

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. I. Schnitt durch den Penis eines 5monatlichen menschlichen Embryo's.
- Fig. II. Schnitt durch Praeputium und Eichel eines Neugeboren. A Praeputium. C Glans mit dem Corp. cavernos. B Verklebende Zellschicht. d, e und f concentrische Körperchen in verschiedener Ausbildung.
- Fig. III. Aus der inneren Platte des Praeputium eines erwachsenen Menschen. Einsenkungen der Malpighi'schen Schleimschicht.
- Fig. IV. Querschnitt der miteinander verklebten Augenlider eines menschlichen Fötus des 6ten Monats.

XVII.

Ueber die Resorption der verdauten Nährstoffe (Eiweisskörper und Fette) im Dünndarm.

Von Ludwig Letzerich, Cand. med. in Wiesbaden.

(Hierzu Taf. VI.)

Der Modus des Uebergangs der verdauten Nährstoffe aus dem Darmkanal in die Sätemasse des Körpers hat schon seit längerer Zeit Streitigkeiten unter den Forschern hervorgerufen, die bis heute noch nicht geschlichtet sind.

Brücke *) glaubte nicht an die Existenz desjenigen Theiles der Cylinderzellmembran, welcher die Zelle nach dem Darmlumen zu abschliesst. Die verdauten und zur Resorption geeigneten Nährstoffe kämen demnach mit dem Protoplasma der Zellen in eine innige Berührung und könnten leicht durch dasselbe hindurchtreten. Spätere Forscher haben die Ansicht Brücke's widerlegt und noch in der neuesten Zeit that diess Dönnitz **).

Kölliker ***) sah in den Basalmembranen der Cylinderzellen keine Kanäle und hierdurch glaubte man den Uebergang der Nähr-

*) Brücke, Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. Wien 1853.

**) Dönnitz, Ueber die Schleimhaut des Darmkanals. Im Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. von Reichert und Du Bois-Reymond. 1864. Heft III und IV.

***) Kölliker, Ueber die Resorption des Fettes im Darm u. s. w. Abhandlung der phys.-med. Gesellschaft. Januar 1856.

stoffe erklären zu können. Diese vermeintlichen Kanäle entsprechen indessen nur streifigen Zeichnungen, welche wahrscheinlich, wenn sie überhaupt zu sehen sind, auf die molekuläre Anordnung der Substanz der Basalmembran hindeuten. Sie finden sich auch an den Basalmembranen vieler, an anderen Orten des thierischen Körpers vorkommenden Cylinderzellen.

Die Heidenhain'schen Fortsätze der Cylinderzellen, welche mit Bindegewebskörperchen zusammenhängen sollen, konnte ich nicht wahrnehmen.

Die offenstehende Frage für den Modus der Resorption im Darmkanal ist: „Sind die Cylinderzellen, welche die Zotten des Dünndarms überziehen, diejenigen Gebilde, welche die verdauten Nährstoffe durch Eudosmose aufnehmen, oder gibt es für dieselben andere Wege.“

Die Schnelligkeit, mit der Fette sowohl als auch Eiweisskörper in die Chylusgefässe gelangen, spricht unbedingt gegen die Aufnahme der Nährstoffe durch die Cylinderzellen auf endosmotischem Wege. Nach meinen Untersuchungen sind in der That andere Wege vorhanden, welche einen directen Uebergang der verdauten Nährstoffe gestatten.

Bevor ich zu den Resorptionsversuchen selbst übergehe, will ich eine kurze Erläuterung über den anatomischen Bau der Resorptionsorgane vorausschicken.

I.

Die Darmzotten stellen falten- oder zapfenartige Erhebungen der Darmmucosa dar. Durch sie wird eine verhältnissmässig grosse resorbirende Oberfläche gebildet. Zum Studium der mikroskopischen Anatomie der Resorptionsorgane ist es nöthig, Darmstückchen zu erhärten, um feine Schnitte durch Darmzotten herstellen zu können. Zu diesem Zwecke lege ich dieselben 24 Stunden lang in eine 5procentige doppeltchromsaure Kalilösung und lasse nach dieser Zeit eine verdünnte Chromsäurelösung — 4 Tropfen concentrirte Chromsäurelösung auf 1 Unze Wasser — 48 Stunden lang auf die Darmstückchen einwirken. Es lassen sich nun die feinsten Schnitte herstellen, die durch Imbibition in carminsaurem Ammoniak gefärbt, oder auch ungefärbt untersucht werden können.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung feiner Quer- oder Längs-schnitte durch Darmzotten des Hundes, der Katze, oder des Kaninchens sieht man zwischen den Cylinderzellen grosse rundlich-birnförmige Gebilde, welche von ungemein deutlichen, sofort in die Augen fallenden Contouren begrenzt sind, die sogenannten Vacuolen, Fig. I. vom Hund. Ihre Gestalt ist bei verschiedenen Thieren verschieden. Fast kugelrund sind sie beim Schwein (auch bei dem Menschen), birnförmig beim Igel, der Katze, dem Hund, der Blindschleiche (*Anguis fragilis*) u. s. w., spindel- oder kelch-förmig beim Frosch und der Eidechse. Sie gehen in ebenso deutlich contourirte Schläuche über, welche unter dem Epithel, im Bindegewebe der Zotte ein mehr oder weniger weitmaschiges Netz bilden. Am besten sieht man diesen Uebergang auf feinen Längs-schnitten durch erhärtete Kaninchendarmzotten, an welchen das Epithel mit einem zarten Pinselchen entfernt wurde, Fig. III. Die Vacuolen haften wegen ihrer Verbindungen mit den im Bindegewebe der Zotte verlaufenden Schläuchen ziemlich fest, fester na-türlich als der einfache Ueberzug des Cylinderepithels. — Dass man indessen bei dem Abpinseln nicht allzu stürmisch verfahren darf, versteht sich von selbst. — Nach dem Darmlumen zu sind die Vacuolen mit scharf geschnittenen Oeffnungen versehen, was sowohl an frischen als auch erhärteten Darmzotten sehr leicht zu sehen ist. Auf sehr zarten Querschnitten sieht man diese Oeff-nungen mit einer solchen Schärfe, dass auch der leiseste Zweifel nicht aufkommen kann. Die Basalmembran der Cylinderzellen ist an diesen Stellen durch mehr oder weniger breite Zwischenräume unterbrochen und nach den Rändern der Oeffnung hin etwas ein-gezogen.

