete ich die Tiere nach normaler Nahrungsaufnahme (z. B. Ratten, Fledermäuse), oder einige Minuten nachdem ich ihnen größere oder geringere Mengen von Oel oder Milch in den Magen, bezw. in den Darm gebracht hatte (Frösche, Fledermäuse).

Auf S. 151 meiner Arbeit über die Wege des Fettes[1]) etc. heißt es: „In der That funktioniert nach meinen Erfahrungen der Dickdarm bei gewissen Tieren regelmäßig bei der Verdauung grade so wie der Dünndarm, oder aber er kann bei einer Reihe anderer ausnahmsweise der Resorption (speziell der Fette) grade wie der Dünndarm dienen.

Bei Fledermäusen, welche frisch eingefangen und getötet worden waren, habe ich im ganzen Verlauf des Dickdarms durchaus dieselbe Verdauungsthätigkeit unter Beteiligung derselben anatomischen Elemente beobachtet wie im Dünndarm. Die Resorptionsthätigkeit des Bindegewebes erstreckte sich über den ganzen Darm, vom Pylorus bis zum After herab. Es handelt sich hier also um einen völlig normalen Vorgang, nicht etwa um einen durch „übertriebene Fütterungsversuche erzwungenen“. — Kölliker (Würzb. Verh. 1856) hatte schon gefunden, dass die Epithelien des Dickdarms saugender Kätzchen während der Verdauung normal Fett aufnehmen, und hatte die Vermutung ausgesprochen, dass der kurze Darm der Carnivoren wohl in seiner ganzen Länge resorbieren könnte im Gegensatz zu dem der Herbivoren. Allein es gelang Kölliker im Dickdarm nicht, Fett über die Epithelien hinaus, jenseits derselben im Gewebe zu finden. Ich hob hervor, es sei dies erklärlich deshalb, weil im Dickdarm keine größeren Chylusräume wie die zentralen Chylusgefäße des Dünndarms vorhanden sind — im Bindegewebskanalsystem desselben aber sei das Fett aus denselben Gründen bisher nicht gesehen worden, aus welchen man es hier auch im Dünndarm nicht gefunden hat. „Wendet man bei einer in Verdauung begriffenen Fledermaus die Osmiumsäuremethoden 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, grade wie im Dünndarm, den feinverteilten Fettinhalt. Bei der Ratte und bei der Maus habe ich eine Verdauungsthätigkeit des Dickdarms im Normalzustande nicht beobachten können, ebensowenig

1) Virchow's Archiv Bd. 48.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gewöhnlich beim Frosch. Brachte ich jedoch einem Frosch größere Mengen Oel in den Magen, so resorbierte bei ihm der Dickdarm — in einzelnen Fällen sogar sehr ergiebig das Rektum bis vollkommen zur Afteröffnung hinab grade so wie der Dünndarm. In solchen Fällen von Dickdarmverdauung ist besonders hübsch die Beteiligung der Lieberkühn'schen Drüsen, speziell 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 Dickdarm".

Die letztere Folgerung bezieht sich darauf, dass ich schon vorher (S. 142) das Hauptergebnis meiner Untersuchungen in den Sätzen zusammengefasst hatte:

„Das Bindegewebe der ganzen Darmschleimhaut, nicht nur dasjenige der Zotten, sondern auch dasjenige der Submukosa und sogar dasjenige, welches die Muskularis intestini durchsetzt, einschließlich 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 zentrale Chylusgefäß der Zotten, sondern er findet in alle Lymphgefäße statt, wo solche vorkommen, sei es in der eigentlichen Mukosa oder in der Submukosa oder in der Muskelschicht des Darms (Muscularis intestini) oder jenseits derselben.

Dieser Uebertritt wird vermittelt durch die Ausläufer der Bindegewebskörperchen". . . .

Da diese Angaben nicht nur an sich mit meinen Methoden nicht allzuschwer zu bestätigen, sondern auch durch die Leube'schen Klystiere auf praktischem Wege thatsächlich bestätigt sind, so darf es wohl auffallen, dass in den Lehrbüchern der Physiologie überhaupt nur von Resorptionsthätigkeit des Dünndarms die Rede ist und in alter Weise die ausschließliche Bedeutung der zentralen Chylusgefäße von seiten des Lymphgefäßsystems dafür in Anspruch genommen wird.

Dabei brauche ich wohl nicht hervorzuheben, dass man nach heutiger Auffasssung die Bezeichnung „Kanalsystem" für die in Rede stehenden Bindegewebsstraßen nicht mehr anwenden wird. Doch darauf komme ich noch zu reden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber die Wege des Fettes im Bindegewebe der Dünndarmschleimhaut selbst,

worauf sich der erste der in Freiburg von mir berührten Punkte bezieht, sowie über den dritten derselben betreffend die Aufnahme von Fett zwischen die Darmepithelien und die Auswanderung von Lymphzellen durch dieselben, möchte ich, bevor ich auf die an saugenden Kätzchen gemachten Befunde und dann auf die Thanhofer'schen Angaben näher eingehe, noch folgendes hervorheben:

Zunächst erlaube ich mir zu bemerken, dass es nicht richtig ist, wenn z. B. das Lehrbuch der Physiologie von Landois sagt, Heidenhain habe die Verbindung von Ausläufern der Epithelzellen des Darmkanals und von Ausläufern wiederum der Bindegewebskörperchen mit dem zentralen Chylusgefäß gesehen, und es seien seine Angaben seitdem von vielen Forschern bestätigt worden. — Heidenhain's Auffassung beruhte auf unmittelbarer Beobachtung nur in Beziehung auf den ersten Theil der Frage, in Beziehung auf die Verbindung der Darmepithelien mit Bindegewebszellen. Diese Thatsache ist seitdem durch mich und später auch durch andere bestätigt und, nachdem sie so lange zäh bestritten worden war, sichergestellt worden. Unter andern hat sie zuletzt von Thanhoffer[1]) vertreten. Aber als ich im Jahre 1867 und dann 1868 und 1869 zu gunsten ihrer auftrat, schien sie derart vollkommen widerlegt, dass kurz vorher z. B. Frey weitere sie widerlegende Bemühungen Dönitz' für sehr überflüssig erklären konnte[2]). — Die Annahme aber der Verbindung von Bindegewebskörperchen mit dem zentralen Chylusgefäß durch Ausläufer von seiten Heidenhain's beruhte auf Hypothese. Ich habe die Lücke im Sinne Heidenhain's durch unmittelbare Beobachtung ausfüllen können, indem ich nachwies, dass feinste Fetttröpfchen durch Ausläufer von Bindegewebskörperchen in die Chylusgefäße gelangen und, dass dieser Weg dann, aber auch nur dann sicher zu sehen ist, wenn man während der Resorption die Färbung mit Ueberosmiumsäure vornimmt. v. Thanhoffer erklärt sich für meine Angaben[3]) in dieser Beziehung. Dass die Annahme Heidenhain's auch von anderen Forschern durch thatsächliche Beobachtung als richtig erwiesen worden wäre, ist mir nicht bekannt.

Die neueren Befunde über die Resorption der Nahrung bei Spongien und anderen Zoophyten, sowie bei Turbellarien[4]) veranlassen

1) v. Thanhoffer, Beiträge zur Fettresorption und histologischen Struktur der Dünndarmzellen. Pflüger's Archiv VIII. Bd. 1874.

2) Vgl. meine Abhandlung über „die Wege des Fettes" etc. a a. O. S. 124 und Canstatt's Jahresberichte für 1864 S. 49.

