

Verbindungsweg zwischen Gallencapillare und Lymphraum. Ein ähnliches Verhalten zeigt sich in der rechten unteren Ecke des Gesichtsfeldes. Zeiss Proj. Oc. 2, Obj.  $\frac{1}{18}$ .

Fig. 3. Schnitt aus der Leber eines Hundes 14 Tage nach Unterbindung des Ductus choledochus, 8 Tage nach der Ligatur des Ductus thoracicus. Auf dem von rechts nach links verlaufenden Zellbalken erscheint in der Mitte des Gesichtsfeldes eine Gallencapillare. Ihre Wand stellt auf dem Längsschnitt nicht mehr eine continurliche dichte Linie dar, sondern sie ist in Fragmente aufgelöst, zwischen welchen sich feine Fäden ausspannen. Leberzellen ziemlich stark destruiert mit Gallenablagungen im Innern. Zeiss Proj. Oc. 4, Apochr. 2 mm.

---

## Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanals und die Beziehungen ihres Epithels zu dem Oberflächenepithel der Schleimhaut.

Dritte Mittheilung.

Von

**G. Bizzozero,**  
Professor in Turin.

(Auszug aus den „Atti della R. Accademia delle scienze di Torino“;  
Sitzungen vom 29. Mai, 26. Juni, 4. Dezember 1892 u. 8. Januar 1893.)

Hierzu Tafel VII—X.

### Darm der Eidechsen.

Ueber die Untersuchungen, die ich an dem Darm der *Lacerta muralis* vorgenommen habe, kann ich in aller Kürze berichten, da der Regenerationsprocess des Epithels hier ein sehr einfacher ist<sup>1)</sup>.

Die Darmschleimhaut weist weder Zotten noch Querfalten auf. Ihre Oberfläche erhält jedoch eine grössere Ausdehnung durch lange Längsfalten, welche, wie beim Triton, je

---

1) Ich habe besonders in Pikrinsäure gehärtete Präparate benutzt, da dieselbe die Zellenumrisse deutlicher als die anderen, ebenfalls von mir versuchten Härtungsmittel, hervortreten lässt.

nach den verschiedenen Darmabschnitten an Zahl (20, 30 und mehr) und in der Höhe variiren. Ihre Anordnung und ihr Verlauf kann in einem eben dem Thiere entnommenen, in der Länge gespaltenen, ausgebreiteten und durch Hinaufgiessen einiger Tropfen Alkohol etwas undurchsichtig gemachten Darm mit einer Linse gut überblickt werden. Sie sind parallel zu einander angeordnet und haben einen wellenförmigen Verlauf, jedoch mit weniger markirten Wellen als beim Triton. In einem Querschnitt des Darms sieht man eine jede Falte aus einer ganz dünnen Bindegewebsplatte bestehen, welche mit einer relativ dicken sich in die Wölbungen (Fornices) zwischen einer Falte und der andern fortsetzenden Epithelschicht bekleidet ist.

Das Epithel hesteht, wie gewöhnlich, aus Protoplasma- und aus Schleimzellen<sup>1)</sup>.

Die Schleimzellen sind verhältnissmässig sehr spärlich. Sowohl ihrer geringen Zahl als auch ihrer bedeutenden Kleinheit wegen hielt ich mich nicht lange mit der Untersuchung bei ihnen auf. In den Fornices sind sie fast cylinderförmig; der Kern ist rund oder oval und an dem basalen Ende der Zelle gelagert (ohne jedoch abgeplattet zu sein). Der Raum zwischen dem Kern und dem freien Ende der Zelle wird vom Schleimklümpehen eingenommen, das mit Safranin sich gelb färbt, ganz gleich, ob zur Härtung Alkohol angewendet worden ist, oder Pikrinsäure; die gelbe Farbe verschwindet, wenn, um das Präparat zu erhalten, eine Zuckerlösung hinzugefügt wird, wobei jedoch zu bemerken ist, dass in den mit Pikrinsäure behandelten Präparaten die gelbe Farbe langsamer verschwindet. — Im obern Theil der Falten nehmen die Schleimzellen die Becherform an (Taf. VII, Fig. 2); im Schaft des Bechers befindet sich, von der Basis der Zelle etwas abgerückt, der Kern.

Die Protoplasmazellen sind im Allgemeinen lang und schmal. Gewöhnlich sind sie jedoch in den Fornices kürzer als im obern Theil der Falten. Sie haben ein netzförmiges Proto-

---

1) Auch bei der Eidechse gewahrt man zwischen den Epithelzellen viele durchwandernde Leukocyten, und im Protoplasma einiger derselben fehlen nicht jene Einschlüsse, jene aus chromatophiler Substanz bestehenden Körperchen, die man auch beim Triton und bei den Säugethieren wahrnimmt und die als Ueberbleibsel zerstörter Leukocyten zu betrachten sind.

plasma, das, natürlich bei gut genährten Thieren, reich an Fetttröpfchen von verschiedener Grösse ist, und werden an der freien Oberfläche von einem verhältnissmässig dünnen gestrichelten Saum begrenzt, der sich auf das ganze Oberflächenepithel fortsetzt, also auch dort, wo dieses den tiefsten Theil der Fornices bekleidet. Der ovale Kern ist in den Fornices, im untersten Theil der Zelle gelagert; gegen den obern Theil der Falten hin entfernt er sich von der Basis und gelangt bis zur Mitte des Zellenkörpers, und mitunter auch darüber hinaus (Fig. 2).

Was beim Darmepithel der Eidechsen am meisten auffällt, ist, dass es nicht überall als ein einschichtiges Epithel angesehen werden kann. Zwischen den tiefen Enden der Cylinderzellen sind oft Zellen von unregelmässig polyedrischer Gestalt gelagert, die mit der einen Seite auf der Schleimhaut ruhen und mit der andern sich mehr oder weniger in die Höhe zwischen die darüber liegenden Zellen drängen. Ihr Kern ist dem der Cylinderzellen ähnlich, nur etwas mehr abgerundet.

Die Zahl dieser Zellen ist je nach dem Punkte, den wir betrachten, verschieden. In den Fornices sind sie so zahlreich, dass sie mitunter eine fortlaufende Schicht bilden (Fig. 1). Je weiter nach oben wir auf den Falten gehen, werden sie dagegen immer spärlicher, sodass hier das Epithel das Aussehen eines einschichtigen Cylinderepithels annimmt (Fig. 2).

Diese Zellen sind wahre Ersatzzellen. Denn erstens findet man einen Stufengang von Uebergangsformen zwischen ihnen und den an der Oberfläche gelegenen Cylinderzellen, und zweitens trifft man unter ihnen nicht wenige an, deren Kern sich in Mitose befindet (Fig. 3). Obgleich es sich um verhältnissmässig kleine Elemente handelt, zeigt der Kern doch deutlich die Fadenstructur, und auch die achromatische Spindel ist sehr gut zu erkennen (Fig. 3 B).

Besser als bei den anderen vorher beschriebenen Thierarten, lässt sich bei der Eidechse erkennen, dass die Mitosen des Epithels zu Gruppen angeordnet sind; man kann lange Strecken der Epithelschicht durchsuchen, ohne welche zu finden, während man an anderen Stellen (wie in Fig. 3 A dargestellt) deren vier oder fünf in ganz kleinem Raume antrifft.

An den Stellen, wo der mitotische Process stattfindet, er-  
steht als Folge davon eine Gruppe von Ersatzzellen, welche sich

sodann allmählich in oberflächliche Cylinderzellen umwandeln. Also auch die Ersatzzellen bilden keine fortlaufende und gleichmässige Schicht, und ihre Zusammenhäufungen sind nur transitorisch.

Die grosse Mehrzahl der Mitosen findet sich in der tiefen Schicht des Epithels. Doch ist zu bemerken, dass, wie beim Triton, so auch bei der Eidechse sich Mitosen auch zwischen den oberflächlichen Hälften der Cylinderzellen finden. Sie sind jedoch sehr selten (Fig. 4).

Zum Schlusse kommend, können wir sagen, dass bei der Eidechse, wie beim Triton, die Regeneration des Epithels durch Mitose erfolgt, und dass der kariokinetische Process hauptsächlich in Zellen statt hat, die in den tiefen Schichten des Epithels liegen. Zwischen Beiden ist jedoch dieser Unterschied, dass bei der Eidechse jene subepithelialen Sprossen fehlen, die beim Triton dagegen zu bedeutender Entwicklung gelangen.

### Darm des Frosches.

Das Verhalten des Epithels beim Frosche ist fast das gleiche, wie bei der Eidechse<sup>1)</sup>.

Auch beim Frosche hat die Schleimhaut keine Zotten, erhebt sich jedoch in viele Falten, die je nach dem Darmabschnitt, in dem sie gelegen sind, eine verschiedene andere Configuration haben. Im vorderen Abschnitt (welcher der längste ist, und welcher den grössten Durchmesser hat) bilden sie gleichsam zwei complirte Systeme von halbmondförmigen Querfalten<sup>2)</sup>; während sie im hinteren Abschnitt wellenförmig in der Längsrichtung verlaufen und sich mit den Schleimhautfalten der Cloake fortsetzen.

In der Darm Schleimhaut des Frosches werden keine Schlauchdrüsen wahrgenommen.

Das Epithel wird von Protoplasmazellen gebildet, zwischen denen sich, ziemlich gleichmässig zerstreut, die Schleimzellen befinden.

---

1) Meine Untersuchungen machte ich hauptsächlich an Stücken, die in Alkohol oder vorher, zwei Tage lang in Pikrinsäure und dann (nach 24 Stunden langem Ausspülen mit Wasser) in Alkohol gehärtet worden waren.

2) Vergl. die betreffende Figur in Wiedersheim's Lehrb. der vergleichenden Anatomie, 1882, pag. 588.

Die ersteren (Fig. 5) erscheinen als schöne lange prismatische Zellen, mit ziemlich deutlichen Umrissen. Sie sind mit einem ovalen Kern versehen, der mit seiner Längsaxe parallel zur Längsaxe der Zelle liegt und sich in der tiefen Hälfte derselben befindet; doch liegt er nicht ganz an der Basis der Zelle, da zwischen ihm und dem tiefen Ende derselben gewöhnlich noch ein kleiner von Protoplasma eingenommener Raum ist. Das Protoplasma zeigt feine Längsstreifen.

An der freien Oberfläche der Zellen gewahrt man den gewöhnlichen gestreiften Saum, der sowohl auf dem den Kamm der Falten, als auf dem die Fornices bekleidenden Epithel vorhanden ist und überall fast das gleiche Aussehen und die gleiche Dicke bewahrt.

Die Schleimzellen sind, gleich den Protoplasmazellen, verhältnissmässig sehr lang, und dies ist hauptsächlich der Verlängerung jenes Abschnittes des Zellenkörpers zuzuschreiben, der die Theca vom Kern trennt (Fig. 5 a) und den wir Schaltstück nennen könnten. In jedem Element könnten wir also vier Theile unterscheiden und zwar, von der Tiefe nach der Oberfläche gehend: den basalen Theil, den Theil, der den Kern enthält, das Schaltstück und die Theca.

Der erste, gewöhnlich schmale Theil, und der zweite, in welchem der ovale Kern der Länge nach gelegen ist, bieten nichts Bemerkenswerthes dar. Im Schaltstück dagegen ist die That- sache zu erwähnen, dass das Protoplasma immer mehrere Vacuolen enthält, und so durch diese zu einem dünnen Netzwerk reducirt wird, dessen Balken sich bei Behandlung mit Safranin (und nachfolgender Conservation in Zuckerlösung) intensiv roth färben, wie der übrige Theil des Zellenprotoplasmas. Was die Theca anbe- trifft, so ist dieselbe verhältnissmässig klein und kurz, von ovaler oder eiähnlicher Gestalt, und ist mit Schleimkörnchen angefüllt, die das gewöhnliche Aussehen darbieten, wie wir es bereits bei den anderen Thieren kennen gelernt haben. Doch sind sie beim Frosche verhältnissmässig widerstandsfähig. In der That bemerkt man die granulöse Constitution des Schleimklümpchens noch in dem 24 Stunden lang (im Winter) im Körper des Thieres auf- bewahrten unversehrten Darm sowohl, als auch in Darmstücken, die eben so lange Zeit in Schultze'schem Jodserum oder in zu

gleichen Theilen mit Wasser verdünnter Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrt werden.

Die Schleimkörnchen färben sich (in Stücken, die in Pikrinsäure gehärtet worden) bei Behandlung mit concentrirter wässriger Safraninlösung gelb, und diese Färbung, die sie auf dem vom Protoplasma gegebenen rothen Boden sehr deutlich hervortreten lässt, bleibt erhalten, wenn man vorher ebenfalls mit Safranin gefärbte Zuckerlösung hinzufügt. Es ist dies also eine Färbung, die mir bei meinen Untersuchungen grosse Dienste leistete.

Zwischen den Epithelzellen des Froschdarmes sind, wie bereits bekannt, sehr zahlreiche Leukocyten gelagert, welche vorzugsweise (aber nicht ausschliesslich) zwischen den tiefen Enden der Epithel Elemente liegen (Fig. 5 d). Von den Leukocyten haben einige ein feinkörniges Protoplasma, andere enthalten dagegen grosse Körnchen, die sich intensiv färben<sup>1)</sup>.

Ausser den Leukocyten finden sich auch häufig Zellen, die (zum Unterschied von diesen) vorzugsweise zwischen den oberflächlichen Hälften der Epithelzellen liegen und sich dadurch auszeichnen, dass sie grösser sind (mit einem Durchmesser von 20—30  $\mu$ ), einen gewöhnlich nach der Peripherie des Elements gedrängten Kern haben und gelb-grüne Körnchen enthalten. Die Natur dieser Zellen, deren Existenz schon seit langer Zeit bekannt ist (neuerdings wurden sie auch von Heidenhain und Nicolas beschrieben), ist noch nicht genau bestimmt.

Wenn wir nun, nachdem uns die die Epithelschicht bildenden Elemente bekannt sind, dazu schreiten, die Regeneration ihrer beiden Hauptbestandtheile (Protoplasma- und Schleimzellen) zu studiren, finden wir, dass dieselbe an die gleichen Vorgänge gebunden ist, die wir beim Triton und bei der Eidechse kennen gelernt haben.

Die Protoplasmazellen vervielfältigen sich durch Mitose, und der Sitz der Mitosen ist ein zweifacher. Denn wir finden Zellen mit solcher Theilungsform sowohl in dem oberflächlichen Theil des Epithels, d. h. oberhalb der Ebene, die den in Ruhe befindlichen Epithelkernen entspricht, als auch in dem tiefen Theil, fast in Berührung mit der Schleimhaut. In der Tiefe gelegene Mitosen zählte ich zwei oder drei in jedem Querschnitt des

1) Dieselben Leukocytenarten trifft man auch im Bindegewebe der Schleimhaut an.

Darms; die oberflächlichen schienen mir etwas häufiger. Diese Zahlen können jedoch keinen grossen Werth haben, denn sie wurden (obwohl bei reichlich gefütterten Thieren) im Winter erhalten, d. h. unter Bedingungen, die verschieden sind von jenen, in denen das Epithel sich bei lebhaft functionirendem Darm in der schönen Jahreszeit befindet.

Die Vervielfältigung dieser Zellen veranlasst die Erzeugung junger Ersatzzellen. Diese sind jedoch spärlicher als bei der Eidechse, und natürlich viel spärlicher als beim Triton. In der That sieht man sie hier und dort zwischen den Protoplasmazellen zerstreut liegen, sowohl im Epithel der Fornices (Fig. 5c) als in dem der Kämme. Nie bilden sie eine fortlaufende Schicht, und viel weniger noch Subepithelialsprossen. Das Epithel des Frosches nähert sich also mehr als das der Eidechse und des Tritons dem Typus des einfachen, einschichtigen Cylinderepithels.

Was die Schleimzellen anbetrifft, ist es mir gelungen, zu erkennen, dass auch beim Frosche, wie beim Triton, deren junge Formen in der Tiefe der Epithelschicht liegen und dass sie erst in einem weiter vorgeschrittenen Stadium ihres Daseins mit ihrem schleimabsondernden Ende an die Oberfläche des Epithels gelangen. In Fig. 5b habe ich eine dieser jungen Schleimzellen abgezeichnet; man sieht, dass sie zwischen den tiefen Hälften der Protoplasmazellen eingeschlossen ist und dass fast ihr ganzer Körper von einem Haufen Schleimkörnchen gebildet wird. Diese letzteren bieten, gleich den Schleimkörnchen der ausgewachsenen Zellen, denen sie in Form und Grösse gleichen, die charakteristische Reaction dar, dass sie sich mit Safranin gelb färben.

Diese jungen Schleimzellen finden sich vorzugsweise in dem die Fornices bekleidenden Epithel. In jedem Darmschnitt (vom hintern Abschnitt) fand ich deren ein Paar. Doch muss ich bemerken, dass es sich auch hier um Frösche handelt, die im Winter untersucht wurden, d. h. in einer Jahreszeit, in welcher die Regeneration des Epithels eine minimale sein muss.

Also auch beim Frosche bestätigt es sich, dass die becherförmigen Zellen nicht das Produkt einer Umwandlung, einer Degeneration der gewöhnlichen Epithelzellen sind, wie Paneth und Andere meinen. Ihre jungen Formen zeichnen sich dadurch aus, dass sie schon einen specifischen Inhalt haben.

### **Schleimabsonderndes Epithel des Magens vom Hunde.**

Bei Besprechung der Struktur der Rectumdrüsen des Hundes hob ich hervor, dass dieselben sich ganz besonders dazu eignen, um die Entwicklung der Schleimzellen zu studiren und den Nachweis zu führen, dass diese letzteren von Beginn ihres Daseins an deutlich gekennzeichnete Elemente sind, da sie Schleim enthalten und so specifisch differenzirt sein können, wenn sie noch dabei sind, sich durch Karyokinese zu vermehren.

Um diese Thatsache noch besser zu erhärten, beschloss ich, Untersuchungen an der Magenschleimhaut desselben Thieres vorzunehmen, wo die Bedingungen für das Studium noch günstiger sein mussten als beim Rectum. In der That hat man beim Magen (freie Oberfläche der Schleimhaut und Magengrübchen) ausser einer lebhaften Regeneration des Bekleidungssepithels auch den Vortheil, dass das Epithel selbst aus lauter Schleimzellen besteht, weshalb zu erwarten war, dass die Schleimzellen-Mitosen sich hier in grosser Zahl befänden.

Ich fing mit meinen Untersuchungen beim Pylorustheil an, wo die Magengrübchen tiefer sind und das schleimabsondernde Epithel deshalb mehr entwickelt ist; es schien mir deshalb, dass es hier leichter sein müsse, die Entwicklung seiner Elemente zu verfolgen. Aber in der Pylorusgegend erhält man mit Safranin und Hämatoxylin nicht jene brillanten Färbungen, die nothwendig sind, um die kleinsten in den Zellenelementen enthaltenen Schleimhäufchen mit Sicherheit zu erkennen. Ich musste mich also zum Magenfundus wenden, und hier erhielt ich Resultate, die mich völlig befriedigten.

Bekanntlich münden die Drüsen des Magenfundus nicht direkt auf die Oberfläche der Schleimhaut; sie verjüngen sich etwas in der Nähe ihrer Mündung (so den Heidenhain'schen Drüsenhals bildend) und entleeren ihr Sekret in jene Einsenkungen der Schleimhaut, die man Magengrübchen nennt.

Es scheint mir nun, dass die Beziehung zwischen Drüsenhals und Magengrübchen von den Forschern nicht genau beschrieben und gezeichnet worden sei; worüber wir uns nicht wundern dürfen, da in diesem Theile der Schleimhaut die Drüsenschläuche sehr zahlreich und gewunden sind, sodass es schwer fällt, sie auf den mikroskopischen Schnitten auf eine gewisse Strecke ihres

Verlaufs genau zu verfolgen. — Gewöhnlich nimmt man an, dass die Drüsenhalse einzeln am Grund des Grübchens ausmünden. Bei meinen Präparaten habe ich dagegen häufig beobachtet (Taf. VII, Fig. 7), dass in verschiedener, gewöhnlich aber in kurzer Entfernung vom Grübchen (Fig. 7, I), die Halse zweier nahe beieinander liegenden Drüsen (Fig. 7, III) sich zu einem einzigen (Fig. 7, II) und etwas grösseren Gang verschmelzen, der dann wirklich am Grund des Grübchens ausmündet.

Diese kurzen Gänge setzen also die Drüsen mit dem Grübchen in Verbindung, und deshalb nenne ich sie Sammelgänge. Da wir am Grunde eines jeden Grübchens die Mündungen von drei oder vier Sammelgängen finden, und da ein jeder von diesen, wie schon gesagt, in kurzer Entfernung von der Mündung sich gabelförmig theilt und in zwei Magendrüsen ausläuft, so folgt daraus, dass mit jedem Grübchen 6—8 Drüsen in Verbindung stehen, wovon wir uns überzeugen können sowohl wenn wir Vertikalschnitte daraufhin untersuchen, als auch, wenn wir in Serien angefertigte Horizontalschnitte der Schleimhaut mit einander vergleichen. Ich lasse hier jene anderen Bifurcationen der Drüsen ausser Betracht, die man zuweilen in tieferen Theilen der Schleimhaut beobachtet.

Was das Epithel anbelangt, das diese verschiedenen Theile bekleidet, so kann man, von der Tiefe nach der Oberfläche gehend, mit Heidenhain unterscheiden: 1. das Drüsenepithel, 2. das Epithel des Drüsenhalses, das, auf das vorher genannte folgend, wirklich fast den ganzen Hals einnimmt, 3. das Cylinderepithel, das den übrigen Theil des Halses einnimmt und bis nach oben geht, wo es die freie Oberfläche der Schleimhaut bekleidet. Die Grenzen zwischen der einen Epithelart und der andern sind nicht constant. Dies gilt besonders für das Cylinderepithel, das, wie schon Heidenhain bemerkt hatte (l. c. pag. 371), bald mehr, bald weniger tief in die Drüsenhalse vorrückt.

**Drüsenepithel.** Es besteht aus den beiden Zellenarten, die durch die Untersuchungen Heidenhain's und Rollet's bekannt geworden sind, nämlich aus den Haupt- oder adelmorphen Zellen und aus den Beleg- oder delomorphen Zellen. Ich halte mich nicht dabei auf, sie zu beschreiben, da

ich dem, was die beiden oben genannten und die anderen neueren Forscher über sie gesagt haben, nichts hinzuzufügen habe.