Die sogenannten Vacuolen lassen sich auch im frischen Zu-stande in Eiweiss oder, was besser ist, in Humor aqueus durch die Zerzupfungsmethode isoliren, Fig. II. A, B vom Schwein. Sie erscheinen doppelt contourirt und sind erfüllt von einer mit Fett-molekülen durchsetzten Masse. Bei vorsichtiger Isolation erhält man sehr häufig Vacuolen mit langen Schlauchstückchen, Fig. II. Letz-tere sind wie die ersten scharf contourirt und wie es scheint, hier und da mit kleinen, etwas granulirten Körperchen besetzt.

Essigsäurezusatz zu frischen Vacuolen bewirkt ein ungemein deutliches Hervortreten der Contouren und macht häufig kleine

Körperchen in der Membran sichtbar, Fig. II. B. Ebenso treten die dem Darmlumen zugekehrten Oeffnungen scharf geschnitten hervor. Zusammengeflossene Fettmolekel, oder zusammengeballte Eiweissmassen in diesen Gebilden dürfen nicht mit Zellkernen und Protoplasmamassen verwechselt werden. Die sogenannten Vacuolen sind keine Zellen (sie haben Nichts mit denselben gemein), sondern die offenen Anfangstheile jener Schläuche, welche im Bindegewebe der Zotten ein Netzwerk bilden. Im unthäitigen Zustande, also in der physiologischen Ruhe, fallen dieselben zusammen und sind dann an frischen Zotten, bei einer Einstellung auf die Fläche derselben als sternförmige, glänzende oder dunkelcontourirte feine Zwischenräume zwischen der Cylinderzellenmosaik wahrnehmbar. Die sogenannten Vacuolen und deren Schläuche stellen ein Ganzes dar. Sie sind die nach dem Darmlumen zu offenen Resorptionsorgane, welche das Gewebe der Zotte (als feine Schläuche) durchsetzen und in den centralen Chylusraum (centrales Chylusgefäß) einmünden, Fig. I.

Unter allen von mir untersuchten warmblütigen Thieren steht, sowohl für das Studium der mikroskopischen Anatomie, als auch für die Anstellung der Resorptionsversuche der Igel oben an. Bei diesem Thiere wird der Epithelialüberzug über den Zotten von einem äusserst zarten, weitmaschigen Bindegewebe getragen, Fig. IV b, welches erst in der Umgebung des spaltenförmigen, centralen Chylusgefäßes dichter und derber wird. Man kann daher auf feinen Querschnitten erhärteter Zotten den Uebergang der sogenannten Vacuolen, Fig. IV a, in die scharf und deutlich contourirten Schläuche, Fig. IV c, mit der grössten Leichtigkeit auf den ersten Blick erkennen. Die sogen. Vacuolen erreichen, stark angesaugt, häufig eine enorme Grösse und besitzen an den dem Darmlumen zugekehrten Stellen ziemlich weite Oeffnungen. In dem dichteren Bindegewebe der Zotten bilden die Schläuche ein bald mehr, bald weniger weitmaschiges Netz, Fig. IV d, welches durch kurze Ausläufer mit dem centralen, spaltenförmigen Chylusgefäß in Verbindung steht.

Die Resorptionsorgane stellen, wie bereits auseinandergesetzt worden ist, ein System von Schläuchen dar, welche zwischen den Cylinderzellen beginnen und in das centrale Chylusgefäß einmünden. Diejenigen Theile der Schläuche, welche zwischen den Cylinderzellen liegen, dehnen sich bei der Resorption aus und bilden

in diesem ausgedehnten, angesaugten Zustande die sogen. Vacuolen. Die Grösse derselben ist abhängig von dem Grade des Gefülltseins. Ich lasse hier eine kleine Tabelle folgen, welche die Maximalausdehnung dieser Organe und ihrer dem Darmlumen zugekehrten Oeffnungen beim Igel, Hund und dem Menschen *) beispielsweise angeben soll. Das Maximum der Grösse der Cylinderzellen habe ich ebenfalls verzeichnet.

1. Igel.

Querdurchmesser der angesaugten Vacuolen	0,015	Mm.
- - - Cylinderzellen	0,005	-
Länge der angesaugten Vacuolen	0,035	-
- - - Cylinderzellen	0,035	-
Durchmesser der Oeffnungen in den Vacuolen	0,0075	-

2. Hund.

Querdurchmesser der angesaugten Vacuolen	0,01	Mm.
- - - Cylinderzellen	0,005	-
Länge der angesaugten Vacuolen	0,025	-
- - - Cylinderzellen	0,035	-
Durchmesser der Oeffnungen in den Vacuolen	0,005	-

3. Mensch.

Querdurchmesser der angesaugten Vacuolen	0,01	Mm.
- - - Cylinderzellen	0,005	-
Länge der angesaugten Vacuolen	0,015	-
- - - Cylinderzellen	0,025	-
Durchmesser der Oeffnungen in den Vacuolen	0,005	-

Von oben gesehen, bei Einstellungen auf die Fläche frischer Darmzotten, erscheinen die sogen. Vacuolen im angesaugten Zustande als kugelförmige zwischen die Cylinderzellenmosaik eingestreute Gebilde, an welchen zwei scheinbar ineinander geschachtelte Kreise zu erkennen sind. Die äusseren, grösseren Kreise repräsentiren den Umsang der sogen. Vacuolen, dagegen die inneren, meist etwas excentrisch gelagerten entsprechen den Oeffnungen.

Von wirbellosen Thieren sind von mir Maikäfer untersucht worden. Hier besteht das Epithel der Darmschleimhaut aus grossen fast plattenförmigen Zellen, welche ein durchsichtiges, wenig gra-

*) Darmstückchen vom Menschen hatte ich der Güte des Herrn Ober-Medicinal-Rathes Dr. Haas in Wiesbaden zu verdanken.

nulirtes Protoplasma, aber deutlich granulirte ründliche Kerne besitzen, Fig. VI a. Diese Epithelzellen überziehen in mehreren, 2 bis 5 Schichten die Schleimhaut. Die auch hier scharf contouirten Resorptionsorgane liegen zwischen diesen Zellen, Fig. VI b. Sie beginnen wie die der Wirbelthiere mit einem bei der Thätigkeit sich ansaugenden, zwischen den Zellen der ersten Schichte beginnenden offenen Theil und münden als feinere Schläuche in ein von einem bindegewebigen Zapfen getragenes, bogenförmiges Chylusgefäß, Fig. VI c. Dieses steht wiederum mit einem echten in der Mucosa des Darmes verlaufenden Chylusgefäß in Verbindung, Fig. VI d.

Die Zotten sind bei den Wirbelthieren nicht die einzigen Träger der Resorptionsorgane. Sie finden sich auch in den Lieberkühn'schen Drüsen, zwischen dem Epithel derselben. Im Magen, dem unteren Abschnitt des Dickdarms und im Mastdarm fehlen sie.