3) A. a. O. S. 425, 430 und 432, auf welch letzterer Seite die Worte „nichts weniger als" offenbar im Sinne des Autors zu streichen sind.

4) Metschnikoff, du Plessis, Graber, Graff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nun die Frage, wie mit ihnen die Annahme eines Weges von durch Ausläufer verbundenen Bindegewebszellen als Resorptionsweg in der Darmschleimhaut der höheren Tiere in Beziehung zu bringen sei. Jene Befunde zeigen, dass bei den genannten niederen Tieren, die Nahrung durch amöboide Bewegung der Darmepithelien gewissermaßen gefressen, aus ihnen von wandernden Bindegewebszellen des Mesoderms aufgenommen und von diesen verdaut worden, ebenso wie die Rhizopoden die gefressene Nahrung verdauen. Ein Uebergang zu der bei höheren Tieren bestehenden Einrichtung wäre in letzterer Beziehung die, dass die fraglichen Mesodermzellen einen Teil der aufgenommenen Nahrung in die Körperlücken, in den Kreislauf, bezw. in das Lymph- (Chylus-) Gefäßsystem abgeben würden, bis bei den höchsten Tieren die Einrichtung getroffen ist, dass sie alles dahin abgeben mit Ausnahme eines geringsten Teils vielleicht, welchen sie für sich selbst verdauen.

Bedeutung wandernder Lymphzellen für die Resorption.

Wiedersheim sagt nun in der erwähnten Abhandlung, nachdem er eigne, wie er meint, den Thanhoffer'schen entsprechende Beobachtungen über die Art der Aufnahme der Nährstoffe durch die Epithelzellen des Darmes bei *Spelerpes fuscus* erwähnt hat: „Ob die gegen die Submukosa schauenden Fortsätze der Darmepithelien, wie dies Eimer zuerst gesehen und Thanhoffer bestätigt hat, mit den im Parenchym befindlichen „sternförmigen Bindegewebskörperchen“ zusammenhängen, weiß ich nicht, es erscheint mir aber nach den später zu erwähnenden Untersuchungen Zawarykin's sehr möglich. Wir hätten aber wohl, dem heutigen histologischen Standpunkt entsprechend, an Stelle der „sternförmigen Bindegewebskörperchen“ den Namen Lymphzellen zu setzen, und damit komme ich auf einen zweiten wichtigen Punkt, über welchen ich, gestützt auf eigne Untersuchungen, einige Mitteilungen machen möchte.“ Des weitern erwähnt Wiedersheim nun, er sei durch die Arbeit Edinger's über die Schleimhaut des Fischdarms (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII. 1877) auf die Massen von Lymphzellen aufmerksam gemacht worden, die sich hier in der Submukosa ebenso finden, wie dies vom Säugetierdarm längst bekannt war. „Edinger fand sie dort nicht allein überall in der Submukosa zerstreut, sondern sah sie auch zwischen die Epithelien eindringen, so dass sie hier bald zwischen den Füßen derselben, bald höher oben zu treffen sind. Ja in manchen Fällen schien es, als ob sie unter fadenartiger Ausziehung sogar ins Darmlumen auszutreten im begriffe wären, und nicht selten waren sie auch wirklich ganz hindurchgetreten.“ Wiedersheim fand nun mit Fleisch zusammen gefütterten Graphit bei einem ganz jungen Haifisch in den Lymphzellen des Oesophagus und des Mitteldarms — so zwar, dass sich dieselben tief schwarz gefärbt hatten. „Ja ich glaube“, sagt er, „den schwarzen Farbstoff, wenn auch viel spärlicher, da und dort im Innern

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einzelner Epithelzellen gesehen zu haben.“ Wiederholte spätere Versuche an unseren Knochenfischen führten dagegen Wiedersheim im wesentlichen zu negativen Ergebnissen: es gelang ihm niemals, Farbstoffpartikelchen innerhalb der Epithelien nachzuweisen — aber auch von den Lymphzellen waren sie nur selten aufgenommen worden. Wiedersheim veröffentlichte seine noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen nur deshalb jetzt schon, weil in der letzten Zeit vier den Gegenstand berührende Arbeiten erschienen sind. F. Hofmeister[1]) „erblickt in den Lymphzellen des Darmes die Mittel, die Peptone vor ihrem Uebertritt in den Säftestrom festzuhalten und zu binden. Wären sie nicht vorhanden, so würden, wie Experimente beweisen, die direkt in die Blutbahn eingeführten Peptone zu Vergiftungserscheinungen führen und, falls der Weg zur Niere offen ist, schließlich zum größten Teil unverändert mit dem Harn wieder ausgeschieden werden; sie gingen also dem Organismus verloren.“ Es würden sonach die farblosen Blutkörperchen (Lymphkörperchen) bei der Ernährung des Organismus aus Eiweiß eine ähnliche Rolle spielen wie die roten bei der Atmung. „Wie letztere als Träger des Sauerstoffs fungieren, so fungieren jene als Träger der Peptone, die sie, ohne ihre charakteristischen Eigenschaften zu verwischen, toxisch indifferent machen und sie vor dem Uebertritt in den Harn bewahren.“ Stöhr[2]) beobachtete eine massenhafte Auswanderung lymphoider Zellen durch das Tonsillenepithel in die Mundhöhle und[3]) wiederum die Einwanderung von solchen Zellen aus der Submukosa (den solitären und conglobierten Follikeln) und zwar des menschlichen Darmes zwischen die Darmepithelien, ja eine massenhafte Durchwanderung derselben ins Darmlumen unter normalen Verhältnissen. Ferner auch eine solche Durchwanderung durch das Epithel an den Balgdrüsen und an der Bronchialschleimhaut des Menschen und zahlreicher Säugetiere. Die physikalische Erklärung dieser Thatsachen betreffend, neigt sich Stöhr am meisten der Ansicht zu, dass es sich dabei um Ausscheidung „verbrauchten Materials“ handle. Zawarykin endlich fand nach Behandlung des Darmes bei Hund, Kaninchen, Ratte mit Ueberosmiumsäure Lymphzellen mit tiefschwarzen Molekülen imprägniert zwischen dem Epithel. „Es schien ihm, als ob sie zwischen den Epithelzellen da und dort ins freie Darmlumen vordringen würden“, und zwar muss dieses, wie aus ihren mannigfaltigen Formen zu schließen ist, mittels amöboider Bewegungen geschehen. Aus dem „interzellulären Stratum“ scheinen sie wieder ins adenoide Gewebe, in die Chy-

1) F. Hofmeister, Zur Lehre vom Pepton III. Ueber das Schicksal des Peptons im Blute. Hoppe-Seyler's Zeitschr. f physiol Chemie Bd. V. 1881.

2) Ph. Stöhr, Zur Physiologie der Tonsillen, Biolog. Centralblatt II. Bd. Nr. 12, 1882.

3) Derselbe, Ueber die peripherischen Lymphdrüsen, Vortrag, physikal. med. Gesellschaft zu Würzburg 1883.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lusgefäße und ins Blut zu wandern. Es ergibt sich der Schluss, dass die fettfreien Lymphzellen gegen das Epithel hinkriechen, dort zwischen die Zellen eindringen und, nachdem sie Fett aufgenommen haben, wieder nach der Tiefe wandern[1]). Wiedersheim selbst war zu dieser Ansicht schon früher gleichfalls gelangt[2]).

