unterscheidbarer Farbenempfindungen, welche ich ¹⁾ statuiert habe, nur zwei Millionen gelten zu lassen, würde ich mich gern bequemen, da derartige Schätzungen, eben weil sie nur Schätzungen sind, keine grosse Bedeutung haben.

Wichtiger scheint es mir aber, dass der Umfang unseres Lichtsinnes festgestellt werde, was ich durch fortgesetzte Versuche zu thun vorhabe. Zunächst lag es mir daran, eine nur für ganz bestimmte zufällige Bedingungen gefundene Zahl des Scheines zu berauben, als sei sie der Ausdruck für die Grenzwerthe unseres Lichtsinnes.

Ueber die Fettresorption im Dünndarme.

Von

Th. Zawarykin,

Professor in St. Petersburg.

Hierzu Tafel II.

Ich habe gefunden, dass die Kräfte, welche die Fette aus dem Darmlumen fangen und dieselben weiter befördern, in den Lymphzellen der adenoiden Substanz der Darmzotten gegeben sind.

Wenn man sich einen feinen Schnitt aus dem mit Ueberosmiumsäure behandelten Darmstücke eines vor einigen Stunden gefütterten Säugethieres (ich habe Hunde, Kaninchen und weisse Ratten untersucht) fertigt und denselben behufs der rothen Kernfärbung mit Picrocarmin bearbeitet, mit Alkohol entwässert, mit Nelkenöl aufhellt und in Canadabalsam einschliesst, so findet man bei mikroskopischer Untersuchung solcher Objecte den oben aufgestellten Satz bestätigt. Ich habe nur diese Methode der Anfertigung der mikroskopischen Präparate bei dieser Untersuchung

1) Aubert, Physiologische Optik. v. Graefe u. Saemisch's Handbuch der Augenheilkunde, Bd. II, 2., 1876, p. 534.

angewendet, da sie für das Studium der erwähnten Verhältnisse vollkommen ausreicht und mir gerade die zweckmässigste zu sein scheint.

Man sieht in solchen Schnitten die mit Fett beladenen Lymphzellen sowohl im Cylinderepithel, in der adenoiden Substanz der Zotten, als auch in den übrigen Schichten der Darmwand.

Die mit Fett gefüllte Lymphzelle ist leicht zu unterscheiden von der fettfreien Leucocyte:

1. Alle Lymphzellen in der adenoiden Substanz der Zotte in allen Wachstumsperioden von fast nackten Kernen bis zu den vollständig ausgebildeten Elementen haben bei der von mir angewandten Methode ein beinahe homogenes Protoplasma, welches in etwas grüner Farbe erscheint. Die fettenthaltenden Lymphzellen sind mit tief schwarzen Molekülen imprägnirt, welche sehr oft nicht den ganzen Zellstoff einnehmen, sondern nur einen Theil des Protoplasma besetzen und welche schon aus diesem letzteren Grunde nicht etwa für Körnung des Zellstoffs selbst genommen werden dürfen. Die beiderlei Elemente liegen in der adenoiden Substanz nebeneinander und waren in gleicher Weise von Ueberosmiumsäure betroffen; die schwarzen Moleküle der Lymphzellen sind also nichts als Fett.

2. Wenn man ein kleines Stück des Dünndarmes aus einem lebenden Thiere während der Fettresorption nimmt und dasselbe in zwei Stücke theilt, eins von denselben in Ueberosmiumsäure wirft behufs der oben beschriebenen Behandlung, aus dem anderen aber sogleich die Zotten für mikroskopische Untersuchung präparirt, so sieht man in letzterem Falle das bekannte dunkeltrübe Bild der mit Fett erfüllten Zotte. Die mikroskopischen Präparate aber, die man aus dem ersten Stücke erhält, haben die geschwärzten Moleküle nur in den Lymphzellen und ausschliesslich in diesen. Es sind folglich die schwarzen Moleküle in den Lymphzellen die Fettmoleküle.

Solche fetthaltigen Lymphzellen findet man nun überall in der Zotte. Zunächst trifft man sie im Cylinderepithel.

