

Beiträge zur Histologie des Darmkanals der Insekten.

Von

V. Faussek.

(Aus dem zootomischen Laboratorium der Universität zu
St. Petersburg.)

Mit Tafel XXXVI.

Die neuesten Methoden der histologischen Untersuchung ermöglichen die Erforschung solcher Einzelheiten in dem Bau des Verdauungskanals der Arthropoden, die den früheren Entomotomen vollständig unzugänglich waren. Als Beispiel einer solchen Art von Erforschung, welche eine Reihe interessanter Thatsachen zu Tage gebracht, führe ich die im Archiv für mikroskopische Anatomie sich befindenden Aufsätze von J. FRENZEL an: »Über den Darmkanal der Crustaceen« (1885) und »Einiges über den Mitteldarm der Insekten« (1886).

In der vorliegenden Abhandlung gebe ich die Resultate meiner Beobachtungen über den Bau des Darmkanals bei zwei Arten von Insekten: bei der *Eremobia (Trinchus) muricata* Pall, einer Heuschrecke aus der Familie der Acridiodeen und bei den im Wasser wohnenden Aeschnalarven. Bezüglich des Baues des Mitteldarmes dieser Insekten erscheinen die von mir gewonnenen Ergebnisse in ihren Hauptzügen als Bestätigung der Beobachtungen, die in der Abhandlung von FRENZEL angeführt werden. Einige von mir gefundene Einzelheiten im Bau des Enddarmes sind, wie es scheint, bis jetzt der Aufmerksamkeit der Beobachter entgangen und bilden einen Ausnahmefall unter den Insekten. Bei der Bearbeitung meines Materials benutzte ich hauptsächlich den absoluten Alkohol. Der aus einem lebendigen Thiere ausgeschnittene Darmkanal wurde auf einige Zeit in absoluten Alkohol gelegt und darauf in 70—80 Grad starkem Alkohol aufbewahrt. Bei der Färbung mit Hämatoxylin in toto ergaben die auf solche Weise konservirten Objekte auf den Durchschnitten die schönsten Bilder; die feine Struktur

erhielt sich ganz deutlich. Die FLEMING'sche Lösung erwies sich dagegen bei der Bearbeitung der Gewebe des Verdauungskanals als vollständig unanwendbar. Besonders litt davon das Epithel des Mitteldarmes; es veränderte sich bis zur Unkenntlichkeit. Die Intima verschwand ganz und die Zellen verloren ihre Umrisse und flossen zu einer kompakten Masse zusammen.

I.

Der Vorderdarm der *Eremobia* besteht aus einem kurzen Ösophagus, der sich in einen breiten, umfangreichen Kropf, den Kaumagen, erweitert. Der histologische Bau unterscheidet sich durch nichts von dem für diese Abtheilung der Orthopteren typischen Bau. Die Wand des Kropfes besteht aus einer Ringmuskellage, an welche sich von innen her viele längslaufende Muskelstämme anschließen, die ins Innere leistenartig vorspringen. Auf der Muskellage liegt die Epithellage. Die längslaufenden Muskeln bedeckend, bildet sie im Darmkanal selbst nicht sehr große Falten (Wülste). Die Epithelzellen sind klein, enthalten kleine Kerne, und sind von einer ziemlich entwickelten Chitinintima bedeckt. In dem unteren Theile des Kropfes ist diese Intima mit nicht sehr großen, aber sehr scharfen, hakenartigen Chitin Zacken besetzt. Diese Zacken sitzen auf den durch die längslaufenden Muskelstämme gebildeten Leisten. — Beim Übergange der vorderen Abtheilung des Darmkanals in den Mitteldarm bildet der Kaumagen eine kleine ringartige Falte in Form eines Vorhanges, die in den Mitteldarm herabhängt. Auf dieser Falte erreicht die Intima eine besondere Dicke und ist mit sechs ziemlich großen Chitinauswüchsen in Form von pfeilartigen Scheiben ausgerüstet.

Gleich hinter der mit Chitin Zacken ausgerüsteten Falte des Kaumagens fängt das Gebiet des Mitteldarmes an; derselbe verläuft in Form einer geraden Röhre bis zu der Stelle, wo die MALPIGHI'schen Gefäße münden und nimmt gleich im Anfange, hinter der Falte des Kaumagens 12 ziemlich lange schlauchförmige Anhänge auf. Diese Schläuche sind wirtelförmig angeordnet, und zwar bilden sechs dickere den oberen, und sechs dünnere den unteren Wirtel. Die sechs oberen Schläuche sind mit den blinden Enden nach oben, an die Seiten des Kaumagens gerichtet; die sechs unteren liegen mit den Enden nach unten. Die Einen wie die Anderen schließen sich fest an den Darmkanal an, obgleich sie auf demselben ganz frei liegen.

Der histologische Bau dieser Schläuche unterscheidet sich wenig von dem Bau des Mitteldarmes selbst. Die oberen Schläuche bestehen aus drei Lagen: einer Muskellage, einer *Membrana propria* und einer

Epithellage. Die dünne Muskelwand besteht aus ringförmigen Fasern, an die sich von außen her noch dünne, längslaufende Muskelstämme anschließen. Die zwei inneren Lagen (das Bindegewebe und das Epithel) schließen sich nicht gleichmäßig der Muskelwand an, sondern bilden eine Reihe von Vorsprüngen, neun bis zehn an der Zahl. Auf den Querschnitten haben diese Vorsprünge das Aussehen von unregelmäßigen Falten verschiedener Höhe, welche in das Lumen des Schlauches hineinragen. Das Epithel schließt sich stellenweise fest an die Muskelwand an, stellenweise entfernt es sich von derselben und bildet Längsfalten. Auf den Längsschnitten durch die oberen Schläuche sieht man, dass die Vorsprünge des Epithels und der Membrana propria, die auf den Querschnitten für Zotten angesehen werden könnten, in Wirklichkeit längliche, sich längs des ganzen Schlauches ziehende Wülste sind. Zwischen der Muskellage und dem Epithel befindet sich die dünne, faserige, kernhaltige Membrana propria. Da, wo sich die Wülste des Epithels befinden, bildet die Membrana propria auch eine Falte, deren zwei Blätter fest an einander liegen. Zwischen denselben sieht man weder Zellen, noch Fasern des Bindegewebes; stellenweise nur gehen Tracheenäste durch.

Was die Epithellage anbetrifft, so trägt sie in den dicken wie in den dünnen Schläuchen denselben Charakter, wie in dem Mitteldarm selbst. Die Elemente des Epithels des Mitteldarmes der Insekten sind von FRENZEL sorgfältig untersucht worden. Hinsichtlich des Mitteldarmepithels von *Eremobia* ist es mir nicht gelungen zu FRENZEL's Befunden etwas Neues oder Besonderes hinzuzufügen. Vielmehr konnte ich, so weit die Untersuchung an konservierten Geweben es zuließ, seine Resultate bestätigen.