Ich möchte nun zunächst meine Freude darüber aussprechen, dass Arnsteins[3]) und meine eingangs berührten Angaben über Einwanderung von mit Farbstoff erfüllten Lymphzellen vom Bindegewebe der Darmschleimhaut, bezw. von den Lymph- und Blutgefäßen aus in den Darmraum, welche vor nunmehr 15 Jahren ausgeführt wurden, ihre Bestätigung, wenn auch spät, so doch in um so ausgiebigerem Maße gefunden haben. Meine Versuche waren in der Weise angestellt, dass ich in heißem Alkohol gelöstes und in Wasser niedergeschlagenes Anilinblau in die Lymphsäcke von Fröschen injizierte — insbesondere in den Rückenlymphsack — und zwar in großen Mengen und zuweilen durch mehrere Tage wiederholt. Ich fand darauf Lymphkörperchen, welche Farbstoff aufgenommen hatten, im Blute, in der Darmschleimhaut und im Darmraume wieder, außerdem im Epithel und zwar in den Becherzellen, welche ich, wie Arnstein, für die Durchgangswege der Lymphzellen ansah[4]).

Es würde nun also nach der Auffassung von Wiedersheim und Zawarykin die Nahrungsaufnahme im Darm teilweise in der Art stattfinden, dass lymphoide Zellen ihre Fortsätze zwischen die Darm-

---

1) Zawarykin, Ueber die Fettresorption im Dünndarm Pflüger's Archiv Bd. XXXI 1083. Vorstehende Angaben sind der Schrift von Wiedersheim entnommen. Ich bin an dem entlegenen Orte, da ich dieses schreibe, nicht in der Lage, die betreffenden Abhandlungen selbst einzusehen.

2) Vgl. Wiedersheim, a. a. O. S. 13.

3) Arnstein, Virchow's Archiv f. pathol. Anat. Bd. 39, 1867.

4) Dieser Durchtritt von Lymphzellen durch das Epithel gibt mir Veranlassung, auch auf eine Angabe zurückzukommen, welche ich noch früher gemacht habe (Zur Fettresorption und zur Entstehung der Schleim- und Eiterkörperchen. Virchow's Archiv. 38. Bd. 1867) und welche wiederholt angeführt wird. Ich glaubte danach annehmen zu müssen, dass Schleim- (und Eiter-) körperchen nicht nur als Inhalt der Becherzellen austreten, derart, dass dieser Inhalt ein Schleimkörperchen bilde, sondern dass durch Teilung solchen Inhalts auch eine größere Anzahl von Schleim- bezw. von Eiterkörperchen, wenigstens deren zwei, vier, acht, in den Becherzellen entstehen könnten. Es hat sich mir aber seitdem längst ergeben, dass die betreffende Beobachtung anders zu deuten sei. In meiner Abhandlung „Ueber die ei- oder kugelförmigen Psorospermien der Wirbeltiere" (Würzburg, A. Stuber's Verlag 1870) habe ich nämlich gezeigt, dass solche Psorospermien sowohl in den gewöhnlichen Epithelzellen wie in Becherzellen vorkommen und darin sich vermehren können. Derartige Vermehrungszustände gleichen zuweilen sehr einer Anzahl infolge von Teilung dicht aneinander gelagerter Eiterkörperchen, und durch sie war ich auf die Ansicht geführt worden, es handle sich um eine solche Vermehrung innerhalb der Becherzellen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

epithelien hineinstreckten und das ernährende Fett in sich aufnähmen, dann in die Chylusgefäße und ins Blut zurückwanderten.

Wie bemerkt, habe ich in meiner Abhandlung „Ueber die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Verdauung" (1869) schon erwähnt, dass ich zuweilen während der Resorption zwischen den Epithelzellen des Darmes in großer Menge Fett in feinsten Tröpfchen gefunden habe, und ich sprach schon damals den Gedanken an eine interepitheliale Resorption aus, ohne jedoch die Sache genauer zu verfolgen und ohne deshalb weitere Beweise für solchen Vorgang beizubringen. Uebrigens war es die normale Resorption der Fledermäuse und dann auch der Ratten, bei welchen derselbe am leichtesten und häufigsten ausgiebig zu beobachten war. Auch eine Abbildung habe ich von dem betreffenden Verhalten gegeben[1]). Die Angaben der zuletzt genannten Schriftsteller würden nun diese interepitheliale Resorption noch wahrscheinlicher machen und meine Beobachtung im Sinne derselben erklären und ergänzen. Da es bei derartigen Dingen so sehr auf günstige Objekte ankommt, so empfehle ich zur Untersuchung des von mir Gesehenen nachträglich ausdrücklich die soeben genannten Tiere.

Diese Tiere sind nun aber auch außerordentlich günstig, um, wenigstens unter Zuhilfenahme der damals von mir angewendeten Methoden,

die kontinuierliche Verbindung der Darmepithelien mit dem darunter gelegenen Bindegewebe

durch Ausläufer zu zeigen. An den durch jene Methoden (Ueberosmiumsäure) erhärteten Präparaten habe ich bei Fledermäusen unverhältnismäßig häufig eine Beobachtung gemacht, die ich auch sonst wohl, nur seltener, machte, nämlich die, dass einzelne Epithelzellen durch ihren Ausläufer auf dem Bindegewebe der Zelle aufsaßen, unmittelbar mit demselben in Verbindung standen. Man könnte einwenden, dass, da es sich eben um erhärtete Präparate handelt, die Möglichkeit einer Verkittung beider nicht ausgeschlossen sei. Allein dagegen ist zu sagen, dass nun denn doch das Vorhandensein der Verbindung der Ausläufer der Darmepithelien mit den darunter gelegenen Bindegewebszellen, wie sie auf grund der Isolationsmethode längst behauptet worden ist (Heidenhain), nach so vielen Beweisen füglich nicht mehr geleugnet werden kann. Nicht eine, sondern sogar mehrere Bindegewebszellen wurden in fester Verbindung mit der Epithelzelle isoliert. Mir selbst ist dies häufig genug gelungen, aber ich habe auch hunderte und hunderte von Versuchen dazu gemacht, was von seiten derjenigen, welche die entsprechenden Angaben bestritten haben, kaum geschehen sein dürfte. Bei manchen Tieren sind die Ausläufer der Epithelien aber auch außerordentlich

