

Beiträge zur Kenntnis der Darmsekretion.

II. Teil.

Macrodytes (Dytiscus) circumcinctus Ahr.

Von

Prof. Dr. Deegener.

Die folgenden Seiten teilen die Resultate der angekündigten Untersuchungen des Darms von *Dytiscus circumcinctus* Ahr. mit und bilden den zweiten Teil der Beiträge zur Kenntnis der Darmsekretion bei den Insekten, deren erster Teil sich mit der Raupe von *D. euphorbiae* L. beschäftigt (diese Zeitschr. 75. Jahrg. 1. Bd., 1. Heft 1909). Die Verhältnisse liegen hier insofern einfacher, als das Epithel ein homomorphes ist; andererseits ergeben sich aber durch das Vorhandensein der Kryptenschläuche und der zahlreichen Regenerationszellen in deren Fundus Komplikationen, welche dem Raupendarm nicht eigen sind, und der ganze Verlauf des Verdauungsvorganges weicht in manchen Punkten von dem der früher untersuchten Lepidopterenlarven ab, wie aus der kurzen Zusammenfassung am Schluß zu ersehen ist.

Konservierung und Färbung.

Die Carnoysche Lösung (vergl. d. ersten Teil) bewährte sich ausgezeichnet, während Quecksilberchlorid mit und ohne Zusatz von Essigsäure bei vielen Zuständen des Darmes vollständig versagte. Der Darm wurde aus dem chloroformierten Tier herauspräpariert und 10 Minuten fixiert.

Zur Färbung der Schnitte wurde außer den im ersten Teil angeführten Farbstoffen noch — mit meist wenig befriedigendem Erfolg Krauses Triacid-Mischung angewendet.

* * *

Von einer detaillierten Beschreibung des Darmkanals kann ich absehen, weil er mit dem von Cybister, dessen Entwicklung aus dem Larvendarm ich genau verfolgt und dargestellt habe (Die Entwicklung des Darmkanals der Insekten während der Metamorphose, Teil I, Cybister roeselii Curtis; Zool. Jahrb. 1904), übereinstimmt und von Bizzozero schon beschrieben worden ist.

Die Untersuchung erstreckt sich nur auf den Mitteldarm, der hier wie bei Cybister einen vorderen weiten und einen hinteren engen Abschnitt besitzt, welche beide mit Divertikeln (s. Crypten) ausgestattet sind, von welchen die des vorderen Abschnittes eine sehr beträchtliche Länge erreichen und schon mit unbewaffnetem Auge deutlich als dichter Zottenbesatz der Darmwand erkennbar, die des hinteren Abschnittes weniger dicht gestellt und kürzer sind. Auch der histologische

Aufbau des Epithels ist der gleiche wie bei *Cybister*, kann also als bekannt vorausgesetzt werden. Es sei noch erwähnt, daß in dem vorderen weiten Mitteldarmteil nicht mehr wie bei dem jungen Käfer von *Cybister* die Cryptenmündungen durch die benachbarten Epithelzotten überwölbt werden, sondern sich breit und frei in das Darmlumen öffnen. Dagegen wird die schon von Bizzozero beschriebene Kammerung des Cryptenhohlraumes und die Ueberwölbung der Cryptenmündung in dem verengten hinteren Mitteldarmabschnitt während des ganzen Verdauungsverlaufes beobachtet, wenn nicht das gerade austretende Cryptensekret diese Zellenkappen emporhebt und auseinanderdrängt.

Ich werde in der folgenden Beschreibung vier Bezirke der epithelialen Mitteldarmwand unterscheiden:

1. Das intercryptale Epithel, welches sich überall zwischen den Divertikelmündungen ausbreitet.

2. Die Cryptenzotten, welche die Wand der Cryptenschläuche von deren Mündung in den Darm bis zu dem 3. Bezirk bilden. Die Zellen stehen hier mit ihrer Basis alle auf dem gleichen Niveau, d. h. sie liegen der bindegewebigen Hülle (*Tunica propria*) auf, die sich nie in Falten legt, daher auch das Epithel keine Falten sondern Zotten bildet, deren Zustandekommen auf der stärkeren Längsstreckung der die Zotten zusammensetzenden Zellen beruht.

3. Das glatte Cryptenepithel (glatter Teil), welches keine Zotten bildet und aus gleich hohen cylindrischen, regelmäßig gelagerten Zellen besteht. Es erstreckt sich im Umkreis des Cryptenlumens von der Cryptenzottenzone bis zu den Regenerationszellen.

4. Die Regenerationszellen, welche unter vollständiger Verdrängung des Cryptenlumens dicht gedrängt gelagert das ganze blinde Cryptenende ausfüllen. Sie sind die jüngsten embryonalen Zellen, von welchen alle übrigen Darmepithelzellen abstammen, und zwar derart, daß, wie noch weiter dargelegt werden wird, die Abkömmlinge dieser indifferenten Zellen zuerst zu den Zellen des Bezirks 3 werden, aus diesem in den Bezirk 2 rücken und von hier aus die intercryptalen Zellen ersetzen, welche als die ältesten unter seniler Entartung ausgestoßen werden.

Der Verlauf der Sekretion und Verdauung stellt sich in folgender Weise dar:

Zum Ausgangspunkt der Untersuchung wurde ein Käfer gewählt, der nach längerem Hungern gesättigt und unmittelbar nach der Sättigung getötet wurde. Der Kropf ist mit der gereichten Nahrung, welche in allen Fällen aus fettarmem, frischem Rindfleisch bestand, prall gefüllt und stark aufgetrieben. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß in ihm schon eine umfangreiche Verdauung und weitgehende Verflüssigung der Nahrung stattfindet, bevor sie in den Mitteldarm eintritt; denn niemals fand ich als solche noch erkennbare größere Muskelteile in diesem Darmabschnitt und das verzehrte Fleisch verweilt erst längere Zeit (bis zu einer Stunde) im Kropf, bevor die ersten aufgelösten Massen in den Mitteldarm eintreten. Da die Epithelwand des Vorder-

darms nirgends selbst Sekrete produziert und Speicheldrüsen fehlen, werden wir annehmen müssen, daß die Sekrete aus dem Mitteldarm in den Kropf fließen, wobei sie den Kaumagen passieren müssen. Dieser letztere Darmteil erscheint durch seinen ganzen Bau darauf hinzuweisen, daß er zur Zerkleinerung der Nahrung bestimmt sei. Doch wurde seine Funktion als Triturationsapparat schon von Plateau bestritten und es ist nicht unwahrscheinlich, daß er nur einen komplizierten Seihapparat darstellt, welcher verdauende Flüssigkeit aus dem Mitteldarm überfließen läßt, dagegen größere Nahrungsbestandteile solange im Kropf zurückhält, bis sie verflüssigt worden sind. Die außerordentlich mächtige Muskelpleura des „Kaumagens“ dürfte dann freilich kaum genügend erklärt sein. Von einer speziell auf die Entscheidung dieser Frage gerichteten vergleichenden Untersuchung im Berlin. Zool. Inst. wird die gewünschte Aufklärung zu erwarten sein.