Epithel des Drüsenhalses. Die Form dieses Epithels dagegen war Gegenstand der Controverse; denn Rollet beschrieb es als nur aus sehr zahlreich gewordenen und also dicht beieinander gelegenen Belegzellen bestehend, während Heidenhain zwischen diesen auch Hauptzellen liegen fand. Die Beobachtung Heidenhain's wurde später von anderen Forschern bestätigt, so von Jukes und besonders von Stöhr. Die Beschreibung, die Letzterer davon giebt, scheint mir jedoch nicht so genau als die, welche Heidenhain 12 Jahre vorher gegeben hatte. Denn Stöhr behauptet (Archiv für mikrosk. Anatomie, vol. 20), dass im Drüsenhals die Hauptzellen nicht selten den Belegzellen sehr ähnlich sind und sich von ihnen nur durch das dunklere Aussehen dieser letzteren unterscheiden (l. c. pag. 226); während Heidenhain schreibt, dass auf guten Querschnitten die Hauptzellen „als sehr kleine kegelförmige Zellen erscheinen, mit der breiten Basis der Wand aufsitzend, mit der Spitze das Drüsenlumen erreichend. Sie besitzen einen granulirten, mitunter leicht gefärbten Inhalt, und einen der Basis nahe gerückten, schwach tingirten Kern“.

Nach meinen Beobachtungen stehen die Dinge wie folgt: Das Epithel des Drüsenhalses enthält in der That, ausser den Belegzellen, auch Hauptzellen, welche, von den ersteren (die im Drüsenhals so zahlreich vorhanden sind) zusammengedrückt, sehr verschiedene Formen darbieten, sodass sie bald, wie Heidenhain sie beschrieb, die Form einer mit der Basis nach der Peripherie gerichteten Pyramide haben, bald hinwiederum die Form einer mit der Basis nach dem Innern gerichteten Pyramide, bald die Cylinderform u. s. w. Doch bieten sie (Taf. VII, Fig. 8 b) mit den entsprechenden Hauptzellen des Drüsenkörpers (Fig. 8 a) verglichen, bedeutende Unterschiede dar: 1. in der Grösse, denn sie sind etwas kleiner, 2. bezüglich des Protoplasmas, denn in den Zellen des Drüsenkörpers (sowohl bei den in Alkohol gehärteten und mit Safranin, Methylenblau (Fig. 8) oder Hämatoxylin gefärbten, als bei den in Hermann'scher Flüssigkeit gehärteten und dann mit Safranin gefärbten Präparaten) erscheint das Protoplasma unter der Form einer von einem Netzwerk mit ziemlich dicken und intensiv gefärbten Balken durchsetzten, hellen, homo-

genen Substanz, während in den entsprechenden Zellen des Drüsenhalses die Balken immer dünner und weniger färbbar werden; 3. bezüglich des Kerns, der in den Zellen der Drüsen rundlich und meistens etwas entfernt von der Basis der Zellen gelegen ist, während er in den Zellen des Drüsenhalses flach gegen die Zellenbasis gedrückt ist und so die Form einer Unterschale annimmt.

Diese Modifikationen, die bei den Hauptzellen beim Uebergang vom Drüsenkörper zum Drüsenhals angetroffen werden (Fig. 8) finden stufenweise statt. Davon kann man sich überzeugen, wenn man zur Untersuchung Drüsen wählt, deren Hals arm an Belegzellen ist; denn im entgegengesetzten Falle unterbrechen diese letzteren mit ihrem dicken und granulösen Körper alle Augenblicke die Reihe der Hauptzellen, verbergen sie zum Theil dem Auge und erschweren die Erforschung ihrer Merkmale.

Kurz zusammengefasst unterscheidet sich das Epithel des Drüsenhalses von dem des Drüsenkörpers: 1. weil die Belegzellen in demselben zahlreicher sind, 2. weil die Hauptzellen in demselben stufenweise kleiner werden, ein helleres Protoplasma zeigen, und deren Kern immer stärker gegen die Zellenbasis gedrückt ist.

**Cylinderepithel.** Bezüglich des Cylinderepithels ist vor allem an eine zuerst von Heidenhain aufgedeckte Eigenthümlichkeit zu erinnern, die darin besteht, dass in der mit Cylinderepithel ausgekleideten Zone sich noch ab und zu Belegzellen finden (Fig. 6c, d, e), die so bis in das Epithel der freien Schleimhautoberfläche gelangen. Ihre Zahl schwankt von einem Thier zum andern bedeutend und nimmt von der Tiefe gegen die Schleimhautoberfläche allmählich ab.

Wie bereits von den Forschern, die sich mit diesem Gegenstand beschäftigten, bemerkt wurde, haben die Cylinderzellen nicht alle das gleiche Aussehen, sie modificiren sich, von der Tiefe (d. h. von dort wo sie mit dem Epithel des Drüsenhalses zusammengrenzen) gegen die Magengrübchen gehend, bedeutend. In den Drüsenhälsen (Fig. 7a), in den Sammelgängen (Fig. 6c) fangen sie als kurze, granulöses Protoplasma aufweisende Zellen an. Gegen die Oberfläche der Schleimhaut werden sie länger (Fig. 6d), und der innere Theil des Zellenkörpers nimmt ein homogenes Aussehen an. Diese Unterschiede weisen auf eine

Entwicklung der Zellelemente hin, die mit deren Funktion der Schleimabsonderung in Verbindung steht.

Dies lässt sich ganz deutlich in Stücken feststellen, die in Hermann'scher Flüssigkeit gehärtet worden sind und in denen der Schleim intensiv mit Hämatoxylin gefärbt ist (Fig. 6). In solchen Stücken konnte ich mit Sicherheit erkennen, dass die die Sammelgänge auskleidenden Cylinderzellen, und auch die weiter unten, in unmittelbarer Nähe der Hauptzellen der Drüsenhalse gelegenen, nicht einen gänzlich protoplasmatisch beschaffenen Körper haben, wie Einige wollen, z. B. Trinkler<sup>1)</sup>; denn an ihrem freien Ende enthalten sie schon ein ganz kleines Schleimklümpchen (Fig. 6c).

Je näher sie den Grübchen kommen, desto mehr nimmt die Schleimmenge zu, bis das Schleimklümpchen in den Grübchen selbst (Fig. 6d) die Hälfte, oder mehr als die Hälfte, des Zellkörpers einnimmt; und in dieser Weise bleibt es ununterbrochen in allen Zellen der freien Schleimhautoberfläche.

Was ihren Kern anbetrifft, so kann man sich von der Richtigkeit der Behauptung Moschner's (Inaugural-Dissertation, Breslau 1885, pag. 17), dass derselbe eine ovale Form hat und mit seiner Längsachse parallel zur Längsachse der Zelle und in einer gewissen Entfernung von der Basis derselben gelagert ist, leicht überzeugen.

Gehen wir nun zu den Mitosen über.

Die Mitosen sind beim erwachsenen Thiere äusserst selten im Drüsenepithel<sup>2)</sup>. Sie sind ebenfalls sehr selten im Epithel des Drüsenhalses; die in Fig. 6b gezeichnete wurde in jenem Theile des Drüsenhalses angetroffen, der unmittelbar dem Cylinderepithel angrenzte.

Dagegen sind zwischen den Cylinderzellen der Drüsenhalse und der Sammelgänge die Mitosen sehr häufig. Ebenso sind sie sehr häufig im Epithel des tiefen Theils der Grübchen; nicht selten hat man Querschnitte von Grübchen vor sich die, in dieser Region, je 3—4 und mehr Mitosen enthalten, auch wenn die Schnitte nur 5—10  $\mu$  Dicke haben. Weiter nach oben gehend

---

1) Trinkler, Archiv f. mikr. Anatomie, XXIV, pag. 200.

2) Bizzozero e Vassale, Virchow's Archiv, vol. 110, pag. 165.

nehmen die Mitosen schnell an Zahl ab; im mittleren Drittel der Grübchen sind sie selten, im obern Drittel fehlen sie ganz.

Was die Natur der Mitosen anbetrifft, so schienen mir die zwischen den Hauptzellen des Drüsenhalses sich befindenden (Fig. 6b) immer von rein protoplasmatischer Beschaffenheit. Die Rindensubstanz der Zelle erscheint feinkörnig; der centrale Theil ist hell, homogen, und nur von einigen granulösen Fäden durchzogen. Dagegen bemerkt man in dem den obern Theil der Drüsenhalse und die Sammelgänge auskleidenden Cylinderepithel zwischen den protoplasmatischen Mitosen nicht wenige andere, die ein kleines Klümpchen Schleimsubstanz enthalten. Dies lässt sich ganz deutlich in den in Hermann'scher Flüssigkeit gehärteten und mit Safranin und Hämatoxylin gefärbten Präparaten erkennen (Fig. 6c); das, immer im oberflächlichen Theil der Zelle gelegene Schleimklümpchen erscheint violett gefärbt, neben dem intensiv roth gefärbten in Mitosis befindlichen Kern.

Im Boden der Grübchen sodann überwiegen die Schleimsubstanz enthaltenden Mitosen an Zahl die protoplasmatischen; zuweilen sah ich unter ihnen einige, die zwei Schleimklümpchen enthielten, eines oberhalb, das andere unterhalb des Kerns (Fig. 6e).

Ich brauche nicht hinzuzufügen, dass die Schleimzellen-Mitosen in allen ihren verschiedenen Stadien repräsentirt sind, wenn auch die im Aequatorialplatten-Stadium vorherrschen. Sie können verfolgt werden bis zur Theilung der Zelle, mit Erzeugung zweier Zwillingszellen, die an jene der Rectumdrüsen desselben Thieres erinnern.

Im allgemeinen habe ich zwischen den Schleimzellen-Mitosen der Rectumdrüsen und den der Grübchen des Magenfundus vom Hunde den Unterschied wahrgenommen, dass die ersteren reicher an Schleimsubstanz sind als die letzteren; bei den ersteren nimmt der Schleim fast die ganze Zelle ein, während er bei den letzteren auf ein, oder höchstens auf zwei Klümpchen an den entgegengesetzten Polen des sich theilenden Kerns beschränkt bleibt.

Aus den oben beschriebenen Thatsachen lässt sich nur diese eine Schlussfolgerung ziehen: dass nämlich das die Magenoberfläche auskleidende schleimabsondernde Epithel seinen Ursprung nimmt von dem Epithel, das sich in dem tiefen Theil der Grüb-

chen befindet und von hier sich in die Magendrüsenhäse senkt. Denn 1. finden wir, von der Tiefe nach der Oberfläche gehend, eine progressive Entwicklung der schleimabsondernden Cylinderzellen; 2. kommen nur in der Tiefe in Mitosis befindliche Zellen vor, und ausserdem erweisen sich diese Mitosen, da sie schon Schleim enthalten, als wirklich zur Klasse der schleimbereitenden Elemente gehörend. Sie sind übrigens so zahlreich, dass sie allein schon genügen, um die so lebhaftere Regeneration des Magenschleimhautepithels zu erklären.

Stehen die protoplasmatischen Mitosen des Drüsenhalses vielleicht auch in irgendwelcher Beziehung zu einer Regeneration der specifischen Elemente der Magendrüsen? — Diese Frage wurde schon von andern Forschern gestellt und neuerdings zeigte sich Salvioli<sup>1)</sup> geneigt, sie zu bejahen.

In der Arbeit, die ich mit Vassale gemacht, haben wir bemerkt, dass sich in dem specifischen Epithel der Drüsen des Magenfundus verschiedener Thiere wohl Mitosen finden, aber in ausserordentlich geringer Zahl. Da wir jedoch nichts Genaueres wissen über den Grad der Stabilität (d. h. über die Lebensdauer) der specifischen Epithelelemente, so können wir nicht sagen, ob die Zahl der von diesen Mitosen hervorgebrachten Elemente genügt, um die Elemente zu ersetzen, die, wie Einige annehmen, allmählich zu Grunde gehen.

Ich habe keine speciellen Studien zur Lösung dieser Frage gemacht. Doch muss ich eine Thatsache anführen, die mir zu Gunsten der Hypothese Salvioli's zu sprechen scheint oder ihr doch wenigstens nicht entgegen ist, die Thatsache nämlich, dass im Drüsenhals keine markirte Grenze vorhanden ist, die das Epithel des Drüsenhalses von dem schleimabsondernden Cylinderepithel trennt. Zwischen den Hauptzellen des ersteren (Fig. 7c) und den Cylinderzellen des letzteren (Fig. 7a) sind Zwischenformen vorhanden, Zellen nämlich, in denen der Kern nicht mehr flach ist, sondern eine rundliche Form annimmt und dann oval wird; während die betreffenden, nicht mehr zwischen den (nunmehr sehr selten gewordenen) Belegzellen sich befindenden Zellen eine regelrecht cylindrische Form annehmen und ein feinkörniges Protoplasma bekommen.

---

1) Salvioli, Krause's Journal, 1890, Bd. VII, Heft 10.

Diese Zellen sind es, auf welche weiter oben Elemente folgen, die das gleiche Aussehen haben, aber die sich, durch das kleine Schleimklümpchen, das sie an ihrem freien Ende zeigen, als schon zum schleimabsondernden Epithel gehörend erweisen.

Auf diese Weise käme man zu der Anschauung, dass die Mitosen, die sich an den Drüsenmündungen des Magenfundus befinden, eine zweifache Bestimmung haben: einige rücken nach der Oberfläche der Schleimhaut und dienen zur Regeneration des schleimabsondernden Epithels, andere hingegen rücken nach der Tiefe und dienen zur Regeneration des spezifischen Epithels. Aber während ihre Umwandlung in schleimbereitende Elemente, nach meinen Untersuchungen, als ausgemacht anzusehen ist, kann man doch nicht das Gleiche sagen von ihrer Umbildung in spezifische Drüsenelemente.

Um dahin zu gelangen, müsste einerseits nachgewiesen werden, dass diese letzteren normaler Weise zu Grunde gehen und sich regenerieren, und andererseits müsste irgend ein spezifisches Merkmal des Protoplasmas aufgefunden werden, dass sowohl den Mitosen eigen wäre als auch jenen spezifischen Elementen, in welche diese sich, wie Einige annehmen, umbilden, sodass ihre verwandtschaftlichen Beziehungen nicht mehr bezweifelt werden könnten.

### **Darm der Larve von *Petromyzon Planeri*.**

Dieser Darm bietet uns die Regeneration des Epithels in seiner einfachsten Form dar, denn es fehlen hier sowohl die schlauchförmigen Drüsen als auch die subepithelialen Sprossen und die jungen Ersatzzellen in der Tiefe. Die Bildung neuer Zellen vollzieht sich aus den schon spezifisch differenzirten Zellen, die einschichtig den Darm auskleiden<sup>1)</sup>.

Der Darm ist geradlinig und wird leicht isolirt, nachdem man das Thier der ventralen Medianlinie entlang gespalten. Da man, um die Karyokinesen in ihrer normalen Zahl zu erhalten, gut genährte Thiere wählen muss, und die Nahrung derselben hauptsächlich aus Diatomeen besteht, die mit ihrer Kieselschale

---

1) Zu meiner Untersuchung verwendete ich Larven von etwa 10—12 cm Länge. — Zur Fixirung und zur Härtung fand ich den Alkohol ausgezeichnet; zur Färbung bediente ich mich hauptsächlich des Hämatoxylin und des Eosins.

das Mikrotommesser ruiniren würden, so befreite ich den Darm, ehe ich ihn härtete, von seinem Inhalt, indem ich mittelst einer Spritze verdünnten Alkohol in sein Lumen injicirte; erst nachdem dies geschehen, brachte ich ihn in immer mehr concentrirten Alkohol und zuletzt in absoluten Alkohol.

Taf. VIII, Fig. 1 zeigt in ganz geringer Vergrößerung die bekannte Figur des Querschnitts vom Darm des Petromyzon. Man sieht, dass der Umriss des Darms von unregelmässig ovaler Gestalt ist, dass aber derselben nicht die Form seines Lumens entspricht. Denn durch die sogenannte „Spiralklappe“, die in Folge einer bedeutenden Längserhebung der Darmwände entsteht, wird das Lumen des Darms erheblich verengert und in die Form eines Hufeisens gebracht.

Das den Darm auskleidende Epithel kann also als aus zwei Blättern bestehend betrachtet werden: einem äussern (e) concaven, das dem eigentlichen Darm aufliegt, und einem innern (f), convexen, das die Spiralklappe bekleidet. Die beiden Lamellen vereinigen sich an der Basis der Spiralklappe; an dieser Stelle also bildet das Epithel eine Curve, welcher wir den Namen Fornix (g) geben werden.

Der Darm hat dünne Wände. Ich habe mich nicht lange dabei aufgehalten, deren interessante Struktur zu studiren; doch konnte ich erkennen, dass es mehrere Lagen sind, die vom Lumen des Darms nach aussen gehend, so aufeinander folgen (Fig. 2): 1. Cylinderepithel, 2. eine fortlaufende, dünnste, feinfaserige Bindegewebsmembran (Fig. 2a), die ich Grenzmembran nennen möchte; sie lässt sich durch Maceration in verdünntem Alkohol leicht isoliren; 3. zwei dünne Lagen glatter Muskelfasern, von denen die inneren (b) die Längsrichtung haben, die äusseren (c) quer gerichtet sind; 4. eine dicke Schicht blutführenden, cavernösen Gewebes (d). Die äusseren Bluträume (d') sind weiter als die inneren; diese letzteren stehen in direkter Verbindung mit zahlreichen kleinen, blutenthaltenden Lücken (d''), welche sich in der vorehrwähnten Muskelschicht befinden und also ganz oberflächlich sind, und vom Cylinderepithel nur durch die Grenzmembran getrennt werden; 5. eine dünne Bindegewebsschicht (f), gebildet von feinen, stark gewellten, sich eng mit einander verflechtenden Bindegewebsbündeln; 6. das äussere Darmepithel (g), bestehend aus einer einzigen Lage nebeneinander liegender Zellen,

die oft eine elegante Spindelform darbieten, ähnlich derjenigen der glatten Muskelfaserzellen.

Was die sogenannte Spiralklappe (Fig. 1b) anbetrifft, so kann dieselbe als eine durch Vermehrung des cavernösen Gewebes dicker gemachte, Verdoppelung der Darmwände betrachtet werden. Denn wir sehen, dass von der Adventitia der Arterie (Fig. 1c), die, wie bekannt, der Klappenachse entlang läuft, Bindegewebtsbalken abgehen, die, unter einander anastomosirend, zahlreiche blutführende Räume umgrenzen (d). Eben dieses cavernöse Gewebe bildet den Körper der Klappe. Seine Räume sind im allgemeinen sehr weit, mit Ausnahme jedoch der in der oberflächlichen Schicht des Klappenkörpers befindlichen, die verhältnissmässig sehr klein sind und bis unter das Cylinderepithel gelangen, von welchem sie, wie beim Darm, nur durch die Grenzmembran getrennt werden (Fig. 4s).

Diese Balken enthalten im Bindegewebe, das deren Stroma bildet, histologische Elemente verschiedener Natur, die ihre Bedeutung modificiren. Denn die unter dem Cylinderepithel liegenden enthalten in verschiedener Richtung verlaufende, glatte Muskelfasern in grosser Zahl (Fig. 4m); sie können deshalb als der schon bei den Darmhäuten angeführten Muskellage entsprechend betrachtet werden.

Alle anderen sich im übrigen Theil der Klappe verzweigenden Balken dagegen, und namentlich die in der basalen Hälfte derselben sich befindenden, sind mit Leukocyten infiltrirt. Unter diesen letzteren findet man beständig einige, welche die verschiedenen Formen der Mitosen darbieten. Dies gestattet uns den Schluss, dass dieses interlacunäre Gewebe der Spiralklappe ein Leukocyten-Bildungsherd sei.

Es wird nicht überflüssig sein zu bemerken, dass in der Dicke der Balken sich zuweilen auch grosse Nervenzellen finden.

Die Elemente des Epithels kann man leicht studiren, wenn man sie durch Einlegen auf ein paar Tage in verdünnten Alkohol isolirt. Sie erscheinen als Protoplasmazellen in der Form eines sehr langen Prismas, mit deutlichen seitlichen Umrissen, und unten in ein der Grenzmembran aufsitzendes abgestumpftes Ende auslaufend. Das freie Ende hat den gestrichelten Saum, welcher sein Aussehen bei den verschiedenen Zellen etwas modi-

ficirt. Bei einigen hat er die gleiche Figur wie bei den anderen vorher untersuchten Thieren, nur kommt noch dies dazu, dass hier die stäbchenartige Struktur sehr deutlich ist, indem die Stäbchen sich sehr gut von einander unterscheiden; bei anderen dagegen findet sich zwischen der Stäbchenschicht und der dieselbe tragenden Platte noch eine andere Schicht oder eine andere Platte eingeschaltet, die nach dem Lumen des Darms zu von einer leicht convexen Oberfläche begrenzt wird. Da es für meinen Zweck von keinem Interesse war, habe ich mich mit dieser Strukturbesonderheit nicht weiter beschäftigt, ebenso wie ich es unterliess, zu bestimmen, ob die Stäbchen zuweilen, wie von Vielen angenommen wird, contractil sind und die Bedeutung von Flimmerhaaren bekommen.

Der Kern liegt in der tiefen Hälfte der Zellen, jedoch in gewisser Entfernung von deren Basis; er ist oval, parallel zur Längsaxe der Zelle gelagert, und hat zwei bis drei grosse Kernkörperchen. In gut gefärbten und bei starker Vergrösserung untersuchten Präparaten erscheint sein Körper von einem dichten und feinen Netzwerk durchzogen, dessen Knotenpunkte wie ganz feine Körnchen aussehen.

Das Zellenprotoplasma erscheint wie von einem feinen Netzwerk durchzogen und enthält oft Fetttröpfchen. Auch finden sich häufig Einschlüsse in demselben (Taf. VIII, Fig. 3 v. v.), ähnlich jenen, die wir bereits bei den anderen Thieren kennen lernten; es sind Kügelchen von verschiedener Grösse, die bald ein granulöses, bald ein homogenes Aussehen haben und oft Körnchen von einer sich mit den Kernfärbemitteln stark durchtränkenden Substanz enthalten.

Wenn wir nun, nachdem wir die isolirten Elemente untersucht, die Elemente in ihrer Gesamtheit studiren, z. B. auf Querschnitten eines vorher in Alkohol gehärteten Darms, finden wir, dass zwischen den Epithelzellen bedeutende Unterschiede sind, je nach dem Platze, den sie im Darm einnehmen. Die hervortretendsten Unterschiede finden wir bei einem Vergleich der Zellen der Fornices (Fig. 4) mit den am weitesten von diesen entfernt, d. h. auf dem Kamme der Spiralklappe (Fig. 3) oder der dorsalen Mittellinie des Darms entlang gelegenen Zellen (der Kürze halber werden wir diese beiden Regionen, im Gegensatz

zu den Fornices, die sich an der Basis der Spiralklappe befinden, als *antibasale* bezeichnen).