1) A. a. O. Taf. V. Fig. 20.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lang, so dass sie einzeln jedenfalls auf dem Zottengewebe nicht sitzen bleiben können und dass sie bei dem Versuche der Isolierung meist abbrechen müssen. So beim Frosch; bei den Fledermäusen sind sie kürzer. Außerdem habe ich aber auch durch Anwendung von Ueberosmiumsäure während der Resorption auf das bestimmteste die Wege des Fettes von den Epithelien dahin verfolgen können, dass sie unmittelbar von den Ausläufern dieser aus in die Fäden und Zellen eines adenoiden Balkengerüstes führen, wie sich letzteres eben an erhärteten Präparaten darstellt. v. Thanhoffer hat auch diese Angabe bestätigen können, und zwar gibt er in Fig. 6 der Tafel V seiner Abhandlung eine Abbildung, welche im wesentlichen durchaus dem entspricht, was ich in dieser Beziehung gesehen und auch abgebildet habe. Endlich fand ich feinste Fetttröpfchen in ungemein langen Ausläufern isolierter Epithelzellen. Es ist unzweifelhaft, dass ein aus untereinander verbundenen Zellen bestehender, durch Ausläufer einerseits mit den Epithelzellen, anderseits mit dem zentralen Chylusgefäß in Verbindung stehendes „adenoides" Gewebe als Straße für die Bewegung der Nährstoffe, besonders des Fettes, dient. Es fragt sich nur 1) ob es die einzige solche Straße ist und ob nicht die in seinen Maschen gelegenen Lymphzellen denselben Zweck erfüllen und 2) ob es — nach vollendeter Entwicklung — als festgefügtes System, als ständige Einrichtung aufgefasst werden muss oder als eine Verbindung von Zellen, welche wechselnd ist — sowie wir uns z. B. die Verbindung der Bindegewebszellen im Knochen zu denken haben, welche nach Bedarf entsteht, indem die Zellen durch ihre Ausläufer sich gewissermaßen die Hände reichen und so Ernährungswege durch den ganzen Knochen herstellen. In letzterem Falle würde der zähe Zusammenhang des Netzes in sich und mit den Epithelzellen, wie er nach Erhärtung mit Reagentien uns entgegentritt, eben auf die Erhärtung zurückzuführen sein. Einen Teil der zweiten dieser Fragen muss ich nun also auf grund eigner Beobachtung und der Beobachtung anderer dahin als entschieden ansehen, dass im fertig entwickelten Darm eine feste Verbindung — besser ausgedrückt: eine beständige Verbindung der Epithelialzellen mit den Bindegegewebszellen der Schleimhaut besteht. Dabei braucht man aber nicht an ein festes Röhrensystem zu denken. Die Voraussetzung protoplasmatisch weicher Zellen und entsprechend beschaffener Verbindungsfäden wird allein unserer heutigen Auffassung gerecht werden können. Und es ist trotzdem eine absolute Beständigkeit der Verbindung nicht notwendig vorauszusetzen. Ich habe selbst darauf hingewiesen, in welch reichlichem Maße die Epithelialzellen des Darmes fortwährend zu grunde gehen und dementsprechend sich ergänzen müssen[1]). Die Entstehung der Becherzellen ist ein Erzeugnis dieses

1) Ueber Becherzellen, Virchow's Archiv 42. Bd. 1868.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Prozesses: die Becherzellen gehen, trotzdem sie später selbständige Gebilde sind, aus gewöhnlichen Epithelialzellen hervor und gehen zu grunde, nachdem sie ihren Inhalt entleert, nachdem sie damit ihre Aufgabe, als einzellige Drüsen zu wirken, erfüllt haben. Somit werden auch stets neue Verbindungen von Epithelialzellen mit Bindegewebszellen entstehen müssen, und die bestehenden Verbindungen werden mehr oder weniger zart sein oder starr und mehr oder weniger thätig im Dienste der Resorption. Alte starre unter ihnen mögen diesen Dienst ganz aufgegeben haben. Ebenso ist von vornherein nicht ausgeschlossen, dass die Zellen des Bindegewebsnetzes der Schleimhaut, auch wenn ihre Verbindung eine relativ beständige wäre, nun mit anderen sich verbinden, dass ein Wechsel in dieser Beziehung stattfindet, und dass bei verschiedenen Tieren und in verschiedenen Altern Verschiedenheiten darin gegeben sind. Bei niederen blastozoischen Tieren besteht eine beständige solche Verbindung überhaupt nicht — sie kann sich erst bei höheren ausgebildet haben. Sie besteht in der Jugend aber auch bei diesen nicht. Damit wäre die Beziehung eines Zustandes, in welchem nur freibewegliche lymphoide Zellen die Uebermittelung der Nährmittel besorgen, zu einem solchen, in welchem sie zugleich durch ein mehr oder weniger festes Netz von Bindegewebszellen geschieht, gegeben: erst bei höheren Tieren und im vollkommen ausgebildeten Zustand derselben würde sich eine, wenn auch nur relative Trennung der freien Lymphkörperchen von festverbundenen vollziehen und würden damit zweierlei Resorptionswege entstehen, welche nebeneinander thätig sind. Für die Feststellung dieses Uebergangs während der individuellen Entwicklung, nicht nur was das Morphologische — denn dies ist selbstverständlich, da im embryonalen Zustande alles Bindegewebe der Zotten aus amöboiden Zellen besteht — sondern auch was das Physiologische betrifft, mögen die in Freiburg von mir mitgeteilten

Beobachtungen über die Fettresorption bei jungen saugenden Kätzchen

dienen. Wir haben es auch in diesen Kätzchen mit einem ganz vorzüglichen Untersuchungsgegenstand in der hier in Frage kommenden Richtung zu thun, so dass meine Angaben ohne Schwierigkeit zu bestätigen sein werden.

In jenem Alter besteht die Darmschleimhaut der Kätzchen aus lauter dicht nebeneinander gelagerten, spindelförmigen, glatten Muskelzellen ähnlichen Zellen. Irgend ein adenoides Netzgewebe dazwischen ist nicht zu unterscheiden: solches muss erst später aus den jetzt spindelförmigen Elementen hervorgehen. Diese spindelförmigen Zellen sind nun zur Zeit der Fettresorption vollkommen mit Fett erfüllt. Sie müssen das Fett ebenso aus den Epithelialzellen bekommen haben, wie sie es aneinander abgaben: dadurch, dass sie sich an einander legen und zeitweise protoplasmatisch verbinden durch ihre

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ausläufer. Es steht somit jetzt die resorbierende Thätigkeit der Mukosa noch ganz auf der Stufe, welche sie bei niederen Tieren zeitlebens durchaus, bei den höheren durch die freibleibenden lymphoiden Zellen nach den mitgeteilten Angaben teilweise beibehält und es ist anzunehmen, dass es im Leben amöboide Bewegungen dieser Zellen sind, durch welche das Fett in sie aufgenommen und in ihnen weiterbefördert wird. — Bei voller Resorption ist das Bindegewebe der Schleimhaut derart mit Fett erfüllt, dass man nur noch Fett und da und dort darin die Kerne jener spindelförmigen Zellen zu sehen vermag. Erst die Isolierung gibt Aufschluss über die Gestaltsverhältnisse der letzteren.

Ich gehe nunmehr zum letzten Teil der Behandlung meines Gegenstandes über, indem ich die

epitheliale Fettaufnahme

bei der Resorption bespreche. Ich beabsichtige keineswegs auf die verschiedenen zur Erklärung des Eintritts des Fettes in die Epithelialzellen des Darmes aufgestellten Behauptungen einzugehen, um so weniger, als ich die Literatur über den Gegenstand in meiner bezüglichen Arbeit ganz ausführlich mitgeteilt habe. Was wesentlich neues darüber erschienen ist, soll mich eben im folgenden beschäftigen. Hervorheben muss ich nur, dass man bekanntlich schon seit langer Zeit als einfachsten Weg für jene Erklärung den eingeschlagen hatte, dass man die Darmepithelien für nach dem Darm hin offen erklärte (Gruby und Delafond 1843, Brücke 1864), während man noch früher eine oder mehrere Oeffnungen an der Spitze der Zotten annahm (Lieberkühn 1760), zuerst aber diese für ein Sieb von schwammartigem Bau hielt, welches die gröberen Teile des Speisebreies zurückhalte, dem feineren aber den Durchtritt gewähre (Helvetius 1723). Ich habe in früheren Arbeiten darauf hingewiesen, dass der Irrtum, welcher ersterer Behauptung zu grunde liegt, wohl wesentlich auf die Verwechslung mit den offenen Becherzellen zurückzuführen sei. Späterhin kam Letzerich mit einer neuen verschlechterten Auflage jenes Irrtums, indem er behauptete, dass gradezu die Becherzellen selbst durch ihre Oeffnungen die Nährstoffe aufnähmen [1]).