Die aufgenommene Nahrung findet hier wie bei der Raupe von *D. euphorbiae* das verdauende Sekret schon vor, welches wenigstens in den Divertikeln (Crypten) permanent ausgeschieden und zum Verbrauch bereit gehalten wird. Die Untersuchung des Kropfes ergab, daß die Erweichung der Nahrung mehrere Stunden in Anspruch nimmt. Die ersten verflüssigten Bestandteile treten nach $\frac{3}{4}$ bis 1 Stunde in den Mitteldarm ein. Noch 17 Stunden nach der Nahrungsaufnahme erscheint der Kropf stark mit verflüssigtem Inhalt gefüllt, der teilweise eine schaumige Beschaffenheit besitzt, aber auch noch aufgequollene Fleischreste enthält. Erst nach etwa 20 Stunden sind größere ungelöste Bestandteile im Kropfinhalt nicht mehr wahrnehmbar.

Aus der Kenntnis der weiterhin zu besprechenden Vorgänge im Epithel wird es verständlich, daß die Tiere, deren Kropf von nun an gänzlich collabiert ist und später durch einfließende Mitteldarmsekrete kaum eine nennenswerte Dehnung erfährt, nicht sofort nach der vollständigen Auflösung und Entleerung der Nahrung aus diesem Darmteil zu erneutem Fressen geneigt sind. Nach meinen Erfahrungen nehmen solche Käfer, die lange genug fraßen, um eine vollständige Füllung ihres Kropfes voraussetzen zu lassen, noch 24 Stunden nach der Sättigung keine Nahrung an. Nach 48 Stunden (oder weniger sind die meisten wieder hungrig; einige aber pflegen selbst noch nach längerer Dauer das Futter abzuweisen. Ihr Kropf zeigte sich dann in der Regel mit Gasblasen gefüllt, welche übrigens auch sonst nicht selten in ihm gefunden werden. Ein freiwilliges Erbrechen (welches auch leicht durch Reizen des gesättigten Käfers herbeigeführt werden kann) nach reichlichem Fraß wurde wiederholt konstatiert. — Bei der Verflüssigung im Kropf nimmt dessen Inhalt eine bräunliche bis schwärzliche Färbung an. Die peristaltischen Bewegungen des Kropfes sind bei dem lebend geöffneten, chloroformierten Käfer recht lebhaft. —

Man begegnet bisweilen der an sich ja nahe liegenden Auffassung (cf. auch Rungius), daß der Kropf ein Speicherorgan sei, dazu bestimmt, ein reichliches Nahrungsquantum in sich aufzunehmen, damit in nahrungsarmen Zeiten vorgesorgt sei. Diese biologische Bedeutung kommt dem Kropf in unserem Falle ganz unzweifelhaft

nicht zu. Abgesehen von seiner Funktion, mittelst des Mitteldarmsekretes die Nahrung zu verflüssigen, ist er bei seiner enormen Expansionsfähigkeit für das Tier deshalb von Wert, weil er dem Räuber gestattet, die einmal bewältigte Beute so ausgiebig wie nur irgend möglich zu seiner Ernährung auszunutzen. Wenn der Kropf als Reserve-Nahrungsspeicher in Frage käme, so wäre nicht zu verstehen, warum stets ohne nennenswerte Unterbrechungen in einem Zuge die Auflösung des gesamten Inhaltes stattfindet und diese nicht nach eingetretener Sättigung hier zur Deckung des späteren Bedarfs zurückgehalten wird. Als Nahrungsspeicher für karge Zeiten dient der Fettkörper hier sowohl, wie wahrscheinlich bei allen Insekten in erster Linie.

In ungefähr demselben Maße, in welchem sich der Kropf entleert, wird der Blinddarm gefüllt: 3 Stunden nach der Nahrungsaufnahme ist er noch fast leer. Leider läßt sich nun der Füllungszustand nicht weiter mit Sicherheit kontrollieren, weil die Käfer die Faeces namentlich nach längerem Hungern während der Narkose zu entleeren pflegen oder auch schon bei dem Ergriffenwerden den stinkenden flüssigen Kot ausspritzen. 15 Stunden nach der Fütterung fand ich den Blinddarm und das Rektum schon außerordentlich stark gefüllt und blasenförmig aufgetrieben. Derselbe Zustand wurde bei einem anderen Käfer noch 96 Stunden nach der Sättigung und bei mehreren dazwischen liegenden Stadien beobachtet. Ob der sehr dehnungsfähige Blinddarm, dessen eigenartiges Verhalten bei der Larve jüngst von H. Rungius beschrieben wurde, möglicherweise die Nebenbedeutung eines statischen Apparates gewonnen haben könne, muß ich unentschieden lassen. Jedenfalls wäre es für den Käfer möglich. Man beobachtet sehr häufig, daß gerade während der Nahrungsaufnahme der flüssige Kot in kräftigem Strahle ausgespritzt wird. Das Gewicht des Körpers könnte nun so reguliert werden, daß gleichzeitig mit der Füllung des Kropfes die Entleerung des Blinddarmes stattfände, der Blinddarm aber wieder in demselben Maße gefüllt würde, in welchem sich der Kropf entleert. Man würde dann auch verstehen, warum gerade der hungernde Käfer einen stark gefüllten Blinddarm hat und ihn erst freiwillig entleert, wenn er Nahrung aufnehmen oder fliegen will. Bei Käfern, welche abends nach eingetretener Dunkelheit Flugversuche unternommen hatten, fand ich den Blinddarm stets leer (vergl. z. B. die Maikäfer, die vor dem ersten Auffliegen nach längerer Ruhe stets defaecieren). Da sich aber diese Beobachtung nur auf wenige Käfer bezog und nur nebenher gemacht wurde, weil ich zu jener Zeit auf die mögliche Nebenbedeutung des Coecums noch nicht aufmerksam geworden war, wird erst eine genaue Prüfung zu einwandfreien Resultaten führen können.

Man könnte nun gegen diese Auffassung des Blinddarms als Organ, welches nebenbei zur Aufrechterhaltung eines konstanten spezifischen Gewichtes des Körpers diene, solange dieser sich unter Wasser befindet, geltend machen, daß der Käfer ja sein spezifisches Gewicht sehr leicht durch das Quantum der unter den Deckflügeln

mitgeführten Luft regulieren könne, des Blinddarms also zu diesem Zwecke durchaus nicht bedürfe. Dem gegenüber bliebe indessen zu berücksichtigen, daß der Käfer ein um so geringeres und also für kürzere Zeit ausreichendes Luftquantum unter das Wasser mitzunehmen imstande wäre, je geringer sich sein spezifisches Gewicht erwiese; denn der Auftrieb wird sonst so stark, daß er dem tauchenden Käfer Schwierigkeiten bereitet, daher man oft sieht, wie er einige Luftblasen nachträglich wieder abgibt, um ruderd den Grund seines Wohngewässers zu erreichen. Mit Rücksicht hierauf könnte der Regulierung des spezifischen Gewichtes durch den Blinddarm immerhin eine gewisse Bedeutung zuerkannt werden.