Die Unterschiede (Fig. 3 und 4) bestehen: 1. in der Form, denn die Zellen der Fornices sind lang und sehr schmal, während die Zellen der antibasalen Regionen kürzer und breiter sind; 2. in der Form der Kerne, die in den Fornices ebenfalls länger und schmaler sind; 3. in der Anordnung der Kerne, denn in den Fornices machen die Kerne, so schmal sie auch sind, an der Stelle, wo sie ihren Sitz haben, die Zellen etwas dicker. Damit nun die Zellen, wie in jedem Epithel, nebeneinander liegen können, ist es nothwendig, dass die Kerne benachbarter Zellen in verschiedener Höhe im Zellenkörper liegen; demzufolge sind in den Fornices die Kerne in verschiedenen Ebenen gelagert und seitlich gegeneinander gedrängt. In den antibasalen Regionen dagegen sind die Kerne bestrebt, sich alle auf gleicher Höhe zu lagern und liegen in einer gewissen Entfernung von einander; 4. in der Zahl der vom Zellenprotoplasma dargebotenen Einschlüsse, welche in den Fornices weniger zahlreich zu sein pflegen als in den antibasalen Regionen; 5. in der Zahl der in der Epithelschicht wandernden Leukocyten. Im ganzen den Darm bekleidenden Epithel finden sich Leukocyten zerstreut, die fast ausschliesslich in der tiefen Hälfte der Zellen liegen, d. h. zwischen der Basis und dem Kern; sehr selten werden sie in der oberflächlichen Hälfte angetroffen. — Nun wohl, diese Leukocyten sind ziemlich spärlich im Epithel der Fornices (Fig. 41), während man in den antibasalen Regionen nicht selten Strecken zu Gesicht bekommt, wo fast auf jede Epithelzelle ein Leukocyt kommt (Fig. 3).

Wie lassen sich diese Unterschiede erklären? Ich glaube, dass sie mit dem verschiedenen Alter der Epithelzellen in Beziehung stehen. Denn nur im Epithel der Fornices treffen wir Elemente an, die sich durch Mitose vervielfältigen; und solche Elemente finden sich dort beständig und werden mit Leichtigkeit wahrgenommen.

Ich beschreibe hier in aller Kürze die kariokinetischen Figuren, die am häufigsten im Epithel des Petromyzon vorkommen und am deutlichsten hervortreten, und bemerke noch, dass meine Präparate in Alkohol fixirt und gehärtet und besonders mit Hämatoxylin oder vorher mit Safranin und dann mit Hämatoxylin gefärbt wurden.

In einem ersten Stadium rückt der Kern nach dem freien Ende der Zelle (Fig. 4 c), derart, dass er mit seinem unteren Ende oberhalb des Niveaus des oberen Endes der in Ruhe befindlichen Kerne liegt. Er nimmt in allen seinen Durchmessern etwas zu; die Kernkörperchen bleiben noch eine Zeit lang erhalten, dann verschwinden sie. Das Chromatin des Kerns erscheint nie fadenförmig; es zeigt sich in Form von Stäbchen, die so kurz sind, dass sie fast wie Körnchen aussehen, jedoch bedeutend dicker sind als die Körnchen der in Ruhe befindlichen Kerne, und auch viel intensiver gefärbt.

In einem weitem Stadium verschwindet die Membran und die chromatischen Segmente gruppieren sich, um die Aequatorialplatte zu bilden (Fig. 5 a), die meistens parallel zur Längsaxe der Zelle liegt, zuweilen aber auch senkrecht zu dieser. In diesem Stadium hat die Form der Zelle eine bedeutende Modification erfahren; sie ist kürzer und dicker geworden, oval oder keulenförmig, ihr unteres Ende hat sich also von der unteren Grenze der Epithelschicht bedeutend entfernt, während das obere Ende, mit dem gestrichelten Saum versehen, noch an seinem Platze bleibt. Nunmehr ist sie 28—32  $\mu$  lang, während die sie umgebenden in Ruhe befindlichen Zellen eine Länge von 70—80  $\mu$  haben.

In einem noch weiter vorgeschrittenen Stadium spalten sich die chromatischen Segmente in die zwei Tochterkerne (Fig. 5 b), und am untern Ende der Zelle erscheint eine Einbiegung im Protoplasma (Fig. 5 c), die auf eine Trennung hindeutet. — Diese Trennung schreitet immer weiter fort, bis zuletzt zwei kleine gepaarte Zellen vorhanden sind, die, allmählich an Länge zunehmend, in der Form und in den Dimensionen den sie umgebenden ausgewachsenen Zellen ähnlich werden.

Die in Mitosis befindlichen Zellen liegen also in der Regel im oberflächlichen Theil der Epithelschicht. In meinen vielen Präparaten habe ich nur einmal eine Mitose im tiefen Theil der Epithelschicht, fast in Berührung mit der Grenzmembran, gesehen; doch bin ich nicht sicher, ob sie dem Epithel angehörte; der geringeren Dicke des Zellenkörpers und der grösseren Dicke der chromatischen Elemente wegen wäre ich fast geneigt, sie für eine Leukocytenmitose zu halten.

Die Epithelmitosen der Fornices sind ziemlich zahlreich. Auf einem Schnitt von 5  $\mu$  Dicke bietet jeder Fornix 4—6 und

auch mehr Mitosen dar. Dieselben finden sich in der Krümmung des Fornix und verbreiten sich im Epithel des untern Drittels der Spiralklappe und im entsprechenden Abschnitt des Darmepithels.

Mir scheint, dass diese thätige Zellenerzeugung allein schon genügt, um die nicht geringen Unterschiede zwischen den Zellen der Fornices und den Zellen der anderen Darmabschnitte zu erklären.

Denn in den Fornices drücken sich die Zellen, indem sie beständig an Zahl zunehmen, gegenseitig an den Seiten und werden, gleich ihren Kernen, lang und schmal; ausserdem rechtfertigt die sich immer erneuernde Jugend der Elemente die spärlichen Einschlüsse, die in ihrem Protoplasma vorhanden, sowie die geringere Zahl der sich zwischen ihnen befindenden Leukocyten.

Älter werdend, rücken die Epithelzellen nach und nach weiter, so dass die ältesten, wenn sie nicht während der Verrückung sich abschuppen, sich zuletzt auf dem Gipfel der Spiralklappe oder auf der dorsalen Mittellinie des Darms befinden.

Also auch bei der Petromyzon-Larve leben und vergehen die Elemente nicht dort, wo sie ursprünglich entstanden. Auch finden wir bei derselben einen besondern Zellenregenerationsherd, der seinen Sitz in den Fornices hat; demzufolge können die Elemente dieser letzteren, die besonders für die Regeneration thätig sind, nicht als gänzlich gleichbedeutend mit den Elementen des Darms betrachtet werden, die besonders für die Funktion thätig sind.

### Mitteldarm einiger Insekten.

#### *Hydrophilus piceus.*

Nachdem ich die bei den Wirbelthieren erhaltenen Resultate mitgetheilt, möchte ich jetzt über einige Beobachtungen berichten, die ich bei einigen Insekten gemacht habe; denn die Art und Weise, wie sich bei diesen die Regeneration des Epithels vollzieht, bietet, bei den verschiedenen untersuchten Species, Unterschiede dar, die mit den bei den Wirbelthieren beobachteten grosse Aehnlichkeit haben. — Ich beginne mit *Hydrophilus*, da man bei keinem der von mir untersuchten Thiere die Abstammung des Darmepithels vom Epithel der schlauchförmigen Darmdrüsen besser als bei diesem nachweisen kann<sup>1)</sup>.

1) Ein ganz kurzer Bericht über diese Untersuchungen wurde

Bei *Hydrophilus* bestehen die Wände des Mitteldarms (Taf. VIII, Fig. 6): 1. aus dem Bekleidungs-epithel, 2. aus der Chitinmembran, 3. aus der Bindegewebsschicht, 4. aus den Muskellagen, 5. aus den sehr zahlreichen Drüsen<sup>1)</sup>.

1. Epithel (Fig. 6). — Es besteht aus einer einzigen Zellenart, nämlich aus langen prismatischen Zellen mit deutlichem seitlichen Contour. Der Kern liegt gegen die Mitte des Zellkörpers, ist unregelmässig oval und mit deutlichem Contour; er enthält bisweilen ein Paar Kernkörperchen, häufiger nur ein einziges, dickes Kernkörperchen mit unregelmässigem Contour, von welchem ein Netzwerk abgeht, das aus feinen Balken und weiten Maschen besteht und deshalb dem Kern ein helles Aussehen giebt. Das Protoplasma ist ebenfalls hell, infolge davon, dass eine Menge Vacuolen besteht, die ihm ein netzartiges Aussehen geben; das Netzwerk ist jedoch in der obern Hälfte der Zelle verhältnissmässig dichter und zeigt dickere Balken als in der tiefen Hälfte. Die Zellen haben, wie gewöhnlich, an ihrem freien Ende einen gestrichelten Saum, der eine ziemliche Dicke und ganz feine Streifen zeigt.

2. Chitinmembran. — Dieselbe liegt unter den Epithelzellen ausgebreitet, deren tiefes Ende ihr direkt aufsitzt. — Auf Vertikalschnitten der Darmwand erscheint sie in Form einer deutlich markirten Linie (Fig. 6b), die in Folge einer Menge Curven und Winkel, dadurch hervorgebracht, dass die Membran nicht eben, sondern gewöhnlich in feine Falten gelegt ist, sehr unregelmässig erscheint. Man kann sie leicht studiren, sowohl wenn man mittelst Zerzupfung der Darmwände Theile davon isolirt, als auch wenn man den in der Länge aufgespalteten Darm ohne Weiteres mit einer verdünnten Aetzkalilösung behandelt, die alle Darmbestandtheile ausser der Chitinmembran zum Verschwinden bringt (Taf. VIII, Fig. 9). Man sieht, dass sie dünn, hyalin, homogen

---

von mir schon in der Sitzung vom 26. Mai 1889 der R. Accademia delle scienze di Torino veröffentlicht.

1) Zur Untersuchung bediente ich mich vorzugsweise der Härtung mit Kleinenberg'scher Flüssigkeit und der Färbung mit Safranin, und besonders mit Hämatoxylin, und wenn nicht anders angegeben, beziehe ich mich auf diese Präparate. Ich verglich sie jedoch mit Präparaten, die mit Osmiumsäure, mit Flemming'scher Flüssigkeit oder mit Sublimat gehärtet waren.

ist, und bemerkt, dass sie ausser den obenerwähnten Faltungen zahlreiche Löcher darbietet, die fast alle von der gleichen Grösse und sehr regelmässig vertheilt sind (Fig. 9a). Man kann leicht erkennen, dass jedes Loch einer Drüsenmündung entspricht. Jedem Loch der Membran entspricht eine Art Zitze oder Trichter (Fig. 10), auf deren Gipfel sich eben die Oeffnung befindet; an den Trichterwänden ist die Membran in feine Falten gelegt, die sich etwa so ausnehmen, wie die Falten einer spanischen Halskrause (Fig. 9b u. 10).

3. Bindegewebsstroma (Fig. 6c). — Es wird von einer aus homogener Substanz bestehenden dünnen Schicht gebildet, die unter der Chitinmembran liegt, von welcher sie sich leicht ablösen lässt und von der sie sich nicht nur durch ein geringeres Refraktionsvermögen unterscheidet, sondern auch dadurch, dass sie bei Behandlung mit Aetzkali leicht verschwindet. Die obere Fläche dieser Schicht erscheint, in gehärteten Stücken, mit einer Menge unregelmässiger Vorsprünge versehen, die den obenerwähnten Falten der Chitinmembran entsprechen. Die untere Fläche sendet Ausläufer ab, welche die Membrana propria der Drüsen ausmachen, und andere Ausläufer, die zwischen die darunter liegenden Muskelfasern dringen.

4. Muskeln. — In den Darmwänden gewahren wir gestreifte Muskelfasern, die, je nach der Richtung, in welcher sie verlaufen, sich in innere longitudinale, in quer verlaufende und in äussere longitudinale Fasern unterscheiden.

Die inneren Längsfasern unterscheiden sich ausser durch ihre Richtung auch durch ihre Form und Feinheit. Es sind längliche, dünne (4—6  $\mu$  dicke) Zellen, die einen dicken ovalen Kern haben und mit mehreren Ausläufern versehen sind; diese letzteren haben, wie der Zellenkörper, einen gegenüber dem Darm vorzugsweise longitudinalen Verlauf und werden immer dünner, je mehr sie sich von den Zellen, denen sie angehören, entfernen. Die Ausläufer benachbarter Zellen verschlingen sich miteinander. Sowohl die Zellen, als ihre Ausläufer, sind quergestreift. Sie liegen im tiefen Theil der obenbeschriebenen Bindegewebschicht, so dass sie auf mit Carmin gefärbten Querschnitten des Darms als kleine circuläre Figuren von verschiedenem Durchmesser erscheinen, die in die Bindesubstanz getaucht sind und leicht mit Kernen verwechselt werden können (Fig. 6d).

Die querverlaufenden oder circulären Fasern (Taf. VIII, Fig. 6 e) unterscheiden sich, je nach ihrem Durchmesser, in dünne und dicke. Die ersteren (mit einem Durchmesser von 5—8  $\mu$ ) sind mehr nach innen gelegen und grenzen also an die obenbeschriebenen Längsfasern; die letzteren (mit einem Durchmesser von 10—12  $\mu$ ) liegen gleich nach aussen von den dünnen, mit denen sie also eine einzige Schicht bilden. Sowohl diese, als die von den inneren Längsfasern gebildete Schicht, werden natürlich von den Drüsen, oder genauer gesagt, von den Drüsenmündungen durchsetzt; ihre Muskelfasern müssen also zum grossen Theil einen wellenförmigen Verlauf haben, da dieselben dort, wo sie auf einen Drüsenhals stossen, auszuweichen gezwungen sind.

Die äusseren Längsfasern (Fig. 6 f) stellen keine wirkliche Schicht dar. Sie bilden Bündel von 2—3 Fasern, die in ihrem Verlaufe bald gegen den Blindsack, bald gegen die Mitte, bald etwas gegen die Mündung der Drüsen gerichtet sind, an deren Membrana propria sie sich anheften. Sie liegen also ziemlich entfernt von den circulären Fasern. Die Bündel verflechten sich ab und zu untereinander und bilden so ein Netz mit sehr langen longitudinalen Maschen; in jeder von diesen befindet sich eine gleich lange Reihe Drüsen. Die einzelnen Muskelfasern sind oft etwas flachgedrückt, 12—20  $\mu$  dick, zuweilen gabelförmig getheilt, und zeigen auf Querschnitten ganz deutlich eine, die Kerne enthaltende, protoplasmatische Axe und eine aus contractiler Substanz bestehende Rinde.

5. Drüsen. — Sie sind sehr zahlreich (Fig. 8 e), so dass sie fast einander berühren, und mit grosser Regelmässigkeit angeordnet. Denn sie liegen in langen, gleichweit von einander abstehenden Längsreihen. Ferner, wenn man sich durch irgend eine Drüse einer Reihe eine zur Richtung der Reihen senkrechte Linie gezogen denkt, schneidet diese die beiden angrenzenden Reihen mitten im Zwischenraum zwischen zwei Drüsen derselben (Fig. 9 a).

Die Drüsen (Fig. 6) sind birnförmig länglich, das dem Blindsack entsprechende Ende ist das dickere. Mit ihrem obern, der Mündung entsprechenden Ende haften sie an der Darmwand; der untere Abschnitt ist frei, so dass die äussere Fläche des Darms, durch eine Linse gesehen, als aus feinen und regelmässig angeordneten Körnchen bestehend erscheint. Sie werden von

einer dünnen, hyalinen, sehr durchsichtigen Membrana propria begrenzt, die, wie ich sagte, ein Fortsatz der Bindegewebsschicht ist. Dieser liegen einige stark abgeplattete und in der Richtung der Längsachse der Drüsen lang gezogene, blasse Zellen auf, die vielleicht den Henle'schen Zellen der schlauchförmigen Magendarmdrüsen der Säugethiere entsprechen.

Den Inhalt der Drüsen bilden zum grossen Theil Epithelzellen, so dass das Lumen verhältnissmässig sehr klein ist und sich nicht über die oberen Drittel der Drüse hinaus erstreckt. — Die Epithelzellen variiren sehr, je nach dem Platze den sie einnehmen. Wir können hier drei Zonen unterscheiden:

Im Blindsack (1. Zone) sind die Zellen klein, von polyedrischer Gestalt (Fig. 6x); sie haben ein Protoplasma mit dichtem Netzwerk und enthalten kleine, rundliche oder ovale Kerne, die ihrerseits mit einem ziemlich dicken Kernkörperchen versehen sind, von welchem ein feines aus Chromatin bestehendes Netzwerk abgeht. — Zwischen diesen Zellen sieht man häufig Mitosen (2—4 auf jedem Drüsenschnitt von 5 $\mu$  Dicke) in allen Stadien. Das Chromatin der Mitosen erscheint unter der Form ganz kleiner, sich intensiv färbender Körnchen oder Kurzstäbchen; die achromatische Spindel ist (obgleich es sich um sehr kleine Zellen handelt) immer deutlich zu erkennen.

In der 2. Zone (Fig. 6y) werden die Zellen platt, lang und sind strahlenförmig angeordnet, so dass sie mit ihrem äussern Ende der Membrana propria der Drüse anliegen, und mit dem innern Ende bis zur Mitte der Drüse reichen, wo sie mit den Zellen der entgegengesetzten Seite zusammenstossen. Ihre Kerne werden dicker, sind oval, und in kurzer Entfernung von der Membrana propria gelegen.

Die 3. Zone beginnt dort, wo das Drüsenlumen anfängt und reicht bis zur Mündung. Die Zellen liegen hier (Fig. 6z) in einer einzigen zwischen dem Lumen und der Membrana propria der Drüse ausgebreiteten Schicht. Sie sind dicker und kürzer geworden, ebenso haben auch der Kern und das Kernkörperchen an Dicke zugenommen. Das protoplasmatische Netzwerk zeigt breitere Maschen, in Folge dessen die Zellen heller erscheinen als die Zellen der beiden vorherbeschriebenen Zonen. Ausserdem bieten die Zellen an ihrer freien Oberfläche einen ge-

strichelten Saum dar, ähnlich dem des Darmepithels, nur etwas dünner.

In der Nähe der Drüsenmündung sind die Zellen gezwungen, ihre Form zu ändern, weil das Drüsenlumen sich erweitert und die Drüse im Gegentheil dünner wird. Sie werden sehr platt, krümmen sich und legen sich convergirend der Spitze des Chitinmembrantrichters an. — Die Membrana propria der Drüse macht diese Krümmung nicht mit; sie läuft in gerader Richtung weiter, durchsetzt die Muskelschicht und verschmelzt sich, an der Oberfläche der Bindegewebsschicht angelangt, mit dieser. In Folge dessen bleibt um den Trichter herum ein von drei Seiten begrenzter circularer Raum (Fig. 6g), nämlich nach innen vom Trichter selbst, nach aussen von der Membrana propria der Drüse und unten von den Plattenzellen des Drüsenepithels begrenzt, ein Raum, der mit einer hellen, wenige Körnchen aufweisenden Flüssigkeit angefüllt ist<sup>1)</sup>.

Was das das Drüsenlumen ausfüllende Sekret anbetrifft, so erscheint dasselbe in Stücken, die in Kleinenberg'scher Flüssigkeit gehärtet worden, homogen, stark lichtbrechend, von schleimigem oder colloidartigem Aussehen.

Lässt sich nach der hier gegebenen Beschreibung des Darms vom Hydrophilus ohne weiteres bestimmen, in welcher Weise die Regeneration des Darmepithels erfolgt? Nein, gewiss nicht, denn das Darmepithel zeigt nie in Mitosis begriffene Zellen. Allerdings finden sich zahlreiche Mitosen in den Drüsen, aber das Drüsenepithel ist durch den Chitinmembrantrichter gänzlich vom Epithel des Darms getrennt. Auf dem Gipfel des Trichters ist zwar ein Loch vorhanden, doch hat dieses viel kleinere Durchmesser als die um die Mündung herumliegenden Drüsenzellen; ausserdem erschienen mir diese Löcher der Chitinmembran (an der mittelst Maceration in verdünntem Alkohol isolirten und in einem etwas mit Eosin gefärbten Tropfen Wasser untersuchten Membran) gewöhnlich durch eine dünne Schicht feinkörniger Substanz geschlossen.

---

1) Diese Beziehungen zwischen den die Drüsenmündung bildenden Elementen sieht man gut in mit einer 1%igen Osmiumsäurelösung gehärteten Präparaten.

Noch ein anderer besonderer Umstand nimmt unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Das Drüsenlumen mündet in das Loch des Chitinmembrantrichters, aber auf der entgegengesetzten Seite fehlt ein das Bekleidungssepithel durchsetzender Ausführungsgang. Die Zellen desselben gehen als fortlaufende Schicht über die Trichter hinüber, wovon man sich, sowohl an Verticalschnitten des Darms (Fig. 6) als auch bei Untersuchung von durch Maceration isolirten Darmepithelfetzen, leicht überzeugen kann. Wozu dient das Sekret, wenn es sich nicht frei in den Darm ergießen kann? Oder ergießt es sich hier vielleicht, indem es sich durch Auseinanderdrängen der darüberliegenden Zellen des Bekleidungssepithels einen zeitweiligen Durchgang verschafft?

Wir finden eine Erklärung, wenn wir einer sehr eigenthümlichen Thatsache Rechnung tragen, die ich bei den Wasserkäfern wahrgenommen und über die ich, wie oben gesagt, schon in meiner Mittheilung vom Jahre 1889 berichtet habe. — Diese Thiere sondern von Zeit zu Zeit mehrere Centimeter lange, ziemlich elastische, weisliche, halbdurchsichtige Schnürchen aus dem After aus. Diese Schnürchen bestehen, von aussen nach innen gehend: 1. aus einer der Essigsäure widerstehenden, gallertartigen, schleimig aussehenden Schicht (Taf. VIII, Fig. 10y); 2. aus der Chitinmembran des Mitteldarms, leicht erkenntlich durch ihre Merkmale und besonders durch ihre Trichter und Löcher (Fig. 10x); dieselbe stellt noch eine Röhre dar, wie sie es im Darm that, so dass sie ein Lumen begrenzt, in dem sich 3. ein aus einer gallertartigen Masse bestehender Inhalt befindet, in welchem Körnchenhaufen von verschiedenem Aussehen und oft schwärzlicher Farbe zerstreut liegen, die offenbar Excremente sind. Keine Spur von Darmepithel.

Bisweilen sondert das Thier zwei oder drei solcher Schnürchen aus, von denen ein jedes einige Centimeter lang ist, andere male nur eines von 10—12 cm Länge und darüber, also von einer Länge, die der Länge des Mitteldarms vom Hydrophilus entspricht.

Es handelt sich also um die Aussonderung der ganzen Chitinmembran des Mitteldarms, die mit einer Sekretschicht belegt ist und Excremente enthält.

Es lag mir daran zu erfahren, wie häufig und mit welcher

Regelmässigkeit diese Aussonderung stattfindet. Zu diesem Behufe hielt ich im Mai und Juni 1889 einige Wasserkäfer isolirt (einen jeden in einem besondern mit Wasser gefüllten Behälter), nährte sie reichlich mit Fleisch und schrieb mir die Tage auf, an denen die Chitinmembran ausgesondert wurde; dies that ich bis zu dem Tage, an welchem ich sie tödtete, um den Darm zu untersuchen. Hier nachstehend die Resultate. Die einzelnen Thiere sind mit Buchstaben bezeichnet; die darauf folgenden Zahlen bezeichnen die Tage, von Anfang an bis zur Tödtung, an denen die Aussonderung stattfand.