Der Kölliker'schen Annahme gegenüber, dass die von ihm und Funke entdeckte Streifung des Basalsaumes auf Poren zurückzuführen sei, durch welche das Fett in feinster Verteilung hindurchtrete, behaupteten später (1857) Brücke's Schüler Brettauer und Steinach, der Saum bestehe aus feinen Stäbchen, welche zum Zweck der Nahrungsaufnahme auseinanderträten. Da dieses Auseinandertreten ein fächerförmiges sein müsste, die resorbierenden Zellen aber dicht gedrängt nebeneinander liegen, so ist seine Möglichkeit von vornherein nicht ganz zu verstehen. Es wird in der That auch niemand ge-

1) Letzerich: Virchow's Archiv Bd. XXXVII und XXXIX.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lingen, dasselbe während der Resorptionsthätigkeit der Zellen zu sehen. Wohl aber kann man es häufig an isolierten Zellen sehen und zwar an solchen, welche nicht mehr ganz frisch sind, so dass es, wie auch Kölliker meint, eher als Leichenerscheinung wird aufgefasst werden müssen. Neuerdings tritt nun v. Thanhoffer mit der alten längst begraben geglaubten Ansicht, dass die resorbierenden Epithelialzellen durch eine Oeffnung in die Darmhöhle mündeten, von neuem auf. Er behauptet, der Basalsaum umgebe nur die Basis jeder Epithelzelle in ihrem Umkreise wie eine Leiste oder ein Wall. Dieser Wall würde die Oeffnung der Epithelialzelle einfassen. „Meines Wissens", sagt v. Thanhoffer auf S. 403 seiner Abhandlung, „machte Wittich[1]) auf dieses Verhältnis zuerst aufmerksam, und ich kann es nach meinen vielfachen Untersuchungen nicht nur vielfach bekräftigen, sondern empfehle auch ein Verfahren, nach welchem sich jeder davon auf die schönste und leichteste Weise überzeugen kann." Dieses Verfahren nun ist 15—20 Minuten lange Einwirkung einer einprozentigen Ueberosmiumsäure auf Darmstückchen des Frosches und Untersuchen in Glyzerin und Wasser. „Wir bemerken dann an vielen Stellen ein zierliches, durch Ueberosmiumsäure grünlichgelb tingiertes Gitterwerk, das sind die von den Zellen abgehobenen zusammenhängenden Säume. Wir können uns auf diese Weise am einfachsten davon überzeugen, dass die Säume an den Zotten[2]) eine zusammenhängende Membran bilden", dennoch sind sie kein organisches Ganzes (wie Wittich angenommen hatte), sondern sie seien nur verkittet, was die Möglichkeit der Loslösung einzelner Zellen unter Beibehalten ihres Saumteiles beweise. — Es sind mir jene von v. Thanhoffer geschilderten Bilder nicht unbekannt — sie sind einfach zu beziehen auf Veränderung der normalen Verhältnisse durch Einwirkung der starken Ueberosmiumsäure. An frischen, mit destilliertem Wasser untersuchten Zotten kann man nach v. Th. diese durchbrochene Membran mit ihren polygonalen Netzen auch sehen, aber nur auf kurze Zeit, weil infolge der Einwirkung des Wassers die Zelle aufquelle etc. — Dagegen darf doch mit Fug und Recht gesagt werden: wer möchte einen so zarten Gegenstand mit destilliertem Wasser untersuchen und die dabei sichtbaren Verhältnisse als normale beschreiben? — Es ist mir schwer verständlich, dass die Behauptung v. Th.'s vom Offensein der Epithelzellen der Darmwand so ohne weiteres hat Anklang finden, sogar in Lehrbücher übergehen können, weil ein einziger Blick in unser heutiges Mikroskop beweisen muss, dass die Thanhoffer'schen Angaben in dieser Beziehung nicht richtig sein können. Wären sie richtig — ich setze Untersuchung in Flüssigkeiten voraus,

1) Wittich, Zur Frage der Fettresorption, Archiv für pathol. Anatomie Bd. XI S. 37.

2) Nur nebenbei sei bemerkt, dass der Frosch keine Zotten auf der Darmschleimhaut hat, wie v. Thanhoffer meint, sondern nur Längsfalten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

welche die normalen Verhältnisse möglichst erhalten — so könnte ja bei Betrachtung der Zottengrenzen der Basalsaum nicht als ein ununterbrochener Streifen erscheinen, er müsste vielmehr da und dort durch die offenen Mündungen der Epithelzellen unterbrochen sein, ebenso wie er durch jene der Becherzellen unterbrochen ist. Davon ist aber keine Spur zu sehen. Ebenso wenig ist bei Ansicht von der Fläche je irgend etwas zu finden, was die Angabe v. Th.'s rechtfertigen würde. Der Basalsaum überzieht als Deckel jede Epithelzelle vollständig. Auch steht er mit den benachbarten Säumen in nur leichter Verbindung derart, dass, wie gesagt, Fetttröpfchen zwischen den einzelnen Zellen eindringen können.

v. Thanhoffer gibt nun an, die scheinbare Streifung des von ihm als Wall aufgefassten Basalsaumes rühre her von fadenförmigen Fortsätzen des Zellinhalts, welche innerhalb desselben emporgestreckt würden. Sobald sich die Fortsätze zurückgezogen haben, gehe die Streifung verloren. Der Wall, welcher von v. Th. als wahrer oder konstanter Saum bezeichnet wird, erscheint breiter oder schmäler, je nachdem jene Fortsätze des Inhalts hinter ihm hervorragen oder nicht. Das erstere sei oft der Fall während des Hungerzustandes. Hiezu sei bemerkt: ich habe hervorgehoben[1]), dass während der Zeit der stärksten Resorptionsthätigkeit der Saum oft sehr verschmälert oder ganz geschwunden erscheint, so dass ich voraussetze, er werde zum Zweck der Nahrungsaufnahme da und dort aufgelöst, um sich alsbald wieder zu ersetzen. Auch andere haben die wechselnde Dicke des Basalsaums hervorgehoben, aber teilweise behauptet, dass er grade während des Hungerzustandes am schmalsten sei. — Ferner habe ich häufig eine allerdings äußerst feine nur schwer zu erkennende Längsstreifung am Basalsaum beschrieben, welche auch von Erdmann[2]) gesehen worden ist. Diese Längsstreifung findet sich an zwei (Erdmann spricht von drei) oberen Blättern, welche sich in ihm erkennen lassen, während ein viertes, unterstes Blatt stets ohne die Längsstreifung, aber auch ohne Querstreifung gefunden wird. Dieses letztere Blatt ist als der Zellmembran zugehörig aufzufassen. Entsprechend jener Längsstreifung der obern Basalsaumblätter sah ich in Fällen, in welchen der Basalsaum „wie aus den zartesten, nach oben divergierenden Härchen gebildet zu sein schien, an diesen eine feine Querstreifung[3])." — Somit habe ich dem Basalraum große Aufmerksamkeit zugewendet, habe aber niemals etwas gesehen, was dafür spräche, dass er im Sinne v. Th.'s verdickt erscheinen könnte durch hinter ihm auftretende Fortsätze des Zellinhalts, also durch eine Substanz, welche ihm selbst fremd wäre und deren Verschiedenheit von ihm doch

1) Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut etc.

2) L. C. Erdmann, Beob. über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarms. Inauguraldissertation 1867.