Der Mitteldarm.

Es wurde schon konstatiert, daß die Nahrung nicht sofort in den Mitteldarm übertritt, sondern erst ungefähr eine Stunde nach der Sättigung den „Kaumagen“ passiert. Vorher findet man in dem Mitteldarm nur das Sekret, welches, von seinen Zellen bereitet, sich auf Schnitten als lockere, geronnene, feinkörnig-maschige, rot bis rotviolett (Säuref. Haematox.) gefärbte Masse darstellt. Eine secernerende Tätigkeit der intercryptalen Zellen ist zu dieser Zeit nicht zu konstatieren, wenigstens erfolgt der Sekretaustritt nicht in jener Form der Kugelbildung, die von vielen Insekten bekannt ist, und auch bei *Dytiscus* zeitweise beobachtet wird, noch auch sonst in einer Weise, welche es möglich machte, ihn wahrzunehmen. Eine Stunde nach der Sättigung findet man nun und weiterhin bis zum Schluß der Verdauung, fast ununterbrochen Nahrung im ganzen Mitteldarm, welche peripherisch von frischem Sekret umgeben wird. Das letztere stammt in der Regel aus den Crypten, in welchen es permanent anzutreffen ist, wie wir noch sehen werden.

Zunächst sei das Verhalten der intercryptalen Zellen dargestellt. $1\frac{1}{2}$ Stunde nach der Sättigung sind in diesem Epithelbezirk die ersten Anzeichen dafür zu erkennen, daß eine Ausstoßung von Sekret stattfindet. Man findet nämlich zu dieser Zeit in den intercryptalen (und den Cryptenzotten-) Zellen auffallend große durchaus basophile Körnchen, welche namentlich der oberflächlichen Plasmazone eingelagert sind. Ihr Austritt in das Darmlumen konnte auf diesem Stadium noch nicht beobachtet und somit auch zunächst noch nicht entschieden werden, ob es sich in ihnen um resorbierte Nahrung oder Sekret handle. Zu dieser Zeit findet man in der Nahrung noch stark angegriffene Reste von Muskelkernen und fetzenartige dichtere Massen eingelagert, welche jedoch ihre histologische Struktur schon völlig eingebüßt haben. Der ganze Darminhalt erweist sich als acidophil, wobei die Nahrung mehr Neigung zu Pikrinsäure, das Sekret mehr Affinität zu Säurefuchsin erkennen läßt.

2 Stunden nach der Sättigung füllt die Nahrung (wie vorher stets) nur das Darmlumen aus, ohne jemals in das Cryptenlumen einzudringen. Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden fand ich bei zwei Käfern den Darm

nur mit Sekret gefüllt, während Nahrung in ihm fehlte. Aus diesem Befunde ergibt sich, daß der Eintritt der Nährflüssigkeit aus dem Kropf in den Mitteldarm kein kontinuierlicher zu sein braucht oder nicht immer gleich lange nach der Nahrungsaufnahme stattfindet. Von welchen Umständen dies abhängt, vermag ich nicht zu sagen.

Nach 3 Stunden ist das Bild wieder das alte: central gelegene, mit Sekret untermischte Nahrung peripherisch mit Sekret umgeben. Zu dieser Zeit erscheint der Nucleolus in den Kernen der Darmzellen auffallend groß, ein Verhalten, welches während der Verdauung öfter wiederkehrt, ohne in bestimmte Beziehungen zu anderen Vorgängen gebracht werden zu können.

Nach 3 $\frac{1}{2}$ Stunde finde ich die früher nur in den Zellen gelegenen basophilen groben Körner auch im Darmlumen, die am meisten peripherisch gelegene Zone des Inhalts bildend. Auch dieser Befund würde ihre Natur als Sekret noch nicht beweisen, denn die Körnchen können ja ebensowohl aus dem Darmlumen in die Zellen gelangt sein, wie den umgekehrten Weg genommen haben. In der Tat sind die Epithelzellen jetzt sehr stark mit solchen basophilen Körnchen angefüllt, die ganz unzweifelhaft mit jenen des Darmlumens identisch sind. Auch erscheinen die intercryptalen Zellen jetzt im Ganzen niedriger, als früher, doch wechselt die Epithelhöhe vielfach in gewissen Grenzen, ohne daß es möglich wäre, constante Beziehungen zu anderen Zuständen nachzuweisen. — Die basophilen Körnchen sind zu groß, als daß sie in dieser ihrer Form den Stäbchensaum hätten passieren können, ohne dessen Komponenten auseinander zu drängen; letzteres wurde indessen nie beobachtet und es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Körnchenform des Sekretes erst aus der Einwirkung der konservierenden Flüssigkeiten resultiert. — In dem vorliegenden Stadium sieht man viele Crypten im Bereich ihrer Zottenzone, jedoch niemals über diese hinaus mit Nahrung gefüllt.

Nach 4 Stunden (also eine halbe Stunde später) sind die basophilen Körnchen verschwunden und im Darmlumen finden sich an ihrer Stelle rein acidophile, feinkörnige, lockere Sekretmassen. Auch im Zellplasma fehlen diese Körnchen jetzt; es erscheint acidophil und fein und sehr reich granuliert.

Eine Stunde später (5 Stdn. nach d. Sättigung) wurde zum ersten Male jene Sekretkugelbildung beobachtet, welche die Mitteldarmzellen als Sphaerocyten charakterisiert. Jede Zelle produziert zur Zeit nur eine Sekretkugel, deren Durchmesser im Allgemeinen dem größten Durchmesser der Zelloberfläche entspricht. Die Kugeln, an welchen man wie bei *D. euphorbiae* eine deutliche Randmembran und körneligen Inhalt unterscheiden kann, stehen zunächst noch durch einen Stiel mit der Zelle in Verbindung, welcher den Stäbchensaum um sich her zur Seite drängt; doch bleibt dieser vollkommen erhalten. Eine gleichzeitige Ausstoßung des Kerns mit den Sekretkugeln (cf. van Gehuchten, Ruß, Voinow, Metalnikoff) wurde nie beobachtet. Wo Kerne aus dem Epithel auswandern, sind sie niemals in die Sekretkugeln, sondern immer in ihre ganze Zelle eingeschlossen, welche

den epithelialen Verband verläßt. — In dem vorderen Mitteldarmteil wurden keine Sekretkugeln gefunden und auch in dem verengten hinteren Abschnitt fehlen sie auf weite Stecken.