A = 5, 12, 17, 20, 21, 23, 24, 26, 28, 32, 34, 36, 39, 40.

B = 12, 16, 17, 20, 22, 24, 27, 29, 36, 37, 42.

C = 12, 17, 20, 21, 24, 26, 29.

D = 13, 19, 21, 23, 24, 28, 31, 34, 38.

E = 10, 13, 18, 19, 20, 21.

F = 5, 6, 10, 12, 17, 20, 24, 28, 30, 33, 35.

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich, sind in den einzelnen Fällen, obgleich im Durchschnitt alle drei Tage eine Aussonderung stattfindet, doch bedeutende Unterschiede vorhanden, denn bei einem und demselben Thiere können wir 6 oder 7 Tage und in der Folge nur 24 Stunden auseinanderliegende Aussonderungen beobachten. Wahrscheinlich steht diese Unregelmässigkeit mit der vom Thiere aufgenommenen Nahrungsmenge in Beziehung. Dies möchte ich annehmen angesichts der Thatsache, dass die Thiere, wie aus der Tabelle ersichtlich, erst 5 bis 13 Tage nach ihrer Isolirung und nachdem mit der Fütterung begonnen worden war, anfangen, die Chitinmembran auszusondern, während später, als das Experiment im Gang war und den Thieren die Nahrungsaufnahme anheimgestellt wurde, die Aussonderungen, im Durchschnitt, in viel kürzeren Intervallen stattfanden.

Weitere Experimente zur Lösung dieser Frage habe ich nicht vorgenommen, denn mir genügte es, festgestellt zu haben, dass diese Aussonderung der Chitinmembran beim *Hydrophilus* ein häufig stattfindender und normaler Vorgang ist. Ich habe denselben bei Thieren beobachtet, die ich monatelang im Laboratorium hielt und die sich immer der besten Gesundheit zu erfreuen schienen.

Mit der Chitinmembran muss sich nothwendigerweise auch das auf ihr liegende Darmepithel lostrennen. Es wäre nicht zu

verstehen, wie der Vorgang sonst stattfinden könnte. Dennoch kann man bei keinem der ausgesonderten Schnürchen eine Spur von Epithel finden. — Die natürlichste Erklärung dieser Thatsache schien mir die zu sein, dass das Epithel, während die Chitinmembran sich noch im Darm befindet, schnell zerstört, verdaut werde. Um festzustellen, ob meine Annahme richtig sei oder nicht, untersuchte ich den Darm der oben erwähnten Wasserkäfer, die ich in verschiedenem Zeitabstand von der letzten Aussonderung tödtete. Wenn meine Annahme begründet war, und wenn die Zerstörung des Epithels nicht ganz plötzlich stattfindet, hätte ich Thiere finden müssen, bei denen der Darm die Chitinmembran in der Absonderung begriffen, aber noch mit ihrem Epithel versehen, darbot. — Und eben dies geschah. Das Darm-lumen der Käfer B und G enthielt nur Massen von schleimigem Aussehen, mit Excrementen; das der Käfer C, D, F wies die Chitinmembran zusammengerollt, in der Absonderung begriffen, ohne Spur von Epithel auf; und endlich das Darm-lumen des Käfers E, den ich 4 Tage nach der letzten Aussonderung tödtete, zeigte die Chitinmembran in der Absonderung begriffen und noch mit seinem Epithel versehen.

Vom Darm des Käfers E gebe ich hier eine kurze Beschreibung, denn aus einem Vergleich desselben mit dem Darm der anderen oben erwähnten Käfer wird man folgern können, in welcher Weise die Absonderung und die Reproduktion der Chitinmembran und ihres Epithels stattfinden.

Der Darm des *Hydrophilus E* ist zusammengezogen (Taf. VIII, Fig. 8); die abgefallene Chitinmembran (a) berührt zum Theil das unter ihr liegende neue Epithel, zum Theil ist es davon losgetrennt und bildet unregelmässige Falten, so dass zwischen ihr und dem oben genannten Epithel Räume bleiben, die mit einer colloid-artigen Substanz angefüllt sind (c), ähnlich jener, die das Sekret der Drüsen bildet, und hier und dort spärliche kleine, rundliche Kerne (Fig. 11 e) aufweisend. An der Chitinmembran sind die Trichter ganz deutlich (Fig. 11). Die obere Fläche der Chitinmembran ist noch regelrecht mit ihrem alten Epithel bekleidet. Die Elemente dieses letzteren sind sehr gut zu erkennen und lassen sich färben (Fig. 11 b). In Präparaten, die in Alkohol gehärtet und mit Pikrocarmin gefärbt worden, weisen die Zellen gewöhnlich oberhalb (selten unterhalb) des Kerns eine grosse

Vakuole auf, haben einen dicken, gestrichelten Saum, dessen Streifen nicht sehr deutlich sind, und zeigen dagegen sehr deutlich hervortretende Längsstreifen in der unter dem gestrichelten Saum liegenden Protoplasmazone.

Was die Darmhäute anbetrifft, so gewahrt man Folgendes: 1. das neue Epithel ist wellig (Taf. VIII, Fig. 8 b u. Fig. 7 a): die Einsenkungen entsprechen den Drüsenmündungen, die Erhebungen den zwischen den Drüsen liegenden Strecken. Seine Zellen haben ein ziemlich helles Protoplasma und zeigen schon einen ziemlich dicken gestrichelten Saum; 2. unter dem Epithel fehlt jede Spur von Chitinmembran; 3. die Bindegewebsschicht (Fig. 7 c) bietet nichts Bemerkenswerthes dar, nur dass die Erhabenheiten ihrer Oberfläche länger und dünner sind; 4. die Muskeln zeigen ebenfalls nichts Bemerkenswerthes; 5. von grossem Belang sind dagegen die von den Drüsen dargebotenen Modifikationen, die man auf den ersten Blick gewahrt, wenn man die Fig. 6 und 7 miteinander vergleicht. Die Drüsen des Käfers E sind klein, kurz, dicht aneinander gelegen (Fig. 8 e). Ihre geringere Grösse erklärt sich, wenn man ihren Inhalt studirt (Fig. 7). Denn in ihnen sind nur zwei von den drei Epithelzonen repräsentirt, die wir in Fig. 6 kennen gelernt haben: die Zone des Blindsacks (die zwischen ihren kleinen polyedriscen Zellen immer mehrere Mitosen darbietet) und die darüberliegende Zone, nämlich die Zone mit langen, schmalen, strahlenförmig angeordneten Zellen. Bezüglich dieser letzteren Zone ist nur zu bemerken, dass in manchen Drüsen jede Spur von Lumen fehlt, während in anderen die der Mündung am nächsten gelegenen Zellen sich nicht mit ihrem centralen Ende berühren, sondern einen hellen Raum frei lassen, der etwas seröse Flüssigkeit zu enthalten scheint (Fig. 7 h). Dagegen fehlt die dritte Zone, die Zone mit dicken, hellen und einen gestrichelten Saum tragenden Zellen und ebenso fehlt jede Spur von Schleimsekret. An Stelle von alledem beobachtet man zwei dicke Zellen (Fig. 7 g) mit grossem Kern und Protoplasma, das sehr hell ist, weil von einem feinen Netzwerk mit sehr weiten Maschen gebildet. Zuweilen beobachtet man zwischen diesen zwei Zellen eine dritte, die von ihnen zusammengedrückt wird (oben citirte Fig.). Diese Zellen bezeichnen die Grenze der Drüse, denn ihnen liegt direkt das Bekleidungs-epithel des Darms an; und eben nur in diesem Stadium

erschien mir das Drüsenepithel in direktem Zusammenhang (ohne dazwischenliegende Chitinmembran) mit dem Bekleidungs-epithel.

Denn beim Käfer D, der sich in einem nur wenig mehr vorgeschrittenen Stadium befand, als der vorgenannte (die abgefallene Chitinmembran war noch im Darm, aber ihr Epithel war schon verdaut), sah man zwischen den beiden hellen Drüsenzellen und dem Darmepithel schon den mit seinen morphologischen Merkmalen versehenen Chitinmembrantrichter liegen. Der Trichter scheint der sich zuerst bildende Theil der Chitinmembran zu sein, denn mit den stärksten Vergrößerungsgläsern konnte ich bei diesem Thiere noch nicht das Vorhandensein der Chitinmembran zwischen dem Darmepithel und der Bindegewebs-schicht feststellen.

Dagegen liess sich bei den Käfern C und F, trotzdem die abgefallene Chitinmembran sich noch im Darm befand, die neugebildete Chitinmembran sowohl an den Drüsenmündungen als auch zwischen dem Darmepithel und der Bindegewebs-schicht nachweisen. Sie war hier also schon vollständig. — Die Drüsen waren noch klein; unter dem Trichter sah man noch die beiden hellen und dicken Zellen, aber unterhalb dieser häufte sich schon Schleimsekret an.

Bei den Käfern B und G war die abgefallene Chitinmembran schon vom Darne ausgesondert worden. Bei ihnen waren die Drüsen gross und mit Sekret angefüllt, die neue Chitinmembran schon deutlich ausgebildet.

Aus der Untersuchung des Darms dieser, im Mai und Juni 1884, und anderer, im April desselben Jahres getödteten Thiere habe ich betreffs des Vorgangs beim Wechsel des Mitteldarms folgende Anschauung gewonnen.

Kurz vorher ehe die Chitinmembran sich löst, werden die Drüsen durch die zahlreichen Epithelzellen, die sich hier durch Karyokinese vervielfältigt haben, und durch das von denselben erzeugte Schleimsekret (Fig. 6), das sich durch das feine Loch der Chitinmembran hindurch nicht in den Darm ergiessen kann, stark ausgedehnt.

Es erfolgt nun die theilweise Ausscheidung des Drüseninhalts, und sie wird bewirkt, sowohl durch den Druck des in den Drüsen befindlichen Schleims als durch die Zusammenziehung der Muskeln (die in ungestümer Weise wirken muss). Die Con-traktion der Muskeln bringt die Drüsen nahe aneinander, derart,

dass sie sich gegenseitig drücken. Betreffs der äusseren Längsmuskeln ist zu bemerken, dass sie ihren Druck, eben weil sie sich gewöhnlich gegen die Mitte der Drüsen inseriren, besonders auf den Inhalt der oberflächlichen Hälfte ausüben, d. h. auf jenen Theil, der hinausgedrängt werden soll. — Unter diesem Druck drängt sich das Schleimsekret zwischen die Chitinmembran und die darunter liegende Bindegewebsschicht und löst jene von dieser los. So findet sich denn der Chitinschlauch, innen mit Epithel bekleidet, frei im Darmlumen und ist an seiner äussern Fläche mit jener Schleimschicht überzogen, die zu seiner Loslösung gedient hat und die wir constant sowohl auf der noch im Darmlumen liegenden (Fig. 8c) als auch auf der vom Thiere schon ausgesonderten Chitinmembran (Fig. 10y) gefunden haben<sup>1)</sup>.

Dieselbe Contraction, die das Schleimsekret aus den Drüsen gepresst hat, drängt auch die Drüsenzellen hinaus, die dieses letztere umgeben. Sie legen sich auf die das Darmlumen begrenzende Bindegewebsschicht und bilden hier die neue Bekleidungs-epithelschicht. In diesem Augenblick sind die Drüsen (Fig. 8e) also klein, gegeneinandergepresst, ohne Schleim, und ihr Epithel ist in direktem Zusammenhang mit dem den Darm bekleidenden Epithel (Fig. 7), das von ihnen her stammt. Aber bald bildet sich zwischen jenem Epithel und diesem der Chitinmembrantrichter der die beiden wieder voneinander trennt und sich dann zwischen dem Darmepithel und der dasselbe tragenden Bindegewebsschicht ausdehnt; bei den Drüsen (Fig. 6) nehmen die der Mündung am nächsten gelegenen Zellen wieder ihre schleimabsondernde Thätigkeit auf und erzeugen neue Schleimsubstanz, während die im Blindsack gelegenen Zellen sich durch Mitose vervielfältigen; und so ist der Darm in kürzer Zeit wieder zu einer neuen Absonderung der Chitinmembran und seines Epithels gerüstet.

Der Hydrophilus unterscheidet sich also von den bisher

---

1) Diese Art der Lösung erinnert mich an die von T o d a r o (Ricerche fatte nel Laboratorio di anatomia di Roma, 1878) beim Epidermiswechsel der Reptilien beobachtete, wobei sich ebenfalls eine Schleimschicht bildet, welche die alte Epidermis von der neuen trennt; mit dem Unterschied jedoch, dass die Schleimsubstanz bei den Reptilien kein Drüsensekret ist, sondern ein Degenerationsprodukt einer besondern Epithelschicht.

studirten Thieren dadurch, dass während im Darm dieser letzteren sich nacheinander einzelne Zellen abschuppen, bei ihm sich die Epithelschicht in ihrer Gesamtheit abschuppt und reproducirt<sup>1)</sup>.

### Melolontha vulgaris.

Ende April 1890 untersuchte ich den Mitteldarm von *Melolontha*, den ich zum Theil in Pikrinsäure, zum Theil in Hermann'scher Flüssigkeit (zubereitet nach der Hermann'schen Vorschrift für die Moleche) gehärtet hatte. Die Schnitte wurden mit Safranin gefärbt oder mit Gentianaviolett und alsdann mit Chromsäurelösung behandelt<sup>2)</sup>.

Ist der Darm durch Nahrungsstoffe ausgedehnt, dann lässt ein Querschnitt desselben sowohl die Faserhaut als die Epithelschicht in Kreisform erkennen. Ist der Darm dagegen mehr oder weniger zusammengezogen, dann erscheinen zahlreiche Faltungen, die fast ausschliesslich die Epithelschicht betreffen (Taf. IX, Fig. 1). — Diese vom Epithel allein gebildeten Falten erklären sich, wenn man die Formveränderungen seiner Zellen in Betracht zieht. Die in den mittleren Theilen der Falte gelegenen Zellen werden sehr lang, nehmen die Form eines, mit seiner Basis nach der freien Oberfläche gerichteten, abgestutzten Kegels an und haben einen ovalen Kern, der in der oberflächlichen Hälfte des Elements gelagert ist. Je mehr wir uns dagegen den lateralen Theilen der Falte nähern, werden die Zellen immer kürzer, nehmen die Form eines mit der Basis nach dem tiefen Ende gerichteten abgestutzten Kegels an, und ihr Kern rückt allmählich in die tiefe Hälfte der Zelle.

---

1) Eine kurze Beschreibung mit Zeichnung des Darms vom *Hydrophilus* findet sich in der bekannten Arbeit Frenzel's über den Mitteldarm der Insekten. (Dieses Archiv, vol. 26, pag. 229, s. Taf. IX, 1885.) Frenzel hat jedoch die innere Längsmuskelschicht nicht unterschieden; ausserdem sind ihm, eben weil er das Vorhandensein der Chitinmembran nicht bemerkt und die Thatsache der periodischen Regeneration derselben und ihres Epithels nicht gekannt hat, die sonderbaren genetischen Beziehungen zwischen dem Drüsenepithel und dem Darmepithel unbekannt geblieben. Nach ihm regenerirt sich dieses letztere durch direkte Theilung seiner Zellen.

2) Bizzozero, Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie, vol. III (1886), pag. 24.

Die Zellen haben einen deutlichen seitlichen Contour, sind an der freien Oberfläche von einem ziemlich dicken, augenscheinlich aus nebeneinander liegenden Stäbchen bestehenden gestrichelten Saum begrenzt, und enthalten ein ziemlich dickes, in der Längsrichtung leicht gestreiftes Protoplasma.

Die ovalen Kerne zeigen das Chromatin nicht in Form von untereinander anastomosirenden Balken, wie dies bei den Zellen der Säugethiere der Fall, sondern in Form von Körnchen oder kurzen Stäbchen, die augenscheinlich unabhängig von einander sind und in der Grösse nicht bedeutend variiren.

In den Epithelzellen gewahrt man Einschlüsse (enclaves) in verschiedener Menge, ähnlich jenen die man bei den Säugethiern beobachtet. Die Grösse derselben kann sehr variiren, von der Grösse ganz kleiner Körnchen bis zu der von Kügelchen mit einem Durchmesser von  $10\ \mu$  und mehr. Sie bestehen aus einer colloidartigen Substanz, in welcher man, an Zahl und in der Grösse variirende Körnchen von stark chromatophiler Substanz bemerkt (Taf. IX, Fig. 2a). — Bei einigen im Juni gefangenen Maikäfern waren diese Kügelchen ausserordentlich zahlreich.

Wie regenerirt sich nun das Epithel des Mitteldarms von *Melolontha*?

Auch wenn wir es mit der grössten Sorgfalt untersuchen, finden wir bei keiner Zelle Anzeichen die auf Vorgänge direkter oder indirekter Theilung hindeuteten. Die Kerne sind alle oval, und ihre Chromatinsubstanz verharret im Zustande der Ruhe.

Aber wenn wir unser Augenmerk auf die Grenzlinie zwischen dem Epithel und den Muskelfaserlagen richten, finden wir Gebilde, wie wir sie beim Triton kennen gelernt haben: wir gewahren nämlich Sprossen, die, vom Epithel ausgehend, die Grenzlinie durchsetzen, auf kurzer Strecke unter dem Epithel sich fortsetzen und dann in ein abgerundetes Ende auslaufen (Fig. 1 b, 2, 3). Sie sind von einer Bindegewebsschicht umhüllt, die eine Einstülpung der *Tunica propria* darstellt, und bestehen aus Elementen von offenbar epithelialeem Charakter. Denn ihre rundlichen oder ovalen Kerne unterscheiden sich von den Kernen des oberflächlichen Epithels nur dadurch, dass sie etwas kleiner sind. In der Beschaffenheit des Protoplasmas und der Form und Grösse der Zellen ist ein Unterschied vorhanden; denn das Protoplasma ist hier dünner als in den Cylinderzellen, und der Zellenkörper ist sehr klein und

bald polyedrisch gestaltet, bald, in Folge des von den benachbarten Zellen ausgeübten Drucks, zusammengedrückt (Fig. 3). Aber diese Unterschiede sind nur durch den Altersunterschied der Elemente bedingt; denn wenn wir von den Sprossen nach dem Bekleidungsepithel gehen, sehen wir, dass das Protoplasma dicker wird und die Zellen an Grösse zunehmen, länger werden und sich parallel den ausgewachsenen Cylinderzellen anordnen, deren Form sie dann allmählich annehmen (Fig. 3).

Nunwohl, unter diesen jungen Epithelzellen sieht man häufig solche, die in Karyokinese sich befinden (Fig. 2 u. 3); ja, nicht selten trifft man in ein und derselben Sprosse zwei gleichzeitig in Karyokinese sich befindende Elemente an (Fig. 2). Diese Mitosen treten, wenn gut gefärbt, sehr deutlich hervor, und da die Chromosome sich durch ihre Farbe von dem hellen und farblosen Grund des Zellenkörpers abheben, kann man sie auch bei einer Vergrösserung von 50 d. erkennen. Bei starker Vergrösserung wird auch die achromatische Spindel deutlich wahrgenommen.

Wir erkennen also in diesen Sprossen die Elemente, die zur Regeneration des Mitteldarmepithels dienen; eine Regeneration die, nach der Zahl der Mitosen und der Zahl der subepithelialen Sprossen zu urtheilen, eine sehr lebhafte sein muss, da man von diesen letzteren im Durchschnitt 15 bis 25 in einem Darmquerschnitt zählt.

#### **Ditiscus marginalis und Cybister Roeselii.**

Der Mitteldarm von *Ditiscus* ist 15—18 mm lang; er ist ziemlich dünn, aber dafür mit sehr zahlreichen blind endigenden Taschen (*Bursae ventriculares*) versehen. Diese sind kurz und spärlich in der hintern Darmhälfte; in der vordern dagegen sind sie etwas dicker und sind so dicht beieinander gelegen und so lang, dass sie wie Zotten aussehen.

Jede Tasche macht, gleich nachdem sie sich vom Darm abgesetzt hat, eine Biegung nach vorn, nach hinten oder seitwärts und verschlingt sich auf verschiedene Weise mit den sie umgebenden Taschen. Dieselben fangen leicht zusammengezogen an, erreichen schnell ihren grössten Durchmesser (Taf. IX, Fig. 4), werden dann nach und nach dünner und laufen in ein meistens knopfartig aufgetriebenes Ende aus.

Diese ihre Besonderheiten in Form und Verlauf kann man

studiren, wenn man den Darm mit der Linse untersucht oder die Anhänge selbst mit Nadeln isolirt. Fig. 4 stellt eine Zotte von mittlerer Grösse dar, die etwas länger als 1 mm war und die mit Nadeln isolirt wurde. Zu diesem Studium eignen sich dagegen nicht Querschnitte des Darms, denn wegen des unregelmässigen Verlaufs der Taschen ist es fast unmöglich, oder doch nur reiner Zufall, eine solche, von ihrem blinden Ende bis zu ihrer Mündung in den Darm, auf der vom Schnitt dargestellten Ebene verfolgen zu können (Fig. 5). Von einigen Taschen sieht man nur die Mündung, von anderen nur verschiedene Theile des freien Endes. Diese letzteren scheinen, wie leicht einzusehen, ohne Zusammenhang mit dem Darm, und es bedarf einer ununterbrochenen Schnittreihe, um feststellen zu können, dass sie ebenfalls in den Darm münden. Ferner sind in den Darmquerschnitten einige Taschen der Länge nach, andere schräg oder quer durchschnitten; einige sind entsprechend ihrer Medianebene gespalten und zeigen daher ihr Lumen und das dasselbe begrenzende Epithel, während andere einer Tangentialebene entlang getroffen sind und deshalb ihr Lumen nicht zeigen und wie feste Stränge aussehen, die gänzlich mit, in schrägem oder querem Durchschnitt sich darbietenden, Epithelzellen ausgefüllt sind.

Der Darm ist mit einschichtigem Cylinderepithel ausgekleidet, das, ohne eine Modification zu erfahren, sich in das die Taschen auskleidende Epithel fortsetzt. Es besteht aus schönen Zellen mit deutlichen Umrissen und mit einem netzförmig aussehenden Protoplasma, das, in den in Kleinenberg'scher Flüssigkeit gehärteten Präparaten, um den Kern herum dichter zu sein pflegt, als in den Rindenschichten der Zelle. Der Kern liegt meistens im mittleren Theil der Zelle (selten ist er etwas nach dem einen oder anderen Ende gerückt), ist oval und mit einem grossen, ebenfalls ovalen Kernkörperchen und Spuren von Netzwerk versehen. — An der freien Oberfläche tragen die Zellen einen dicken gestrichelten Saum, der oft die Stäbchen, aus denen er besteht, deutlich erkennen lässt. Ja, es ist nicht schwer, Stellen zu finden, an denen die Stäbchen so individualisirt sind, dass man ein Flimmerepithel zu sehen meint.