Schliesslich habe ich auf eine Vorsichtsmaassregel bei dem Einlegen von Darmstückchen in die oben bezeichnete Erhärtungsflüssigkeit aufmerksam zu machen. Wenn nämlich die aus dem eben getödteten Thiere ausgeschnittenen Darmstückchen in die kalte Erhärtungsflüssigkeit gebracht werden, entsteht eine energische Contraction der Zotten, durch welche in den meisten Fällen die Resorptionsorgane ausgedrückt werden und zusammenfallen. Sie stellen dann zwischen den Epithelzellen, wie oben bereits bemerkt worden ist, feine, immerhin deutlich contouirte Schläuche dar, welche entweder übersehen werden, oder zu Irrthümern Veranlassung geben können. Es ist daher rathsam, die Darmstückchen vor dem Einlegen einige Minuten in mässiger Temperatur liegen zu lassen, in welcher Zeit sich die Zotten allmählich und nur schwach contrahiren.

Die sonst so schöne Methode, nach dem Trockenwerden feine Schnitte herzustellen, ist hier aus leicht zu übersehenden Gründen unbrauchbar und zu verwerfen.

Die sogen. Vacuolen sind auch früher schon gesehen worden *), nicht aber ihre schlachtförmigen Verbindungen mit dem centralen Chylusgefäß der Zotte. Ueber ihre physiologische Bedeutung ist bis jetzt Nichts bekannt geworden. Sie sind nach meinen Unter-

*) Vielleicht hat sie Brücke für offene Cylinderzellen gehalten.

suchungen die offenen Anfangstheile der Resorptionsorgane, durch welche sowohl die Fette als auch die verdauten Eiweisskörper in die Säftemasse des Körpers übergeführt werden.

II.

a. Resorption der Fette.

Die Versuche zur Resorption der Fette habe ich mit Hunden, Katzen, Igeln, Mäusen, Eidechsen, Blindschleichen, Fröschen, Karpfen und Maikäfern angestellt. Ich will hier einige Versuche beschreiben und mit den Fröschen beginnen.

Man gibt vier Fröschen verschiedene Quantitäten, 2, 6, 10 und 25 Tropfen Oel (Oleum olivarum), oder ebenso viele Gran Butter ein. — Das Eingeben dieser Substanzen ist leicht zu bewerkstelligen. Manwickelt die Frösche in ein leinenes Tuch ein, damit sie sich nicht bewegen können, bricht mit einem Scalpellstiel das Maul auf und injicirt das Oel mit einer kleinen, vorn ausgezogenen und umgeschmolzenen Glasspritze direct in den Magen. Die Butter stopft man mit einem kleinen spatenförmig geschnitzten Hölzchen in den Oesophagus. — Nach 2½—3½ Stunden können die Thiere, nachdem sie auf ein Brettchen aufgenagelt worden, untersucht werden.

Bei der Eröffnung der Leibeshöhle sieht man den Magen und Dünndarm injicirt und turgescirend vor sich. Die Contractionen der Muscularis des Magens und Dünndarms gehen langsam aber energisch von Statten, besonders ausgiebig sind die Contractionen der circulären Fasern. Der Pylorus öffnet und schliesst sich abwechselnd.

Nach der Eröffnung des Dünndarms mittelst einer feinen spitzen Scheere schneidet man mit einem scharfen Rasirmesser, welches vorher mit Humor aqueus befeuchtet werden muss, Zotten mit Schleimhautstückchen ab und bringt sie auf ein, ebenfalls mit Humor aqueus befeuchtetes Objectgläschen. Vor dem Auflegen des Deckgläschen müssen entsprechend dicke Streifchen Papier untergelegt werden, damit es keinen Druck auf die Zotten ausübt.

a) Frosch 1, mit 2 Tropfen Oel oder 2 Gran Butter gefüttert.

Unter dem Mikroskop erscheinen die mit Schleimhautstückchen abgeschnittenen Zotten als breite, zungenförmige Gebilde, welche mit einem hellen Epithelsaum umgeben sind. Schon bei ober-

flächlicher Betrachtung dieses Saumes sieht man zwischen den Cylinderzellen glänzende, mit feinen Oel- oder Buttermolekeln erfüllte, rundlich kelch- oder spindelförmige Gebilde. Sie finden sich zahlreich über die ganze Zotte zerstreut, was bei verschiedenen Einstellungen leicht zu sehen ist.

Bei aufmerksamer Beobachtung des die Zotte in ziemlich mächtiger Schichte umgebenden, etwas zähen Schleimes, in welchem der grösste Theil der feinen Oel- oder Butteremulsion sich befindet, sieht man nicht selten, unabhängig von Flüssigkeitsströmungen, eine äusserst langsame Bewegung der Oel- oder Buttermolekel von der Spitze der Zotte nach dem Grunde zu. Da wo die Resorptionsorgane, d. h. deren offene Anfangstheile, die sogen. Vacuolen, zwischen den Epithelzellen liegen, ist die in einer Continuität sich über die letzteren hinziehende Basalmembran durch mehr oder weniger breite Zwischenräume unterbrochen. Sind nun feine Oel- oder Buttermolekel an diesen Stellen angekommen, so gehen sie entweder ebenso langsam, wie ihre Bewegung ausserhalb der Zotte ist, in die Resorptionsorgane hinein, oder sie schlüpfen mit ziemlich bedeutender Schnelligkeit durch die Oeffnungen hindurch. Diess richtet sich nach dem Grade des Gefüllteins der Organe. An den Cylinderzellen kann man nicht selten während der Resorption eine eigenthümliche schwache Bewegung — Streckung und Verkürzung der Zellen — wahrnehmen, wodurch die Oberfläche der Zotte in ein äusserst sanftes Wogen versetzt wird. Diese Bewegung ist es vielleicht, welche die Oel- oder Buttermolekel von der Spitze der Zotte nach dem Grunde zu treibt.

Die Cylinderzellen bleiben hell und nicht eine Spur von Oel oder Butter ist in ihnen wahrzunehmen.

b) Frosch 2, mit 6 Tropfen Oel oder 6 Gran Butter gefüttert.

Dasselbe wie bei Frosch 1. Die Cylinderzellen bleiben leer und hell und nur die im nüchternen Zustand zu feinen dunkel-contourirten Schläuchen zusammenfallenden Anfangstheile der Resorptionsorgane saugen die Oel- oder Butteremulsion auf.

c) Frosch 3, mit 10 Tropfen Oel oder 10 Gran Butter gefüttert.