Eine Stunde später ist das Bild kaum verändert, woraus mit einiger Wahrscheinlichkeit entnommen werden kann, daß der Vorgang der Sekretkugelbildung sich während einer längeren Zeitdauer abspielt. Dies wird auch durch einige Käfer bestätigt, welche 7 Stunden nach der Sättigung konserviert wurden und die Sekretkugelbildung noch zeigten, wenngleich jetzt nicht mehr im Bereich des intercryptalen Epithels, sondern am Zottenabschnitt der Crypten in unmittelbarer Nähe der Cryptenmündung, wo sie früher ganz fehlte. Während und nach der Entleerung dieser Sekrete in das Darmlumen wird der Darminhalt (nach der Behandlung mit Reagenzien) so brüchig und hart, daß sein Microtomieren die größten Schwierigkeiten macht; er hat also unter dem Einfluß der Sekretkugeln seine Beschaffenheit geändert, um erst später wieder weich und leicht schneidbar zu werden. Noch 9—10 Stunden nach der Sättigung ist der Darminhalt spröde und brüchig. —

8 Stunden nach der Sättigung wurde keine Sekretkugelmmission mehr beobachtet. Die Epithelzellen sind jetzt wieder wenn auch sehr viel weniger reichlich mit jenen schon früher auftretenden basophilen Körnchen ausgestattet, die auch im Darmlumen liegen. Nur in dem verengten hinteren Mitteldarmende treten noch stellenweise reichliche Sekretkugeln auf. Die großen basophilen Körner, die auch hier reichlich vorhanden sind, werden in die Sekretkugeln eingeschlossen entleert und erweisen sich damit sicher als Sekret.

Eine Stunde später finde ich im vorderen Mitteldarmabschnitt, dessen Epithel auffallend niedrig erscheint (wohl hier im Zusammenhang mit der reichlichen Sekretmission) kaum noch Sekretkugeln und im hinteren gar keine mehr. Bis 13 Stunden nach der Sättigung fehlen die Sekretkugeln ganz und auch sonst finden keine merklichen Veränderungen statt.

14 Stunden nach der Sättigung sieht man, wie schon auf einem früheren Stadium, den Mitteldarm wieder so stark gefüllt, daß die Nahrung vielfach bis in den zottigen Teil der Crypten hineinragt (cf. $3\frac{1}{2}$ Std. nach d. Sättigung). Das gleiche Verhalten kommt an dem verengten zweiten Mitteldarmabschnitt nie zur Beobachtung und wird durch den Bau der Cryptenmündung hier unmöglich gemacht. Ueber den Zottenabschnitt hinaus dringt auch vorn die Nahrung niemals in das Cryptenlumen ein. — Sekretmissionen finden nicht statt. Das Epithel zeigt sich dicht geschlossen (ohne Intercellularlücken, welche sonst namentlich an der Basis nicht selten auftreten), die Zellen sind reich an Körnchen, welche mit den früher erwähnten basophilen großen Körnern nicht verwechselt werden können, vielmehr der körneligen Nahrung des Darmlumens fast völlig gleichen, nur dichter gelagert sind und die oberflächliche Zellpartie vollständig ausfüllen, während die basalen Zellteile vielfach kleinvacuolär erscheinen. Man ist versucht, diesen Zustand für ein Resorptionsstadium

zu halten, ohne doch den sicheren Beweis in Händen zu haben, den erst besondere Fütterungsversuche liefern könnten.

21 Stunden nach der Sättigung ist der Kropf fast leer und enthält allem Anscheine nach nur noch Sekret. Das gleiche gilt vom Mitteldarm, dessen ganzes Lumen nur sehr lockere acidophile (Säurefuchsin) Sekretmassen enthält, ebenso also, wie kurz nach der Nahrungsaufnahme. Der Verdauungsprozeß soweit er sich im Mitteldarm (und Kropf) abspielt, ist demnach beendet. Da sich während der nun folgenden Hungerperioden niemals mehr eine Sekretmission der Intercryptalzellen beobachten ließ, muß das stets im Mitteldarm und Kropf vorhandene Sekret aus den Crypten stammen, deren secernierende Tätigkeit wir uns nunmehr ansehen wollen.

Unmittelbar nach der Nahrungsaufnahme enthalten die Crypten sehr spärliche Sekretmassen, die sich als basophil erweisen und sehr feingranulär erscheinen. In den meisten Crypten aber fehlt das Sekret ganz, ist also vorwiegend in das Darmlumen und in den Kropf übergeflossen. Nach Haematoxylin-Eosin-Färbung wird das Sekret wie der Stäbchensamen rot.

Eine halbe Stunde nach der Sättigung, also noch bevor die Nahrung den „Kaunagen“ passiert hat, besitzen die Crypten in ihrem mit glatten Epithel ausgekleideten Teil eine reiche Sekretfüllung, während der Zottenabschnitt leer bleibt. Das Cryptensekret verhält sich in seinen zentralen Teilen eosinophil oder acidophil, peripherisch dagegen basophil.

Eine Stunde nach der Sättigung ist der glatte Teil stark mit basophilem Sekret gefüllt. Die Zellen des zottigen Teiles sind sehr lang gestreckt, namentlich an ihrer Basis stark ausgezogen und hier durch Intercellularlücken getrennt.

Eine und eine halbe Stunde nach der Sättigung dasselbe Bild. In allen diesen Stadien sind die Crypten des verengten hinteren Mitteldarmabschnittes bis zur Mündung mit Sekret gefüllt, das sich bald als eosinophil, bald als basophil erweist oder Pikrinsäure aufnimmt. In dem der Mündung näher gelegenen Abschnitt der Divertikel finden sich zwischen der Hauptmasse des Sekretes und dem Stäbchensamen ausgesprochen basophile gröbere Körnchen, welche auch schon in den Zellen nachweisbar sind. Ihre Lage beweist, daß sie nichts anderes als Sekret sein können oder doch solche Inhaltskörper der Zellen, welche von diesen in das Lumen entleert werden. Aehnliche Körnchen liegen zu derselben Zeit auch in den intercryptalen Zellen. Das Sekret scheint innerhalb der Crypten in der Regel durch den vollkommen intakt verharrenden Stäbchensamen hindurchzutreten, ohne daß Kugeln gebildet werden.

Nach 2 Stunden wesentlich dasselbe Bild. — Nach 2 $\frac{1}{2}$ Stunden treten im glatten Cryptenhals rein basophile, lockere, grobkörnige Maschen auf, welche im Zottenabschnitt entweder ganz fehlen oder nur sehr spärlich vorwiegend dem Stäbchensamen angelagert sind. Das frühere Sekret dürfte somit in das Darmlumen entleert worden sein, in welchem jetzt keine Nahrung enthalten ist.

Nach 3 Stunden (von der Sättigung an gerechnet): im glatten Abschnitt dichtes reichliches Sekret, dies teils eosinophil und fuchsinophil, teils basophil, letzteres um so mehr, je näher dem blinden Cryptenende, nach welchem hin auch das Sark der Zellen dichter wird.