Das Epithel (Fig. 4) besteht aus cylinderförmigen, ziemlich breiten Zellen mit großen (0,045 mm im Durchmesser), intensiv sich tingirenden Kernen, die ihrerseits mit feinen Chromatinkörnchen angefüllt sind. Stellenweise kann man junge Zellen bemerken, welche sich zwischen zwei alte einkeilen und kleinere Kerne enthalten; die Zahl derselben ist jedoch unbedeutend. Das freie, gegen das Lumen des Schlauches gerichtete Ende der Zellen trägt den Zellsaum in Form eines kontinuierlichen Streifens, der die ganze Epithellage bedeckt und zwei scharf bezeichnete Kontouren und eine klare Strichelung zeigt. Dieser Zellsaum (Härchensaum nach FRENZEL) schließt sich fest an die Epithelzellen an und kann nicht von denselben gelöst werden. Zwischen den Zellen liegen vielzellige Drüsen zerstreut, die FRENZEL »Drüsenkrypten« benannt hat (Fig. 4); man begegnet ihnen in den beiderartigen Anhängen so wie in dem Mitteldarm selbst und überall sind sie regelmäßig ver-

theilt. Auf jedem Schnitt kann man drei bis acht und sogar mehr Drüsen finden. Das Epithel des Mitteldarmes löst sich leicht von der Muskelwand ab, die Drüsen jedoch sitzen fest darauf, und oft erhält man Schnitte, in denen das Epithel sich abgelöst hat, während die Drüsen alle an ihrem Platze verbleiben. Diese Drüsen sind birn- oder kolbenförmig, und ihr breiterer Theil liegt unter der Kernlage der Zellen des Epithels. Sich rasch verengernd, geht er in eine enge Röhre über, die in das Lumen des Darmanhanges mündet. Da dieser Ausgangskanal höchst dünn ist, so ist er nicht immer deutlich zu sehen. Die selbständige Hülle der Drüsen kann man sehr deutlich unterscheiden, besonders in den Fällen, wenn, wie schon oben erwähnt, die Zellen des Epithels sich von der Wand ablösen, die Drüsen aber an ihrem Platze bleiben. Diese Drüsen sind mit Kernen gefüllt, die sich von den Kernen der Epithelzellen dadurch unterscheiden, dass sie nicht so groß und nicht so körnig sind und durch das Hämatoxylin mehr intensive Färbung erhalten. Größtentheils bilden sie einen dichten Komplex, in Form einer kompakten Masse, welche die ganze Drüse anfüllt. Manchmal sind deren weniger, nur drei bis sechs an der Zahl, und dann sieht man deutlich das Plasma, welches jeden Kern umhüllt und das sich nicht mit Hämatoxylin tingirt; auch die Grenzen der einzelnen Zellen, deren Bestandtheile diese Kerne bilden, sind dann deutlich zu sehen.

Was die Zellenvermehrung anbelangt, so stimmen meine Beobachtungen mit den von FRENZEL angegebenen Thatsachen überein. In den Zellen der Drüsen findet mitotische Kerntheilung statt. Die Kerntheilung auf meinen Präparaten zu beobachten ist mir zwar nur bei sehr wenigen Drüsen gelungen, dessenungeachtet sieht man bei der Bearbeitung mit absolutem Alkohol die karyolitischen Figuren überaus deutlich. In den Zellen des Epithels selbst konnte ich die mitotische Kerntheilung nicht entdecken. Stellenweise sieht man in den am Grunde der Epithelzellen gelegenen neu gebildeten Zellen zwei neben einander liegende Kerne; den Process der Kerntheilung selbst konnte ich jedoch nicht wahrnehmen.

Die unteren (feinen) Anhänge des Mitteldarmes unterscheiden sich von den oberen dadurch, dass ihre äußere Hülle vorzugsweise aus einer dünnen bindegewebigen Membrana propria besteht, in der nur die Kerne sich mit Hämatoxylin tingiren, und an die sich nur wenige feine längslaufende Muskelfasern anschließen. Die Epithellage bildet keine Falten und schließt sich überall fest den Wänden der Anhänge an. Der Charakter ihrer Zellen und vielzelliger Drüsen unterscheidet sich in nichts von dem, was oben davon gesagt worden.

Was den Mitteldarm selbst anbetrifft, so unterscheidet sich sein

Bau in nichts von demjenigen seiner Anhänge und er bleibt unverändert von der Einmündung der Anhänge bis zu der Einmündung der MALPIGHI'schen Gefäße. Die Wand des Mitteldarmes besteht aus einer dünnen Lage von Ringmuskeln; an der äußeren Seite der Wand zieht sich eine bedeutende Menge von Längsmuskelstämmen hin. An die Muskellage schließt sich von innen eine dünne Bindegewebslage an (Fig. 4 h), die übrigens keine kontinuierliche Schicht bildet. In der Flächenansicht hat dieselbe das Aussehen eines Netzes mit breiten Maschen aus ziemlich dünnen Fäden. Es existiren keine Grenzen der Zellen; faseriges Gewebe mit Kernen ist allein vorhanden. Auf dieser Bindegewebslage liegt das Epithel. Wülste, wie in den Anhängen, bildet es hier nicht, sondern schließt sich fest der Wand an. Stellenweise nur weicht es ein wenig von der Muscularis ab, und in solchen Fällen ist der Zwischenraum mit lockeren faserigen Geweben ausgefüllt. Der Charakter des Epithels unterscheidet sich fast gar nicht von demjenigen des Epithels der Darmanhänge; die Zellen scheinen nur ein wenig enger und länger zu sein. In dem Epithel des Mitteldarmes ist eine annähernd gleiche Anzahl Drüsen gleichen Charakters zerstreut. Die Intima behält auch denselben Charakter. Bemerkenswerth ist in der Masse der Fasern des Bindegewebes die Anwesenheit einer großen Anzahl sehr feiner, unregelmäßig vertheilter, glänzender Körperchen, welche stark lichtbrechend sind, sich nicht mit Hämatoxylin tingiren und sich durch einen gelblichen Schimmer auszeichnen. Stellenweise bilden sie bedeutende Anhäufungen. In dem Bindegewebe der Anhänge habe ich die Anwesenheit solcher Körperchen nicht bemerkt. Eine dünne Lage desselben Bindegewebes mit Kernen bekleidet auch von außen die Wand des Mitteldarmes. Die Stämme der längslaufenden Muskeln, die zur Muskelwand gehören, zerfallen, da, wo sie sich dem hinteren Ende des Mitteldarmes nähern, in feinere Stämme, weil die einzelnen Muskelstämmchen, aus denen sie gebildet, sich von einander entfernen. In Folge dessen wird die Längsmuskulatur dichter und feiner und die Längsmuskelstämme haben das Aussehen von am Ende zerfaserten Schnüren.

Ganz am Ende, an seiner Grenze mit dem Enddarm, nimmt der Mitteldarm eine Menge MALPIGHI'scher Gefäße auf, die zu 15 bis 20 büschelweise vereinigt mit 10 einzelnen Stämmen münden. Unterhalb der Mündung der MALPIGHI'schen Gefäße in den Mitteldarm befindet sich eine, den Mitteldarm von der folgenden Abtheilung des Darmkanals scheidende, besondere Einschnürung in der Art eines Sphincters oder einer ringförmigen Klappe. Die Muscularis wird plötzlich bedeutend dicker und besteht aus einigen sehr starken und dicken Ringmuskeln

(Fig. 2). Die Epithellage bildet einige (annähernd 10) breite Falten oder Wülste in Form von Erhöhungen, die steil in das Gebiet des Mitteldarmes hinabsteigen, rückwärts aber, nach der Seite des Enddarmes hin, allmählich und unmerklich in die Epithelschicht, die denselben bedeckt, übergehen. An den Seiten tragen diese Epithelvorsprünge noch besondere Falten. Der Charakter des Epithels dieser Falten ist von demjenigen des Epithels des Mitteldarmes ganz verschieden. Die Drüsenkrypten verschwinden; die Zellen werden kleiner, niedriger, cylinderförmig und enthalten verhältnismäßig große Kerne, welche fast den ganzen Raum der Zellen einnehmen. Im Zwischenraum zwischen den Erhöhungen sind die Epithelzellen noch niedriger und breiter. Die Kerne haben eine unregelmäßige Form mit rundlich-eckigen Umrissen. Viele unter ihnen zeigen Einschnürungen von verschiedener Tiefe, als ob sie sich im Process der direkten Kerntheilung befänden; die karyolitischen Figuren sind niemals sichtbar. Das Epithel dieser Wülste ist mit einer Intima von bedeutender Dicke ausgestattet; letztere ist nicht mehr gestreift, sondern stellt eine durchsichtige, homogene Chitinhaut dar. Der Raum zwischen dem Epithel und der Muskellage ist in den Wülsten mit Fasern des Bindegewebes, die den oben beschriebenen gleichkommen, angefüllt. Unter den Kernen dieses Gewebes kommen solche vor, die auf einen Process der direkten Kerntheilung hinzuweisen scheinen.