Diese Besonderheiten der Epithelzellen studirt man besser an den die Taschen (Taf. IX, Fig. 6) als an den den Darm auskleidenden Zellen, da die Epithelschicht in diesem letztern zahlreiche feine

Längsfalten bildet, die zu Zerrungen, zu Pressungen, zu verschiedenen Verunstaltungen der dieselbe bildenden Zellen Anlass geben.

Wenn wir nun, nachdem uns die Anordnung des Darmepithels bekannt, untersuchen wollen, wie sich dessen Elemente regeneriren, sind wir beim ersten Blick geneigt, Frenzel Recht zu geben und mit ihm anzunehmen, dass die Regeneration nicht durch indirekte Theilung erfolgt. Denn die Epithelzellen zeigen uns alle ihren Kern im Zustand der Ruhe; und dies gilt sowohl von den den Darm als von den die Taschenmündungen auskleidenden Zellen. — Andererseits aber geht aus einer genauen Untersuchung hervor, dass auch keine Spuren von direkter Theilung vorhanden sind; die Zellen haben alle einen einzigen, ovalen, nie quersackartig eingeschnürten Kern.

Die Lösung der Frage kann man nur erhalten, wenn man das Verhalten des Epithels in den Taschen studirt.

Diese sind, wie schon gesagt, gleich nach dem Anfang dick und werden dann nach und nach dünner; dementsprechend ist ihr Lumen im Anfang weit und wird immer enger, je mehr wir uns dem blinden Ende nähern. Dies geschieht jedoch nicht in gleichmässiger Weise; denn gewöhnlich wechseln Erweiterungen und Verengerungen im Lumen ab, die ihm ein kropffartiges oder rosenkranzartiges Aussehen geben. An diesen Stellen scheint das Lumen, wenn die Tasche nicht in der Medianebene, sondern einer Tangentialebene entlang durchschnitten wurde, in mit einander in Verbindung stehende und durch Sepimente von einander getrennte Kammern getheilt (Fig. 5b); die Sepimente bestehen natürlich aus längeren Epithelzellen, als diejenigen es sind, die sich an dem aufgetriebenen Theile des Kropfes befinden (Fig. 9). Das Lumen ist mit einem farblosen oder etwas gelblichen, bald ziemlich homogenen und colloidartigen, bald feinkörnigen und Vacuolen von verschiedener Grösse aufweisenden Sekret angefüllt und wird von demselben erweitert.

Wenn wir nun das die Innenfläche der Taschen bekleidende einschichtige Epithel untersuchen, finden wir, dass dessen Zellen, je nach dem Punkte, den wir betrachten, sehr verschieden sind. In der dem Darm zugewendeten Hälfte der Tasche haben sie die grössten Durchmesser und ist ihr gestrichelter Saum am meisten entwickelt (Fig. 6). In der äusseren Hälfte, nach dem Blindsack gehend, finden wir dagegen, dass der gestrichelte Saum immer

dünnere wird und zuletzt verschwindet, und dass ebenso die Zellen immer dünner und kürzer, ihre Kerne immer kleiner werden. In Fig. 7 habe ich Cylinderzellen, von vorn, im optischen Querschnitt gesehen, dargestellt; beim ersten Blick erkennt man, dass die Gruppe a einer der Mündung nahe gelegenen, die Gruppe b dagegen einer vom blinden Ende wenig entfernten Stelle entnommen ist.

Schon diese fortschreitende Modification der Zellen für sich allein zwingt uns, anzunehmen, dass die Zellenerzeugung im Blindsack stattfindet und dass die neu hervorgebrachten Zellen, wenn sie, älter werdend, an Umfang zunehmen, zugleich auch weiter vorrücken und nach und nach die Tasche in ihrer ganzen Länge durchlaufen, bis sie zuletzt an die Darmsurface gelangen.

Doch können wir noch auf eine andere Thatsache hinweisen, die diese Annahme zur Gewissheit macht. Während nämlich in dem den Darm und in dem die Taschen auskleidenden Epithel keine Spur von in Mitosis sich befindenden Elementen vorhanden ist, sind solche in dem jungen Epithel des blinden Endes sehr häufig. Fig. 8 stellt den Querschnitt eines dieser Endknöpfe dar; zwischen den dicht bei einander liegenden kleinen Zellen mit noch undeutlichen Umrissen finden sich zwei Mitosen im Doppelsternstadium. Einige Schnitte meiner Präparate enthalten sogar 5—6 Mitosen. Gewöhnlich sind in jeder dieser Gruppen die Mitosen alle beinahe in dem gleichen Stadium. — Die Chromatinsubstanz der Mitosen ist gewöhnlich spärlich, die achromatische Spindel ist immer deutlich zu erkennen.

Der Regenerationsherd des Darmepithels findet sich also in den Endknöpfen der Taschen; und die hier durch mitotische Theilung entstandenen Zellen nehmen, während sie nach und nach von anderen nach ihnen entstandenen Zellen gegen den Darm hin gedrängt werden, an Umfang zu und bekommen die Merkmale vollkommener Epithelzellen. —

Die gleichen Resultate, sowohl in makroskopischer als in mikroskopischer Hinsicht, erhielt ich (im Juli 1889) beim Darm von *Cybister Roeselii*, einem zur Familie des vorgenannten gehörenden Insekt.

Die Darmtaschen wirken also bei diesen Insekten nicht nur bei der Sekretion mit, sondern stellen auch den Regenerations-

herd des Darmepithels dar. Dieser ihrer Hauptmerkmale wegen kann man sie also als gleichbedeutend mit den schlauchförmigen Drüsen der Säugethiere betrachten.

### Acridiodea.

Meine Untersuchungen wurden in zwei verschiedenen Jahren gemacht: im Jahre 1889 untersuchte ich der Verwandlung nahe Larven von *Pezotettix pedestris*<sup>1)</sup> und eines *Stenobothrus* von unbestimmter Art, die ich im Juli in Valdieri (in den Meeralpen), etwa 1400 m über dem Meere, fing. Da ich keine anderen Flüssigkeiten bei mir hatte, gebrauchte ich zur Härtung nur Alkohol, der sich jedoch als vollständig ausreichend erwies. Im Jahre 1891 untersuchte ich einige Exemplare von *Pachytylus stridulus*, die ich in den Voralpen, nördlich von Varese, etwa 1000 m über dem Meere, fing; der Darm dieser letzteren wurde in Flemming'scher Flüssigkeit oder in Sublimat gehärtet.

Der Nahrungskanal dieser Heuschrecken ist geradlinig, und, wie bekannt, münden in den Anfangstheil jenes Abschnitts, der die Merkmale des Mitteldarms darbietet, 12 Bursae ventriculares (6 obere und 6 untere), deren tiefes (der Mündung entgegengesetztes) Ende spitz zuläuft und blind ist. Die oberen dieser Taschen haben das blinde Ende nach oben gerichtet, die unteren hingegen nach unten; jene sowohl als diese liegen in ihrer ganzen Länge dem Darm an, der deshalb in dem mit diesen belegten Abschnitt wie ein Quirl aussieht. Diese Taschen können, sowohl ihres Epithels als ihrer Beziehungen zum Mitteldarm wegen, als Divertikel dieses letzteren betrachtet werden. Zerlegt man den Nahrungskanal in eine Reihe Querschnitte, dann kann man sich leicht davon überzeugen, dass das Epithel der Speiseröhre (erkennbar an der dessen freie Oberfläche bekleidenden Chitinschicht) dort aufhört, wo die oberen Taschen ausmünden. An dieser Stelle nimmt das Epithel die Merkmale des den Mitteldarm auskleidenden Epithels an: seine Zellen nämlich, abgesehen von den

---

1) Die Bestimmung dieses und der anderen Insekten verdanke ich meinem verehrten Collegen Prof. Camerano, dem ich hierfür und für das Untersuchungsmaterial, zu welchem er mir verholfen hat, öffentlich meinen Dank ausspreche.

anderen Modificationen, bekommen an ihrer freien Oberfläche den charakteristischen gestrichelten Saum.

Die Tunica propria des Mitteldarms der Heuschrecken ist nicht eben. Sie zeigt (Taf. IX, Fig. 10) eine grosse Zahl von sich senkrecht zu ihrer Oberfläche aufrichtenden Plattenerhebungen. Diese Erhebungen sind zum Theil longitudinal, zum Theil quer oder schräg zur Längsaxe des Darms angeordnet und anastomosiren untereinander, sodass sie der freien Oberfläche der Schleimhaut (wenn diese durch Maceration in verdünntem Alkohol ihres Epithels beraubt, und bei schwacher Vergrösserung untersucht wird) ein netzartiges Aussehen geben, oder besser gesagt, ein Aussehen, das an die Zellen eines Bienenstocks erinnert, deren offenes Ende dem Beobachter zugewendet ist. Da diese Erhebungen vollständig mit Epithel bekleidet sind, so stellt eine jede dieser Zellen einen, entsprechend ihrer Centralaxe mit einem engen Lumen versehenen, Drüsensack dar. Wir haben so Gebilde vor uns, die sich vollständig mit den schlauchförmigen Darmdrüsen der Säugethiere vergleichen lassen.

Was die Bursae ventriculares anbelangt, so zeigt Fig. 11, die in schwacher Vergrösserung den Querschnitt einer der oberen Taschen darstellt, deutlich deren allgemeine Struktur. Die sie begrenzende Tunica propria weist eine Reihe von ziemlich gleichmässig angeordneten Längsfalten auf, die deren Oberfläche bedeutend vermehren. Sie ist ihrerseits mit einschichtigem Cylinderepithel bekleidet. — Die unteren Taschen sind kürzer und dünner als die oberen und ermangeln der Längsfalten; das Epithel ist dagegen das gleiche.

Untersuchen wir nun die Beschaffenheit dieses Epithels, und zwar zunächst bei *Pachytylus*.

Die einzelnen Epithelzellen (Fig. 12) sind verhältnissmässig gross, haben markirte Umriss und einen sehr dicken Saum mit deutlich erkennbaren Streifen. Der Kern ist gegen die Mitte der Zelle gerückt, aber gewöhnlich liegt er der Basis näher als dem freien Ende. Er ist ebenfalls gross, hat deutliche Umriss und enthält eine grosse Zahl kleiner Chromosome. Das Zellenprotoplasma hat ein netzartiges Aussehen, zeigt jedoch vorwiegend longitudinal zur Längsaxe der Zelle gerichtete Streifen.

In diesen ausgewachsenen Zellen finden sich keine Spuren von direkter oder indirekter Theilung.

Dagegen kann man sich leicht davon überzeugen, dass die Regeneration des Epithels durch einen karyokinetischen Process erfolgt, der in der Tiefe des Epithels, an umschriebenen Stellen vor sich geht, denen man mit Recht den Namen „Keimcentren“ geben könnte. An diesen Stellen (Taf. IX. Fig. 12a) sehen wir kleine, ovale Zellen mit ziemlich homogenem, wenige Körner aufweisendem Protoplasma und einem Kern, der das eine oder andere Stadium der Mitose darbietet. Die Chromatinfäden sind dick, sehr deutlich; die achromatischen Fäden hingegen sind wenig oder gar nicht zu erkennen. Neben diesen Zellen liegen andere (Fig. 12b), deren Kern sich im Zustand der Ruhe befindet und die bei ihrer fortschreitenden Entwicklung nach und nach die Merkmale der oberflächlichen Epithelzellen annehmen, zwischen welche sie sich schieben, indem sie allmählich nach oben in die Epithelschicht rücken, bis sie mit ihrem obern Ende an die freie Oberfläche gelangen. Nunmehr bildet sich der gestrichelte Saum und die Zelle ist vollkommen geworden.

Hat sich ein Keimeentrum infolge der Vervielfältigung und der Volumzunahme seiner Elemente vergrößert, dann drückt es die Darmwand, der es anliegt, ein und erzeugt so eine Ausstülpung, eine Hervorragung über die äussere Darmoberfläche (Fig. 12x). Es entstehen dann ähnliche Gebilde, wie die, welche wir bereits bei *Melolontha* kennen gelernt haben.

Solche Keimeentren finden sich sowohl im Epithel des Mitteldarms als in dem der oben beschriebenen Taschen. Im Darm liegen sie gewöhnlich im tiefsten Theil der vorhin beschriebenen Drüsensäcke, und dies ist ein weiterer Beweisgrund dafür, dass diese letzteren gleichwerthig sind mit den schlauchförmigen Drüsen der Säugethiere. Bei den Heuschrecken, die ich in *Valdieri* untersuchte (*Pezotettix* und *Stenobothrus*) habe ich, bezüglich der Struktur des Mitteldarms und seiner Taschen, und bezüglich des Regenerationsprocesses des Epithels das Gleiche beobachtet, wie bei *Pachytylus*. Dieselben unterscheiden sich von diesem nur dadurch, dass 1. die Cylinderepithelzellen und deren Kerne bei ihnen einen etwas geringeren Umfang haben, und ebenso der gestrichelte Saum eine geringere Dicke hat als bei *Pachytylus*; 2., dass die Keimeentren nicht über die äussere Darmoberfläche hervorragen. Die sie bildende Elementengruppe höhlt sich eine Nische im tiefen Ende der Cylinderzellen aus

(Fig. 10 und 13). — Betrachtet man die einzelnen Elemente näher, dann sieht man, dass die tiefsten klein, und weil gegen die Tunica propria gedrückt, auch stark abgeplattet sind. Die über ihnen liegenden Elemente müssen also nicht nur an Grösse zunehmen, sondern sich auch in ihrer Form bedeutend verändern, um den Cylinderzellen ähnlich zu werden, in die sie sich schliesslich umbilden.

Die Regeneration des Darmepithels ist bei den Heuschrecken eine sehr lebhaft. In jedem Darm- oder Taschenquerschnitt fand ich im Durchschnitt 2—4 Mitosen. Die Zahl der Keimcentren ist natürlich viel grösser, denn viele von diesen enthielten, obgleich die Kerne in ihnen alle Merkmale der Jugend darboten, in dem Augenblick, als das Stück in die Fixierungsflüssigkeit getaucht wurde, keine in Theilung begriffene Kerne. Man kann sagen, dass in Darm jeder Drüsensack ein Keimcentrum an seinem blinden Ende darbietet.

---

Wie ich schon weiter oben sagte, kann ich hier nur fragmentarische Beobachtungen über die Genesis des Darmepithels bei den Insekten mittheilen; es fällt mir also nicht ein, Schlüsse von allgemeiner Geltung aus ihnen zu ziehen. Es war nur meine Absicht, nachzuweisen, dass auch bei den Insekten die Epithelregeneration durch Mitosis mit verschiedenen Modalitäten, wie bei den Wirbelthieren, stattfindet.

Denn bei den Bursae ventriculares zweier Heuschreckenarten (*Pezotettix* und *Stenobothrus*) z. B. liegen die Keimcentren einfach in der Tiefe der Epithelschicht und lassen hier wirkliche Ersatzzellen entstehen, ungefähr so, wie es unter den Vertebraten beim Frosche und bei der Eidechse geschieht.

Bei den Taschen von *Pachytylus* und beim Mitteldarm von *Melolontha* dagegen ragen die Keimcentren an der unteren Fläche der Epithelschicht hervor und erzeugen so, mit den Haufen ihrer jungen Zellen, Einstülpungen in die Tunica propria des Darms, die sich mit den uns bei den Säugethieren vom Triton dargebotenen vergleichen lassen.

Und endlich beim Mitteldarm aller drei Heuschreckenarten finden sich die Keimcentren in der Tiefe von Drüsensäcken, die

mit den schlauchförmigen Drüsen des Darms bei den Säugethieren verglichen werden können.

Eine noch weiter vorgeschrittene Manifestation dieser Thatsache bieten uns *Ditiscus* und *Cybister*. Hier sind die Drüsensäcke so entwickelt, dass sie nicht mehr in der Dicke der Darmhäute liegen; sie erscheinen als sehr zahlreiche an der äusseren Darmfläche haftende Zotten. Ihrer Form und ihrer Struktur nach lassen sie sich mit den Taschen der Heuschrecken vergleichen; aber hinsichtlich der Epithelsregeneration ist ein nicht unbedeutender Unterschied vorhanden. Denn bei den Heuschrecken erfolgt die Regeneration durch kleine, zahllose, im Epithel sowohl der Taschen als des Mitteldarms zerstreut liegende Centren, während das Darmepithel bei *Ditiscus* und *Cybister* nie Mitosen darbietet, und was das Epithel der Drüsensäcke anbelangt, so finden sich die Mitosen nur an deren blindem Ende; so dass eine hier entstandene Zelle einen langen Weg machen muss, um, in ihrer Entwicklung fortschreitend, die ganze Tasche zu durchlaufen und an die Darmsoberfläche zu gelangen, wo sie später ihren Untergang findet.

Die von mir erhaltenen Resultate bezüglich der Regeneration des Darmepithels bei diesen Insekten stimmen also ganz und gar nicht mit den von Frenzel<sup>1)</sup> erhaltenen überein, der auf Grund seiner an einer grossen Zahl von Arten vorgenommenen Untersuchungen zu der Annahme kam, dass die Regeneration bei denselben durch direkte Theilung erfolge. Denn auf Seite 293 sagt er: „Die eigentlichen Epithelzellen im Mitteldarm der Insekten, gleichgültig ob sie dem Darmschlauch selbst oder auch dessen Ausstülpungen angehören, gleichgültig ferner, ob sie dem Typus der langgestreckten Cylinderzellen oder dem der rundlichen Schleimzellen zuzuzählen sind, pflanzen sich auf dem Wege der direkten (amitotischen) Kerntheilung (Holoschisis) fort, während die specifischen Drüsenzellen der Krypten sich auf dem Wege der indirekten (mitotischen) Kerntheilung (Karyolyse) vermehren.“ Und diese seine Ansicht bestätigte er in einem neuerdings veröffentlichten Artikel<sup>2)</sup>, in welchem er, gegenüber H. E. Ziegler, nochmals die mitotische Theilung des Epithels bekämpft

1) Frenzel, Archiv f. mikrosk. Anatomie, 1885, XXVI, p. 229.

2) Frenzel, Biolog. Centralblatt, 1891, XI, pag. 562.

und behauptet, dass „die Kryptenzellen morphologisch wesentlich von den Epithelzellen verschieden sind und nicht Regenerationsherde für diese vorstellen“.

Wie aus diesen Citaten erhellt, hat Frenzel wohl Mitosen im Darm mehrerer Insekten (*Blatta*, *Melolontha*, *Geotrupes*, *Hydrophilus* etc.) gesehen, glaubt aber, dass sie sich nie in dem eigentlichen Darmepithel finden, sondern nur in dem Epithel der Drüsenkrypten, und nimmt ohne Weiteres an, dass die beiden Epithelarten ganz unabhängig von einander sind.

Hier ist nun zu bemerken, dass er zu den Drüsenkrypten nicht nur jene Gebilde rechnet, die es wirklich sind, wie z. B. die Einstülpungen des Darms bei *Hydrophilus*, sondern auch Gebilde, die den von mir beim Darm und bei den Taschen der Heuschrecken unter dem Namen „Keimcentren“ beschriebenen entsprechen. Er hat sie bei *Blatta* und bei *Bombus* gesehen und beschrieben; und obgleich auch er zugibt, dass sie in der Dicke der Cylinderepithelschicht des Darms liegen, betrachtet er sie doch als von diesem Epithel unabhängige und vielmehr den Charakter der Drüsen tragende Gebilde, sei es, weil die sie bildenden Elemente von denen des Darmepithels verschieden sind, sei es, weil er gesehen haben will, dass ein feiner Absonderungsgang von ihnen abgeht, der sich von der Spitze der vermeintlichen Drüse bis zum Darmlumen erstreckt<sup>1)</sup>.

Dieselbe Ansicht bezüglich der Keimcentren hat auch Faussek<sup>2)</sup>, der sie bei einer Heuschrecke (*Eremobia muricata*) studirte. Auch Faussek fand keine Mitosen in den Zellen des Darmepithels, während er solche in den Drüsenkrypten sah, die er ohne Weiteres als Drüsen bezeichnet. Ja, er behauptet, in diesen die *Membrana propria* gesehen und mit Sicherheit den Absonderungsgang (den er auch auf Tafel XXXVI, Fig. 1 zeichnet) erkannt zu haben, der jedoch, „da höchst dünn, nicht immer deutlich zu sehen ist“.

Gegen die Ansicht Faussek's und Frenzel's haben sich neuerdings H. E. Ziegler und O. vom Rath ausgesprochen<sup>3)</sup>.

1) Frenzel, Archiv für mikroskop. Anatomie, I. c. pag. 247, Taf. VIII, Fig. 19.

2) Faussek, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, 1887, XLV, p. 694.

3) Ziegler und vom Rath, Biolog. Centralblatt; XI, No. 24 (v. 31. Dezember 1891).

In ihrer Arbeit behandeln sie unter anderm auch kurz den Mitteldarm der Insekten und meinen, gleich mir, dass die Drüsenkrypten nichts anderes seien, als Regenerationsherde für das Darmepithel.

Zu diesem Schlusse muss man kommen, wenn man eine genaue histologische Untersuchung macht. Denn es bestehen allerdings, wie Frenzel will<sup>1)</sup>, sowohl die Kerne als den Zellkörper betreffende Unterschiede zwischen den Elementen der Keimcentren und den Zellen des Darmepithels, aber diese (die Grösse und die Form der Kerne, die Menge und Vertheilung ihres Chromatins und die Menge und Struktur des Zellenprotoplasmas betreffende) Unterschiede sind eben solche, wie sie stets zwischen den jungen und den ausgewachsenen Formen eines und desselben Elements angetroffen werden. — Was die von Faussek gesehene Membrana propria der Drüse anbetrifft, so existirt dieselbe überhaupt nicht, wie man sich besonders bei in Alkohol fixirten Stücken überzeugen kann; denn bei diesen trennt sich das ausgewachsene Epithel leicht von der Tunica propria des Darms ab, während die die Keimcentren bildenden Zellen an derselben haften bleiben und gewöhnlich nur etwas verschoben und von einander losgetrennt sind. Ebenso ungenau ist die Behauptung Frenzel's, dass die Uebergangsformen zwischen den beiden Zellenformen fehlen; in gut ausgefallenen Präparaten sind die Uebergangsformen deutlich zu sehen, und ich habe sie in Fig. 12 gezeichnet. Was die vermeintlichen Absonderungsgänge anbetrifft, so habe ich dieselben, trotzdem ich nach verschiedenen Methoden (Alkohol, Sublimat, Flemming'sche Flüssigkeit) fixirte Stücke untersuchte, nie gesehen, und die Bemerkung Faussek's, dass sie, da „höchst dünn, nicht immer deutlich zu sehen sind“, lässt mich vermuthen, dass er ihres Vorhandenseins nicht so sicher ist, als es beim ersten Blick scheinen möchte. Nur zu leicht kann ein Zellencour, eine kleine Lostrennung zwischen zwei Zellen, von einem wenn auch nur in geringem Grade voreingenommenen Beobachter als Absonderungsgang gedeutet werden. Wir haben hierfür schon verschiedene Beispiele in der Wissenschaft gehabt, und es ist wohl nicht nöthig, dass ich sie anführe. — Trotz alledem könnte man doch an eine drüsenartige Be-

---

1) Frenzel, *Biolog. Centralblatt*, XI. pag. 562 (1891).

schaffenheit denken, wenn man im Innern der Zellen oder zwischen diesen das secernirte Material anträte; aber gerade das Gegenheil von dem beobachtet man in den Keimcentren, wo der Zellkörper sehr klein ist, die Elemente gegen einander gedrückt liegen und sich an keiner Stelle eine Spur von Sekret oder auch nur von Drüsenlumen findet.