Nach $3\frac{1}{2}$ Stunden: zentrales Sekret gelb (Pikrinsäure), fein granulär, umgeben von großen basophilen Körnchen; oder stellenweise rein basophiles Sekret. In den Zottenabschnitt tritt Nahrung ein, welche von basophilen Sekretkörnchen eingeschidet ist.

Nach 4 Stunden: feinkörnig basophiles Sekret, keine größeren basophilen Körner mehr oder solche nur sehr vereinzelt und dann an der Peripherie basophilen oder acidophilen Sekretes. — Durch mehrere Stadien hindurch das gleiche Bild.

Nach 6 Stunden läßt das reichliche Sekret des glatten Divertikelhalses eine besonders nach Färbung mit Krauses Triacidmischung deutliche, wabige Struktur erkennen, welche vermuten läßt, daß jetzt auch (wie am intercryptalen Epithel) in dem glatten Cryptenteil das Sekret in Kugelform entleert worden sei. Da diese Kugeln in dem engen Divertikellumen sofort aufeinander treffen und ihre Form gegenseitig beeinflussen müssen, könnten sie dem Sekret sehr wohl jene sonst schwer verständliche Wabenstruktur geben. Jedenfalls aber findet der Sekretaustritt in der Regel nicht in dieser Weise statt, wie schon der vollkommen intakte Stäbchensaum beweist.

Nach 7 Stunden treten an den Zottenzellen Sekretkugeln auf, während der glatte Teil nunmehr homogenes, feinkörniges, basophiles Sekret enthält.

Nach 9 Stunden, also während des Abklingens der Sekretkugelsonmission, ist das Sekret der Crypten am blinden Ende rein basophil und fein granulär oder zentral fein, peripherisch grob granuliert; mehr nach dem Zottenepithel hin: zentral fein granuliert; acidophil, peripherisch grob granulär, basophil oder letzteres sowohl peripherisch als auch zentral. Im verengten Mitteldarmabschnitt enthalten die Crypten ausschließlich maschig-körnliches basophiles Sekret.

Von 10—13 Stunden nach der Sättigung: feinkörniges basophiles Sekret.

Nach 14 Stunden: am blinden Ende rein basophiles Sekret, weiter zum Zottenabschnitt hin basophil oder fuchsinophil mit eingestreuten oder peripherischen intensiv basophilen Körnchen. — Ebenso nach 15 u. 16 Stunden, jedoch im verengten Mitteldarmende nur basophiles Sekret.

Nach 17 Stunden: Sekret im Fundus zentral basophil, feinkörnig, peripherisch mit acidophiler (Pikrinsäure)-Schicht, welche von basophilen Körnchen peripherisch eingeschidet ist. In anderen Divertikeln desselben Darms: Sekret peripherisch rot (Säurefuchsin), zentral gelb (Pikrinsäure) oder (nur am blinden Ende) rein basophil oder regellose Mischung basophiler und acidophiler Bestandteile. Im verengten rein basophiles Cryptensekret.

Nach 24 Stunden: meist feingranulär, basophil, selten lebhaft gelb (Pikrinsäure), letzteres nur in einiger Entfernung von blinden

Cryptenende. In den Crypten der hinteren Darmhälfte nur basophiles Sekret. — Nach 30 Stunden: zentral fuchsinophil., peripherisch basophil. — Nach 35 Stunden nur schwache Sekretfüllung; nahe dem blinden Ende rein basophil, mehr nach dem zottigen Abschnitt hin zentral acidophil (Pikrins.), peripherisch basophil. Hintere Darmhälfte: reiche Füllung des Divertikels bis zur Mündung mit rein basophilen Sekret. — 48 Stunden nach der Sättigung: Crypten fast ganz sekretleer. — Nach 62 Stunden: Cryptensekret sehr spärlich, nur nahe dem blinden Ende das Lumen ganz ausfüllend, rein basophil oder zentral acidophil. — Nach 86 Stunden u. s. f. dasselbe Bild.

Diese etwas ermüdende, wenngleich schon gekürzte Uebersicht, giebt ein ziemlich buntes Bild, zeigt aber, daß sich die glatten Cryptenzellen anders verhalten, als die Zottenzellen; letztere schließen sich viel enger an die intercryptalen Zellen an, und wenn für diese angenommen werden kann, daß sie resorbieren, so ist dasselbe auch von jenen zu erwarten. Die glatten Zellen aber resorbieren sicher nicht, ebensowenig wie sämtliche Zellen der Crypten des verengten hinteren Darmendes; denn sie secernieren permanent oder sind doch stets durch ihr reichliches Sekret von dem Nahrungsinhalt des Darmlumens abgeschlossen. Die vielfachen Veränderungen im Verhalten des Sekretes lassen vermuten, daß die Sekretion fast ohne Unterbrechung wenn auch langsam und dem Bedürfnis entsprechend vor sich geht, solange der Mitteldarm noch Nahrung aus dem Kropf erhält. Sobald diese Nahrungszufuhr aufhört, wird auch nur noch eine Sekretmenge bereit gehalten, welche ausreicht, um im Kropf und weiterhin im Mitteldarm die neue Nahrung sofort in Angriff zu nehmen. Eine darüber hinausgehende Sekretproduktion unterbleibt.

Aus diesem Verhalten der Divertikel als Darmdrüsen wird es verständlich, daß hier das intercryptale Epithel, also die eigentliche Darmwand im Verhältnis zu der aufgenommenen Nahrungsmasse nur sehr geringe Sekretemissionen ins Werk setzt, im Gegensatz zu der Raupe von *D. euphorbiae*. Der größte Teil der secernierenden Tätigkeit wird ihnen von den Zellen des glatten Cryptenhalses abgenommen, welche ihrerseits wieder für die Resorption so lange nicht in Frage kommen, wie sie in diesem Bezirk des Divertikels liegen. Daß sie hier nicht liegen bleiben, wird weiterhin noch nachgewiesen werden.

Die verschiedene Färbung, welche das Cryptensekret annimmt, wirkt zunächst etwas verwirrend; ich glaube aber, man ist zu der Auffassung berechtigt, daß das junge, eben aus den Zellen getretene Sekret stets basophil sei und erst nach einiger Zeit, z. B. schon im Divertikel immer aber im Darmlumen acidophil wird. Daraus würde sich dann auch die konzentrische Schichtung verschieden gefärbter Sekrete in dem Cryptenlumen erklären, wenn man zugleich annimmt, daß nicht alle Sekretmassen gleich schnell acidophil werden. Die größeren, ausgesprochen basophilen Körner dürften mit jenen der Zottenzellen und Intercryptalzellen identisch sein und werden wie diese stets erst im Darmlumen, niemals im Cryptenlumen acidophil.