Es ist schon längst bekannt, dass die mit Leucocyten identischen Zellen zwischen Cylinder- und Becherzellen in verschiedener Menge vorkommen. Dass manche davon aber nach Ueberosmiumsäure-Behandlung in ihrem Protoplasma Fettmoleküle enthalten, dies ist nicht leicht zu sehen in Präparaten, wo die Zellkerne

nicht roth gefärbt sind. Nachdem man aber mit der Erscheinung bekannt geworden, ist es schon nicht schwer, die fetthaltigen Lymphzellen auch in ungefärbten Präparaten zu sehen.

Was die Lage, welche die Körperchen im Cylinderepithel einnehmen, betrifft, so begegnet man ihnen in allen möglichen Zonen, vom subepithelialen Endothel bis dicht an den Basalsaum der Cylinder. Ich habe manche Bilder gesehen, wo es schien, als ob die Körperchen mit einem Theile ihres Leibes über den Basalsaum hinaus ausgetreten gewesen sind.

Die Formen, welche die fetthaltigen Leucocyten zwischen den Cylinderzellen einnehmen, sind sehr verschieden und bezeugen, dass die Körperchen in sehr lebhaften amöboiden Bewegungen im Momente der Wirkung der Ueberosmiumsäure sich befanden und in diesen Gestalten erstarrt sind. Man sieht nämlich die Körperchen mit verschiedenen mehr oder weniger spitzen Fortsätzen, welche grösstentheils nach dem Basalsaum zu gerichtet sind und welche oft in sich die Fettmoleküle enthalten. Man findet nicht selten, dass das Körperchen weit vom Basalsaum liegend zu demselben einen langen Ausläufer entsendet, welcher eine Reihe von Fettmolekülen enthält. Bei sehr feinen, die Dicke einer Zelle lange nicht erreichenden Längsschnitten durch die Cylinder sieht man, dass die Basalräume der je zwei benachbarten Cylinder sich gegenseitig nicht berühren, sondern zwischen ihnen ein leerer Raum in der Form eines ausgezogenen, mit der Basis zum Darmlumen gerichteten Dreiecks übrig bleibt, wohin die Fettmoleküle sich einsenken mögen und wo sie wirklich fast immer gefunden werden. Diese Zwischenräume habe ich besonders klar bei Ratten gesehen. Diese Stellen scheinen die Ausgangspunkte für die Fettresorption zu sein. Man sieht oft die Fortsätze der Lymphzellen bis zu diesen Punkten hinaufsteigen (Fig. 1 bei *a, a*).

Die Kerne der Lymphzellen haben auch lange nicht immer eine Kugelgestalt. Sehr oft sieht man sie eine ellipsoidische oder unregelmässig ausgezogene Form annehmen.

Die verschiedenen Formen der amöboiden Bewegung der Lymphzellen sind dazu bestimmt, um die Fettmoleküle zu fangen und mit gesammeltem Fette durch das subepitheliale Endothel das Zottenparenchym zu erreichen.

Ich habe viele Präparate von Kaninchen gesehen, wo im Cylinderepithel eine enorme Masse von Lymphzellen meistentheils

mit Fettmolekülen beladen war. Viele derselben hatten eine kugelförmige Gestalt.

Es muss hervorgehoben sein, dass die im Cylinderepithel anzutreffenden Lymphzellen, welche in den verschiedensten Perioden ihrer Entwicklung sich befinden — von beinahe nackten Kernen bis zu grossen protoplasmareichen Leucocyten — alle Fettmoleküle enthalten können. Besonders schön habe ich diese Bilder im Dünndarme von Kaninchen beobachtet. Bei diesem Thiere enthalten die Lymphzellen neben feineren Fettmolekülen auch grössere Fetttröpfchen.

Ich muss schon jetzt bemerken, dass die vorliegenden Zeilen keine beendete Arbeit darstellen. Wenn ich mein ganzes Material bearbeiten wollte, so müsste ich mit dem Veröffentlichen der Resultate noch lange zögern, was ich aus leicht begreiflichen Gründen nicht gern thun wollte, und aus diesem Grunde hat dieses Schreiben mehr die Bedeutung einer vorläufigen Mittheilung der Resultate in der Frage, welche ihrer Wichtigkeit halber schon jetzt die Aufmerksamkeit der Forscher in Anspruch nehmen dürfte.