Bei genauer Durchmusterung des Dünndarms sieht man hier- und da an einigen Zottenspitzen Oel- oder Buttermolekel in den Cylinderzellen und zwar stets über den Kernen, mehr oder weniger

dicht der Basalmembran angedrückt. Die Anfangstheile der Resorptionsorgane sind auch hier, wie bei den beiden ersten Versuchen, strotzend gefüllt.

d) Frosch 4, mit 25 Tropfen Oel oder 25 Gran Butter gefüttert.

Die Zotten erscheinen fast gleichmässig schwarz gefärbt und undurchsichtig. Sowohl die Cylinderzellen als auch die Resorptionsorgane sind mit Butter- oder Oelmolekülen angefüllt, so dass sich die letzteren von den Zellen nicht mehr unterscheiden lassen. Die Stellen, wo die Resorptionsorgane liegen, sind durch die mit feiner Emulsion erfüllten Lücken in der Basalmembran zu erkennen.

Diese vier Resorptionsversuche zeigen einmal, dass bei mässiger Butter- oder Oelfütterung die feine Emulsion nur in den Resorptionsorganen zu finden ist und die Resorption unter günstigen Umständen — die Thiere müssen munter und frisch eingefangen sein — direct beobachtet werden kann; und ferner, dass bei der Ueberschreitung eines gewissen Quantums der genannten Substanzen die Emulsion auch in die Cylinderzellen eindringt.

Es fragt sich nun, ob die in den Zellen sich befindende Emulsion zum Zweck der Resorption aufgenommen worden ist und ob sie von dort aus in die centralen Chylusgefässe gelangen kann. Diese Fragen sind durch einige Versuche leicht zu entscheiden.

Wenn man nämlich 6 ziemlich gleich grossen Fröschen mindestens jedem 25 Tropfen Oel oder 25 Gran Butter eingibt und die Thiere 4, 8, 12, 16, 18 und 24 Stunden nach der Fütterung und bei jedem Thier den ganzen Dünndarm untersucht, so ergibt sich Folgendes:

Frosch 1, 4 Stunden nach der Fütterung. Der Magen enthält geringe Quantitäten Oel oder Butter. Im oberen und mittleren Theil des Dünndarms sind die Resorptionsorgane und die Cylinderzellen mit der feinen Emulsion angefüllt. Daher erscheinen die Zotten bei durchfallendem Licht fast schwarz, bei auffallendem Licht weiss gefärbt. In dem unteren Abschnitt des Dünndarms dagegen findet sich die Emulsion nur in den Zellen der Zottenspitzen, während auch hier die Resorptionsorgane bis zum Grunde der Zotten stark angefüllt sind. Bei vorsichtiger Isolation der Zellen sieht man, dass die feine Emulsion sich stets über den Zellkernen befindet. Geschieht die Isolation nicht vorsichtig genug,

so mischt sich in Folge des mechanischen Insultes das Protoplasma der Zellen mit der Emulsion, wodurch Oel- oder Buttermolekel unter die Zellkerne gelangen. Die Chylusgefässse des ganzen Dünndarms (im Mesenterium desselben) erscheinen als weissliche Stränge.

Frosch 2, 8 Stunden nach der Fütterung. Im Magen finden sich kaum nachweisbare Spuren von Oel oder Butter. Im oberen und mittleren Abschnitt des Dünndarms sind die Zellen mit der betreffenden Emulsion angefüllt. Hier und da sieht man zwischen denselben die Anfangstheile der Resorptionsorgane — die sogen. Vacuolen — leer und zum Theil zusammengefallen. Im unteren Abschnitt des Dünndarms derselbe Befund wie bei Frosch 1. Die Chylusgefässse des oberen und mittleren Abschnittes des Dünndarms sind kaum mehr zu erkennen; sie sind grösstenteils leer; die des unteren Abschnittes mit einer weisslichen dünnen Emulsion schwach angefüllt. Die Resorption ist fast beendigt. Versucht man vorsichtig die Cylinderzellen zu isoliren, was leicht zu bewerkstelligen ist, wenn der Darm kurze Zeit, nachdem er ausgeschnitten, gelegen hat, so findet man auch hier die Emulsion nur oberhalb der Zellkerne.

Frosch 3, 12 Stunden nach der Fütterung. Die Resorptionsorgane des Dünndarms sind leer und grösstenteils zusammengefallen. Die Resorption ist vollständig beendigt. In den Zellen befindet sich immer noch die Emulsion und zwar über den Zellkernen. Die Chylusgefässse sind kaum noch zu sehen, sie sind collabirt, leer.

Frosch 4, 16 Stunden nach der Fütterung. Für die Resorptionsorgane und die Chylusgefässse gilt dasselbe, was im vorigen Versuch angegeben worden ist. Die Basalmembran der Cylinderzellen ist hier und da etwas verdünnt und dabei häufig granulös entartet. Die in solchen Zellen eingeschlossene Emulsion tritt sehr leicht, selbst bei schwachem Druck auf das Deckgläschen aus. Die Zellen secerniren eine ziemlich beträchtliche Menge eines zähen Schleimes, welcher mit der ausgetretenen Emulsion vermischt eigenthümliche, weissliche Ballen darstellt, die per anum entleert werden. Es scheint also, dass vor dem Austreten der Emulsion aus den betreffenden Zellen die Basalmembran derselben abstirbt, sich aber sehr bald wieder ersetzt. Den eigentlichen Vorgang dieser Entartung habe ich bis jetzt nicht genauer beobachten können.

Frosch 5, 18 Stunden nach der Fütterung. Die aus Schleim, der ausgetretenen Oel- oder Butteremulsion und feinen Körnchen bestehenden Ballen nehmen an Zahl zu und sind bis in den Mastdarm und in die Ateröffnung zu verfolgen. Die eigenthümliche granulöse Entartung der Basalmembran ist an vielen Stellen zu sehen, nirgends aber sieht man die Zellen ganz und gar dieser Membran beraubt. An einigen Stellen finden sich wieder helle Cylinderzellen mit breiter, glänzender Basalmembran. Bemerkenswerth ist, dass die aus den Zellen ausgetretene Emulsion von den Resorptionsorganen nicht aufgenommen wird. Die Chylusgefässe bleiben leer.

Frosch 6, 24 Stunden nach der Fütterung. Der beschriebene Prozess an der Basalmembran der Zellen dauert fort, und ist im ganzen Dünndarm in dieser Zeit noch nicht vollständig zum Abschluss gekommen. Ich habe selbst 48 Stunden nach der Fütterung noch an einigen Stellen die Zellen mit der Emulsion erfüllt gesehen.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Fettresorption im physiologischen Sinn nur durch die Resorptionsorgane vermittelt wird. Bei massenhafter Oel- oder Fettfütterung wird ein grosser Theil dieser Substanzen, wie es scheint, durch die weiche Basalmembran hindurchgepresst und bleibt in der oberen Hälfte der Zellen, also über den Zellkernen lange Zeit nach der beendigten Resorption eingeschlossen. Die Zellen werden hierbei in einen pathologischen Zustand versetzt, oder die physiologischen Vorgänge verdeckt.