Zur Erkenntnis der Funktion des Stäbchensaumes lieferte die vorliegende Untersuchung keine neuen Daten. Er ist von nur geringer Höhe und stets in bester Erhaltung in den Divertikeln zu studieren, wo er auftritt, sobald die junge Zelle mit ihrer Oberfläche das Lumen erreicht. Auch in der verengten Darmhälfte zeigt er selten Störungen, häufig dagegen im interkryptalen Bezirk des vorderen Mitteldarmteils. Bei dem Austritt der Sekretkugeln geht er nicht verloren, sondern wird nur vorübergehend zur Seite gedrängt. Den degenerierenden Zellen fehlt er stets schon, sobald sie sich zur Auswanderung anschicken. Wenn die Oberflächen der Epithelzellen sich konvex ins Innere vorwölben, erscheint er unterbrochen (an den Zellgrenzen) und wie aus zahlreichen kurzen Pinseln zusammengesetzt, deren jeder einer Zelle angehört. Gewöhnlich aber bildet er eine vollkommen kontinuierliche Grenze der Epithelinnenwand. Eine doppelte Basalkörnerreihe ist wie bei *D. euphorbiae* nicht in allen Zuständen deutlich zu erkennen.

Eine peritrophische Membran, welche die Nahrung im Mitteldarm ausscheidet, wie bei der Raupe von *D. euphorbiae* und anderen Insekten, fehlt bei *Dytiscus* durchaus. Allerdings findet man hier und da Andeutungen einer zarten jedoch diskontinuierlichen Scheide; aber nur in einem einzigen Falle fand ich bei einem Käfer 24 Stunden nach der Sättigung ein Häutchen, welches als peritrophische Membran hätte bezeichnet werden können, ausschließlich in dem verengten hinteren Mitteldarmabschnitt, also zu einer Zeit, in welcher der Mitteldarm nahrungseer ist. Wenn die Bedeutung der peritrophischen Membran darin bestehen sollte, daß sie die Darmwand vor Verletzungen durch harte Nahrungsbestandteile schützt, so wäre es begreiflich, warum die Raupe sie besitzt, der Käfer nicht; denn wenigstens bei der Fütterung mit Rindfleisch gelangt dies nur in verflüssigtem Zustande in den Mitteldarm.

Zur Kontrolle der Reihe, welche der obigen Darstellung zugrunde liegt, wurden einige andere Reihen in der Weise gewonnen, daß die Käfer während der Nahrungsaufnahme gestört und dann halbstündlich konserviert wurden. Die Untersuchung dieser Reihe bestätigte in allen Punkten das Mitgeteilte, nur erreichte natürlich entsprechend der geringeren Füllung des Kropfs die Verdauung der Nahrung früher ihr Ende, ohne im Uebrigen einen anderen Verlauf zu nehmen. Ich darf deshalb von einer detaillierten Darstellung der verschiedenen Zustände dieser Reihen absehen.

Epithelregeneration.

Bemerkenswert ist, daß bei *Dytiscus* eine totale Epithelregeneration wie sie Reugel für *Hydrophilus* beschrieben hat, nicht stattfindet. Die Erneuerung des Epithels vollzieht sich vielmehr fast kontinuierlich, wenn auch zu verschiedenen Zeiten in verschiedenem Umfange. Dies wird sich aus der Betrachtung der einzelnen Stadien mit Sicherheit ergeben.

Unmittelbar nach der Sättigung des Tieres findet man zwischen den Sekretmassen des Mitteldarms vereinzelte degenerierende Zellen,

welche sich durch ihren noch wohl erhaltenen Kern als solche sicher erweisen. Ferner sieht man hier und da ganz unabhängig von einer Sekretkugelbildung (i. Gegensatz zu den Beobachtungen von van Gehuchten, Voinow und anderer Autoren) Epithelzellen aus der Darmwand austreten, wobei sich der Zellkörper in demselben Maße abkugelt, als er den Epithelverband verläßt und ins Lumen eintritt. Die auswandernde Zelle ist also zunächst kolbenförmig, darauf birnförmig solange ihr basales Ende noch in der Epithelwand haftet, und endlich mehr oder minder kugelig, sobald sie frei im Innern liegt. — Die Auswanderung der Epithelzellen ist ziemlich lebhaft wenn auch nicht auffallend reichlich und findet in der Weise statt, daß immer nur einzelne Zellen sich loslösen, niemals Zellverbände. Sie treten nur aus der interkryptalen Epithelwand aus.

Eine halbe Stunde nach der Sättigung findet man ausgestoßene Epithelzellen zerstreut im Darminhalt, während die Zellauswanderung merklich abgenommen hat. Im verengten hinteren Mitteldarmabschnitt liegen die ausgestoßenen Zellen ebenso wie im vorderen vorwiegend peripherisch im Lumen und manche deutlich vom übrigen Inhalt des Darmes gesondert zwischen diesem und dem Epithel. Schon diese Lage beweist ihre epitheliale Abkunft und die Unwahrscheinlichkeit, daß sie der Nahrung angehören. Wenn nun eine Auswanderung der Interkryptalzellen stattfindet, so müßte sie bei der Langlebigkeit der Käfer zu einer sehr beträchtlichen Verkleinerung des Darmes führen, wenn nicht für einen permanenten Ersatz gesorgt wird. Dieser geht nun hier stets nur von dem in *Cryptenfundus* gelegenen Regenerationszellen aus, nur sie teilen sich karyokinetisch; basale Ersatzzellen in Form der Zellinseln anderer Insekten, welchen die *Crypten* fehlen, sind hier nirgends entwickelt und keine Epithelzelle teilt sich mehr, nachdem sie den Divertikelboden verlassen hat und in den epithelialen Verband der Zellen des glatten *Cryptenbezirks* eingetreten ist. Schon auf dem ersten Stadium (gleich nach der Sättigung) findet man einige Karyokinesen, welche jedoch in vielen *Crypten* ganz fehlen und wo sie vorhanden sind doch nur vereinzelt auftreten. Auch das in Rede stehende Stadium zeigt nur vereinzelt Karyokinesen und höchstens eine auf demselben ($6\ \mu$ dicken) Querschnitt durch den Regenerationszellenhaufen.

Eine Stunde nach der Sättigung wandern vereinzelt Zellen aus, die Anzahl der karyokinetischen Figuren beträgt höchstens 2 auf einem Querschnitt.

Eine halbe Stunde später ist die Zellabstoßung stellenweise ziemlich lebhaft, betrifft aber jetzt nur noch das Epithel der *Crypten* in nächster Nähe ihrer Einmündung in den Darm. Karyokinesen nur vereinzelt.