Obgleich das Bindegewebe auch hier in seiner lockeren, faserigen Form auftritt, so kommen manchmal noch Spuren einzelner Zellen vor, welche das Aussehen eines farblosen, hellen, sich nicht tingirenden Plasma haben, welches die einzelnen Kerne umgiebt. Dieses Plasma zeigt keine faserige Struktur und umgiebt die Kerne mit einem hellen Hofe, der deutlich von der übrigen Masse des Gewebes absticht. Ein starker Muskelring und die Wülste des Epithels, die sich beim Übergang einer Abtheilung des Darmkanals in die andere befinden, weisen darauf hin, dass die Kontraktion dieses Ringes dazu dienen muss, um die Nahrung im Mitteldarm aufzuhalten und das Übergehen der einzelnen Nahrungstheilchen aus dem Enddarm zurück in den Mitteldarm zu verhindern. Die Wülste selbst gehören, dem Charakter ihres Epithels nach, zu der letzten Abtheilung des Darmkanals. Ihr Epithel geht auch wirklich unmerklich in das Epithel der folgenden Abtheilung über.

Der Enddarm kann, seiner äußeren Form nach, in drei Abtheilungen eingetheilt werden, die sich, ihrem histologischen Bau nach, alle scharf von einander unterscheiden. Die Röhre des Darmkanals zieht sich, gleich hinter der Mündung der MALPIGHI'schen Gefäße noch eine Strecke weit hin, ohne sich zu verändern, und unterscheidet sich äußer-

lich in nichts von dem vorangehenden Mitteldarm. Diese Röhre bildet die erste Abtheilung des Enddarmes. Weiter geht sie in ein feines, ausgebogenes Röhrchen über, welches die erste Abtheilung mit der breiten letzten Abtheilung, dem Rectum, vereinigt. Der letzte Theil ist seiner Länge, Breite und histologischen Differenzirung nach der bedeutendste Antheil des Enddarmes. So sieht der Enddarm bei den ausgewachsenen Insekten aus; bei den nicht ausgewachsenen hat er die Form einer geraden Röhre, die sich in der Mitte erweitert. Das Verbindungsrohr, welches die erste Abtheilung mit der dritten vereinigt, fehlt noch. Es wird durch eine innere Falte der Wand des Enddarmes gebildet, die sich nach der Häutung auszieht und gerade streckt.

Die erste Abtheilung des Enddarmes, die dem Mitteldarm unmittelbar folgt, fängt mit dem oben beschriebenen Sphincter an. Die Muskelwand geht nach ihrer zeitweiligen Verdickung wieder in die dünne Lage der Ringmuskeln über, an die sich sechs starke längslaufende Muskelstämme anschließen. Die Epithellage bildet keine Falten, sondern schmiegt sich dicht an die Muscularis an. Ihre Zellen sind auch sehr niedrig und zugleich sehr breit. Die Kerne derselben sind sehr groß (0,025—0,030 mm) und scheinen, Dank der Breite der Zellen, auf den Präparaten ziemlich weit von einander zu liegen.

Zwischen dem Epithel und der Muscularis liegt eine dünne Schicht von Bindegewebe, das eben so faserig wie im Mitteldarm ist, und die gleichen glänzenden Körnchen enthält. Die sehr großen Kerne des Epithels haben eine polyedrische Form mit abgerundeten Kontouren und mit einem dichten Chromatingerüst. Bei einigen Kernen tingirt sich bei der Färbung mit Hämatoxylin die eine Seite intensiver als die andere. Die charakteristische Besonderheit der Kerne des Epithels dieser Abtheilung des Enddarmes besteht darin, dass ein jeder der Kerne nicht unmittelbar in dem Plasma selbst, sondern von einem hellen durchsichtigen Hofe umgeben, gleichsam in einer Vacuole liegt. Die durchsichtige Umhüllung des Kernes erlaubt die Umrisse desselben genau zu unterscheiden. Viele Kerne, große so wie kleine, die in neu gebildeten Zellen, an der Basis der Epithelzellen sich befinden, sind mit Einschnürungen versehen, die mehr oder weniger tief die Kerne in annähernd gleiche Theile theilen oder manchmal in einen größeren und einen kleineren Theil (Fig. 4). Auf der Flächenansicht kommen Zellen vor, in denen zwei nicht große Kerne neben einander liegen. Diese Gebilde der Kerne erinnern vollständig an die von FRENZEL¹ im Mitteldarm der Crustaceen beschriebenen, wo die Klarheit der Gebilde

¹ J. FRENZEL, Über den Darmkanal der Crustaceen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXV.

auch durch die Anwesenheit des hellen Hofes, der den Kern umgiebt, bedingt wird. Die verschiedenen Stadien der mehr oder weniger tiefen Einschnürungen bei völliger Abwesenheit der karyolitischen Figuren haben FRENZEL auf den Gedanken gebracht, dass diese Kerne durch amitotische Theilung sich fortpflanzen.

Bei den Insekten ist es ihm nicht gelungen, solche Erscheinungen zu beobachten, da im Mitteldarm derselben wegen der sehr dichten Anordnung der Kerne ihre Umrisse undeutlich werden. Der Analogie nach urtheilend, giebt er jedoch auch bei denselben die Existenz eines solchen Processes zu. Im Enddarm der *Eremobia* habe ich die gleichen Bedingungen gefunden, welche die Beobachtung des Processes der Kerntheilung bei den Crustaceen erleichtern: nämlich einen großen Zwischenraum zwischen den Kernen der einzelnen Zellen und einen hellen Hof, der sie umgiebt. Und wirklich, als ich meine Präparate mit den Zeichnungen FRENZEL's, welche die Stadien der Kerntheilung in dem Epithel der Decapoden darstellen, verglich, fand ich viele Stadien und Formen, die bei FRENZEL abgebildet sind, vor (Fig. 4). Das Kerngerüst behielt dabei immer seine Form.

Die von mir beschriebene erste Abtheilung des Enddarmes geht alsdann in eine enge, gebogene Röhre über, die denselben mit dem Rectum vereinigt. Die Bestimmung dieser Röhre ist wieder eine rein mechanische. Sie besteht darin, die zwei Abtheilungen des Darmkanals zu vereinigen und zugleich als Klappe zu dienen, um den Übergang der Nahrung aus einer Abtheilung in die andere zu verhindern. Einer solchen Bestimmung dieser Röhre entsprechend finden wir auch hier, gleich wie bei dem oben beschriebenen Sphincter, ein reducirtes Epithel und eine verstärkte Muskellage. Die Verstärkung der letzteren wird jedoch nicht nur durch die einfache Vermehrung der Zahl der Ringmuskeln erreicht, im Gegentheil die Lage der Ringmuskeln ist eben so dünn, wie auch in der vorhergehenden und in der folgenden Abtheilung. Die Längsmuskulatur, die längs der ersten Abtheilung des Enddarmes liegt, verschwindet sogar an der Verbindungsröhre. Auf der Wand der letzten Abtheilung, in einer verstärkten Form wieder erscheinend, hören diese Stämme längs der engen Verbindungsröhre auf; die Wände derselben entbehren, wie ich beobachten konnte, vollständig der äußeren Lage der Längsmuskeln. Die Verstärkung ihrer Kontraktionsfähigkeit wird auf eine andere Weise erreicht (Fig. 5). An der inneren Seite der Wand ziehen sich einige Reihen längslaufender Wülste, die eine sehr unregelmäßige Form haben und bald hoch, bald niedrig sind. Die Zahl derselben beläuft sich auf acht bis zehn. Diese Wülste werden durch das Epithel gebildet, welches an vielen Punkten