3) Vgl. die Wege des Fettes etc. S. 158.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht allzuschwer zu erkennen sein müsste. So sollen jene Plasmafortsätze in der That noch weniger lichtbrechend sein als der konstante Saum (v. Th. S. 405). Sehen sie über diesen hinaus, so erscheinen sie starr, grade, beim Frosch ebenso wie bei den warmblütigen Tieren. Nur beim Frosch aber gibt v. Th. an Bewegungen derselben gesehen zu haben, durch welche die zwischen sie gelangten Fetttröpfchen ins Innere der Zellen befördert werden sollen. Wenn ich die Abbildungen v. Thanhoffer's auf Taf. V ansehe, so kann ich kaum daran zweifeln, dass das, was er den konstanten Basalsaum nennt, nichts anderes ist als die unterste, niemals quergestreifte, einen Teil der Zellmembran ausmachende Schicht des Basalsaums, dass die von ihm gezeichneten Stäbchen aber, welche nach ihm Fortsätze des Zellinhalts sein sollen, den eigentlichen Basalsaum darstellen (v. Th. Taf. V Fig. 1, 2, 15). Dass dem so sei, wird eine Vergleichung mit meiner Fig. 8 B, Taf. IV a. a. O. noch wahrscheinlicher machen. Nur wäre bei v. Th. jene Zellmembran zu breit gezeichnet[1]). Zuweilen, sagt v. Th., finde man die Fortsätze unterhalb des Saumes — dann nämlich, wenn sie weit in die Zelle zurückgegangen seien. Auf diese Weise will er die Angabe Friedreich's erklären, wonach die Poren zwischen den Stäbchen der Darmepithelien sich in feine Röhrchen fortsetzen sollen, welche im Zellinhalt bis in die Ausläufer der Zellen hinein sich erkennen lassen und welche die Wege für das Fett abgeben würden. Ich habe eine solche Streifung, welche in der That bis in das unterste Ende der Zellen hinein zu verfolgen war, in den Flimmerepithelien der Epidermis von *Anodonta* beschrieben[2]). Hier kann also jedenfalls von der Annahme der Erklärung der Erscheinung, wie sie Thanhoffer gegenüber Friedreich gibt, keine Rede sein. Es handelt sich aber in meinem Falle um eine unmittelbare Fortsetzung der Flimmerhare in Fäden des Zellplasmas.

v. Thanhoffer hat die Bewegung der Plasmafortsätze an den Darmepithelien nur dann gesehen, wenn er dem Frosch das Rückenmark oder die Spinalnervenwurzeln durchschnitt und wenn er unter Zusatz von Galle untersuchte. Ich habe nun die Versuche v. Th.'s nachgemacht, habe mich unter Aufopferung zahlreicher Frösche und vieler Zeit daran abgemüht und habe so wenig wie einer meiner Schüler, den ich noch außerdem an die Arbeit setzte, irgend etwas der Art sehen können, was v. Th. beschreibt — insbesondere nichts von der Art, was er in seiner Fig. 3 abbildet, während ich mir seine anderen Abbildungen, wie gesagt, in ganz anderer Weise erkläre.

1) Sehr auffallend ist mir ferner, dass v. Th. sich auf S. 408 auf eine seiner Abbildungen (Fig. 2), welche Becherzellen mit aufgesetzten Stäbchen darstellt, beruft, als ob sie gewöhnliche Epithelzellen wären.

2) Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns nebst Bemerkungen über Wimperepithelien. Arch. f. mikr. Anatomie 14. Bd. 1877.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ich würde mir aber jene Mühe vielleicht gar nicht genommen haben, wenn nicht Wiedersheim Thatsachen beschriebe, welche v. Th.'s Angaben zu bestätigen scheinen, und wenn nicht überhaupt die Frage so nahe läge, ob nicht amöboide Bewegung der Darmepithelien die Aufnahme der Nährstoffe in dieselben erklären könnte, auch abgesehen davon, dass entsprechende Vorgänge bei niederen Blastozoen eben in neuerer Zeit beobachtet worden sind. Wiedersheim beschreibt bei *Spelerpes fuscus* solche Epithelien, deren freie Ränder ohne jede scharfe Begrenzung, gleichsam offen, unregelmäßig gelappt, aufgefasert und da und dort wie eingerissen und in dickere Flimmerhaare zerfallend erschienen: es handelte sich um in amöboider Bewegung befindliche Fortsätze, welche zuweilen wieder in den Zellenleib zurückgezogen wurden.

Bei genauerer Beurteilung von beiderlei Angaben ergibt sich aber nun, dass dieselben durchaus nicht gleichwertig sind. Wiedersheim hatte amöboide Fortsätze vor sich, welche die Nährstoffe fressen würden; v. Thanhoffer spricht von starren Stäbchen, welche dieselben zwischen sich hineinspielen sollen in den Zellenleib. Das sind doch durchaus verschiedene Dinge, und die Verschiedenheit ergibt sich noch klarer, wenn Wiedersheim die Stäbchen des Basalsaumes der höheren Wirbeltiere als Plasmafortsätze auffasst, welche morphologisch den Flimmerharen gleichwertig, ähnlich Pseudopodien von Rhizopoden die Nahrung aufnehmen würden [1]).

Es ist nun immer nicht ausgeschlossen, dass ich bei meinen Versuchen — da die Bestätigung auch nach v. Th.'s Aeußerung dem Zufall bis zu einem gewissen Grade unterworfen sein würde — besonderes Missgeschick gehabt habe. Indess darf ich vielleicht hervorheben, dass es Professor Landois in Greifswald, der durch einen Schüler die Th.'schen Versuche gleichfalls hat nachmachen lassen, ganz ebenso wie mir gegangen ist. Er hebt in einem Briefe an mich übrigens hervor, er vermisse bei Th. die genauere Angabe der Art der Nervenverletzung, nach welcher die Erscheinung zu beobachten sein soll. Vielleicht kämen ganz besondere Verhältnisse in betracht, welche sich experimentell noch nicht völlig übersehen und beherrschen lassen. Ich gebe diese Möglichkeit vollkommen zu und will v. Th. keineswegs zumuten, dass er sich durch wimpernde Darmepithelien, wie sie — ich habe dafür einst selbst Fälle angeführt — auch im Darm des erwachsenen Frosches zuweilen noch vorkommen, oder durch

1) Wiedersheim führt zu gunsten der v. Th.'schen Auffassungen eine Bemerkung Zawarykin's an, welche lautet: „die Zylinder scheinen tiefere Veränderungen zu erfahren; so ändert sich u. a. der Basalsaum, so dass dessen Stäbchen flächenhaft auseinandergehen und wie kurze Cilien aussehen". Es ist hier wohl der Darm der von Zawarykin während der Resorption untersuchten Säugetiere gemeint. Aber es erscheint auf grund des früher mitgeteilten doch wohl fraglich, ob diese Angabe nicht in anderem Sinne zu deuten sei.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

anderes habe täuschen lassen, möchte nun aber auf grund eigner Erfahrung noch einige Thatsachen hervorheben, welche immerhin bis auf weiteres gegenüber den Th.'schen Angaben schwer ins Gewicht fallen dürften.