Nach 2 und $2\frac{1}{2}$ Stunden nur noch schwache Zellenabwanderung und spärliche Karyokinesen. — Weiterhin ähnliches Verhalten bis 7 Stunden nach Sättigung. Dann tritt eine nur wenig gesteigerte Zellausstoßung ein, welche während der Dauer der Sekretkugelbildung fast ganz ruhte, ein Verhalten, das leicht verständlich ist, wenn man

im Auge behält, daß die secernierenden Zellen noch lebensfrisch sein müssen, also auch noch nicht als senile, unbrauchbare Elemente das Epithel verlassen. Die Auswanderung der Zellen beschränkt sich hier wie auf allen Stadien mit Ausnahme der besonders erwähnten auf die intercryptalen Zellen, während die Sekretkugelbildung an der Mündung der Crypten noch fort dauert.

8 Stunden nach der Sättigung beobachtet man eine stellenweise reichliche Zellenmission, die sich also an die Sekretkugelbildung anschließt, mit welcher ein Teil der intercryptalen Zellen seine Funktionsfähigkeit erschöpft hat. Die Karyokinesen im Cryptenfundus bleiben noch spärlich.

9 Stunden nach der Sättigung: spärliche Zellenmission und Teilung. Im verengten Mitteldarmabschnitt fehlen beide ganz. Daß die Zellen nur langsam aufgelöst werden, beweist die Tatsache, daß sie sich stellenweise im Darminhalt stark häufen, wie es 10 Stunden nach der Sättigung beobachtet wird.

11 Stunden nach der Sättigung fehlen auswandernde Zellen ganz; Karyokinesen nur sehr vereinzelt, in den Crypten der verengten Mitteldarmhälfte.

Nach 14 Stunden sehr vereinzelt Zellauswanderung nur in der Mitte der intercryptalen Bezirke und vereinzelt Teilungsfiguren, diese auch im hinteren Abschnitt, wo auswandernde Zellen ganz fehlen.

Erst nach 16 bis 17 Stunden setzt wieder eine reichlichere Auswanderung isolierter Zellen und jetzt auch stellenweise eine Abstoßung ganzer Zellgruppen im Zusammenhang ein. Diese Epithelfetzen enthalten auf einem Längsschnitt (6μ) oft 12 oder noch wenig mehr Kerne, doch entstehen bei ihrer Ablösung niemals Lücken im Epithel, da der Raum sich in demselben Maße durch nachrückende Zellen schließt, wie er durch die austretenden frei wird. Es muß also dem starken Zellverlust dieses Stadiums eine entsprechend ausgiebige Zellvermehrung coincidieren, wenn einer Verkleinerung der Darmfläche vorgebeugt werden soll; und in der Tat ist auch die Teilung der Funduszellen jetzt viel lebhafter, als später. Im engen hinteren Mitteldarmabschnitt sind die auswandernden Zellen und Karyokinesen erheblich spärlicher.

21 Stunden nach der Sättigung findet keine beträchtliche Zellauswanderung mehr statt und in den Crypten des ganzen Mitteldarmes trifft man nur noch spärliche Karyokinesen.

24 Stunden nach der Sättigung setzt dann wieder eine lebhafte Zellauswanderung ein, welche nur die intercryptalen Bezirke betrifft; es werden sowohl einzelne Zellen als auch kleine Epithelfetzen ausgestoßen. Die Teilung der Regenerationszellen ist nicht auffallend lebhaft und braucht es wohl zunächst deshalb noch nicht zu sein, weil anfangs zur Aufrechterhaltung der normalen Ausdehnung der Darmwand das Wachstum der in den glatten Divertikelteil vorrückenden Regenerationszellen ausreicht. — Am hinteren Mitteldarmabschnitt

weniger lebhaftere Zellauswanderung, wie immer in diesem Abschnitt nur intercryptal, und weniger Karyokinesen.

Nach 30 Stunden trifft man nur noch vereinzelt auswandernde Zellen und spärliche Karyokinesen im ganzen Mitteldarm. — Nach 35 Stunden wandern wieder sehr zahlreiche intercryptale Zellen einzeln und in kleinen Gruppen aus; sehr vereinzelt findet man auch freie Zellen im Cryptenhalslumen, in welches sie erst sekundär hineingelangt sein dürften, da in den Crypten jetzt keine Zellen das Epithel verlassen. Die Zellauswanderung konnte direkt nur am intercryptalen Epithel konstatiert werden. Die Kernteilung ist jetzt so lebhaft, daß man auf einem Querschnitt (von $6\ \mu$) bis 4, ja 5 Zellen in Teilung antrifft. Wie immer, so sind auch hier De- und Regenerationsvorgänge im hinteren Abschnitt schwächer.

Ein ganz ähnliches Bild bietet der Darm 48 Stunden nach der Sättigung dar, doch greift hier die Zellauswanderung auf die Zottenzellen der Crypten über. — Die übrigen Hungerzustände zeigten dann bald lebhaftere Degeneration und Zellteilung, bald fast vollständiges Fehlen der auswandernden Zellen und Karyokinesen.

Aus dieser Beobachtungsreihe ergibt sich folgendes: Die Auswanderung seniler Zellen geht unabhängig von der An- und Abwesenheit der Nahrung im Darm fast beständig vor sich und erfährt nur sehr kurze Unterbrechungen; doch ist der Verlust an Zellen nicht zu allen Zeiten der gleiche, sondern schwankt innerhalb gewisser Perioden zwischen einem Maximum und Minimum. Dabei läßt sich konstatieren, daß bei normaler Ernährung niemals eine so reichliche Zellemission auftritt, wie während des Hungers (d. h. bei nahrungseilerem Darm). Ferner ist aus obigem klar ersichtlich, daß die intercryptalen Zellen fast ausschließlich der Degeneration anheim fallen, die nur teilweise und in schwächerem Grade auch noch die Zottenzellen in der Nähe der Cryptenmündung betreffen kann, aber niemals an den übrigen Divertikelzellen zur Beobachtung kommt. Dies Verhalten erklärt sich daraus, daß die intercryptalen Zellen die ältesten der ganzen Darmwand sind: sie waren zuvor Zottenzellen, noch früher Zellen des glatten Cryptenabschnittes, zu welcher sie aus den Regenerationszellen des Cryptenendes wurden. Das Verhalten des Darmepithels gestattet nur diese eine Annahme: in demselben Maße, in welchem die senilen intercryptalen Zellen ausgestoßen werden, vermehren sich die Regenerationszellen. Eine direkte Auswanderung indifferenten Zellen aus den blinden Divertikelende zu den intercryptalen Bezirken findet nicht statt. Der Ersatz kann nur in der Weise vor sich geben, daß die Zottenzellen an die Stelle der intercryptalen treten; daß an Stelle der Zottenzellen, welche hierbei dem Cryptenhals verloren gingen, Zellen des glatten Cryptenteils vorrückend zu Zottenzellen werden und die Zellen des glatten Teils direkt von den Regenerationszellen aus ersetzt werden. Nach außen vom Ende des Cryptenlumens liegen Ersatzzellen, welche sich nicht mehr teilen und noch keine epitheliale Form angenommen haben, sondern einen dichten Zellhaufen bilden: diese sind es, welche stets bereit liegen, sofort als Ersatzzellen in den glatten Teil einzurücken,

während die sich noch teilenden Zellen ganz am äußersten Ende der Crypten einen dichten syncytiellen Haufen bilden. —

Hier tritt somit an die Stelle einer periodischen totalen Regeneration des Darmepithels eine kontinuierliche partielle Erneuerung, welche indessen eine periodische Steigerung und Abschwächung deutlich erkennen läßt.