von der Ringmuskulatur absteht. Der Raum zwischen den Ringmuskeln und dem Epithel ist hier nicht wie in den Wülsten des Sphincters beim Übergange des Mitteldarmes in den Enddarm mit lockerem Bindegewebe, sondern mit längslaufenden Muskelstämmen angefüllt. Der verschiedenen Höhe der Wülste entsprechend, ist auch die Zahl der Muskelstämme in denselben verschieden; sie laufen nicht ganz parallel mit der Wand der Röhre, sondern sind zu derselben geneigt und bogenartig gekrümmt. Auf den Querschnitten werden folglich diese Muskelfasern quer und schief getroffen. Durch die Kontraktion dieser schräg laufenden Muskelstämme muss auch die Verkürzung der engen Röhre und die Verkleinerung ihres Durchmessers, d. h. die Verengerung des Lumens, welches dann durch die zusammenkommenden Falten verschlossen wird, erzielt werden.

Das Epithel, das diese Wülste bedeckt, ist von den Muskelstämmen durch eine dünne Scheibe, die *Membrana propria*, getrennt und unterscheidet sich von dem Epithel der vorhergehenden Abtheilung des Enddarmes durch eine viel geringere Größe seiner Zellen, welche kleiner, niedriger und enger sind und kleinere Kerne enthalten (Fig. 5). Die Grenzen der Zellen sind fast überall sehr deutlich; das Plasma derselben tingirt sich nicht mit Hämatoxylin.

Da, wo sich die enge Röhre mit der ersten Abtheilung des Enddarmes vereinigt, gehen die Epithelzellen desselben sich allmählich verkleinernd und verengernd nach und nach in das Epithel über, das die Wülste der Verbindungsröhre bedeckt. Der Übergang aus dieser Abtheilung in das Rectum geschieht nicht so allmählich.

Das Epithel ist mit einer Cuticulalage bedeckt, die eine unmittelbare Fortsetzung der Intima der ersten Abtheilung darstellt. Da, wo die Röhre sich mit dem Rectum vereinigt, verdickt sich die Intima und erzeugt gelbe Chitinstreifen und Zähnen. Diese Zähnen befinden sich im Anfange jener Streifen des Epithels, zwischen den Rectaldrüsen, von denen die Rede später sein wird.

Gehen wir jetzt zur Beschreibung des wichtigsten Theiles des Enddarmes, des Rectum über. Derselbe zeichnet sich im Vergleich zu den vorhergehenden Abtheilungen durch eine bedeutendere Größe und eine stärkere histologische Differenzirung aus. Den wichtigsten Theil dieser Abtheilung bilden sechs längslaufende längliche Wülste der Epithelwand, die sich durch eine außerordentliche, räthselhafte Bildung auszeichnen und längst schon unter dem Namen der Rectaldrüsen der Insekten bekannt sind¹. Bei den Eremobien haben sie den gleichen

¹ C. CHUN, Über den Bau etc. der Rectaldrüsen bei den Insekten. Abhandl. d. SENCKENB. Naturf. Gesellsch. 1876.

Charakter wie bei *Locusta* und anderen Orthopteren. Sie haben (Fig. 6) die Form von sechs länglichen Wülsten, die ein wenig in das Innere des Darmkanals vorspringen und durch sechs eben so längliche Vertiefungen, Furchen, in denen die Epithellage fest an der Muscularis anliegt, getrennt werden. Die Muscularis dieser Abtheilung des Enddarmes besteht aus einer Lage Ringmuskeln von unbedeutender Dicke und aus sechs sehr dicken, starken, längslaufenden Muskelstämmen, welche sich den sechs Zwischenräumen der Rectaldrüsen gegenüber befinden (Fig. 6 *l.m*). An dieser Stelle dringt die Muskelwand ein wenig ins Innere und bildet eine äußere flache Furche, welche der inneren, sich zwischen den Rectaldrüsen befindenden, gegenüber liegt. Auf diese Weise liegt jede Rectaldrüse zwischen zwei längslaufenden Muskelstämmen und zwischen zwei länglichen Furchen, der äußeren und der inneren. Längs den Wülsten, welche die Rectaldrüsen bilden, löst sich die Epithellage von der Muscularis ab und der Zwischenraum ist mit Bindegewebe angefüllt, das den gleichen Charakter, welcher schon früher erwähnt, trägt; es ist das ein faseriges, keine selbständigen Zellen enthaltendes Gewebe mit ziemlich kleinen Kernen (Fig. 6, 7 *b*). Diese Lage enthält ein dichtes Tracheennetz, dessen feine Ästchen sogar zwischen die Zellen des Epithels dringen (Fig. 7 *tr*). Die Epithellage trennt sich von dieser Lage des Bindegewebes durch eine festere Schicht — der Membrana propria — ab. Das Epithel der Rectaldrüsen bei *Eremobia* bietet einige Eigenthümlichkeiten dar, deren *CHUX* nicht erwähnt. Die Hauptmasse desselben bilden (0,15 mm hohe) große cylinderförmige Zellen mit fast überall deutlich zu sehenden Grenzen; das Plasma dieser Zellen tingirt sich nur schwach mit Hämatoxylin. Die Kerne sind groß (0,025—0,040 mm) und von runder oder ovaler Form; es kommen auch sehr schmale, längliche oder eiförmige, an einem Ende (gewöhnlich am oberen) zugespitzte Kerne vor. Im Kerne selbst befinden sich ein, zwei oder mehrere ziemlich große Körnchen (Nucleoiden?) und ein Netz kleiner Chromatinkörner. Die länglichen eiförmigen Kerne tingiren sich oft unregelmäßig; das zugespitzte Ende ist gewöhnlich reicher an Chromatinkörnchen und selbst das Plasma nimmt die Färbung an; das entgegengesetzte Ende des Kernes, welches weniger Körnchen enthält, und dessen Plasma sich nicht tingirt, ist hingegen fast farblos. Die Kerne aller Zellen befinden sich im Grunde derselben, d. h. nicht weit von der Membrana propria; theilweise liegen sie ganz im unteren Theile der Zellen, theilweise etwas von der Membran entfernt; nur wenige liegen über der Mitte der Zellen. Alle Kerne, sowohl die höher als die niedriger liegenden, sind fast von gleicher Größe. Neugebildete Kerne, d. h. den neugebildeten Zellen gehörende Kerne, habe ich auf meinen Prä-

paraten nicht gesehen. Manchmal kamen zwar Kerne mit Einschnürungen, in der Art der früher in der ersten Abtheilung des Enddarmes beschriebenen, vor.

In die Zwischenräume zwischen diesen cylindrischen Zellen dringen feinste, von den im Bindegewebe der Rectaldrüsen verlaufenden Tracheenstämmen abgehende, Tracheenästchen ein (Fig. 7 *tr*). Diese in das Epithel eindringenden Tracheenästchen haben keine Chitinschicht, und bestehen nur aus einer feinen Matrixröhre mit Kernen; die Kerne verkleinern sich nicht und scheinen desshalb im Verhältnis zu der Röhre groß. Die Röhre geht aufwärts, den Zellen des Epithels entlang, und endigt fast unter der Intima, eine blinde Erweiterung in Form einer Blase, deren Hülle ein bis zwei Kerne enthält, bildend. Die Umrisse der Röhre sind sehr deutlich zu sehen und eben so leicht ist es ihre Vereinigung mit den Tracheenästen des Bindegewebes zu beobachten.