Die Blindschleichen (*Anguis fragilis*) eignen sich ebenfalls recht gut zum Studium der Fettresorption. Da bei diesen Thieren im frisch eingefangenen Zustande, in Folge der massenhaften, immerhin naturgemässen Nahrungseinnahme die Verdauung und Resorption im schönsten Gang begriffen ist, hat man nicht nöthig die Thiere erst zu füttern. Der Magen enthält in der Regel theils vollständig, theils unvollständig verdaute Schnecken, Würmer, Spinnen, Fliegen u. s. w. Die Darmzotten der Blindschleiche haben eine breite stumpf-zungenförmige Gestalt und besitzen eine bedeutende Grösse. Unter dem Mikroskop in Humor aqueus liegend erscheinen sie zart gebaut, fast durchsichtig. Die Cylinderzellen sind langgestreckt, sehr zart und mit ziemlich grossen,

rundlichen Kernen versehen. Zwischen denselben fallen sofort die scharf contourirten, birnförmigen Anfangstheile der Resorptionsorgane auf, welche sich in ebenso deutlich contourte Schläuche, die bis ins Bindegewebe der Zotte verfolgt werden können, fortsetzen. Im Darmlumen befindet sich eine, mit äusserst feinen Fettmolekülen vermischt fast zähflüssige Masse (verdaute, zur Resorption bestimmte Eiweisskörper). An den Cylinderzellen und deren ziemlich breiten glashellen Membran sieht man niemals eine auch noch so geringe Veränderung, man mag die Thiere zu den verschiedensten Zeiten nach dem Einfangen untersuchen. Die Resorptionsorgane dagegen sind von der mit Fettmolekülen durchsetzten Eiweissmasse stark angefüllt, wodurch dieselben als glänzende, punktierte Gebilde zwischen dem hellen Epithel deutlich hervortreten. Dieselbe Masse findet man ferner in den, den Oeffnungen der Resorptionsorgane entsprechenden Lücken in der Basalmembran.

Bei den Fischen, z. B. den Karpfen, den Grundeln u. s. w. ist die Fettresorption leicht zu studiren. Man injicirt mit einer kleinen Spritze am besten eine Olivenölemulsion (Olivenöl geschüttelt mit Gummiwasser), freilich nur geringe Quantitäten und untersucht die Zotten nach 2, 2½ und 3½ Stunden. Man findet auch hier die feinere Emulsion nur in den Resorptionsorganen, während in den Epithelzellen auch nicht eine Spur davon zu entdecken ist.

Eine kleine Reihe Resorptionsversuche habe ich mit Olivenöl, welches durch Rad. Alcannae roth gefärbt worden war, mit Fröschen und Eidechsen angestellt. Es sind zwar solche Versuche von keiner hohen Bedeutung, da sich die Fette und Oele durch ihr optisches Verhalten vor allen anderen Substanzen hinlänglich auszeichnen, immerhin könnten sie aber doch als weitere Belege für die Richtigkeit der Beobachtung von einiger Wichtigkeit sein. Es liess sich indessen schon von vornherein erwarten, dass der Farbstoff durch die Einwirkung der Verdauungssecrete nur bei der sich bildenden äusserst feinen Emulsion, zum grössten Theil wenigstens, zersetzt werde. Diese Voraussetzung ist durch meine Beobachtungen zur Wahrheit geworden. Ein grosser Theil des Oels, jedoch nur die grösseren Tröpfchen behalten zwar im Dünndarm ihre intensiv rothe Farbe, sie verschwindet aber, sobald das Oel in feinere Molekeln zertheilt worden ist. An wenigen Stellen

findet man den Farbstoff gewöhnlich abgeblasst und oft kaum bemerkbar neben den Oelmolekülen in den Anfangsteilen der Resorptionsorgane. In den centralen Chylusgefäßen der Zotten und denjenigen des Dünndarmes kann der Farbstoff als solcher nicht mehr erkannt werden.

Von wirbellosen Thieren habe ich zum Studium der Fettresorption Maikäfer benutzt. (Mit einer sehr fein ausgezogenen Glasspritze kann man diesen Thieren sehr kleine Quantitäten einer dünnen Olivenölemulsion injiciren. Zu diesem Zweck muss vorher die Mundöffnung durch einen Schnitt nach unten mittelst einer feinen spitzen Scheere erweitert werden.) Wie oben bereits bemerk't worden ist, besteht das Epithel der Darmschleimhaut aus mehreren Schichten, zwischen dessen Zellen die Resorptionsorgane liegen. Auch hier wird der Uebergang der feinen Emulsion in die Säftemasse durch diese Organe vermittelt, Fig. 6.

Das bis jetzt über die Fettresorption Mitgetheilte bezieht sich auf die Wirbellosen und niederen Wirbelthiere. Bei den höheren Wirbelthieren, den Säugern, findet die Resorption ganz in derselben Weise statt. Wenn man hier als Untersuchungsflüssigkeit erwärmten Humor aqueus anwendet und durch eine heisse, dicke Glasplatte den Objecttisch des Mikroskopes erwärmt, lassen sich die Gewebe der Zotten ziemlich lange frisch erhalten.

Die Zotten müssen mit Schleimhautstückchen mittelst eines scharfen Rasirmessers rasch abgeschnitten werden, weil im entgegengesetzten Falle durch Zerren und Quetschen zu starke Contractionen erfolgen.

Werden Katzen oder Hunde mit kleineren Thieren oder mit durchwachsenem Fleisch gefüttert, so findet man im Darmlumen nach circa 2—3½ Stunden eine fast zähflüssige Masse — die in Peptone übergeführten Eiweisskörper u. s. w. —, welche durchsetzt ist von zahllosen kleinen Fettmolekülen. In den Resorptionsorganen ist dasselbe Gemisch deutlich und sofort in die Augen fallend, wahrzunehmen, niemals dagegen in den Cylinderzellen, an welchen sammt der Basalmembran auch nicht die geringste Veränderung gesehen werden kann. Bei einer hinreichenden Anzahl von Versuchstieren kann man die Resorption von ihrem ersten Beginn bis zum Ende — je nach dem Quantum der Einnahme durch 4-7 Stunden hindurch — verfolgen, und nach dem Zusammen-

fallen der Resorptionsorgane auch die Chylusgefässe der dünnen Gedärme wieder leer werden sehen.