Uebrigens muss jeder Zweifel über die Abstammung des Darmepithels vom Epithel seiner Einsenkungen schwinden, angesichts der Thatsachen, die ich bei *Hydrophilus* beschrieben. Bei diesem Thiere ist der Mitteldarm mit einer Cylinderepithelschicht bekleidet, die von einer Chitinnenmembran getragen wird, und diese besitzt zahlreiche der Mündung ebensovieler birnförmiger Drüsen entsprechende Löcher. Das Darmepithel zeigt nie Mitosen, während solche im Epithel der Drüsen zahlreich sind. Dies könnte beim ersten Blick zu der Annahme verleiten, wie Frenzel es auch angenommen hat, dass das Darmepithel sich durch direkte Theilung vervielfältige und die Mitosen der Drüsen nur dazu dienten, um die bei der Funktionsthätigkeit zu Grunde gehenden Elemente der Drüsen selbst zu ersetzen. Doch nichts von alledem. *Hydrophilus* sondert in Zwischenräumen von wenigen Tagen das gesammte Epithel des Mitteldarms und die dasselbe tragende Membran ab; und während diese Epithelschicht sich von der Darmwand löst, bildet sich durch eine Verschiebung und eine Umbildung des Darmdrüsenepithels eine neue Epithelschicht darunter. — Mir scheint, dass kein vom Menschen ersonnenes Experiment über die Abstammung des Darmepithels soviel Aufklärung geben könnte, als jene Reihe Thatsachen, die uns bei *Hydrophilus* die Natur spontan darbietet.

Bei diesen Schlussfolgerungen sind jene Insekten ausgeschlossen, deren Mitteldarm der Drüsenkrypten und Keimcentren ermangelt. Hier kann man natürlich noch nicht sagen oder annehmen, dass die Regeneration durch Mitose erfolge; aber ebenso wenig kann man sagen oder annehmen, wie es Frenzel thut, dass sie durch direkte Theilung erfolge. Das, was wir bei den von mir und bei den von Ziegler und vom Rath untersuchten Insekten gesehen haben, gebietet uns grosse Vorsicht, eine Vermehrung auf amitotischem Wege anzunehmen. Es ist ja möglich, dass der Herd oder die Herde der mitotischen Regeneration auf umschriebene Stellen beschränkt sind, wie es nach Ziegler und

vom Rath bei *Campodea Staphylinus* der Fall ist, wo ein solcher Herd zwischen dem Schlund und dem Mitteldarm seinen Sitz hat; oder es kann auch sein, dass der Regenerationsprocess kein sehr lebhafter ist, sodass die wenigen Elemente, die ihm aufweisen, schwer nachgewiesen werden können, oder endlich kann es auch sein, dass die Regeneration nur in Perioden von ganz kurzer Dauer stattfindet und kann so geschehen, dass die histologische Untersuchung des Darms nicht mit der Periode zusammenfällt, in welcher sie stattfindet. Es sind dies alles Fragen, die nur durch ausgedehntere Untersuchungen gelöst werden können.

---

Bevor ich schliesse, halte ich es für angebracht, die bei meinen Untersuchungen über das Darmepithel erhaltenen Resultate kurz zusammenzufassen; und zwar halte ich dies um so mehr für angebracht, als die verschiedenen Theile meiner Arbeit in langen Zwischenräumen veröffentlicht wurden und ich bei Abfassung derselben nicht vermeiden konnte in viele Einzelheiten einzugehen, die die Geduld des Lesers wohl allzusehr in Anspruch genommen und ihm manchmal gehindert haben könnten, richtig zu erfassen, was ich darzuthun wünschte.

Ich werde nur von dem handeln, was die Wirbelthiere betrifft, denn, wie ich schon sagte, sind die Untersuchungen, die ich an den Insekten gemacht, zu unvollständig, und andererseits habe ich die bei diesen erhaltenen Resultate schon vorher kurz zusammengefasst. — Beim Darm der Vertebraten werde ich zuerst die Protoplasmazellen und dann die Schleimzellen besprechen.

### I. Das protoplasmatische Epithel.

Um die Darstellung der verschiedenen Formen, die das protoplasmatische Epithel bei den verschiedenen Thieren aufweist, klarer zu machen, wird es gut sein einen, gegenüber dem bisher befolgten, umgekehrten Weg zu nehmen, nämlich vom Einfachen zum Zusammengesetzten vorzuschreiten: ich werde also bei den Thieren, deren Darm mit einer einfachen Epithelschicht bekleidet ist, anfangen und jene Thiere, bei denen die Zusammensetzung des Darms wegen des Vorhandenseins von schlauchförmigen Drüsen eine complicirte ist, zuletzt besprechen.

Ein allgemeines Princip erhellt jedoch aus meinen Untersuchungen, nämlich: dass die Regeneration des Darmepithels bei den Vertebraten immer durch Mitose erfolgt. — Die Unterschiede zwischen einer Klasse und der anderen bestehen nur in den verschiedenen, von der Epithelschicht dargebotenen Complicationen und in dem verschiedenen Sitz der Regenerationsherde.

1. Eine sehr einfache Struktur bietet uns *Petromyzon*. Die Darmschleimhaut ist glatt, weist weder Zotten noch Drüsen auf; man bemerkt hier nur eine mächtige Längsfalte (auf der hier beigefügten Tafel VIII, Fig. 1b), die die Schleimhautoberfläche vergrössert und in ihrem Schoosse einen Leukocyten-Erzeugungsherd birgt. Die ganze Schleimhautoberfläche ist mit einfachem Cylinderepithel bekleidet, mit dem Unterschied jedoch, dass die Zellen an dem durch das Zusammenstossen der Falte mit den Darmwänden gebildeten Fornix (oben genannte Fig. g) lang, schmal und stark gegeneinander gedrückt (Fig. 4), im übrigen Theil der Schleimhaut dagegen kurz und breit sind (Fig. 3). Dieser Unterschied kommt daher, dass eben im Fornix die Regeneration des Epithels stattfindet. Hier sieht man, wie der Kern einer Epithelzelle nach dem freien Ende des Elements rückt, in allen seinen Durchmesser zunimmt und das Chromatin in Form von kurzen Stäbchen darbietet, die dicker und besser gefärbt sind als die Körner der in Ruhe sich befindenden Kerne (Fig. 4 c). Nach und nach macht der Kern die weiteren Stadien der Mitose durch. Die Zelle, die kürzer und dicker geworden war (Fig. 5), wird oval und keulenförmig, darauf lässt sie an ihrem unteren Ende eine Einbuchtung ins Protoplasma erkennen (Fig. 5c), die sie zuletzt in zwei kleine gepaarte Zellen theilt; diese letzteren endlich werden, indem sie allmählich an Länge zunehmen, in Form und Ausdehnung den um sie herumliegenden ausgewachsenen Zellen ähnlich.

In den Fornices also üben die Zellen, indem sie sich stark vermehren, einen Druck aufeinander aus und werden in Folge dessen lang und schmal. Aelter werdend rücken sie dagegen allmählich nach dem Gipfel der Spiralklappe und nach der dorsalen Medianlinie des Darms; und hier können sie kürzer und breiter werden, da ihnen der Raum dazu von den älteren Zellen

gewährt wird, die sich beständig abschuppen und in das Darm-lumen fallen.

Also schon bei Petromyzon fangen wir an wahrzunehmen, trotzdem das Epithel einschichtig und die Schleimhaut glatt ist, dass die Elemente nicht dort leben und zu Grunde gehen, wo sie ursprünglich entstanden; und den Grund davon finden wir in der Thatsache, dass der Regenerationsherd in beschränkten Stellen der Schleimhaut (Fornices) seinen Sitz hat. Deshalb können die Epithelien dieser letzteren, die besonders für die Regeneration thätig sind, nicht als gänzlich gleichbedeutend mit den Epithelien des übrigen Darmtheils, die ausschliesslich der Funktionsthätigkeit obliegen, betrachtet werden.

2. Ein complicirteres Epithel als im Darm von Petromyzon finden wir im Darm des Frosches und mehr noch in dem der Eidechse, nämlich insofern als der Darm dieser Thiere nicht eine, sondern zahlreiche (in verschiedener Richtung, aber vorwiegend longitudinal verlaufende) Falten aufweist, und mit der Zahl der Falten nothwendigerweise auch die Zahl der zwischen ihnen liegenden Fornices zunimmt. Jedoch beobachtet man auch bei diesen Thieren, dass der Regenerationsherd besonders in den Fornices seinen Sitz hat, weshalb denn auch die jungen Epithelelemente sich vorwiegend in diesen finden und die Elemente von hier aus nach den hohen Theilen der Falten rücken. Ich sage vorwiegend und nicht ausschliesslich, denn einige in Mitosis sich befindende Elemente kann man zuweilen auch in dem die Falten bekleidenden Epithel antreffen.

Bei diesen Thieren ist sodann bemerkenswerth, dass man ausser den, wie bei Petromyzon, im oberflächlichen Theil der Epithelschicht gelegenen Mitosen (auf der hier beigefügten Tafel VII, Fig. 4) noch andere in der Tiefe der Epithelschicht gelegene Mitosen in ziemlich grosser Menge antrifft (Fig. 3A, B). Aus diesen gehen junge Ersatzzellen hervor, die im Anfang ihres Daseins zwischen den tiefen Enden der ausgewachsenen Zellen eingeschlossen liegen (Fig. 5c) und erst später mit einem Ende den freien Saum des Epithels erreichen. Diese Ersatzzellen sind, ebenso wie die in der Tiefe gelegenen Mitosen von denen sie herstanmen, weniger zahlreich beim Frosche als bei der Eidechse; in den Fornices dieser letzteren sind sie zuweilen in so grosser

Zahl vorhanden, dass sie eine fortlaufende Schicht (Fig. 1) unterhalb der oberflächlichen Cylinderzellen bilden<sup>1)</sup>.

3. Von Bedeutung sind die Modifikationen, die das Darmepithel bei den Schwanzlurchen darbietet. — Wir haben gesehen, dass auch beim Triton die Schleimhautfläche durch zahlreiche Längsfalten bedeutend vergrößert wird (dieses Arch., Bd. XL, Taf. XIX, Fig. 9), dass die Mitosen bei ihm vorwiegend in den Fornices ihren Sitz haben, und dass eine gewisse Zahl sich in Mitosis befindender Zellen im oberflächlichen Abschnitt der Epithelschicht angetroffen wird (Fig. 16); aber wir haben auch gesehen, dass die Zahl der in der Tiefe gelegenen Mitosen und Ersatzzellen (Fig. 17) eine sehr grosse ist, so dass die Haufen junger Zellen nicht nur die Dicke der Epithelschicht vermehren (Fig. 10c), sondern auch zahlreiche epitheliale Sprossen entstehen lassen, die sich in das Bindegewebe der Schleimhaut schieben. Diese Sprossen liegen in sehr gleichmässiger Weise nebeneinander. Dies lässt sich in den Darmquerschnitten (Fig. 12 u. 13) wegen des verschiedenen Contractionszustandes des Darmes und wegen der Verschiebungen, die die Contraction in den verschiedenen Bestandtheilen der Schleimhaut hervorruft, nicht erkennen; wohl aber lässt sich dies erkennen, wenn man die Schleimhaut von ihrer innern Fläche betrachtet, nachdem man das oberflächliche Epithel entfernt hat, und zwar verfährt man dabei auf folgende Weise: man nimmt ein frisches Darmstück, spritzt mit zwei Theilen Wasser verdünnten Alkohol hinein und schliesst es mit einem Faden an beiden Enden; man lässt es so 1—2 Tage in demselben verdünnten Alkohol; sodann spaltet man es in der Länge, entfernt das oberflächliche Epithel, indem man mit einem Pinsel die Schleimhautfläche leicht bestreicht und untersucht es ohne weiteres, oder nachdem man es mit Pikrocarmin oder einem andern Mittel gefärbt hat, mit dem Mikroskop. Anstatt des Alkohols kann man auch die Müller'sche Flüssigkeit, zu gleichen Theilen mit Wasser verdünnt, gebrauchen. Bei schwacher Vergrößerung kann man die Merkmale und die Anordnung der Schleimhautfalten studiren; den Raum zwischen einer Falte und der andern

---

1) Dem Darmepithel des Frosches ist das der Kröte, und dem Darmepithel der Eidechse das von *anguis fragilis* ähnlich.

(Fig. 1 der hier beigelegten Tafel X) sieht man dann ganz von den Epithelialsprossen eingenommen, die eine Form zwischen kugelförmig und polygonal haben (Fig. 1c), im Durchmesser etwas von einander differiren, aber dieselbe gleichmässige Anordnung zeigen, die man in ähnlichen Präparaten, bei den schlauchförmigen Drüsen der Säugethiere beobachtet. Diese Sprossen bestehen constant aus vier Elementarten: aus zahlreichen jungen protoplasmatischen Epithelzellen (Fig. 2c), zwischen denen sich einige Mitosen, einige junge Schleimzellen und einige grobkörnige Leukocyten (Fig. 2g) finden<sup>1)</sup>. — An den Stellen, an denen der Pinsel stärker gewirkt hat, hat er nicht nur das oberflächliche Cylinderepithel entfernt, sondern auch einige Sprossen mitgerissen; an Stelle derselben sieht man also die Höhlungen, in welchen sie enthalten waren (Fig. 2d). Solche leere Höhlungen sind jedoch verhältnissmässig selten, weil sie an ihrer Mündung auf die Schleimhautfläche (Fig. 2e) etwas enger sind, als im übrigen Theil und so die Elemente der Sprossen gegen die Pinselstriche, die schon das die Schleimhaut bekleidende Epithel fortgeschafft haben, gewissermaassen geschützt sind.

Ich glaube, dass diese subepithelialen Sprossen allen Schwanzlurchen eigen sind. Denn ausser beim Triton habe ich sie auch bei den anderen von mir untersuchten Schwanzlurchen gefunden, nämlich bei *Salamandra maculosa*, *Sperlepes fuscus*, *Salamandrina perspicillata* und beim Axolotl<sup>2)</sup>. Die grössten hat *Salamandra*, die kleinsten Axolotl. Genauer gesagt misst ihr mittlerer Durchmesser 120—150  $\mu$  bei *Salamandra*, 70—100  $\mu$  bei *Sperlepes*, 50—70  $\mu$  beim Triton, 40—60  $\mu$  bei *Salamandrina*, 32—40  $\mu$  beim Axolotl.

1) Die Leukocyten treten besonders in den in Müller'scher Flüssigkeit, die Schleimzellen in den in Alkohol gehärteten Präparaten hervor.

2) Die Untersuchungen machte ich an Thieren, die ich der Gefälligkeit des Prof. Camerano, Direktor des Museums f. vergl. Anatomie in Turin, verdanke und die seit langer Zeit in verdünntem Alkohol conservirt worden waren. Trotz dieses, für die histologische Untersuchung der inneren Organe nicht gerade günstigen Umstandes, waren die Elemente der Epithelialsprossen doch gut erhalten; denn man konnte in derselben, ausgenommen die Sprossen bei Axolotl, noch die Mitosen und die jungen Schleimzellen erkennen; der Schleim dieser letzteren färbte sich bei Behandlung mit einer wässrigen Safraninlösung noch gelb.

Das Vorhandensein dieser seltsamen Epithelialsprossen im Darm der Schwanzlurche, die wie Drüsen aussehen aber in Wirklichkeit keine Drüsen sind, weil sie weder Lumen noch Ausführungsgang haben und kein Sekret absondern, erklärt uns die einander widersprechenden Behauptungen, die wir bezüglich des Vorhandenseins von Drüsen im Darm dieser Thiere bei den verschiedenen Autoren finden. Leydig<sup>1)</sup> lässt sie beim Salamander als Drüsen gelten und giebt sogar eine Zeichnung von ihnen, in welcher offenbar subepitheliale Sprossen dargestellt sind; Maria Sacchi<sup>2)</sup> beschreibt beim Triton Drüsenschläuche, deren Zellen von den Epithelzellen der Darmschleimhaut etwas verschieden seien; Wiedersheim<sup>3)</sup> schreibt, dass im Mitteldarm der Amphibien (ohne genau anzugeben ob Urodela oder Anura) zahlreiche mit Cyliinderepithel ausgekleidete Lieberkühn'sche Drüsen vorhanden seien; Pfitzner<sup>4)</sup> spricht ebenfalls von Drüsen im Darm des Salamanders und da er in derselben zahlreiche Mitosen fand, (während er im Darmepithel keine sah) folgert er, dass die Mitosen bestimmt sind, die bei der Funktionsthätigkeit zu Grunde gehenden Zellen der Drüsen selbst zu ersetzen. Brass<sup>5)</sup> beschreibt bei den Salamandern und Tritonen schlauchförmige Drüsen, die zwischen den Zotten ausmünden; ja er giebt sogar eine Zeichnung, in welcher man den Ausführungsgang von einer runden Drüse abgehen, das Bekleidungssepithel des Darms durchsetzen und an der Oberfläche ausmünden sieht; Paneth<sup>6)</sup> beschreibt und zeichnet, wie ich schon an anderer Stelle sagte, im Dünndarm des Tritons Drüsen, die zuweilen sich gabelförmig theilen und mit dem Darmepithel ähnlichen Cyliinderepithel ausgekleidet sind; Heidenhain<sup>7)</sup> lässt beim Salamander und beim

---

1) Leydig, Histologie, pag. 361 der französischen Uebersetzung, Paris 1866.

2) Maria Sacchi, Atti della Società italiana die scienze naturali, vol. XXIX (Seite 28 des Separatabdruckes).

3) Wiedersheim, Lehrbuch der vergl. Anatomie, 2. Aufl., 1886, pag. 573.

4) Pfitzner, Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. XX, 1882, p. 141.

5) Brass, Kurzes Lehrb. der normalen Histologie etc. — 1888, pag. 335—36.

6) Paneth, Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. XXXI, pag. 174.

7) Heidenhain, Pflüger's Archiv, XLIII, Suppl., pag. 23—28.

Axolotl die Drüsen gelten, während er sie beim Frosche und beim Triton in Abrede stellt. Er meint, dass bei diesen beiden Thieren das den Lieberkühn'schen Drüsen entsprechende Organ in den zwischen den Falten gelegenen Fornices zu sehen ist.

Dass die Forscher in ihrer Meinung nicht übereinstimmen, kommt wahrscheinlich daher, dass sie den Darm in verschiedener Weise untersuchten. Diejenigen, die ihn vorwiegend an zur Schleimhaut vertical gerichteten Schnitten studirten, können leicht zu der Anschauung gekommen sein, dass er keine Drüsen besitze, denn in solchen Präparaten ist es nicht immer leicht, die Epithelialsprossen von einfachen Epithelverdickungen zu unterscheiden; oder aber sie haben hier, wie es Paneth und vielleicht auch Sacchi passirt ist, mit Cylinderepithel ausgekleidete schlauchförmige Drüsen gesehen, weil sie die Vertikalschnitte zweier nebeneinander liegenden Darmfalten mit Drüsenschläuchen verwechselten. Diejenigen hingegen, die, wie Leydig, ihre Untersuchungen an gespalteten und ausgebreiteten Darm vorgenommen haben, dessen Schleimhaut also gegen den Beobachter gerichtet war, haben hier Drüsen gesehen, indem sie durch die Aehnlichkeit des Bildes mit dem Darm der Säugethiere dargebotenen getäuscht wurden; sie haben nicht den Unterschied in der Struktur zwischen den Epithelialsprossen der Urodela und den wirklichen schlauchförmigen Drüsen bemerkt.

4. Das Darmepithel kann uns endlich eine weitere Modifikation darbieten: die Bildung wirklicher schlauchförmiger Drüsen. — Was die Bedeutung dieser Drüsen anbelangt, so glauben wir auf Grund unseres Studiums derselben bei den Säugethiern die Meinung Derjenigen verwerfen zu müssen, die da annehmen: dass diese Drüsen in Struktur, Funktion und genetischer Beziehung unabhängig vom Bekleidungssepithel des Darms sind. Denn wenn wir die Zellen der Drüsen-Blindsäcke und des Bekleidungssepithels miteinander vergleichen, finden wir allerdings bedeutende Unterschiede zwischen ihnen: die ersteren sind kleiner, haben weniger deutliche, seitliche Umrisse, ein helleres Protoplasma, einen mehr nach der Basis gerückten Kern, und ermangeln des charakteristischen gestrichelten Saums. Aber diese Unterschiede vermögen noch nicht darzuthun, dass sie verschiedener Natur sind; denn viel grössere Unterschiede sind z. B. zwischen den Zellen des Malpighi'schen Netzes und

jenen der Hornschicht der Epidermis vorhanden, und trotzdem zweifelt doch Niemand daran, dass diese von jenen abstammen. Dagegen muss man in Betracht ziehen: 1. dass man in allen Drüsen constant eine stufenweise erfolgende Umbildung von den Zellen des Blindsacks zu den Zellen des Bekleidungsepithels beobachtet; noch nie habe ich in einer Drüse einen unvermittelten Uebergang von jenen zu diesen gesehen, noch nie habe ich z. B. des gestrichelten Saums entbehrende Zellen neben solchen mit einem gestrichelten Saum von bedeutender Dicke liegen sehen; 2. dass die Umbildung schon in der Tiefe der Drüse ihren Anfang nimmt, so dass das Epithel in manchen Drüsen (Drüsen des Mastdarms und des Duodenum beim Hunde) schon gegen deren Mitte die ausgeprägtesten Merkmale (den gestrichelten Saum nicht ausgeschlossen) des Bekleidungsepithels angenommen hat<sup>1)</sup>. Bei diesen Drüsen ist also mehr als die Hälfte des Schlauchs mit Zellen ausgekleidet, die ganz und gar dem Typus des Darmepithels angehören; 3. dass bei den den Darm bekleidenden Zellen nie auf direkte oder indirekte Theilung hindeutende Anzeichen gefunden werden; da sich nun diese Zellen beständig abschuppen, so kann man ihren Regenerationsherd nur im Epithel der schlauchförmigen Drüsen suchen, die in der That an Mitosen sehr reich sind; 4. dass in den schlauchförmigen Drüsen zahlreiche Schleimzellen vorhanden sind, die im Blindsack entstehen und, allmählich weiter rückend und sich modificirend, den ganzen Schlauch durchlaufen, bis sie an die Oberfläche der Schleimhaut gelangen. Nunwohl, da die Schleimzellen weiterrücken, müssen dies auch die zwischen ihnen liegenden Protoplasmazellen thun.