Subepitheliales Endothel enthält manchmal einige Fettmoleküle, die sich wahrscheinlich an den Zellstoff der Endothelzellen während der Rückkehr der fetthaltenden Leucocyten angeklebt hatten. Ich habe mehrmals die Gelegenheit gehabt, solche fetthaltige Lymphzellen im Epithel zu sehen, welche neben dem subepithelialen Endothel sich befanden und ihren spitzen Fortsatz in das Endothel hinein schickten, also wahrscheinlich im Begriffe waren hindurchzuwandern, wie es Fig. 1 bei *b*, *b* zeigt.

Was das Zottenparenchym betrifft, so sind die Lymphzellen desselben, welche in den verschiedensten Stadien ihrer Entwicklung sich befinden, in verschiedener Anzahl mit grösserer oder kleinerer Menge der Fettmoleküle erfüllt. Ich habe schon oben erwähnt, dass die Fettmoleküle gewöhnlich nicht im ganzen Zellstoffe zerstreut sind, sondern eine circumscripste Stelle einnehmen. Manchmal liegen sie gerade in der Mitte, so dass es den Anschein hat, als lägen die Fettmoleküle unmittelbar auf dem Zellkerne. Hier kann man eben die verschiedenen Bilder der Fettanfüllung beobachten. Die mit kleiner Quantität von Protoplasma versehenen sowohl als ganz ausgebildeten Leucocyten enthalten die Fettmoleküle. Hier habe ich immer beim Hunde nur eine Art von Fettkörnung beobachtet; es waren nämlich im Protoplasma der Lymph-

zellen nur allerfeinste Moleküle zu sehen; diese Moleküle scheinen beim Kaninchen nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure nicht eine so tief schwarze Farbe wie beim Hunde annehmen zu können; sie tingiren sich vielmehr mit brauner Farbe.

Die fetthaltigen Lymphzellen in dem Zottenparenchym sind in der adenoiden Substanz als auch im Zottenraume zu sehen. Manchmal sieht man das Endothel dieses centralen Raumes mit Fettmolekülen besät, wie es oben bei dem subepithelialen Endothel erwähnt wurde.

Nach der obigen Darstellung soll man diese fetthaltigen Lymphzellen der adenoiden Substanz als aus dem Cylinderepithel zurückgekehrte Lymphzellen betrachten. Man sieht sie nämlich sehr häufig ganz dicht unter dem subepithelialen Endothel liegen. Manchmal glaubt man eine Hälfte von dem Körperchen noch in der Epithelschicht sich befinden zu sehen, während die andere aber bereits in die adenoide Substanz eingetreten ist.

Die fetthaltigen sowie die fettfreien Lymphzellen der adenoiden Substanz haben selten eine Kugelform; gewöhnlich ist ihre Form unregelmässig polyedrisch oder verzogen, in eine Spindel ausgezogen oder mit Fortsätzen versehen; manchmal befindet sich das Protoplasma nur auf einer Seite des Kernes. Alles das zusammen genommen lässt schliessen, dass in der adenoiden Substanz des Zottenparenchyms neben der regen Zellvermehrung eine lebhafte Bewegung der Lymphzellen nach zwei Richtungen vor sich geht: die fettfreien Lymphzellen strömen nach dem Epithel zu, um dort sich mit Fett zu versorgen; ein anderer Strom geht vom Epithel nach dem Zottenparenchym, um gefangenes Fett weiter zu befördern.

Diese Beförderung der fetthaltigen Lymphzellen geschieht auf beiden für Leucocyte offen stehenden Wegen — entweder durch Zottenräume und Balkenräume, oder auch entlang dem adenoiden Gewebe der Zotten und Balken; auf beiderlei Wegen gelangen die Körperchen in die netzförmigen Chyluskanäle, welche bis zum Boden der Lieberkühn'schen Drüsen hinabsteigen. Auf Längsschnitten als auch Querschnitten sieht man einige fetthaltige Lymphzellen auch in den engen Interstitien zwischen den Krypten selbst in die netzförmigen Chyluskanäle hinabsteigen.