Außer den beschriebenen cylinderförmigen Zellen mit großen Kernen sind in der Epithellage der Rectaldrüsen noch andere Elemente vorhanden. Im oberen Theile der Epithelschicht, nahe der Intima, da, wo die Grenzen der cylinderförmigen Zellen undeutlich werden, liegen bald einzeln, bald angehäuft kleine Kerne, welche besonderen Zellen angehören. Kleiner als die Kerne der Epithelzellen (0,04 mm), unterscheiden sie sich nach der Struktur nicht von denselben. Sie haben eine regelmäßige runde Form und enthalten einige (ein bis zwei) größere Körnchen (Nucleoiden?) und einige, sich stark mit Hämatoxylin tingirende, inmitten eines farblosen oder sehr schwach tingirten Plasma ruhende, kleinere Körnchen. Ein jeder solcher Kern liegt in einer hellen, durchsichtigen Blase — Theca — und nimmt annähernd die Mitte derselben ein (Fig. 7 *sch*). Die Theca ist manchmal rund, manchmal länglich. Wenn die Kerne in Gruppen liegen, so berührt die Theca des einen diejenige des anderen. Die Grenzen der Zellen, denen diese Kerne mit ihrer Theca angehören, habe ich nicht feststellen können. Wie es scheint, stehen diese Zellen in gar keinem Zusammenhang mit der Membrana propria, sondern liegen frei in den Zwischenräumen der Cylinderzellen. Die Zahl dieser »Schleimzellen« (»LEYDIG'sche Zellen«) ist viel geringer als diejenige der Epithelzellen; sie befinden sich alle in dem oberen Theil des Epithels, unweit der Intima. Doch ist es mir kein einziges Mal gelungen die Mündung ihrer Theca ins Lumen des Darmes zu sehen, vielmehr habe ich sie immer geschlossen gefunden. Nur in seltensten Fällen bekommt man Kerne zur Ansicht, die weiter von der Oberfläche des Epithels, den Kernen der Epithelzellen genähert liegen. Neben der Basis der Epithelzellen, an der Membrana propria,

sieht man gar keine Schleimzellenkerne. Was die Vermehrung dieser Zellen anbelangt, so liegen manchmal in einer Theca zwei Kerne, die sich fast berühren. Manchmal kommen Schleimzellen mit Einschnürungen vor. Die größte Zahl der Schleimzellen befindet sich an den Seiten der Rectaldrüsen; in der Mitte derselben nimmt ihre Zahl ab.

Die Seitenflächen der Wülste, welche die Rectaldrüsen bilden, sind von einem, einen ganz anderen Charakter tragenden Epithel bedeckt (Fig. 6). Die cylinderförmigen Zellen werden kleiner, kürzer und schmaler; die Kerne verkleinern sich, werden dünner und liegen, da die Zellen sich sehr anhäufen, nahe bei einander; die Schleimzellen verschwinden ganz. Die Membrana propria, auf der die Zellen des Epithels der Rectaldrüsen sitzen, biegt sich auf den Seiten derselben nach unten ein und schließt sich längs der ganzen Furche, die die eine Rectaldrüse von der anderen theilt, fest an die Muscularis an; das faserige Gewebe der Rectaldrüse verschwindet hingegen in den Zwischenräumen ganz. An der anderen Seite der Furche geht diese Membrana wieder von der Muscularis ab und bildet die Stützmembran des Epithels der folgenden Rectaldrüse. Auf diese Weise sitzt das gesammte Epithel, sowohl das hohe der Rectaldrüsen, wie das niedrige, reducirte Epithel der Zwischenfurchen auf einer zusammenhängenden, kontinuierlichen Membran, die bald sich von der Muscularis entfernt, bald sich derselben eng anlegt. In der Furche zwischen den Rectaldrüsen besteht das Epithel aus kleinen, engen, cylinderförmigen Zellen mit kleinen, stark sich tingirenden Kernen. Diese Zellen sitzen hier nicht mehr so dicht, wie an den Seiten der Rectaldrüsen. Alle drei Abtheilungen des Enddarmes sind inwendig mit einer Chitinintima bedeckt, welche überall den gleichen Charakter trägt und durchsichtig, strukturlos und ziemlich dick ist.

Wir sehen also, dass in dem Darmkanal der *Eremobia* drei starke Muskelklappen, drei Sphincteren (beim Übergange des Vorderdarmes in den Mitteldarm, des Mitteldarmes in den Enddarm und in der engen Verbindungsröhre des Enddarmes) die drei Abtheilungen des Darmkanals, deren Epithellagen eine sehr verschiedene Struktur besitzen, isoliren: nämlich den Mitteldarm und die zwei Abtheilungen des Enddarmes. Während der Vorderdarm, der mit einem spärlichen Epithel, einer stark entwickelten Muscularis und einer, Chitinzacken tragenden, Intima ausgestattet ist, nur eine rein passive, mechanische Rolle im Verdauungsprocesse spielt, muss dem Enddarm eine bedeutende physiologische (chemische) Thätigkeit im Verdauungsprocess zukommen. Die Theilung desselben in zwei von einander isolirte Abtheilungen, die starke Entwicklung der Epithellage, ihre Differenzirung nach Abthei-

lungen, die Größe ihrer Zellen und Kerne, das Erscheinen besonderer Elemente in Form von Schleimzellen, denen man in den anderen Abtheilungen des Darmkanals bei *Eremobia* nicht begegnet, Alles das weist darauf hin.

II.

Gegenstand meiner weiteren Untersuchungen waren die Aeschnalarven. Es ist bemerkenswerth, dass das Epithel des Darmkanals dieser Insekten bei der Bearbeitung mit absolutem Alkohol mehr als dasjenige der *Eremobia* litt; während das Epithel des Mitteldarmes, bei der Bearbeitung mit der FLEMMING'schen Lösung, sehr verändert wurde, ergaben die gleich bearbeiteten, mit Karmin tingirten Präparate des Enddarmes in einigen Hinsichten selbst bessere Resultate als die mit absolutem Alkohol und Hämatoxylin behandelten.

Der Mitteldarm der Aeschnalarven hat, wie bekannt, gar keine Anhänge und bildet zwischen dem Vorderdarm und der Stelle, wo die MALPIGHI'schen Gefäße münden, eine einfache cylinderförmige Röhre. Das Epithel besteht aus hohen und sehr dünnen cylinderförmigen Zellen; es bildet gar keine Falten, sondern liegt überall fest an der Wand an. Die Oberfläche desselben hat auf den Querschnitten ein leicht gewelltes Aussehen, der nicht ganz gleichen Länge der Epithelzellen wegen, die nach oben etwas breiter werden. Da die Epithelzellen sehr schmal sind, so liegen die Kerne sehr dicht an einander, so dass keine Möglichkeit vorhanden ist, die Art und Weise der Bildung der neuen Zellen zu ergründen. Der Härchensaum der Epithelzellen ist von unbedeutender Höhe. Zwischen den Epithelzellen sind viele ziemlich große Drüsen (Krypten) zerstreut; sie haben die Form von kleinen Kolben oder länglichen Flaschen mit engen Hälsen und enthalten größtentheils einen dichten Kernkomplex, um den herum man weder ein Plasma noch Grenzen der zu ihnen gehörenden Zellen unterscheiden kann; die Hülle der ganzen Drüse und des Halses ist jedoch sehr klar zu sehen. Dem Charakter und der Intensivität der Karminfärbung nach unterscheiden sich die Kerne der Drüsen gar nicht von den Kernen der Epithelzellen.