Diese Thatsachen, die ich in einer nunmehr seit 5 Jahren fortgeführten Reihe Untersuchungen bei verschiedenen Thieren festgestellt habe, bestärken mich immer mehr in der schon im Jahre 1887 in der Sitzung vom 20. September des Aerzte-Congresses zu Pavia<sup>2)</sup> von mir ausgesprochenen Meinung, nach wel-

---

1) In den schlauchförmigen Duodenaldrüsen des Menschen sah Schaffer (Sitzgs.-Ber. der Wiener Akademie, Mathemat.-naturw. Klasse, Bd. C, Abth. III, 1891, Sitzung vom 3. Dec. 1891, S. 25) die Zellen mit gestricheltem Saum bis fort zum blinden Ende gelangen.

2) Atti del Congresso medico di Pavia, vol. I, pag. 133.

cher „das Vorhandensein zahlreicher Mitosen in den Galeati'schen (Lieberkühn'schen) Drüsen, in den Uterusdrüsen und in den Magengrübchen seine Erklärung darin findet, dass diese scheinbaren Drüsen als einfache Einstülpungen eines in beständiger physiologischer Abschuppung sich befindenden Bekleidungs-epithels betrachtet werden können. Die beständige Regeneration findet nun nicht an der Stelle statt, an welcher sich die grösste Funktionsthätigkeit des Epithels kundthut, nämlich an der freien Oberfläche, sondern eben in diesen drüsenartigen Gebilden“<sup>1)</sup>.

Im Darm der Säugethiere stellen also die schlauchförmigen Drüsen, wenn sie auch bei der schleimabsondernden Funktion mitwirken, doch eigentlich mehr den Regenerationsherd für das die freie Oberfläche der Schleimhaut bekleidende Epithel dar. Die durch Mitosis im Schlauche entstandenen Zellen rücken, mit ihrem untern Ende auf der Membrana propria der Drüse hinstreichend, weiter und gelangen so allmählich bis zur Oberfläche der Schleimhaut.

Gegen die Annahme dieses Princips könnte man folgende Einwendung machen: wenn das Epithel des Darms von dem vorrückenden Epithel seiner Drüsen herrührte, müsste das numerische

---

1) Diese meine Meinung wurde von Grassi gebilligt, der in derselben Sitzung (l. c.) nach mir sprach und sich auf Untersuchungen, die er am Darm der Chaetognaten vorgenommen, stützte. Sie war jedoch Heidenhain noch nicht bekannt, als er in seiner oben citirten Arbeit über die Schleimhaut des Dünndarms, die im darauffolgenden Jahre, und genauer gesagt am 20. August 1888 veröffentlicht wurde, eine ähnliche Meinung, aber in sehr unentschiedener Weise, aussprach. — Patzelt (Sitzgsber. der Wiener Akad. Bd. LXXXVI, Abth. III, pag. 145, 1882) schloss aus Untersuchungen, die er über die Entwicklung der Schleimhaut des Dickdarms vorgenommen, dass beim Embryo des Schweins, der Katze und des Menschen das Epithel der Darm-schleimhaut von Brutzellen abstamme, die sich im Blindsack der schlauchförmigen Drüsen finden. Er dehnte seine Untersuchungen jedoch nicht auf den ausgewachsenen Darm aus. Und da er ausserdem die Gewebe in Müller'scher Flüssigkeit (die sich zur Nachweisung der Mitosen nicht eignet) gehärtet hatte, lassen seine Schlüsse, wie auch er selbst zugiebt, Zweifel zu. Sie sind aber auch, soweit sie sich auf den Embryo beziehen, nicht ganz genau; so behauptet er z. B., dass die Wucherung nur am blinden Ende stattfindet und dass jeder Beweisgrund fehlt um anzunehmen, dass sie sich auch auf den übrigen Theil der Drüse ausdehnen könne.

Verhältniss zwischen Schleim- und Protoplasmazellen bei beiden Epithelien das gleiche sein; dies ist aber nicht der Fall: Das Drüsenepithel ist viel reicher an Schleimzellen als das Darmepithel. — Dieser anscheinende Widerspruch erklärt sich leicht. Ich lasse ausser Betracht, dass die Verminderung der Schleimzellen eine Folge davon sein könnte, dass sie eine kürzere Lebensdauer haben als die Epithelzellen und also zu Grunde gehen, ehe sie die freie Oberfläche des Darms erreicht haben. Von grösserem Belang ist die Thatsache, dass die Mitose der Schleimzellen, wie man dies sehr gut in den Rectumdrüsen des Hundes beobachtet, ausschliesslich am blinden Ende stattfindet, während die Mitose der Protoplasmazellen weiter nach oben rückt, in der ganzen Länge des Drüsenschlauchs stattfinden kann; ja, bei einigen Drüsen (z. B. bei den Colondrüsen des Kaninchens) befindet sich der Hauptherd der Mitosen in der Nähe der Drüsenmündung. Hiernach wird man leicht begreifen, dass je mehr wir uns dem Darmepithel nähern, die Zahl der Schleimzellen verhältnissmässig immer mehr abnehmen muss.

Wenn beim Darm das Bekleidungs-epithel aus den schlauchförmigen Drüsen herstanmt, darf man doch nicht glauben, dass das Gleiche für jedes andere ebenfalls mit schlauchförmigen Drüsen in Zusammenhang stehende einfache Cylinder-epithel gilt. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man das Uterus-epithel untersucht. Die schlauchförmigen Drüsen sind hier ebenfalls an Mitosen reich, und sicherlich entstehen, wenn das Uterus-epithel durch irgend einen Process zu Grunde gegangen, aus ihnen die Elemente des neuen Epithels. Aber diesen Fall gänzlichen Zugrundegehens ausgenommen, besitzt das Uterusepithel auch in sich selbst die Elemente zu seiner Regeneration; denn in veränderlicher Zahl, je nach den verschiedenen Thätigkeitsperioden des Uterus, zuweilen aber in sehr grosser Zahl, trifft man auch in der Epithelbekleidung des Uterus in Mitosis sich befindende Epithelzellen an. Die Fig. 7a und b auf der hier beigefügten Tafel X zeigt sie uns beim ausgewachsenen Meer-schweinchen.

## II. Die Schleimzellen.

Aus meinen Untersuchungen habe ich bezüglich des Lebens der Schleimzellen interessante Resultate erhalten. Wenn ich nicht

irre, lösen sie einige Fragen, die auch in neuester Zeit die Beobachter sehr beschäftigt haben.

Beiläufig muss ich bemerken, dass das Sekret der von mir untersuchten Schleimelemente mir immer jene granulöse Struktur gezeigt hat, die von F. E. Schulze, Langley, Paneth und Anderen in ihnen nachgewiesen wurde. Die Körnchen, die im frischen Zustande sichtbar sind, werden (mit seltenen Ausnahmen) durch zweitägige Härtung in Pikrinsäure und besonders in Herrmann'scher Flüssigkeit gut erhalten. — Zwischen den Körnchen liegt eine Substanz, die wegen der kugelförmigen Form derselben wie ein Netzwerk mit circulären Maschen gestaltet sein muss (dieses Archiv Bd. XL, Taf. XIX, Fig. 14c) und die sich im tiefen Theil der Zelle in das den Kern umgebende Protoplasma fortsetzt.

Die Diskussionen hinsichtlich der Schleimzellen betreffen besonders zwei Fragen: die Beziehungen zwischen ihnen und den Zellen des protoplasmatischen Darmepithels und die Art und Weise, wie sich die Schleimsekretion vollzieht.

Was die erstere Frage anbetrifft, so wurde ehemals von Einigen behauptet, dass die Schleimzellen (Becherzellen) nur das Produkt einer künstlichen Veränderung der gewöhnlichen Epithelzellen seien, die in grossem Maassstabe nach dem Absterben des Gewebes und besonders unter dem Einflusse einiger Reagentien, z. B. der Müller'schen Flüssigkeit, stattfände (Doenitz, Lipsky, Erdmann, Sachs u. s. w.). Nachdem dann die wirkliche Existenz der Schleimzellen nachgewiesen wurde, forschten Viele nach dem Ursprung derselben. Ich werde mich hier mit der Geschichte des Gegenstandes nicht beschäftigen; denn erst vor Kurzem hat sie Paneth eingehend behandelt<sup>1)</sup>. Nur bemerken will ich, dass die Mehrzahl der Forscher zu der Anschauung kam, dass die Schleimzellen das Produkt einer Transformation der gewöhnlichen Cylinderzellen des Darms sind; diese beginnen damit, Schleim nach ihrem freien Ende abzusondern, sodann fällt der gestrichelte Saum ab und das Schleimklümpchen ergiesst sich in den Darm (Knauff, Basch, Edinger, Klein, Hebold, Leydig, Patzelt, List, Paneth, Stöhr, Schaffer).

1) Paneth, Dieses Archiv XXXI, pag. 146.

Was die letztere Frage anbetrifft, so gehen nach Einigen die Schleimzellen nach Elimination ihres Sekrets zu Grunde und schuppen sich ab; nach Andern hingegen produciren sie nach Ausleerung des Schleims neuen Schleim oder verwandeln sich in gewöhnliche Epithelzellen.

Diese Fragen konnten bis jetzt nicht gelöst werden, und der Grund davon ist der, dass man die Schleimzellen, da noch nicht bekannt war, dass sie während ihrer Entwicklung sich verrücken, nur in einem Theil des Epithels studirte, der gewöhnlich der die freie Oberfläche des Magens oder des Darms bekleidende Theil war, und das Studium gewöhnlich darin bestand, die in Rede stehenden Zellen bezüglich des Aussehens mit einander zu vergleichen, das sie in diesem Theile je nach den verschiedenen Funktionszuständen der Schleimhaut darbieten. Diese Methode konnte natürlich nicht zum Ziele führen, weil sie nur Elemente eines und desselben Alters darbot, ja, wenn es sich um das Bekleidungs Epithel handelte, nur Elemente im letzten Stadium ihres Daseins.

Viel befriedigender waren die Resultate, die ich erhielt, indem ich die Schleimzellen in den verschiedenen Theilen des Epithels und bei mehreren Thieren untersuchte. Behandeln wir die beiden Fragen gesondert:

1. Bei den Thieren, bei denen die Verhältnisse einfacher sind, wie beim Frosche, sieht man schon, dass die Schleimzellen von jungen, in der Tiefe des cylindrischen Bekleidungs Epithels gelegenen Elementen abstammen (auf der hier beigefügten Tafel VII, Fig. 5b). Dass diese Elemente wirklich Schleimelemente sind, wird durch die Struktur und Reaktion ihres Sekrets bewiesen, und dass sie jung sind, geht daraus hervor, dass sie ringsum von jungen Epithelzellen eingeschlossen sind, und dass ihr Sekret noch nicht ausgeschieden werden kann, da noch die Mündung auf die Oberfläche des Epithels fehlt.

Beim Triton (wie bei den anderen untersuchten Urodela) liegen die jungen Schleimzellen sowohl in der Tiefe des Bekleidungs Epithels als in den Epithelialspalten, die dieses in die Schleimhaut sendet (dieses Archiv Bd. XL, Taf. XIX, Fig. 13cc und Fig. 15). Bei diesem Thiere kann man die in den verschiedenen Stadien ihres Daseins stattfindenden

morphologischen und chemischen Veränderungen (dieses Archiv Bd. XL, Taf. XIX, Fig. 14abc) leicht studiren, von der Periode an, in welcher die Zellen, rundlich gestaltet und ohne Mündung, sich noch an der Stelle befinden, wo sie entstanden, bis zu der Periode, in welcher sie (nachdem sie, im Epithel höher hinauf-rückend und länger werdend, sich eine Mündung auf die Oberfläche verschafft haben) allmählich auf den Kamm der Falten gelangen, wo sie dann ihr Dasein beschliessen.

Bei den Säugethieren endlich finden wir im Bekleidungs-epithel keine Spur mehr von jungen Schleimzellen; dieselben liegen im tiefsten Theil des Blindsacks der schlauchförmigen Drüsen. Dies wird durch die That-sache bewiesen, dass in diesem Abschnitt der Drüsen (und zwar nur in diesem Abschnitt) sich in karyokinetischer Theilung be-griffene Schleimzellen befinden. Dies hatte ich schon bei den Colondrüsen des Kaninchens bemerkt (dieses Arch. Bd. XXXIII, Taf. XV, Fig. 12), dies konnte ich noch besser bei den Rectum-drüsen des Hundes constatiren (dieses Arch. Bd. XL, Taf. XVIII, Fig. 2, 4). Diese Mitosen unterscheiden sich ganz deutlich von den Mitosen des protoplasmatischen Epithels, und zwar besonders dadurch, dass sie schon Schleimsekret enthalten, was sich sehr gut in den oben angeführten Figuren erkennen lässt, in denen die Schleimsubstanz durch ihre charakteristische Färbung deutlich hervortritt.

Ein ähnlicher Process findet bei der Erzeugung der die Magenschleimhaut bekleidenden Schleimzellen statt. Auch hier finden wir im oberflächlichen Epithel nie in Mitosis stehende Zellen. Untersuchen wir aber das Epithel des obern Theils der Drüsenhäuse und des tiefen Theils der Magengrübchen, so finden wir zahlreiche Mitosen, die sicherlich den Schleimelementen ange-hören, da sie schon Schleimsekret enthalten (auf der hier bei-gefügteten Tafel VII, Fig. 6c, d, e).

Für die Schleimzellen giebt es also specielle Erzeugungs-herde, die, wie bei den Batrachiern in der Tiefe der Epithel-schicht (eventuell der von ihr ausgehenden Sprossen), so bei den Säugethieren im Blindsack der schlauchförmigen Drüsen ihren Sitz haben. Von hier abgehend und dem Schlauch entlang allmählich weiterrückend, gelangen sie zuletzt auf die Oberfläche der Schleimhaut. —

Mit diesem Grundprincip finden sich die Veränderungen, die ich im Schleimsekret stattfinden sah, in vollständiger Uebereinstimmung. Dieselben traf ich bei allen von mir untersuchten Thieren an, aber nirgends ausgeprägter als bei den Rectumdrüsen des Kaninchens und den Duodenaldrüsen der Maus.

Beim Kaninchen färben sich die jüngsten (am blinden Ende gelegenen) Zellen wenig mit Vesuvin, fast gar nicht mit Methylgrün; je weiter nach oben wir dagegen im Drüsenschlauch gehen, wird ihre Färbung immer intensiver (dieses Arch. Bd. XXX, Taf. XV, Fig. 1). Und ebenso sehen wir, wenn wir ein Präparat mit Alkohol oder Essigsäure behandeln, dass die Schleimzellen, vom blinden Ende nach der Drüsenmündung, immer glänzender werden. Das will sagen, dass je höher hinauf sie im Drüsenschlauch liegen, ihr Sekret immer reicher an jenem Bestandtheil wird, der der Essigsäure widersteht und grosse Affinität mit den Farbstoffen hat. — Diese fortschreitende Modifikation ist so regulär und konstant, dass sie für sich allein (auch ohne den vorhin beschriebenen die Mitosen betreffenden Befund) genügen könnte, uns eine fortschreitende Evolution und ein Hinaufrücken der Schleimzellen vom blinden Ende nach der freien Schleimhautfläche annehmen zu lassen; denn auf andere Weise liesse sie sich nicht erklären<sup>1)</sup>.

Bei den Duodenaldrüsen der Maus treten die Modifikationen noch deutlicher hervor. Im Blindsack liegen Zellen, die grosse glänzende, mit Safranin intensiv sich färbende Körnchen absondern (dieses Arch. Bd. XL, Taf. XIX, Fig. 1, 3, 7); weiter oben liegen Zellen, in denen sich noch solche Körnchen vorfinden, die jedoch viel kleiner sind; und mit diesen zusammen finden sich grössere, blassere, mit Safranin wenig, mit Hämatoxylin intensiv sich färbende, nämlich aus Schleimsubstanz bestehende Körnchen (Fig. 6b); noch weiter oben und bis zur Oberfläche der Schleimhaut verschwinden die safraninophilen Körnchen gänzlich, und die Zellen erzeugen nur noch aus wirklicher Schleimsubstanz bestehende Körnchen. — Hier also ist der Unterschied in der Beschaffenheit der abgesonderten Substanz ein derartiger, dass man

---

1) Diese fortschreitende Modification der Schleimzellen vom blinden Ende bis zur Drüsenmündung wurde neuerdings von Schaffer (l. c.) bei den Drüsen des Menschen bestätigt.

beim ersten Blick geneigt sein könnte, die beiden Zellenformen als zwei verschiedenen Typen angehörend zu betrachten; und dies ist denn auch die Meinung, zu welcher die Forscher, die sie vor mir untersucht haben, kamen. Dass es sich um die Entwicklung eines einzigen Zellenelements handelte, konnte ich erst feststellen als es mir gelang, Zellen aufzufinden, die gleichzeitig Körnchen von beiden Arten enthielten.

Wenn nun die Existenz und der Sitz der Schleimzellen-Mitosen und die Veränderungen, welche die von ihnen abgesonderte Substanz aufweist, höchst wichtige Merkmale sind, weil sie uns darthun, dass die Zellen eine fortschreitende Entwicklung durchmachen und sich auf der sie tragenden Fläche verrücken, so können wir doch nicht das Gleiche sagen von ihren Veränderungen in Grösse und Form. Allerdings haben wir gesehen, dass im Allgemeinen die jungen Zellen kleiner sind als die ausgewachsenen, und bei den verschiedenen Drüsen haben wir, je nach den von den Zellen in ihnen eingenommenen Stellen, Unterschiede wahrgenommen (dieses Arch. Bd. XXXIII, Taf. XV, Fig. 1, 3, 4, 5 — Bd. XL, Taf. XVIII, Fig. 2, 3, 6 u. s. w.). Aber diese Unterschiede, wenn sie auch bei einer und derselben Drüse konstant und charakteristisch sind, lassen doch keine Schlussfolgerungen auf die Entwicklung der Drüsenzellen zu; denn sie hängen nicht nur von der Art und Weise ab, wie sich die Thätigkeit der Zellen selbst kundgibt, sondern auch von dem Druck, den die umliegenden Zellen auf sie ausüben, sowie von der Schnelligkeit, mit welcher die Schleimsubstanz ausgeschieden werden kann. Man begreift z. B., dass straff mit Sekret gefüllte Zellen, wie die an der Mündung der auf Taf. XV, Fig. 5, Bd. XXXIII gezeichneten Rektumdrüse gelegenen, schmale becherförmige Zellen (a) werden können, sowohl deshalb, weil die Menge der Schleimsubstanz in ihnen abnimmt, als auch, weil ihr Inhalt durch den von den umliegenden protoplasmatischen Zellen auf sie ausgeübten Druck herausgepresst wird. So werden beim Colon vom Kaninchen die Schleimzellen (obgleich sie, solange sie sich in den Drüsen finden, alle die gleiche Form haben), sobald sie in's Bekleidungs-epithel gelangt sind, schmal und lang wenn sie auf den Gipfel der Papillen, breit und dick dagegen (Bd. XXXIII, Tafel XV, Fig. 15) wenn sie in die interpapillären Fornices zu liegen kommen. — Deshalb halte ich das Studium der Form der Schleimzellen bei

Erforschung ihres Ursprungs und ihrer Funktionalität für minder wichtig.

2. Was die zweite Frage anbetrifft, nämlich die Art und Weise wie die Schleimzellen funktioniren, so kann ich mit jenen Forschern nicht übereinstimmen, die annehmen, dass dieselben, sobald sie ein Schleimklümpchen abgesondert und in das Drüsenlumen oder auf die Darmoberfläche entleert haben, aufhören zu funktioniren und sich abschuppen oder sich in gewöhnliche Epithelzellen verwandeln.

Die Schleimzellen funktioniren von Beginn ihres Daseins an, d. h. auch schon dann, wenn sie aus der Mitose einer präexistirenden Zelle ihren Ursprung nehmen; sie ergiessen ihr Sekret in das Drüsenlumen, wenn sie noch im Blindsack der Drüse liegen (Bd. XXXIII, Taf. XV, Fig. 1 — Bd. XL, Taf. XVIII, Fig. 2A, 3Ba. — Taf. XIX, Fig. 6b u. s. w.) und fahren fort, Sekret abzusondern auf dem ganzen Wege, den sie den Wänden des Schlauchs entlang zurücklegen und wenn sie an die freie Oberfläche des Darms gelangt sind. Ihre Funktions-thätigkeit wird je nach den Bedingungen, in denen sich die Schleimhaut, der sie angehören, befindet, eine mehr oder weniger grosse sein; aber dass sie alle funktioniren, erhellt daraus, dass man in den Präparaten ein Schleimtröpfchen aus ihrem freien Ende austreten (Bd. XL, Taf. XVIII, Fig. 2A etc.) oder ihr Sekret sich direkt in das das Lumen von einem zum andern Ende der Drüse ausfüllende Sekret fortsetzen sieht (Bd. XXXIII, Taf. XV, Fig. 1. — Bd. XL, Taf. XVIII, Fig. 2B etc.)<sup>1)</sup>.

1) Das habe ich schon im Jahre 1888, im I. Theil dieser Arbeit, dargelegt. Nunwohl, Stöhr lässt mich in seinem sorgfältig gearbeiteten Bericht über das Darmepithel (Merkel und Bonnet, Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 1892, pag. 178), an der Stelle, wo er vom ersten Theile meiner Arbeit spricht, sagen: dass die Schleimzellen, solange sie sich in der schlauchförmigen Drüse finden, nur Sekret in sich aufspeichern, das sie erst ausleeren, wenn sie an die Oberfläche der Schleimhaut gelangen, „sodass jede Becherzelle nur einmal sezerniren kann“. — Aus dem, was ich oben gesagt habe, erhellt, dass der verehrte Herr College mich nicht ganz richtig verstanden hat. Vom Texte ganz abgesehen, habe ich in Fig. 1 der meiner 1. Mittheilung beigefügten Tafel das Drüsenlumen bis zum blinden Ende mit Schleim angefüllt gezeichnet, und mehrere Schleimzellen in der Drüse dargestellt, die mittelst eines Schleimfadens in Continuität mit dem im Lumen enthaltenen Schleimsekret sind.

Da nun die Schleimzellen je nach ihrem verschiedenen Alter (das von der verschiedenen Höhe, in der sie im Drüsenschlauch liegen, angedeutet wird) Schleimsubstanz von etwas verschiedener Beschaffenheit sezernieren, so zeigt auch der im entsprechenden Drüsenlumen enthaltene Schleim eine entsprechende verschiedene Zusammensetzung; mit Safranin z. B. färbt er sich in den Blindsäcken viel weniger gelb als gegen die Drüsenmündung.