Eine der bemerkenswerthen Erscheinungen in dem Zottenparenchym ist die Gegenwart der fetthaltigen Leucocyten im Blute der Venen und Arterien, welche ich sowohl auf Längsschnitten

als auch auf Querschnitten dieser Gefässe mehrmals beobachtet habe. Hier liegen die fetthaltigen weissen Blutzellen inmitten der rothen Blutkörperchen, was besonders überzeugend auf Querschnitten der mit Blutkörperchen voll gepropften Venen erscheint. Ob sie alle aus der Gesamtcirculation zurückgekehrten Leucocyte sind oder ein Theil davon ins Venenblut auf directem Wege gelangen kann, d. i. aus der adenoiden Substanz der Zotten durch die unversehrte Venenwand, bleibt dahingestellt.

Ich habe auch sehr oft die fetthaltigen Leucocyten in den Lieberkühn'schen Drüsen zwischen deren Epithelien gesehen, manchmal in sehr grosser Menge. Zur Erklärung dieser Beobachtung mögen einige sehr lehrreiche Bilder dienen, wenn man vor sich Stücke der isolirten membrana propria der Krypten hat. Um alle Zweifel zu beseitigen, dass man hier eben mit Stücken der membrana propria der Drüsen zu thun hat, muss man solche Stellen aufsuchen, wo die Gegenwart der grossen elliptischen roth gefärbten Kerne die membrana propria bezeugen. Man sieht nicht selten in solchen Stücken ein sternförmiges Körperchen mit vielen sehr spitzen Ausläufern, das genau in einer und derselben Focaldistanz mit dem Kerne der membrana propria klar gesehen wird. Ein solches Körperchen könnte man leicht für eine Zelle der membrana propria selbst halten, wenn dieses Körperchen nicht von schon bekannten Fettmolekülen gestempelt wäre. Man muss dieses Körperchen für eine fetthaltige, die amöboiden Bewegungen vollziehende Lymphzelle nehmen, welche im Begriffe durch die membrana propria der Lieberkühn'schen Drüse ins Drüsenepithel zu gelangen getroffen ist. Eine solche Zelle ist in der Fig. 2 bei *a* dargestellt. Solche die spitzen Fortsätze ausstreckende in der membrana propria festsitzende fetthaltige Lymphzelle habe ich auch im Profil mehrmals gesehen.

Auf die oben erwähnte Weise gelangen die fetthaltigen Lymphzellen in die netzförmigen Chyluskanäle, wo sie immer in grosser Menge angetroffen werden, indem sie dort dicht nebeneinander sitzend die ganze Lage zwischen dem Boden der Krypten und muscularis mucosae einnehmen. Es kommen solche Fälle vor, wo es sehr schwer wird, nur ein vom Fett freies Körperchen zu finden; so habe ich es wenigstens bei manchen Hunden beobachtet (Fig. 2, N).

Aus der muscosa propria gelangen die fetthaltigen Lymph-

zellen in Chylusgefäße der *muscularis mucosae*, wo sie ein Netz sehr breiter zusammenhängender Kanäle darstellen (Fig. 2, *ch*). Die Längs- und Querschnitte dieser Kanäle enthalten sehr oft die fetthaltigen Lymphzellen, obwohl die meisten von diesen Chylusgefäßen stets leer gefunden werden.

Dass auch in der Submucosa laufende Chylusgefäße die fetthaltigen Leucocyten enthalten, braucht wohl nicht mehr hervorgehoben zu werden. Ich habe ein Präparat, wo ein solches Gefäß in einem dicken Querschnitte vorliegt und nicht weit von der *muscularis externa* seine Lage hat. Es ist ein ziemlich breiter Kanal und ganz dicht mit fetthaltigen Leucocyten vollgepfropft. Die Zahl der Körperchen kann ungefähr auf 50 angeschlagen werden und keins von ihnen ist bei genauerer Untersuchung frei von Fett.

Aus allen diesen Erörterungen geht hervor, dass es die Lymphzellen der adenoiden Substanz des Zottenparenchyms sind, welchen die wichtige Rolle im Organismus anvertraut ist, die Fette aus dem Darmlumen zu nehmen und in die Chylusgefäße zu befördern. Jetzt kann man begreifen, warum die *mucosa propria* des Dünndarms eben aus der adenoiden Substanz aufgebaut ist.