Ueberschreitet man bei Fütterungsversuchen gewisse Fettmengen, welche natürlich individuell verschieden sind, so findet sich in den Zellen, zunächst denjenigen der Zottenspitzen ein Theil der Fettémulsion vor, jedoch nur über den Zellkernen angesammelt. Nach dem Verfüttern unverhältnissmässig und unnatürlich grosser Fettmassen, sieht man die oberen Hälften fast sämmtlicher Zellen, — d. h. nur in denen des oberen und mittleren Theiles der dünnen Gedärme — eine Fettémulsion, welche übrigens durchaus nicht so fein zertheilt ist, wie die, welche durch die Resorptionsorgane wirklich resorbirt wird. Die gröbere Emulsion bleibt lange Zeit nach der beendigten Resorption (12, gar nicht selten 18 Stunden) in den Zellen eingeschlossen. In den überaus dünnen Fäces, welche während und nach dieser Zeit entleert werden, findet man die von den Zellen wieder abgegebene Emulsion, zum Theil zu grösseren Tröpfchen zusammengeflossen, wieder.

Nach dem Verfüttern sehr grosser Quantitäten Fett dringt die Emulsion nicht allein in die Zellen der Dünndarmschleimhaut, sondern auch in die der Magenschleimhaut und in diejenigen der Drüsen, welche den genannten Schleimhäuten angehören. Die secretorische Function dieser Zellen wird hierdurch nicht selten fast vollkommen aufgehoben, wodurch die Oberflächen der bezeichneten Schleimhäute eine anfangs eigenthümlich trockene Beschaffenheit annehmen, später aber massenhafte Secrete liefern. Von Seiten des Verdauungskanals treten während dieses pathologischen Zustandes bald mehr, bald weniger heftige Reactionen ein. Manchmal mit Frösteln oder Schütteln des ganzen Körpers verbundenes Würgen und Erbrechen (z. B. beim Hund), Durchfall, der häufig schmerhaft ist, da die Thiere sehr oft den Leib andrücken, und mehr oder weniger lange Zeit andauernde Appetitlosigkeit. — Wie kann man die Fettresorption studiren wollen bei Thieren, denen man einseitig, in gar keinem physiologischen Verhältniss zu den übrigen Nahrungsstoffen (Eiweisskörper u. s. w.) stehende Fettquantitäten in den Magen und Dünndarm bringt?

Was über die Fettresorption bei Katzen und Hunden angegeben ist, gilt für alle Säugethiere.

Zur Anstellung der Fettresorptionsversuche muss ich den

Igel ganz besonders empfehlen. Die Cylinderzellen nehmen bei diesem Thiere, selbst nach dem Verfüttern ziemlich grosser Quantitäten Fett auch nicht eine Spur von demselben auf. Es scheinen hier die Basalmembranen aus einer dichteren Substanz zu bestehen, welche dem Eindringen der Emulsion einen grossen Widerstand entgegengesetzt. Nach dem Verfüttern ziemlich fetten Fleisches (Rind- oder Hammelfleisch) sieht man auf das prachtvollste die zwischen den Cylinderzellen liegenden Resorptionsorgane mit feinen Fettmolekülen erfüllt, Fig. 5.

Bei säugenden Thieren (Katzen oder Hunden), also da wo das normale Quantum Fett zur Resorption kommt, findet sich die Emulsion nur in den Resorptionsorganen; da die verdauten Eiweisskörper der Milch u. s. w. mit übergehen, erhalten die Anfangstheile der Resorptionsorgane ein glänzendes Ansehen. Die Fettmolekel erscheinen in denselben (je nach der Einstellung) entweder als helle oder als dunkle Pünktchen. War der Magen junger säugender Thiere sehr stark mit Milch, die in Berührung mit den Sekreten der Magenschleimhaut sofort gerinnt, angefüllt, so sieht man von der feinen Emulsion nach circa 12 — 14 Stunden auch nicht eine Spur mehr in dem Magen und dem oberen und mittleren Abschnitt der dünnen Gedärme und die Resorptionsorgane daselbst vollständig zusammengefallen. In dem Lumen des unteren Abschnittes dagegen findet sich eine gelblich gefärbte Masse vor, welche durchsetzt ist von äusserst feinen Fettmolekülen und die Resorptionsorgane von demselben Gemisch auf das deutlichste angefüllt. Etwas später sind auch hier, im Darmlumen, die Fettmolekel verschwunden und die Resorptionsorgane zusammengefallen. Sollen diese Versuche gelingen, so muss man die jungen Thiere, nachdem sie sich an dem Mutterthier den Magen vollgesaugt haben, was daran leicht zu erkennen ist, dass die Bauchdecken stark gewölbt und straff gespannt erscheinen und die Jungen regungslos daliegen, von der Mutter entfernen. Ist das Quantum der Nahrungseinnahme geringer, so verschwinden die verdauten Nährstoffe rascher. Dies ist durchgängig bei alten Thieren der Fall, die, da sie ein grosses Material zu einer raschen Entwicklung der Organe nicht mehr bedürfen, verhältnissmässig bedeutend weniger echte Nahrungsstoffe aufzunehmen, als junge säugende Thiere.

Ich hatte öfters versucht, in der Fettresorption begriffene Zotten kurze Zeit nach dem Ausschneiden von Darmstückchen zu erhärten, um die Resorptionsorgane mit feinen Fettmolekülen erfüllt zu conserviren. Diess gelang mir indessen niemals. Es contrahiren sich nämlich die Zotten in der Erhärtingsflüssigkeit trotz aller Vorsicht immerhin etwas, so dass der Inhalt der Resorptionsorgane — der Inhalt der sogenannten Vacuolen tritt vor die Oeffnung, also nach dem Darmlumen zurück, ohne dass sie hierbei zusammenfallen — und häufig der der centralen Chylusgefässe in die des Darmes sich entleert. Ausser einer wenn auch nur schwachen Contraction der Zotten bewirkt die beim Härten eintretende Schrumpfung der Gewebe dasselbe. Auf feinen Quer- und Längsschnitten durch erhärtete Zotten erscheinen daher die sogenannten Vacuolen fast leer. Nur an der Uebergangsstelle der sogenannten Vacuolen in die Schläuche und in den letzteren selbst sind zusammengeflossene Fetttröpfchen wahrzunehmen, Fig. 4.