Die äußere Gewebsschicht des Mitteldarmes ist etwas anders wie bei der *Eremobia* gebildet. Die Membrana propria, auf der die Epithelzellen sitzen, ist ein höchst feines, strukturloses, glänzendes, stark lichtbrechendes (chitinöses — ? siehe SCHNEIDER, »Über den Darm der Arthropoden, besonders der Insekten«. Zool. Anz. 1887, Nr. 246) Häutchen. Dasselbe ist mit ziemlich dichten, kleinen, feinen und scharfen Falten bedeckt, welche zwischen die Zellen des Epithels dringen.

Dieser Membrana propria liegt unmittelbar die Muscularis, eine Lage dünner Ringmuskelfasern, an, und wird nicht von derselben durch eine Zwischenschicht, Bindegewebe (Hypodermis), wie wir es im Mitteldarm der Eremobia zwischen dem Epithel und der Muscularis sehen, getrennt. Nach FRENZEL sollen überhaupt diese beiden Gewebeformen, die unter dem Epithel liegen, nie simultan vorkommen, während SCHNEIDER in dem oben erwähnten Aufsätze behauptet, dass unter der Chitin-(?)Membrana, auf der das Epithel sitzt, noch eine Lage Hypodermis sich befindet. Meine Beobachtungen sprechen eher für die Meinung FRENZEL'S. Dagegen findet man im Darmkanale der Aeschna stark entwickeltes faseriges Bindegewebe da, wo bei der Eremobia keines, oder nur Spuren zu sehen waren. Dasselbe bekleidet nämlich äußerlich in einer ziemlich dichten Lage die Ringmuskelfasern der Muscularis und trägt hier denselben Charakter wie im Darmkanal bei Eremobia. Die einzelnen Zellen sind in diesem faserigen Gewebe nicht sichtbar; es besteht nur aus Faserbündeln mit darunter liegenden Kernen. Zahlreiche Tracheenäste durchdringen das Gewebe, welches die längslaufenden, äußerlich den Ringmuskeln anliegenden Muskelstämme dicht bekleidet; die Zahl dieser Stämme ist ziemlich groß, ihre Dicke jedoch unbedeutend.

Ganz den gleichen Bau des Mitteldarmes haben auch die Libellularlarven, die Agrionlarven und die Imagines von *Lib. striolata*.

Da, wo der Mitteldarm der Aeschnalarve sich mit dem Vorderdarm vereinigt, gehen die Wände dieser Abtheilungen nicht gerade in einander über; in eine enge Röhre ausgezogen ragt der Vorderdarm in das Lumen des Mitteldarmes hinein und die Wandung des Mitteldarmes bildet eine cirkuläre Falte, welche diese terminale Verengung des Vorderdarmes umgibt und fest an derselben anliegt. Diese Röhre bildet damit eine Klappe, welche die eine Abtheilung des Darmes von der anderen absperren und den vorzeitigen Übergang der Nahrung in den Mitteldarm verhindern kann. Zu diesem Zwecke dienen große Falten ihres Epithels, und eine stark entwickelte Ringmuskulatur, welche durch ihre Kontraktion die Falten der Epithellage einander näher bringen, und das Lumen der Röhre ganz schließen muss. Eine stark entwickelte Intima dient noch mehr dazu diesen kurzen Endtheil des Vorderdarmes recht fest zu verschließen. Die Intima ist am stärksten am letzten Ende des hineinragenden Endtheiles des Vorderdarmes, da, wo sein Epithel, das demjenigen der ganzen vorderen Darmabtheilung gleich kommt, beim Übergang auf die Falte des Mitteldarmes, durch das Epithel des letzteren ersetzt wird. Allmählich in ihrer Größe sich verändernd, gehen die Zellen einer Abtheilung in diejenigen der anderen über. Der

Raum zwischen der Ringmuscularis und dem Epithel in den Falten der Röhre ist mit Bindegewebe und einigen feinen längslaufenden Muskelfäserchen angefüllt; die Kontraktion derselben muss dazu beitragen die Klappe zu erweitern. Der ganze innere Raum der Ringfalte des Mitteldarmes, welche die enge Endröhre des Vorderdarmes bekleidet, ist mit einer Epithellage bedeckt, die den gleichen Charakter, wie die oben beschriebene Epithellage des Mitteldarmes trägt und eine bedeutende Anzahl »Drüsenkrypten« enthält. An dem vorderen Rand der Ringfalte sind die Längsmuskelstämme des Vorderdarmes befestigt, während der Theil des Vorderdarmes, der in Form einer engen Röhre in den Mitteldarm eindringt, einer Längsmuskulatur entbehrt. Der Raum zwischen der Muskelwand dieser Röhre und der anliegenden Wand der Falte des Mitteldarmes ist mit lockerem Bindegewebe ausgefüllt, das eben so reich an Tracheenästen ist, wie das den Mitteldarm von außen bekleidende; außerdem gehen hier noch feine Längsmuskelfasern, welche zum Längsmuskelsystem des Mitteldarmes gehören, durch; diese Fasern sind an das Ende der Röhre befestigt, da wo die Wand derselben in die Wand der Falte des Mitteldarmes übergeht.

Der Enddarm der Aeschnalarven kann in zwei Abtheilungen getheilt werden; der dicke Endtheil, welcher, wie bekannt, bei den Larven dieser Art zum Athmen dient und Mastdarm genannt wird; der engere, in Form einer ausgebogenen Röhre, den Mastdarm vom Mitteldarm trennende Theil, könnte Dünndarm benannt werden. Jene Sphincteren, welche bei der Eremobia den Mitteldarm vom Enddarm und die eine Abtheilung des Enddarmes von der anderen trennen, finden wir in dem Darmkanal der Aeschnalarve nicht. Die Verbindung der engen Abtheilung des Enddarmes mit dem Mastdarm bildet keine zum Aufhalten der Nahrung dienende Klappe. Da, wo der Mitteldarm in den Enddarm übergeht, sehen wir, anstatt eines starken Muskelsphincters, nur einige Epithelfalten, welche den Verschluss des Lumen bewirken können.

Die Struktur der ersten, engen Abtheilung des Enddarmes bietet interessante Eigenheiten, die der Aufmerksamkeit der früheren Forscher entgangen sind. An seine Wand, welche aus einer Lage Ringmuskeln, einer Lage zerstreut liegender, feiner Längsmuskeln (Fig. 8), und einer wenig entwickelten bindegewebigen faserigen Membrana propria besteht, schließt sich eine Epithellage an, deren Struktur sehr charakteristisch ist. Die ganze Oberfläche des Dünndarmes nämlich ist mit einem Epithel bedeckt, das nicht, wie gewöhnlich, gleichartig ist, sondern zwei, der Größe und dem Charakter seiner Zellen nach, scharf sich unterscheidende Formen zeigt. In der Vertheilung dersel-

ben ist gar keine Regelmäßigkeit zu bemerken; sie sind stellenweise auf der Wand des Dünndarmes zerstreut, und wechseln mit einander ab.

4) Das eine dieser Epithelien besteht aus ziemlich großen und breiten Zellen (0,04 — 0,06 mm Höhe), die große Kerne (0,025 — 0,05 mm) von runder polyedrischer oder länglicher Form enthalten (Fig. 8 1e). Nicht nur die Kerne dieser Zellen, sondern auch das Plasma derselben tingirt sich stark mit Karmin. Einige Kerne sind mit starken Einschnürungen versehen, wie wenn sie sich im Stadium der Theilung befänden; dabei sind aber keine mitotischen Figuren sichtbar. Stellenweise bildet dieses Epithel Falten, durch welche Tracheenäste von bedeutender Dicke gehen (Fig. 8 tr).