Die weiteren Schicksale der fetthaltigen Lymphzellen habe ich nicht erforscht. Dass sie aber schon in der *mucosa propria* im Blute erscheinen, davon habe ich bereits gesprochen. Auch in der Submucosa habe ich die Arterien gesehen (und wieder auf Querschnitten), wo neben rothen Blutkörperchen auch die fetthaltigen Leucocyten da waren. In einem Präparate liegen inmitten der rothen Körperchen drei Leucocyten und alle drei enthalten Fett.

In Zusammenhang damit habe ich sehr viele fetthaltigen Leucocyten zerstreut im lockeren faserigen Bindegewebe der Submucosa beobachtet. In dieses Gewebe können die Leucocyten nur mittelst der Chylus- oder Blutgefäße gelangen.

Auch zwischen den Nervenzellen des Meissner'schen Plexus habe ich die fetthaltigen Leucocyten gesehen.

Ich muss auch erwähnen, dass in obengenannten Plexus, in dem Auerbach'schen Plexus und zwischen den Muskelzellen der *muscularis externa* gewöhnlich sehr viele Fettmoleküle diffus zerstreut sind. Sie scheinen aber nicht mit dem schneidenden Messer dahin geführt zu sein.

Die Follikel der Peyer'schen Plaques scheinen besonders thätige Organe bei der Fettresorption zu sein, was ich nämlich sehr gut bei Kaninchen gesehen habe. Man bemerkt das Fett in grösseren oder kleineren Klumpen, welche aus Fettmolekülen und grösseren Tröpfchen bestehen, im Follikel selbst, in seiner Mitte als auch in peripherischen Theilen. Ich habe auf dieses Verhalten der Peyer'schen Follikel zuletzt aufmerksam gemacht und konnte auf einigermaassen detaillirte Untersuchung verzichten. Man bemerkt überhaupt, dass im Innern des Follikels die Fettmoleküle in solchen Conglomeraten vorkommen, welche mehr als einer Leucocyte entsprechen, obwohl daneben viele fetthaltige Lymphzellen vorkommen, die mit denen der adenoiden Substanz der Zotten vollkommen identisch sind.

Noch merkwürdiger gestaltet sich die Sache im Cylinder-epithel, welches die Kuppel der Peyer'schen Follikel bedeckt, was wiederum besonders auffallend beim Kaninchen ist. Hier befinden sich die Lymphzellen in solcher colossalen Menge, dass die Cylinder sehr zurücktreten. Hier scheint im Epithel selbst die Vermehrung der Lymphzellen vor sich zu gehen. Sie haben hier verschiedene Anordnung. Einmal liegen sie in Reihen parallel den langen Durchmesser der Cylinderzellen, wobei die Zahl der Reihen, die aneinander liegen, verschieden sein kann. Es gibt Fälle, wo vier Reihen unmittelbar aneinander grenzen und erst dann folgen die isolirten Cylinder, welche überhaupt den Anschein haben die vertikalen Gerüstbalken für die Gruppen der Lymphzellen zu bilden. Viel eigenthümlicher sind aber die Gestalten, wo die Lymphzellen in grossen Nestern vorkommen, wo vier, zehn und mehr Lymphzellen sich befinden können und wo diese Ansammlungen von scharfen kreisförmigen Linien begrenzt werden, welche von ausgeschnittenem Zellstoffe der Cylinderzellen gebildet werden. Die Cylinder scheinen tiefere Veränderungen zu erleiden; so ändert sich unter Anderem der Basalsaum, so dass dessen Stäbchen flächenartig auseinander gehen und wie kurze Cilien aussehen. Diese interessanten Beziehungen dürften eine genauere Forschung verdienen. In dem auf diese Weise metamorphosirten Epithel kommen viele Ablagerungen von Fettmolekülen vor. Diese Fettablagerungen bilden entweder eine fetthaltige Lymphzelle oder die Fettmoleküle sammt den grösseren Tröpfchen bilden Haufen von verschiedener Grösse, welche den

oben erwähnten Nestern der Lymphzellen entsprechen. In diesem Falle haben die fetthaltigen Haufen den Anschein als wäre hier eine Rieselymphzelle; diese Verhältnisse sind in Fig. 3 abgebildet. Da solche fetthaltigen Haufen auch in der adenoiden Substanz der Follikel nicht weit vom Epithel vorkommen, so scheint es, dass solche Haufen in toto aus dem Epithel in die adenoide Substanz auswandern.