Ich habe mich seinerzeit auf alle Weise abgemüht, Farbstoffe, welche ich mit der Nahrung in den Darmkanal der Frösche gebracht hatte, in den Epithelien derselben wiederzufinden. Es gelang mir dies nur in seltenen Fällen in spärlichstem Maße. v. Wittich, Donders, Funke erreichten nur negative Ergebnisse, während einige andere den Uebertritt von Quecksilber, Schwefel, Kohle etc. in die Epithelzellen und ins Blut nach Fütterung solcher Stoffe behaupteten[1]). Es handelt sich dabei um Versuche am Frosch oder an Säugetieren, nicht an tiefer stehenden Tieren. Ich kann nach meinen lange und sorgfältig fortgesetzten Bemühungen auf das bestimmteste erklären, dass jedenfalls beim Frosch ein solcher Uebertritt nur in eben bezeichneter Beschränkung geschieht. Ich mischte einen sehr feinen Niederschlag von Karmin mit Oel innig zu einem Brei und brachte ihn den Fröschen in den Magen. Dabei ergab sich bei der an verschiedenen Tieren in verschiedenen Zeiträumen vorgenommenen Sektion die bemerkenswerte Thatsache, dass der Farbstoff sich sehr bald vom Oel getrennt hatte und durch den After abging, während das Oel größtenteils zurückblieb — so dass davon sogar noch am 14. Tage im Darm gefunden wurde — um nach und nach resorbiert zu werden[2]). Den mikroskopischen Befund anlangend, so traf ich mehrmals einige Karminkörnchen im Basalsaum und in seltenen Fällen auch einige in den Epithelien selbst. Es handelte sich um seltene Ausnahmen bei diesem Vorkommen, wenn ich die Zahl meiner Versuche vergleiche und die Masse von Fett berücksichtige, welche dabei resorbiert wurde. (Zu ganz demselben Ergebnis war seinerzeit Moleschott gelangt). Im Basalsaum lagen die Karminkörnchen nicht in den Porenkanälchen, sondern in die Masse desselben eingebettet — es handelte sich um ziemlich grobe Körnchen. Ich muss annehmen, dass sie in den weichen Saum eingedrückt worden sind, nachdem ich gesehen habe, dass derselbe so weich ist, um sogar durch Oeltröpfchen Eindrücke erfahren zu können.

Dieser Befund schien mir schon damals gegen die Thatsache zu sprechen, dass die Darmepithelien die Nährstoffe mittels amöboider Bewegungen auffressen — es sei denn, dass, wie dies Wiedersheim hervorhebt, das Plasma der Darmepithelien der höheren Tiere, im Gegensatze zu demjenigen der niederen, die Fähigkeit hätte, die Nährstoffe gewissermaßen von den Nichtnährstoffen auszuwählen und jene aufzunehmen, diese aber zurückzuweisen. Bei *Spelerpes fuscus*

1) Vergl. meine Abhandlung die Wege des Fettes etc. S. 164. 165.
2) Ebenda S. 165, 166.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hat W. keine Versuche mit Farbstoffen gemacht, bei jungen Haifischen glaubte er den Graphit auch in den Epithelzellen wiedergefunden zu haben — bei späteren Versuchen an unsern Süßwasserfischen gelang ihm dies niemals, obgleich er auch hier „häufig genug Zellen zu Gesicht bekam, die an ihrem freien, gegen das Darmlumen zu schauenden Rande dieselben pseudopodienartigen Fortsätze tragen“ wie *Spelerpes*. (Angeführt muss übrigens werden, dass Wiedersheim, als er mehrere Jahre nach der ersten Beobachtung wiederum lebendes Material von *Spelerpes* in die Hände bekam, trotz aller Sorgfalt nicht im stande war, dieselbe noch einmal zu machen).

Die Annahme einer solchen Auswahl nun erscheint aber ausgeschlossen bei der Art, wie v. Th. die Aufnahme der Nährstoffe sich denkt: es müssten doch die Stäbchen ebensogut Farbstoffkörnchen wie Fetttröpfchen in die Zellen hineintreiben, und wollte das Plasma der Zellen die Farbstoffkörnchen und andere Fremdkörper nicht aufnehmen, so müssten dieselben sich bald zwischen den Stäbchen über der Zellenbasis anhäufen.

Dazu kommt nun aber folgendes Positive: ich habe hervorgehoben, dass ich öfters — aber stets nur in sehr dünnen — Basalsäumen zahlreiche Fetttröpfchen angetroffen habe[1]). Dies zuerst bei Fledermäusen. „Die fetthaltigen Säume fanden sich immer nur an einer größern oder kleinern Reihe nebeneinander liegender Zylinderzellen; 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 (Fig. 18). — Dicht neben einer solchen resorbierenden Stelle kam nun häufig eine andere, an welcher die Basalsäume kein Fett enthielten, und diese Säume waren sämtlich etwa um das Dreifache dicker als die fetthaltigen (Fig. 15 bis 19 a. a. O.). Dasselbe Verhalten fand ich nun, nachdem ich es einmal erkannt hatte, auch bei anderen Tieren wieder, z. B. bei der Ratte. Immer enthielten nur sehr verdünnte Basalsäume Fett. — Diese dünnen Basalsäume nun fasste ich als gleichwertig auf mit der Schicht, welche ich als, wenn auch verdicktes, Basalstück der Zellmembran bezeichnet habe“. Demnach nahm ich an, dass der obere Teil des Basalsaumes zum Zweck der Resorption durch die Verdauungssäfte jeweils aufgelöst, der untere aber zum Durchtritt der Nährstoffe, bezw. des Fettes erweicht werde, wenn nicht in demselben, wie dies Kölliker annahm, Poren sich befinden; in diesem Falle würden die Poren des übrigen Teils des Basalsaums wohl die Fortsetzung derselben sein, die Stäbchen aber als Kutikularausscheidung, welche zwischen den Poren stattfand, aufgefasst werden müssen. Gegen die Annahme von Poren in jener untersten Basalsaumschichte schien die Thatsache zu sprechen, dass das Fett dieselbe zuweilen

1) A. a. O. S. 168, 169 Taf. V Fig. 15, 18, 19.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ununterbrochen erfüllt hat. Allein man kann dies vielleicht doch durch ein nachträgliches Zusammenfließen der feinsten Fettteilchen in einer an und für sich sehr weichen Membran nach deren Tode erklären.

Bei Gelegenheit der Nachuntersuchung der v. Thanhoffer'schen Angaben fand ich nun aber wiederholt beim Frosch während der Resorption auf weite Strecken hin Fett in allerfeinster Verteilung auch in breiten Basalsäumen, und zwar in einer Anordnung, welche genau den Porenkanälchen entsprach; es waren die Kanälchen durch feinste Fettpartikelchen wie staubartig erfüllt. Unsere jetzigen guten Linsen werden vielleicht im stande sein, dieses Verhältnis häufiger erkennen zu lassen.

Auch jetzt habe ich niemals wirkliche Fetttröpfchen im Basalsaum finden können, und es ist anzunehmen, dass jene staubartig feinen Fettteilchen erst in den Epithelzellen selbst zu Tröpfchen zusammenfließen. Dass man aber solch feinst verteiltes Fett so selten im Basalsaum trifft, ist damit nicht erklärt, indess ist zweierlei möglich: entweder wird es in der Regel während der normalen Verdauung rasch durch die Poren desselben durchgleiten, oder es liegen die Ursachen des Befundes in den Umständen der Untersuchung. Was den letztern Punkt angeht, so findet bei Fröschen eine sehr starke Zusammenziehung des Darmes statt, sobald man Stücke desselben zum Zweck der Untersuchung ausschneidet. An derselben werden besonders auch die Zotten bezw. Schleimhautfalten beteiligt sein und sie werden durch ihre Muskelschichte auch dann noch eine Zusammenziehung erleiden, wenn man sie mit der flachgekrümmten Schere abschneidet, um sie unter das Mikroskop zu bringen. Jedenfalls ist es nicht unmöglich, dass durch diese Zusammenziehungen der Basalsaum entleert wird. Bei Warmblütern zieht sich der Darm schon infolge des Erkaltens in derselben Weise stark zusammen. — Auf der andern Seite spricht vieles für die zuerst ausgesprochene Auffassung, dafür, dass ein rasches Durchtreten des Fettes oder der Fettemulsion bezw. der Nährstoffe überhaupt in oben berührtem Sinne statthat.