Aus dem Obengesagten geht hervor, dass die Schleim- und die Protoplasma-Zellen zwei gänzlich von einander verschiedene Zellentypen sind. —

Ich vermag nicht zu sagen, und es wäre auch nicht leicht festzustellen, ob jene schleimhaltigen Mitosen, die sich in den Blindsäcken finden, nicht ihrerseits von indifferenten Elementen abstammen, die sie gemeinschaftlich mit den Protoplasmazellen zu Stammeltern haben. Es wäre ja möglich, dass diese indifferenten Elemente, indem sie sich lebhaft vervielfältigen, Generationen von Elementen schaffen, die, ihrerseits sich weiter vermehrend, zwei auseinandergehende Wege einschlagen und einerseits Protoplasmazellen, andererseits Schleimzellen bilden. Zu Gunsten dieser Annahme hätten wir einen Beweisgrund der Analogie: im Darm des Embryos sind nur Protoplasmazellen vorhanden, die Schleimzellen müssen also aus einer später stattfindenden Differenzierung einiger derselben hervorgehen. — Ich lasse diese Frage hier bei Seite. — Was zu behaupten ich mich berechtigt glaube, ist, dass von dem Augenblick an, wo sie anfangen ihre spezifischen Merkmale aufzuweisen (und bei den Schleimzellen haben wir gesehen, dass dies schon während sie noch in Mitosis begriffen sind geschieht), die beiden Zellenformen, obgleich sie nahe bei einander leben und zusammen vom blinden Ende der Drüse nach der Darmoberfläche rücken, keine genetischen Beziehungen mehr mit einander haben. Bei der langen Reihe von Untersuchungen, die ich unternommen, habe ich nie etwas gesehen, das mir gestattete, anzunehmen, dass eine ausgewachsene Epithelzelle sich in eine Schleimzelle umbilden könne, oder umgekehrt.

Zwar hat neuerdings Schaffer (l. c. pag. 37), wie vorher schon Paneth und Andere, Uebergangsformen beschrieben, dargestellt von Zellen, die, obgleich mit jenem für das protoplasmatische Epithel charakteristischen gestrichelten Saum versehen, ein

Schleimklümpchen enthielten, und sie als Stütze zu seiner Anschauung benutzt, dass nämlich die Epithelzellen sich in Schleimzellen umbilden, und diese, nach Aussonderung des Schleims, sich wieder in Epithelzellen zurückbilden können. Aber meine Untersuchungen erlauben mir anzunehmen, dass es sich bei der von Schaffer gesehenen Figur um eine Schleimzelle handelte, welcher er den einer darunter oder darüber gelegenen Protoplasmazelle angehörenden gestrichelten Saum zuertheilt hat.

Ebenso behaupten einige Forscher, wie Paneth (l. c. p. 123), Hoyer (dieses Arch. XXXVI, pag. 334), Hanau (Zeitschr. für Biologie, XXII, pag. 229) und Schaffer (l. c. pag. 38), dass der Darm verschiedener zu einer und derselben Species gehörenden Thiere je nach den Bedingungen, in denen er sich befindet, eine verschiedene Zahl von Schleimzellen darbieten kann; und so sah z. B. Paneth diese Zellen bei hungernden Mäusen in viel grösserer Menge als bei wohlgenährten; und aus dieser Thatsache sowie aus jener andern, dass sie unregelmässig zwischen den Protoplasmazellen zerstreut liegen, zichen diese Forscher den Schluss, dass sie nicht Elemente sui generis sind, sondern *intra vitam* ihren Ursprung aus den gewöhnlichen Epithelzellen nehmen.

Diesem Beweisgrund gegenüber kann ich nur auf das hinweisen, was ich bezüglich des Rectum von pilokarpinisirten Kaninchen sagte; trotzdem die Schleimzellen hier durch die länger andauernde und gezwungene Funktionsthätigkeit in ihrer Struktur bedeutend verändert waren, konnte man sie doch noch gut erkennen, und blieben sie sowohl in der Zahl als in der Anordnung normal. Ich habe meine vielen Präparate von neuem untersucht und finde an dem, was ich vor 5 Jahren aus ihnen gefolgert habe, nichts zu ändern.

Das verschiedene Resultat, das die obengenannten Forscher erhalten haben, kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden: 1. in den von ihnen bearbeiteten Schleimhäuten hatten die Schleimzellen einen grossen Theil ihres Sekrets ausgeleert, und deshalb liessen sie sich schwer von den Protoplasmazellen unterscheiden. Man konnte meinen, sie haben an Zahl abgenommen, während eine Untersuchung mit besseren Färbungsmethoden sie in normaler Zahl nachgewiesen haben würde; 2. es ist möglich, dass aus Versehen Darmabschnitte mit einander verglichen wurden, die sich nicht in der gleichen Entfernung vom

Pilorus befinden; denn es ist ja bekannt, dass die Zahl der Schleinzellen gegen das Rectum hin eine grössere ist als gegen den Zwölffingerdarm hin; 3. endlich kann es sein, dass in jenen Fällen, in denen die Schleimhaut (experimentell, durch Parasiten etc.) entzündet ist, wirklich eine Modifikation in der Zahl der Zellen existirt. Denn die Schleinzellen vermehren sich nur im Blind-sack, während die Protoplasmazellen auch an höheren Stellen der Drüse Mitosen aufweisen; ja zuweilen befindet sich ihr Haupt-erzeugungsherd, wie beim Colon vom Kaninchen, in der Nähe der Drüsenmündung. In diesen Fällen wird man, je nachdem der Reiz vorwiegend den obern oder den untern Drüsenabschnitt betrifft, im oberflächlichen Epithel eine relative Vermehrung der Protoplasma- oder der Schleinzellen haben.

### Anhang.

Ueber die Anwesenheit von Bakterien in den Rektum-drüsen und in den Magendrüsen des Hundes.

Am Ende des Kapitels, das von den Rektumdrüsen des Hundes handelt (dieses Archiv, Bd. XL), habe ich der Bacillen Erwähnung gethan, die sich gewöhnlich in deren Lumen befinden. Diese Bacillen sind sehr zahlreich, alle von gleichem Aussehen und gewöhnlich zu einem Bündel angeordnet, das, leicht ondulirt, das ganze Lumen durchläuft und nicht selten bis zum blinden Ende gelangt. Die Bacillen nehmen vorherrschend den Axentheil des Lumens ein; sie scheinen vom Drüsenepithel fern gehalten zu werden durch den Schleim, den dieses letztere sezernirt (Fig. 3 der hier beigefügten Tafel X). An den Drüsenmündungen vermischen sie sich mit den anderen zahlreichen Bakterienarten, die im Darm sich aufhalten. Diese Bacillen haben eine Länge von 3—6  $\mu$  und sind 0,75  $\mu$  dick. Ihre Enden sind etwas dünner und wenn sie gefärbt sind, lassen sie in ihrem Innern kleine ungefärbte Strecken erkennen. — Ich erhielt gute Färbungen mit Safranin und conservirte die Präparate, indem ich sie in Alkohol und Canadabalsam brachte oder die Safraninlösung direkt durch eine wässrige Zuckerlösung ersetzte.

Noch merkwürdiger sind Spirillen, die ich konstant im Magen des Hundes fand und die nicht nur zahlreich in der die Schleimhaut bedeckenden Schleimschicht vorkommen, sondern

auch in das Lumen der Drüsen sowohl des Pylorus als des Magengrundes dringen und zuweilen bis zum blinden Ende gelangen. Diese Spirillen sind äusserst dünn, haben eine Länge von 3—8  $\mu$  und machen 3—7 Windungen. Sie färben sich intensiv mit in Anilinwasser aufgelöstem Fuchsin oder Safranin und darauf folgender Waschung in Alkohol. Sie entfärben sich bei Anwendung der Gram'schen Methode. In den tiefen Theilen der Drüse sind sie gewöhnlich in geringer Zahl vorhanden; in den oberflächlichen dagegen in reichlicherer Menge, sodass sie mitunter, neben oder hinter einander gelagert, eine Art Bündel bilden, das in der Axe des Drüsenlumens liegt.

Auch bei den Drüsen des Magenfundus, obgleich sie ein so enges Lumen haben, können die Spirillen zuweilen bis zum blinden Ende der Drüse gelangen. Das ist jedoch nicht bei allen Thieren der Fall. Von 6 Hunden, die ich nebenbei auch darauf hin untersuchte, wiesen 2 bis zum Blindsack die Spirillen auf; bei 4 blieben sie auf die oberflächliche Hälfte oder das letzte obere Drittel des Lumens beschränkt.

Interessanter ist die Beziehung, die zwischen den Spirillen und den Belegzellen oder, genauer gesagt, den den Drüsenhals auskleidenden Belegzellen existirt. Bei allen Hunden, die ich daraufhin untersuchte, fand ich, dass eine ziemlich grosse Zahl dieser Belegzellen des Drüsenhalses in ihrem Protoplasma 1—4 und mehr Spirillen enthielt (Fig. 4 auf Tafel X). Bald scheinen die Spirillen direkt vom Protoplasma umgeben, bald finden sie sich in Vacuolen. Bei vielen Belegzellen sieht man, wie die Spirillen direkt vom Drüsenlumen in sie eindringen und im Zellkörper einen Hohlraum erzeugen, der in breiter Verbindung mit dem Drüsenlumen steht. Dieser Hohlraum kann so gross sein, dass der Kern gegen die Basis der Zelle gedrückt wird und das Protoplasma nur noch eine dünne peripherische Schicht darstellt (Fig. 5). — Auffallend ist, dass ich Spirillen auch in den im Cylinderepithel der Magenschleimhaut liegenden Belegzellen angetroffen habe, die doch mit dem Drüsenlumen in keiner Beziehung mehr stehen (Fig. 6).

Ich glaubte diese Thatsache, über die ich in der Sitzung vom 18. März 1892 der Akademie f. med. Wissensch. in Turin eine kurze Mittheilung machte, hier anführen zu müssen, weil dies, soviel ich weiss, das zweite Beispiel von Anwesenheit von

Bakterien in lebenden Elementen ganz gesunder Thiere ist. Das erste wurde gleichzeitig von mir und von Ribbert entdeckt und es betrifft das normale Vorhandensein von Bacillen in den Zellen der Lymphfollikel des Kaninchendarms. Zwischen den beiden Fällen ist also, auch abgesehen von der verschiedenen Bakterienart, dieser Unterschied, dass beim Kaninchen die Bacillen in Elementen mesodermalen Ursprungs sich finden, von denen sie wahrscheinlich verschlungen wurden, während beim Hunde die Spirillen in Zellen entodermalen Ursprungs angetroffen werden, in welche sie wahrscheinlich von selbst eingedrungen sind.

---

### Erklärung der Figuren.

---

#### Tafel VII.

##### Darm der Eidechse.

- Fig. 1. Epithel eines Fornix (Pikrinsäure, Vesuvin, Zuckerlösung) 640 d. — Unterhalb der Cylinderzellen sieht man eine Lage Ersatzzellen.
- Fig. 2. Epithel nahe dem Gipfel einer jener hohen Falten, die sich im vordern Darmabschnitt befinden (Alkohol, Safranin, Zuckerlösung). 640 d. — Man sieht eine Schleim- und mehrere Protoplasmazellen.
- Fig. 3. A Darmepithel schräg durchschnitten, derart, dass man die Frontalansicht einer Schicht Ersatzzellen hat, zwischen denen sich vier Mitosen finden. 640 d. — B zwei Mitosen desselben Präparats in etwas stärkerer Vergrößerung (Zeiss Apochr. 1,5 mm). Eine Zelle ist im Aequatorialplattenstadium und lässt deutlich die achromatische Spindel erkennen; bei der andern ist die Theilung fast eine vollständige, aber die beiden Tochterzellen werden noch durch ein Bündel von *fils connectifs* zusammen gehalten.
- Fig. 4. Verticalschnitt des im tiefsten Theil eines Fornix gelegenen Epithels (Alkohol, Hämatoxylin, Damarharz). 380 d. — Man sieht eine oberflächliche Mitose.

##### Darm vom Frosche.

- Fig. 5. Schnitt des Rektumepithels an der Basis einer Falte (Pikrinsäure, Safranin, Zuckerlösung). 420 d. — a ausgewachsene Schleimzelle, b junge Schleimzelle, c protoplasmatische Ersatzzelle, dd durch Leukocyten erzeugte Hohlräume, von denen einer noch einen Leukocyten enthält.

### Magen vom Hunde.

- Fig. 6. Querschnitt von Drüsen des Magenfundus (Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin, Hämatoxylin). 420 d. — a u. b Schnitte des Drüsenhalses, hier sieht man in den Hauptzellen den Kern gegen die Peripherie gedrückt. In b gewahrt man schon eine Protoplasmazellen-Mitose. — c Schnitt eines Sammelganges; in der Nähe einer Belegzelle befindet sich eine Schleimzellen-Mitose. — d Schnitt vom Boden eines Magengrübchens; man sieht hier zwei Belegzellen und eine Schleimzellen-Mitose. — e Schleimzellen. Mitose, die zwei Schleimklümpchen enthält.
- Fig. 7. Von einem Vertikalschnitt der Schleimhaut des Fundus (Alkohol, Safranin, Canadabalsam). 420 d. — I Magengrübchen. — II Schaltstück. — III Anfang des Drüsenhalses. — a Junges Schleimepithel. — bb Belegzellen. — cc Uebergangsformen von den Hauptzellen des Drüsenhalses zu den schleimabsondernden Cylinderzellen.
- Fig. 8. Vertikalschnitt einer Drüse des Magenfundus, an der Uebergangsstelle von den Hauptzellen a des Drüsenepithels zu den Hauptzellen b des Drüsenhalsepithels.

### Tafel VIII.

#### Larve von *Petromyzon Planeri*.

- Fig. 1. Darmquerschnitt (Alkohol, Hämatoxylin, Damarharz). 46 d. — aa Darmwand. — b Spiralklappe mit der Arterie c, welche letztere von lymphoidem Gewebe und Blutlacunen d umgeben ist. — e Aeusseres Epithelblatt. — f Inneres Epithelblatt. — gg Fornices.
- Fig. 2. Vertikalschnitt der Darmhäute; das Epithel fehlt. 300 d. — a Grenzmembran. — b Längsmuskeln. — c Quermuskeln. — d Cavernöses Gewebe. — d' Blutlacune, die zwei Leukocyten und mehrere rothe Blutkörperchen enthält (in die anderen Lacunen wurden die Blutkörperchen nicht hineingezeichnet). — e Blutgefäss. — f Aeussere Faserhaut. — g Aeusseres Epithel.
- Fig. 3. Von einem Darmquerschnitt (Alkohol, Hämatoxylin, Canadabalsam). 430 d. — Es sind einige auf dem Gipfel der Spiralklappe gelegene Epithelzellen gezeichnet. — vv Vakuolen, die Einschlüsse (enclaves) enthalten, bestehend aus körniger Substanz, deren Körnchen zum Theil chromatophil sind. — l Leukocyten. — Unter dem Epithel liegt das Bindegewebsstroma der Klappe; in demselben sieht man: mm Querschnitte von Muskelfaserzellen und s Blutlacunen.
- Fig. 4. Dasselbe Präparat und dieselbe Vergrößerung. Epithelzellen der Fornices. Bezeichnung wie oben. — c Kern einer in Karyokinese sich befindenden Epithelzelle.

Fig. 5. Epithelzellenmitosen der Fornices (Alkohol, Hämatoxylin, Eosin, Canadabalsam). 450 d.

#### Mitteldarm von *Hydrophilus*.

- Fig. 6. Theil eines Darmquerschnitts, kurze Zeit vor der Abstossung der Chitinmembran (Kleinenberg'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin). 450 d. — a Bekleidungsepithel. — b Chitinmembran. — c Die Längsmuskelfasern d enthaltendes Bindegewebe. — e Quermuskeln. — f Aeussere Längsmuskeln. In der Drüse sieht man die in die drei Zonen x, y, z unterschiedenen Epithelzellen.
- Fig. 7. Von einem Querschnitt eines Darms, der die Chitinmembran soeben erst abgestossen hatte (*Hydrophilus E*). Behandlung, Vergrösserung und Bezeichnung wie in vorhergehender Figur. Die Drüse ist kürzer geworden und ermangelt des Sekrets; die Chitinmembran ist noch nicht neugebildet. — g Grosse und helle Epithelzellen, auf den Grenzscheiden liegend zwischen dem Drüsen- und dem Bekleidungsepithel.
- Fig. 8. Ein anderer Darmquerschnitt vom *Hydrophilus E* der vorhergehenden Figur (Kleinenberg'sche Flüssigkeit, Pikrincarmin, Glycerin). 46 d. — a Abgestossene, noch mit Epithel bekleidete Chitinmembran. — b Neugebildetes Bekleidungsepithel. Zwischen a und b sieht man eine Schleimschicht c. — d Muskelschicht. — e Kleiner gewordene, dicht beieinanderliegende Drüsen; einige derselben wurden ihrer Medianebene entlang gespalten, so dass man ihr Epithel sich in das den Darm bekleidende Epithel fortsetzen sieht.
- Fig. 9. a Chitinmembran, vor Augen gebracht, indem ein Stück vom Mitteldarm gespalten, auf einem Objektträger ausgebreitet und mit Aetzkali behandelt wurde. 50 d. — b ein Loch der Chitinmembran, Vergrösserung 300 d.
- Fig. 10. Peripherischer Theil eines von einem *Hydrophilus* abgestossenen Chitinschlauchs. 300 d. — x Chitinmembran mit einem Trichter, von der Seite gesehen. — y Schleimschicht.
- Fig. 11. Von dem Präparat, dem Fig. 8 entnommen wurde. 450 d. — Vertikalschnitt der abgestossenen Chitinmembran a, ihres Epithels b, und eines Theils der Schleimschicht c, die die abgestossene Chitinmembran von dem neugebildeten Darmepithel trennt.

#### Tafel IX.

##### Melolontha.

- Fig. 1. Ein Theil eines Mitteldarm-Querschnitts (Hermann'sche Flüssigkeit, Safranin). 104 d. — b Subepitheliale Sprossen, die in Continuität mit dem Darmepithel a ist. — c Subepitheliale Sprosse, anscheinend isolirt, weil im Schnitte nicht jener Theil derselben enthalten ist, der die Continuität mit dem Epithel a vermittelt.

- Fig. 2. Ein Theil des vorgenannten Schnittes. 260 d. — Die subepitheliale Sprosse enthält zwei Mitosen. a Zelle, die einen kugelförmigen Einschluss mit chromatophilen Körnern enthält.
- Fig. 3. Ein Theil desselben Schnittes. 550 d. ( $\frac{1}{12}$  Reichert). — Man sieht eine Sprosse in Zusammenhang mit dem Bekleidungs-epithel, von dessen Zellen nur das tiefe Ende gezeichnet ist. In der Sprosse befindet sich eine Mitose mit deutlicher achromatischer Spindel.

#### Ditiscus.

- Fig. 4. Bursa ventricularis von mittlerer Grösse, mittelst Nadeln isolirt. 25 d.
- Fig. 5. Darmquerschnitt (Kleinenberg'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin). 25 d. — a Darmlumen, in welches zahlreiche Taschen münden. Von einigen derselben (b, c) ist in der Dicke des Schnitts die Ausmündung in dem Darm nicht enthalten. — d Noch Lumen aufweisender Taschenquerschnitt. — f Kein Lumen mehr aufweisender Taschenquerschnitt. — g Querschnitt eines Malpighi'schen Gefässes. — h Querschnitt einer Trachea.
- Fig. 6. Von demselben Querschnitt. 320 d. — Epithel einer Tasche in der Nähe ihrer Mündung in den Darm.
- Fig. 7. Von demselben Querschnitt. 660 d. ( $\frac{1}{12}$  Reichert). Epithel einer Tasche, von vorn gesehen. — a Epithel in kurzer Entfernung von der Mündung in den Darm. — b Epithel nahe dem blinden Ende.
- Fig. 8. Von demselben Querschnitt. 320 d. — Querschnitt des blinden Endes einer Tasche. Zwischen den dasselbe ausfüllenden jungen Zellen sieht man zwei Mitosen im Doppelsternstadium.
- Fig. 9. Von demselben Querschnitt. 105 d. — Längsschnitt aus der Mitte einer Tasche.

#### Acridiodes.

- Fig. 10. Von einem Querschnitt des Mitteldarms von Pezotettix (Alkohol, Hämatoxylin). — 300 d.
- Fig. 11. Querschnitt einer oberen Tasche von Pachytylus (Flemming'sche Flüssigkeit, Genvianviolett). 38 d.
- Fig. 12. Von demselben Querschnitt. 290 d. — x Keimcentrum. — a In Mitosis sich befindende Epithelzelle. — b Junge Zellen, die im Begriffe sind in die Epithelschicht zu rücken.
- Fig. 13. Von einem Querschnitt einer Darmtasche von Pezotettix (Alkohol, Hämatoxylin). 290 d.

#### Tafel X.

- Fig. 1. Darm eines ausgewachsenen Tritons; präparirt durch Maceration in verdünntem Alkohol und Entfernung des Epithels mittels eines Pinsels (pag. 131 des Textes). Schwache Vergrößerung. — aa Zwei Längsfalten. — bb Bindegewebsträger, die die Epithelialsprossen von einander trennen. — c Gruppen

von Epithelialsprossen. — d Isolierte Sprossen. Die die Sprossen bildenden Zellen wurden nicht gezeichnet.

- Fig. 2. Darm wie der vorhergehende, aber in verdünnter Müller'scher Flüssigkeit macerirt. 170 d. — a Kleine Epithelialsprosse. — b Grössere Epithelialsprosse; in deren Mittelpunkt ein aus grossen Körnchen bestehender Leukocyt. — c Noch grössere Sprosse, mit zwei Leukocyten g. — d Grosse Sprosse, die Zellen, die sie enthielt, sind mit dem Pinsel entfernt worden; dies gestattet die Bindegewebssepimente zu sehen, welche die drei sie zusammensetzenden Sprossen von einander trennt, die sich durch eine gemeinsame enge Mündung e in das oberflächliche Epithel fortsetzen. — ff Rothe Blutkörperchen; die Gefässe, die sie enthielten, sieht man nicht.
- Fig. 3. Ein Theil des obern Drittels einer schlauchförmigen Rektumdrüse vom ausgewachsenen Hunde (Alkohol, Safranin, Zuckerlösung). 200 d. — Man gewahrt das mit mehreren Schleimzellen versehene Epithel; im Lumen beobachtet man, ausser dem Schleim, zahlreiche Bacillen.
- Fig. 4. Zwei Belegzellen eines Drüsenhalses des Magenfundus (Ehrlich'sche Fuchsinlösung, Alkohol, Canadabalsam). 900 d. — Im Protoplasma finden sich mehrere Spirillen.
- Fig. 5. Ein Theil vom Halse derselben Drüse. 430 d. — Im Lumen finden sich zahlreiche Spirillen, die auch in weite in den Belegzellen a ausgegrabene Hohlräume dringen.
- Fig. 6. Epithel eines Schleimhautgrübchens des Magenfundus, nahe seiner Mündung auf die Oberfläche der Schleimhaut. 430 d. — Zwischen den Schleimzellen sieht man eine 4 Spirillen enthaltende Belegzelle.
- Fig. 7. Mitosen im Epithel des Uterus des Meerschweinchens.
-