2) Das Epithel der zweiten Art (Fig. 8 2e) unterscheidet sich von dem ersteren durch eine geringere Größe der Zellen (0,02 mm Höhe) und Kerne. Das Plasma seiner Zellen tingirt sich sehr schwach oder gar nicht mit Karmin und ist, wie es scheint, spärlich entwickelt; es ist farblos, durchsichtig und strukturlos. Die kleinen Kerne (0,005 mm) befinden sich nahe an dem oberen Ende der Zellen und liegen immer der einen oder anderen Wand derselben an. Dieses Epithel bildet lange, unregelmäßige, doppelte und dreifache vielgewundene Falten; diese Falten liegen fest an einander und bilden einen dichten Komplex von Epithelzellen, die im Dünndarme unregelmäßige Wülste erzeugen (Fig. 8 2e). Dem Gesammthabitus nach haben diese aus verflochtenen Reihen von Epithelzellen zusammengesetzten Zellenkomplexe einen drüsenartigen Charakter; sie werden auch von Tracheenästen durchkreuzt, die hier jedoch feiner als in den Falten des ersten Epithels sind. Da, wo die von den beiden Epithelien bedeckten Stellen sich berühren, gehen die Zellen des ersteren, sich rasch verkleinernd und die Intensität ihrer Färbung verlierend, in die Zellen des anderen Epithels über. Die Intima, welche die Zellen des großen Epithels bedeckt (und die sich von der Chitintima des Vorderdarmes nur durch geringere Dicke unterscheidet), zieht sich ohne Unterbrechung in Form einer sehr dünnen, stark lichtbrechenden Membrana über den Zellen des einzelligen Epithels hin. Ohne Zweifel muss eine solche histologische Differenzirung der Struktur auch eine entsprechende physiologische Differenzirung im Gefolge haben und die physiologische Aufgabe dieser Form muss eben so verschieden sein. Besonders bemerkenswerth ist der Bau des kleinen Epithels mit seinen drüsenartigen, in Gruppen liegenden Falten. Die Beschreibung einer solchen Form der Epithelbildung im Darmkanal der Insekten ist, so viel ich weiß, noch nie gegeben.

Die Endabtheilung des Enddarmes der Libellenlarven enthält, wie

bekannt, merkwürdige, oft beschriebene Bildungen, die Darmkiemen, die den Larven zur Darmathmung dienen. Der histologische Bau dieser Darmkiemen ist schon von CHUN¹ beschrieben worden. Seinen Bemerkungen füge ich noch Folgendes zu. CHUN kannte den Bau der vorhergehenden Abtheilung des Darmkanals mit seinen verschiedenen Epithelien nicht, desshalb hat er wahrscheinlich die verschiedene Bildung der Epithellage, welche die Darmkiemen bedeckt, nicht bemerkt. Die Darmkiemen bestehen, wie bekannt, aus Ausstülpungen der Epithellage des Enddarmes in Form von zwei sehr langen, an der Spitze konvergirenden Lamellen; der zwischen denselben liegende Raum, der mit Bindegewebe angefüllt ist, dient zur Verzweigung der Tracheenstämmchen. Die beiden Arten des von mir in der vorhergehenden Abtheilung beschriebenen Epithelgewebes gehen in den Mastdarm und auch auf die Darmkiemen über. Einige derselben sind mit einem Epithel erster Art bedeckt, das, wie schon erwähnt, große Zellen, große Kerne und ein sich tingirendes Plasma enthält; auf anderen kommt ein Epithel zweiter Art mit kleinen sich nicht färbenden Zellen und kleinen Kernen vor. Im Anfange, der von dem Epithel der zweiten Art bedeckten Darmkiemen, bildet dasselbe eben so komplexe Falten, wie in dem Dünndarm, nur sind sie kleiner. Einige Darmkiemen sind auf einer Seite von einer Epithelart, auf der anderen von einer anderen bedeckt. Was das Bindegewebe, das den inneren Raum der Darmkiemen füllt, anbelangt, so besteht es aus mit Kernen und Hüllen versehenen Zellen, welche aber nicht regelmäßig im Gebiet der Darmkiemen vertheilt, sondern in einzelne Komplexe von runder oder länglicher Form zusammengefasst und von einer dünnen, deutlich sichtbaren Hülle (*Membrana propria?*) umgrenzt sind (Fig. 9 h). Im Kerne jeder dieser Zellen liegt eins, seltener zwei, stark lichtbrechende Körperchen.

Wie bekannt, sind die Darmkiemen der Libellenlarven den Rectaldrüsen anderer Insekten vollständig homolog. GEGENBAUR hielt sogar die Rectaldrüsen für Rudimente der Tracheenkiemen; CHUN bestritt diese Ansicht und hielt im Gegentheil die Darmkiemen für specialisirte, zum Wasserleben angepasste und in Athmungsorgane umgebildete Rectaldrüsen. Dabei ließ er aber eine Thatsache außer Acht, die seiner Meinung zur wesentlichen Stütze dient. Wenn nämlich die Rectaldrüsen verkümmerte Organe vorstellten, so würde ihr Erscheinen bei den Insekten mit vollkommen entwickelter Darmathmung, wo folglich von der Rückbildung dieser Organe keine Rede sein kann, nicht zu erwarten sein. Und doch findet man typische Rectaldrüsen auch bei den Aeschna-

¹ CHUN, l. c. p. 37.

larven, bei denen die Darmkiemen eine wichtige physiologische Rolle spielen. CHUN hat in seiner Abhandlung diese Thatsache nicht erwähnt. Ganz am Ende der hinteren Abtheilung des Enddarmes verschwinden die Darmkiemen und der Darmkanal geht vor der Analöffnung auf einmal in eine enge Röhre über. Längs dieser Röhre ziehen sich sechs Ausstülpungen oder sechs Epithelfalten, die ganz den typischen Bau der Rectaldrüsen, gleich den oben bei der *Eremobia* beschriebenen, haben (Fig. 9). Die Epithellage weicht von der Muscularis ab und der Zwischenraum ist mit demselben zelligen Bindegewebe, wie in den Darmkiemen, angefüllt. Zwischem dem zelligen Bindegewebe gehen Tracheenäste durch. Eine Abweichung von dem typischen Bau der Rectaldrüsen besteht nur darin, dass durch dieselben unterhalb des Epithels noch einige feine Muskelfasern gehen (Fig. 9 m). Die Differenzirung der Epithellage in zwei Arten, die dem ganzen Enddarm der Aeschnalarven eigen, ist auch in dieser letzten Abtheilung sichtbar. Die Rectaldrüsen sind theils von dem großzelligen Epithel der ersten Art, theils von dem kleinzelligen der zweiten Art ausgekleidet. Letzteres bildet noch in den Vertiefungen zwischen den Rectaldrüsen kleine Faltengruppen.

Die Chitinintima, welche in einer kontinuierlichen Lage alle Abtheilungen des Enddarmes deckt, enthält auf den Darmkiemen und den Rectaldrüsen schwarzes Pigment in Form von kleinen Körnchen.

Die Anwesenheit der Rectaldrüsen im Darmkanal der Insekten mit wohlentwickelter Darmathmung verhindert dieselben als rückgebildete Athmungsorgane anzusehen und spricht zu Gunsten CHUN's, der die Rectaldrüsen selbst für primitive Bildungen, und die Darmkiemen im Gegentheile für eine sekundäre Modifikation der Rectaldrüsen ansieht.

Ich wiederhole mit ein paar Worten die von mir gefundenen Thatsachen.