Denn es steht heute wie vor 15 Jahren die Frage, welche ich damals aufwarf: Warum tritt das Fett in solchen Massen, mit solcher Leichtigkeit in die Darmepithelzellen über, der Farbstoff nur in Ausnahmefällen? — es steht diese Frage in innigster Beziehung zu der vom Verhalten des Basalsaums zu den Nährstoffen überhaupt. Die Lösung der letztern muss auch die der erstern bieten. Wie auffallend ist die frühe Trennung des in die Darmhöhle eingebrachten Farbstoffes von dem zugleich mit ihm eingebrachten Fette und das zähe Zurückbleiben des letztern! Einem Sieb haben die alten Schriftsteller die Darmschleimhaut verglichen, einem Sieb, welches nur die Nährstoffe durchlasse: Thatsache ist, dass das Darmepithel durchsiebt, dass es die unbrauchbaren Stoffe scheidet und zurückhält. Von amöboider Zellenthätigkeit kennen wir bis jetzt ein Unter-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

scheidungsvermögen, welches dieselbe Aufgabe erfüllen könnte, nicht. Noch weniger würde sie durch die von v. Thanhoffer aufgestellten Einrichtungen erfüllt werden. Aber sie ist thatsächlich erfüllt: das Sieben, welches im Darm der höheren Tiere stattfindet, allerdings in einer Feinheit, von der man, als man diesen Vergleich zuerst machte, keine Ahnung gehabt hat, es stellt gegenüber der Arbeit amöboider Zellen, wie sie bei den niederen Tieren der Ernährung dient, einen Fortschritt dar, ähnlich dem der Leistung feinster Kochkunst gegenüber der rohen Nahrung des Feuerländers oder des Eskimo oder besser des Raubvogels, der seine Beute mit den Haaren verschluckt und diese als Gewölle wieder ausgibt. Und dieser Fortschritt erscheint notwendig, entsprechend der feinen Ausbildung des höhern Organismus überhaupt, insbesondere auch seines Blutgefäßsystems. Ihm wiederum entsprechend, mit ihm im Zusammenhang sind bei den höheren Tieren die zur Lösung und zur feinern Verteilung der Nährstoffe dienenden Verdauungssäfte im weitesten Sinne des Wortes vervielfacht und vielfach wirksamer geworden[1]).

Und endlich: warum treten die Nährstoffe nicht ein in die offenen Mündungen der Becherzellen?

Auch diese Frage findet ihre Erledigung, wenn wir uns den Eintritt der Nährstoffe in den Blutkreislauf bei den höheren Tieren vermittelt denken durch feinste Poren — wenn wir annehmen, dass der Basalsaum der Darmepithelien die physiologische Rolle spielt einer endosmotischen Membran, welche bei der Auswahl der durch sie hindurchtretenden Stoffe nicht allein passiv, sondern aktiv physikalisch beteiligt ist. Nur die Poren in den äußeren Schichten des Basalsaumes sind sichtbar, die der inneren nicht und diesen letzteren mag ganz besonders jene Wirkung zukommen. So wies ich damals zur Beantwortung der Frage: Welches sind die Kräfte oder die günstigen Verhältnisse, die dem Fett den Uebertritt in die Zellen gegenüber anderen Körpern erleichtern? hin auf die Wistinghausen'sche Theorie, „welche zur Erklärung des Fetteintritts in die Zellen eine auf endosmotischen Vorgängen beruhende, durch die Galle vermittelte Verwandtschaft zwischen der Zellmembran und dem Fett angenommen hat“ [2]), auf deren nähere Aeußerung ich aber hier nicht eingehen will. Somit scheint mir bis heute keine Thatsache sicher festgestellt, welche die von mir damals angenommene Erklärung des Eintritts der Nährstoffe in die Epithelzellen des Darmrohres bei höheren Tieren unnötig machen und ersetzen würde — es sei denn die der interepithelialen Nahrungsaufnahme. Indess wird sich diese eben vielleicht im Sinne Wiedersheim's (Wiedersheim a. a. O. S. 14) als Ueberrest, als Erbstück alter Verhältnisse erweisen, ver-

1) Vergl. Wiedersheim a. a. O. S. 14.
2) Vergl. meine Abhandlung „die Wege des Fettes etc.“ S. 173. 174.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mittelt durch amöboide Bindegewebszellen. Darüber muss die Zukunft entscheiden. Dass ich seitdem in einzelnen Fällen staubartig feine Nährstoffe in den Poren der oberen Basalsaumschichten gesehen habe, lässt meine frühere Annahme von der Auflösung derselben zum Zweck der Ermöglichung der Thätigkeit der unteren nicht nötig erscheinen — wenn ich nun aber bei meinen neueren Untersuchungen wiederum den Basalsaum während der Resorption sehr dünn angetroffen habe, so bemerkte ich, dass dies eben dann der Fall war, wenn die Schleimhaut sich im höchsten Stadium der Erfüllung mit Fett befand, dann, wenn die Epithelzellen ganz satt mit Fetttröpfchen erfüllt waren [1]): es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die betreffende Erscheinung zu erklären sei durch die Spannung, welche die Schleimhautoberfläche in jenem Zustand erleiden mag.

Zuletzt möchte ich nicht vergessen zu erwähnen, wie meine Befunde und Schlüsse sich zu den Angaben Wiedersheim's über Aufnahme der Nährstoffe durch amöboide Bewegung der Darmepithelzellen bei niederen Amphibien stellen: die Bestätigung der letzteren würde nur das Vorkommen eines Prozesses, welcher thatsächlich bei wirbellosen Tieren besteht, bis in die Reihen der Wirbeltiere hinauf beweisen, ohne dass dadurch die Prinzipien der Frage berührt würden. Dann würde aber ein Auswählen der Nährstoffe durch die Darmepithelzellen bei jenen Wirbeltieren kaum angenommen werden dürfen, wie denn Wiedersheim selbst die Aufnahme schwarzen Farbstoffes in dieselben bei seinen kleinen Haifischen — für den Fall der Bestätigung dieser Aufnahme — gradezu als Beweis für amöboide Thätigkeit ihrer Darmepithelien in Anspruch nimmt [2]).

Dass amöboide und endosmotische (oder koskinetische d. i. siebartige [3]) epitheliale Aufnahme der Nährstoffe bei einer und derselben Tierklasse, den Amphibien, vorkäme, könnte nicht überraschen, denn irgendwo muss die letztere doch zuerst auftreten — es würde aber noch weniger überraschen, wenn sich die interepitheliale Resorption, welche sogar bei den höchsten Wirbeltieren, bei Säugetieren vorkommt, als eine amöboide — und somit als Ueberrest, als Erbstück aus uralter Zeit — thatsächlich sollte feststellen lassen.

Eiland Rottum, 22. Sept. 1884.

---

1) In solchen Fällen habe ich kürzlich wieder Resorption des Fettes selbst im Mastdarm beim Frosch beobachtet, welcher sogar schon mit bloßem Auge durch weißliche Färbung der Mastdarmwand bei äußerer Betrachtung derselben sich zu erkennen gab (nach starker künstlicher Oelfütterung).

2) Wiedersheim a. a. O. S. 10.

3) τὸ κόσκινον das Sieb. κοσκινοειδής siebähnlich.

Bemerkung: Die nächste Nummer unseres Blattes wird eine hieran anschließende Arbeit von Dr. Emil Brand in Leipheim bringen, „Die Chylusresorption in der Dünndarmschleimhaut". Red. d. Biol. Ctbl.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Eimer G. H. Th.

Artikel/Article: Neue und alte Mitteilungen über Fettresorption im Dünndarm und im Dickdarm. 580-600