Die Zeichnungen sind von meinem Freunde Herrn Professor Rajewsky ausgeführt.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel II.

Fig. 1. Aus einem Längsschnitte der Darmzotte des Kaninchens. Die Abrisse sind unter Tauchlinse Nr. 9 von Hartnaek mit camera lucida von Oberhäuser entworfen, die Details aber aus mehreren Präparaten schematisch zusammengestellt. In der Mitte der Figur — centraler Zottenraum, welcher von mit Fettmolekülen befleckten Endothelzellen begrenzt ist. Im Zottenparenchym *A*, *A* sieht man die Züge der glatten Muskeln und viele Leucocyte, einige sind frei von Fett, die anderen enthalten in ihrem Protoplasma die schwarzen Fettmoleküle. Das Zottenparenchym wird von der Epithelschicht durch subepitheloides Endothel *E*, *E* (durch oblonge Kerne kenntlich) abgegränzt. In der Epithelschicht sieht man Cylinder- und Becherzellen, sowie viele in verschiedenen Gestalten auftretende fetthaltige Leucocyte. Endlich folgen die Basalsäume *B*, *B*, wo schwarze Punkte die Fettmoleküle darstellen in den Räumen zwischen den Basalräumen liegend.

Fig. 2. Aus einem Längsschnitte des Dünndarmes vom Hunde, unter Tauchlinse Nr. 9 von Hartnaek mit Camera lucida gezeichnet.

L, *L* Fundus der zwei Lieberkühn'schen Drüsen. In der rechten Drüse rechts oben sieht man ein Stück der membrana propria einer dritten benachbarten Krypte. *k* = Kern der membrana propria, *a* = im Durchtritte begriffene fetthaltige Lymphzelle, *c* = zwischen Krypten hinabsteigende fetthaltige Lymphzellen, *N* = netzförmige Chyluskanäle mit fetthaltigen Lymphzellen gefüllt; *ch* = in der muscularis mucosae verlaufendes Chylusgefäß.

Fig. 3. Aus einem verticalen Schnitte durch die Kuppel der Follikel der Peyer'schen Plaques des Kaninchens. Gezeichnet wie früher. *E* = Epithel mit einzelnen Lymphzellen und Haufen von denselben. Die Fettmoleküle imprägniren die einzelnen Lymphzellen und sammeln sich in Haufen. Dasselbe ist der Fall mit der adenoiden Substanz *A* der Follikel.

Die sämtlichen Präparate sind nach Ueberosmiumsäure-Behandlung mit Picrocarmin gefärbt und in Canadabalsam eingeschlossen.

(Aus dem physiologischen Institut zu Christiania.)

Beiträge zur Kenntniss der Blutfarbstoffe.

Von

Assistent **Jac. G. Otto.**

Unter den Blutarten, aus welchen sich leicht und sicher grössere Quantitäten reines, krystallisirtes Oxyhämoglobin darstellen lässt, nimmt das Pferdeblut einen hervorragenden Platz ein, indem besagte Darstellung vielleicht hier noch besser gelingt als bei dem gewöhnlich benutzten Hundeblut. Während dieses aber sehr oft studirt ist, ist das Oxyhämoglobin aus Pferdeblut, so viel mir bekannt, nur ein einziges Mal einigermassen genau untersucht und zwar von Hoppe-Seyler¹⁾. Die Ergebnisse dieser Untersuchung bezüglich der Elementarzusammensetzung des genannten Farbstoffes weichen ziemlich bedeutend von derselben der andern studirten Oxyhämoglobine ab, indem der Stickstoffgehalt nach den von Kossel ausgeführten Analysen etwa 1% höher als bei dem Hunde-hämoglobin ist. Es kann daher nur wünschenswerth sein, mehrere Analysen von diesem Körper anzustellen, um so mehr, als die von

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie, II, p. 149—150.