Aus all den angeführten Versuchen geht hervor, dass die physiologische Fettresorption im Darmkanal einzig und allein durch die zwischen den Cylinderzellen beginnenden, nach dem Darmlumen zu offenen Resorptionsorgane vermittelt wird. Durch die Cylinderzellen geht niemals Fett in die Säftemasse des Körpers über. Es finden sich überhaupt nur dann Fettmoleköl in den Zellen, wenn abnorme unnatürlich grosse Fettmassen verfüttert worden sind, wobei die Zellen in einen pathologischen Zustand übergeführt werden.

III. Resorption der Eiweisskörper.

Die Versuche zur Resorption der verdauten Eiweisskörper habe ich ebenfalls mit den oben genannten Thieren angestellt.

Man sieht $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Verfüttern grosser oder kleinerer Quantitäten Eiweiss die Resorptionsorgane strotzend gefüllt, wobei sie als glänzende Gebilde zwischen den Epithelzellen hervortreten. Die Eiweissmasse, welche sich in den Anfangstheilen der Resorptionsorgane — den sogen. Vacuolen — befindet, steht durch die Oeffnungen derselben mit der Masse ausserhalb der Zotten in Verbindung. Diess ist sehr leicht bei Einstellungen auf die Ränder der Zotten wahrzunehmen. Die Epithelzellen verändern

sich bei der Eiweissresorption nie; ihre Quer- und Längendurchmesser bleiben constant. Ebenso ist an dem mehr oder weniger fein granulirten Protoplasma derselben niemals eine Veränderung sichtbar.

Der Uebergang der verdauten Eiweisskörper aus dem Darmlumen in die Resorptionsorgane ist durch folgenden Versuch leicht zu demonstrieren.

Einer 3 bis 4 Wochen alten Katze (ältere eignen sich des heftigen Widerstandes wegen nicht gut) — oder einem Hund, oder auch einem Kaninchen — gibt man mit einer mässig starken Chlor-natriumlösung versetztes Eiweiss ein. Nach $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{4}$ Stunden bindet man das Thier auf ein Brettchen, öffnet die Leibeshöhle und schneidet vorsichtig den Dünndarm auf. Mit einem zarten Pinselchen entfernt man nun die die Schleimhaut überziehende Masse und bringt auf diese gereinigte Stelle, ebenfalls mit Hülfe eines zarten Pinsels, mehrmals eine schwache salpetersaure Silberoxydlösung (Gr. III—IV auf Unc. I Aq. dest.). Werden nun von der Schleimhaut abgeschnittene Zotten auf mit Humor aqueus befeuchteten Objectglässchen dem Lichte ausgesetzt, so färbt sich der Inhalt der Resorptionsorgane d. h. der in der zum Theil geronnenen und braun gefärbten Eiweissmasse entstandene Niederschlag von Chlorsilber fast schwarz, Fig. VII. Die Cylinderzellen bleiben unverändert, höchstens färben sich die mit der Silberlösung in Berührung gewesenen Basalmembranen bräunlichgelb. Diese Versuche beweisen mit unzweifelhafter Sicherheit, dass das mit Chlor-natrium versetzte Eiweiss nur in die Resorptionsorgane eingedrungen ist und nicht in die Cylinderzellen.

IV. Resorptionsmechanismus.

Die physikalischen Kräfte, welche bei der Resorption thätig sind, lassen sich einfach aus dem anatomischen Bau der Resorptionsorgane und aus dem der Zotten ableiten.

Die Wege, durch welche die verdauten Nährstoffe aus dem Darmlumen in die centralen Chylusgefässe gelangen, entsprechen feinen Capillarröhrchen, die eine directe Communication zwischen Darmlumen und den centralen Chylusgefässen herstellen. Die Kraft, die den Uebergang in diese Röhrchen bewirkt, muss zunächst als Capillarattraktion aufgefasst werden. Wenn unter dem Einfluss

dieser Kraft die centralen Chylusgefässe angefüllt worden sind, kontrahiren sich die Zotten und treiben hierdurch den Inhalt der centralen Chylusgefässe in die des Darmrohres. — Die bekannten zarten Klappenapparate in den letzteren verhindern das Zurückweichen. — Bei der Contraction der Zotten werden die Schläuche im Bindegewebe der Zotten geschlossen. Nach dem Erschlaffen derselben findet man die centralen Chylusgefässe und die Resorptionsorgane leer und zusammengefallen.

Bei der Resorption kommen demnach zwei Kräfte in Betracht, Capillarattraction und Muskelkraft, die, indem sie sich gegenseitig auslösen, saugende Wirkungen auf die zur Resorption geeigneten Nährstoffe im Darmlumen ausüben.

Jede Zotte stellt somit eine kleine, vielwurzelige Saugzunge dar.

Ich hatte Ende des vorigen Jahres die Resultate dieser langwierigen und mühsamen Untersuchungen, deren Herausgabe in dieser Gestalt sich verzögerte, in einer vorläufigen Mittheilung als Manuscript drucken lassen und dieselbe zunächst fast sämmtlichen deutschen Physiologen und Anatomen zugeschickt. Diese Mittheilung lautet:

„Während der Ferien in diesem Jahre habe ich mich damit beschäftigt, den Bau und die physiologische Bedeutung der zwischen den Cylinderzellen der Darmzotten liegenden sogen. Vacuolen genauer zu untersuchen. Die Resultate, zu welchen ich bis jetzt gekommen bin, will ich in aller Kürze in dieser kleinen Mittheilung niederlegen, und behalte mir vor, später eine ausführliche, grösse Abhandlung der Oeffentlichkeit zu übergeben.“

Schon bei oberflächlicher Betrachtung seiner Quer- oder Längsschnitte erhärteter Darmzotten sieht man eigenthümliche, zwischen den Epithelzellen gelegene, nach dem Darmlumen zu offene runde (Schwein, Maus), birnförmige (Hund, Katze, Igel) oder mehr kelchförmige (Frosch) Gebilde, welche von deutlichen und scharfen Contouren begrenzt sind, die sogen. Vacuolen. Sie hängen mit einem ebenfalls deutlich contourirten Kanalsystem, welches im Bindegewebe der Zotte verläuft, zusammen, von dem aus kurze Ausläufer in den centralen Chylusraum einmünden. Die sogen. Vacuolen und das mit ihnen zusammenhängende Kanalsystem sind

einzig und allein die Resorptionsorgane sowohl für Fette, als auch für die Eiweisskörper.