1) Im Mitteldarm der *Eremobia* und der Aeschnalarve befinden sich außer den cylinderförmigen Zellen noch besondere Zellenkomplexe von drüsiger Natur (Drüsenkrypten). In den Zellen dieser Drüsen wird mitotische Kerntheilung beobachtet, in den Zellen des Epithels hingegen nicht.

2) Der Enddarm weist einen bedeutenden Differenzirungsgrad auf. Bei den *Eremobia* theilt er sich in zwei Abtheilungen, die durch eine Muskelklappe getrent werden. Beide Abtheilungen unterscheiden sich dem Charakter nach scharf von einander; in beiden ist die Epithellage sehr entwickelt. In dem Epithel der Rectaldrüsen befinden sich außer den cylinderförmigen Zellen noch andere Zellenelemente (Schleimzellen, LEYDIG'sche Zellen).

3) Der Enddarm der Aeschnalarven theilt sich auch in zwei Abtheilungen, die aber durch keine Klappe getrennt werden. Im ganzen Enddarm begegnet man zwei Arten des Epithels, die sich scharf von einander unterscheiden; das eine mit großen Zellen und Kernen, das andere mit kleinen. In der Verbreitung derselben ist gar keine Regelmäßigkeit zu bemerken. Das kleine Epithel bildet kompakte, verwickelte Falten; das große liegt fest der Muskelwand an, oder bildet nur einfache, weit von einander entfernte Falten.

4) In dem Enddarm der Aeschnalarven befinden sich außer den Darmkiemen noch typische Rectaldrüsen.

St. Petersburg, 14./26. Mai 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXVI.

Fig. 1. Mitteldarm von *Eremobia*. *r.m.*, Ringmuskelschicht; *b*, Bindegewebe; *e*, Epithel mit einer »Drüsenkrypte«.

Fig. 2. Übergang des Mitteldarmes in den Enddarm (*Eremobia*). *r.m.*, die stark entwickelten Ringmuskeln; *b*, lockeres, faseriges Bindegewebe; *e*, Epithel; *i*, Intima.

Fig. 3. Erste Abtheilung des Enddarmes (*Eremobia*). *r.m.*, Muscularis; *m.pr.*, Membrana propria; *i*, Intima.

Fig. 4. Kerne der Epithelzellen derselben Abtheilung.

Fig. 5. Querschnitt durch die Verbindungsröhre zwischen den zwei Abtheilungen des Enddarmes (*Eremobia*). *e*, Epithelfalten; *m*, die durch sie verlaufenden Muskelstämme; *r.m.*, Ringmuskeln.

Fig. 6. Rectaldrüse von *Eremobia*. *l.m.*, Längsmuskulatur; *r.m.*, Ringmuskulatur; *tr*, Tracheen; *i*, Intima; *b*, faseriges Bindegewebe mit zahlreichen Kernen; *e*, die Epithelschicht.

Fig. 7. Epithel derselben Rectaldrüse. *i*, Intima; *Sch*, Schleimzellen (LEYDIG'sche Zellen); *tr*, Tracheen; *b*, faseriges Bindegewebe; *r.m.*, Ringmuskulatur.

Fig. 8. Erste Abtheilung des Enddarmes von der *Aeschnalarve*. *l.m.*, längslaufende Muskelstämme; *r.m.*, Ringmuskulatur; *tr*, Tracheen; *1e*, großzelliges, großkerniges Epithel; *2e*, verwickelte Falten des kleinzelligen, kleinkernigen Epithels; *i*, Intima.

Fig. 9. Rectaldrüsen einer *Aeschnalarve*. *r.m.*, Muskelschicht; *tr*, Tracheen; *b*, Komplexe von Bindegewebszellen; *m*, einzelne Muskelfasern, die unter der Epithelschicht verlaufen; *1e*, großzelliges Epithel; *2e*, kleinzelliges, kleinkerniges Epithel; *i*, Intima.

Die Figuren 1, 2, 4, 7 sind mit der Anwendung von SEIBERT's homog. Immers. 4/16 gezeichnet; die übrigen mit SEIBERT's Syst. V, Oc. I.

Fig. 1



Fig. 2

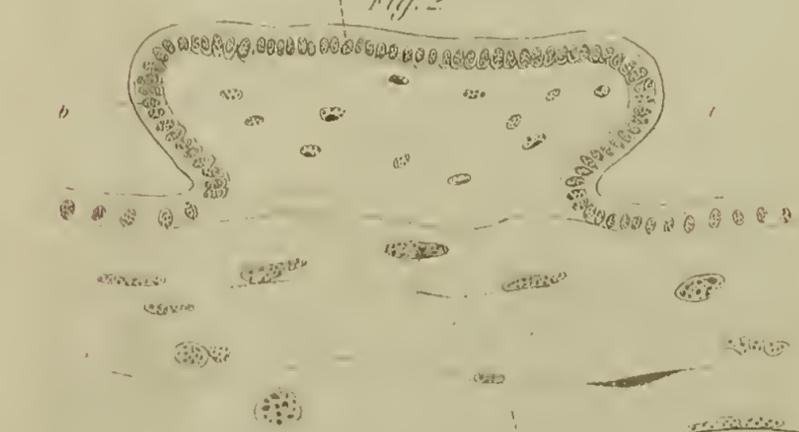


Fig. 3



Fig. 4

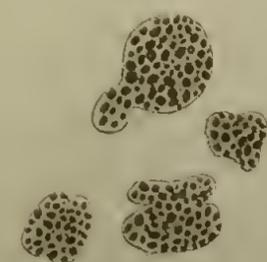


Fig. 6



Fig. 7

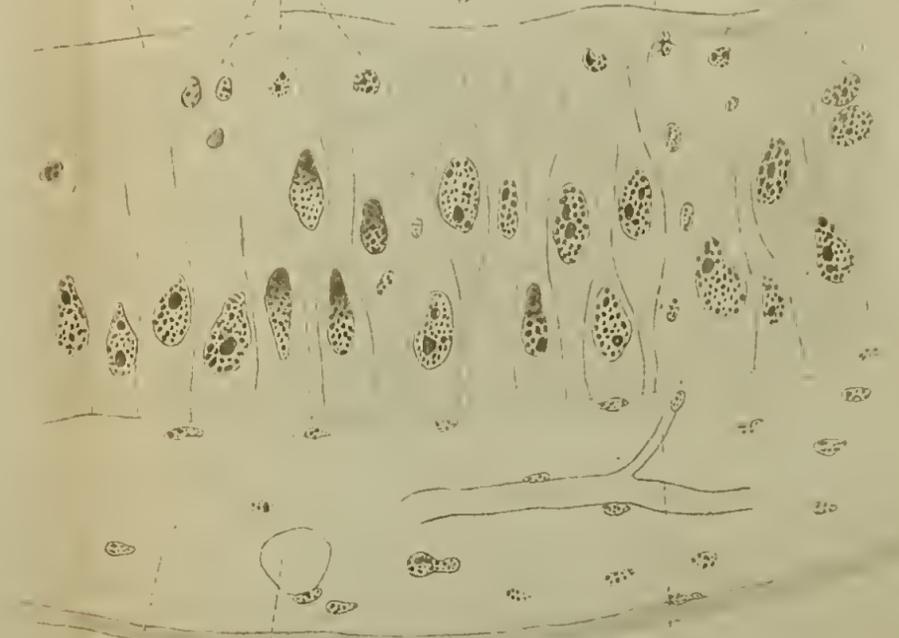


Fig. 5



Fig. 9



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1886-1887

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Faussek Victor Andrejvitsch

Artikel/Article: [Beiträge zur Histologie des Darmkanals der Insekten. 694-712](#)