Der Uebergang der Fett- oder Oelemulsion vom Darmlumen in diese Organe lässt sich bei den Fröschen bei frisch abgeschnittenen und mit Humor aqueus befeuchteten Zotten direct beobachten. In der Regel sieht man eine langsame Bewegung der Oel- oder Fettmolekel vom Darmlumen in die Resorptionsorgane hinein, kann aber auch häufig ein rasches, fast plötzliches Einschlüpfen beobachten. Diess richtet sich nach dem Grade des Gefülltseins dieser Organe. Die Cylinderzellen nehmen niemals zum Zwecke der Resorption Fett auf. Man findet nur dann Fett- oder Oeltröpfchen in den Epithelzellen, wenn sehr grosse Quantitäten Fett oder Oel verfüllt worden sind und zwar nur in den oberen Abschnitten der Zellen, also über dem Kern. (Bei gewaltsamer Isolation, also durch mechanische Insulte, gelangt ein Theil der Fetttröpfchen auch in die unteren Abschnitte der Epithelzellen.) Dieses Fett ist wahrscheinlich mechanisch durch die weiche, sarkodeartige Basalmembran hindurchgedrückt und bleibt lange Zeit, beim Frosch z. B. einige Tage in den Zellen, während die Resorption längst beendigt ist und die Chylusgefäße wieder hell geworden sind. Bei säugenden Thieren, also da, wo das normale Quantum Fett in den Darm gelangt, bleiben die Zellen absolut leer und hell und nur die zwischen denselben gelegenen Resorptionsorgane findet man mit feiner Emulsion stark angefüllt. Dasselbe findet statt, wenn man Hunden, Katzen, Igeln u. s. w. kleinere Thiere, oder auch durchwachsenes Fleisch zu fressen gibt. Durch massenhafte, pfundweise Fettfütterungen werden pathologische Zustände hervorgebracht, welche die physiologischen Vorgänge verdecken. Das verdaute Eiweiss wird ebenfalls nur durch die Resorptionsorgane aufgenommen.

Die physikalischen Kräfte, die bei der Resorption thätig sind, lassen sich leicht aus dem Bau der Resorptionsorgane und aus dem der Zotten ableiten: Capillarattraction und Muskelkraft. Es stellt somit jede Zotte eine vielwurzelige Saugpumpe dar. Damit lässt sich die oft fabelhafte Schnelligkeit, mit der Fette und Eiweisskörper in die Sätemasse des Körpers übergehen, erklären.“

Seit dem Druck dieser vorläufigen Mittheilung bis jetzt habe ich die Resorptionsversuche auf beschuppte Amphibien, Fische und

Insekten ausgedehnt. Vögel standen mir zu diesen Untersuchungen nicht zu Gebot.

Aus all diesen Untersuchungen ist ersichtlich, dass sich die Resorptionsorgane im Darmkanal durch sämmtliche von mir untersuchten Thierklassen (den Menschen nicht ausgenommen) hindurch vorfinden, und in ihrem Bau und ihrer Lage im Wesentlichen keinerlei Verschiedenheiten zeigen.

Der Grund, warum bis jetzt die physiologische Resorption der verdauten Nährstoffe, ganz besonders die der Fette im Darmkanal übersehen worden ist, liegt nach den Resultaten meiner Beobachtungen klar zu Tage. Man hatte stets grosse, in gar keinem physiologischen Verhältniss zur normalen Nahrungsmenge stehende Quantitäten Fett verfüttert und hierdurch jedesmal die Cylinderepithelien in pathologische Zustände versetzt. — Wenn der Mensch eine nur einigermaassen fette Nahrung geniesst, greift er gleichzeitig, ich möchte sagen instinctmässig nach Amylaceen, damit gleichsam das Fett eingehüllt und eine allzu innige Berührung desselben mit der Magen- und Dünndarmschleimhaut vermieden werde.

Was die Resorptionsorgane betrifft, so sind diejenigen Theile derselben, welche zwischen den Epithelien nach dem Darmlumen zu offen beginnen, nach dem Härten, weil dann, wie ich oben bemerkt habe, der Inhalt durch schwache Contractionen und Schrumpfungen ausgedrückt wird, bis jetzt entweder als von Epithelien entblösste Stellen der Schleimhaut angesehen, oder in ihrer Bedeutung nicht näher erkannt, keiner weiteren Betrachtung gewürdigt worden. Die im Bindegewebe der Zotten netzförmig verzweigten Schläuche sind früher schon beschrieben *) und als blinde Anfänge der Lymphgefässe **) bezeichnet worden.

Die von mir aufgefundenen Wege, durch welche Fette und Eiweisskörper in die Sätemasse des Körpers übergeführt werden, sind sehr einfache und dabei directe Wege. Müssten die verdauten Nährstoffe durch die verschiedenen Gewebe der Zotten bis zum centralen Chylusgefäß, vermittelst endosmotischer Kräfte hindurchtreten, so würde die Resorption in Folge des Widerstan-

*) Vergl. Victor Bruns, Lehrbuch der allgemeinen Anatomie. Braunschweig, 1841. S. 369. § 284.

**) Soll wohl Chylusgefässe heißen.

des in diesen Geweben nur ungemein langsam vor sich gehen können.

Nachschrift. Nach der Vollendung vorliegender Arbeit ist es mir möglich geworden, die Resorption auch bei den Vögeln beobachten zu können. Sie findet hier in ganz derselben Weise wie bei Säugern u. s. w. statt.

Wenn man Distelfinken oder Sperlinge mit ölhaltigen Samen, Raps- oder Hanfsamen, füttert, findet man im Darmlumen nach 2 bis 3 Stunden eine äusserst feine Oelemulsion und die Resorptionsorgane mit derselben prall angefüllt. Die Cylinderzellen bleiben hell und leer. Nach dem Absterben der Zotten fliesst die Emulsion in den Organen zusammen und sammelt sich stets in den Uebergangsstellen der sogen. Vacuolen in die Schläuche an. Das den Oeffnungen der Resorptionsorgane, also dem Darmlumen zugekehrte Niveau dieser zusammengeflossenen Oelmassen bildet nicht eine ebene Fläche, sondern zeigt stets mehr oder weniger tiefe, meniskenförmige Eindrücke, wie man diess an dem oberen Quecksilberniveau des Barometers beim Fallen beobachten kann. Das zusammengeflossene Oel stellt daher gleichsam, von über oder unter der Hälfte der sogen. Vacuolen beginnende, mit unregelmässigen Rändern versehene und in die Organe eingeschachtelte, gestielte, glänzende Näpfchen dar. Ich habe diess hier und da in den Anfangstheilen der Resorptionsorgane abgestorbener Zotten von der Katze, dem Hund und Igel nach Butterfütterungen gesehen und glaube, dass diese eigenthümliche Gestalt der zusammengeflossenen Fett- oder Oelmolekel in einer durch das Erschlaffen der absterbenden Zotten entstehenden letzten schwach saugenden Wirkung ihre Erklärung findet.

Wiesbaden, im Juli 1866.