Die Epithelregeneration von *Dytiscus* weicht demnach in folgenden Punkten von dem gleichen Vorgang bei den *Hydrophiliden* und *Lamellicornia* ab, den Rengel beobachtet hat: sie ist nicht periodisch sondern kontinuierlich, nicht total sondern partiell. Die Crypten sind nie durch eine (hier ganz fehlende) Chitinmembran von Darmlumen gesondert. Die Muskulatur des Darms spielt keine wesentliche Rolle bei der Ausstoßung des alten Epithels. Die Zellen der Crypten sind im Gegensatz zu den von Rengel untersuchten Käfern (mit Ausnahme der Regenerationszellen) an der Sekretbereitung für die Verdauung stark beteiligt. Beide stimmen im Besitz der Crypten und der Regenerationszellen an deren blindem Ende überein, von welchem der jedesmalige Epithelersatz in letzter Linie ausgeht.

Aus der vorstehenden Darstellung geht hervor, daß die Vorgänge im Mitteldarm bei *Cybister* sehr erheblich von denen bei der Raupe (*D. euphorbiae*) abweichen. Die Hauptpunkte des Vergleichs seien hier kurz zusammengefaßt.

Während die Raupe mit kurzen Unterbrechungen fast fortwährend Nahrung aufnimmt, genügt bei dem Käfer das im Kropf nach einer Mahlzeit vorhandene Fleischquantum für mehr als 24 Stunden, wenn dessen vollständige Füllung erfolgt ist. Da die secernierende Tätigkeit der intercryptalen Zellen und Zottenzellen auf längere Zeit unterbrochen erscheint, stößt die Annahme, daß diese Zellen auch resorbierend tätig seien, nicht auf jene Schwierigkeiten, die wir bei der Raupe kennen lernten. Dagegen sind die Cryptenzellen des hinteren Mitteldarmabschnittes und die Zellen des glatten Cryptenteiles der vorderen Mitteldarmpartie, welche [mit den Crypten] der Raupe vollständig fehlen, nur secernierend tätig. — Bei der Raupe sind zwei verschiedene sekretbereitende Zellarten entwickelt: die Kalykocyten und Sphaerocyten; bei *Dytiscus* dagegen nur eine, welche in ihrem Endzustande wenigstens (d. h. als intercryptale und Zottenzelle) den Sphaerocyten gleichzusetzen ist. — Eine kontinuierliche Regeneration unter Ausstoßung isolierter Zellen oder kleiner Zellgruppen findet bei der Raupe zwischen zwei Häutungsstadien entweder garnicht (*D. euphorbiae*) oder in sehr geringem Umfange (*M. castrensis*) statt, wird dagegen bei dem Käfer beobachtet, der sich hiermit in Gegensatz zu den *Hydrophiliden* und *Lamellicornia* (Rengel) stellt. — In beiden Fällen (*D. euphorbiae* und *Dytiscus*) vermag jede Zelle wiederholt Sekret zu bilden, ohne bei der ersten Sekretmission zugrunde zu gehen. — Ein Wachstum des Darmes, welches bei der Raupe besonders lebhaft während der Häutungsperioden stattfindet, wird begreilicherweise bei dem Käfer nicht beobachtet, weil De- und Regeneration einander das Gleichgewicht halten und der Käfer selbst nicht mehr, wie die Raupe, wächst. —

Bei beiden Tieren besitzen die Zellen niemals präformierte Oeffnungen zum Austritt des Sekretes (vergl. Metalnikoff und van Gehuchten). Die Sekretbildung der Sphaerocyten bei der Abstoßung der Sekretkugeln ist in beiden Fällen die gleiche, wie bei zahlreichen anderen Insekten. Bei der Raupe und bei dem Käfer werden die Kerne nie mit den Sekretkugeln entleert, sondern immer tritt die ganze Zelle ins Darmlumen über. — Im Einzelnen sei zur Ergänzung dieser Zusammenfassung auf das Schlußkapitel des ersten Teiles der vorliegenden Arbeit verwiesen.

Verzeichnis der Litteratur siehe im 1. Teil. Versehentlich wurde dort nicht verzeichnet die Abhandlung von:

Metalnikoff, Recherches expérimentales sur les chenilles de *Galleria mellonella*. Arch. de Zool. expér. J. 8, No. 8, Quatr. Sér.

Ferner wurde zitiert:

H. Rungius, Ueber eine Besonderheit des Larvendarms von *Dytiscus marginalis*. Zool. Anz. Band XXXV., No. 11, 1910.

Berlin, im Januar 1910.

Nachtrag.

In H. Winterstein's Handbuch der vergleichenden Physiologie (Jena 1910) p. 769 sagt Biedermann, ich halte es für unwahrscheinlich, daß Sekretion und Resorption gleichzeitig von ein und derselben Zelle geleistet werden könne, und macht zugleich darauf aufmerksam, daß diese Fähigkeit, Nahrungsbestandteile zu resorbieren, bei anderen Raupen längst nachgewiesen worden sei. Das war mir nun freilich auch nicht unbekannt, ohne daß es an meiner Auffassung etwas zu ändern imstande wäre. Ich weiß auch, daß eine Zelle beide Funktionen zu leisten vermag. Bei *D. euphorbiae* handelt es sich nicht eigentlich um die Frage, ob die Resorption überhaupt auch von den Mitteldarmzellen besorgt werde; ich habe ja selbst ausgesprochen, daß daran nach den hierüber vorliegenden Untersuchungen kaum zu zweifeln sei; sondern ob zu derselben Zeit, während welcher die Ausstoßung des Sekretes stattfindet, auch von derselben Zelle Nahrung resorbiert werden könne. Da die Zellen nur mit ihrer Oberfläche die Nahrung berühren, nur hier also auch resorbieren können, liegen die Verhältnisse immerhin etwas anders, als beispielsweise bei den Protozoen, und man kann bezweifeln, daß diese Oberfläche, während sie Sekret entleert, auch zugleich in umgekehrter Richtung Stoffe passieren lassen könne. Dies wäre erst zu beweisen. Deshalb bin ich nach wie vor der Ansicht, daß die Zelle wahrscheinlich nur in den Pausen zwischen der Sekretabgabe resorbiert. Hinsichtlich der Tatsache der Resorption überhaupt mußte ich mich vorsichtig ausdrücken, weil sich meine

Untersuchung auf die Sekretion und nicht auf sie erstreckte, über sie also auch nichts zutage gefördert hat, noch zutage fördern wollte, weil eben eine Untersuchung nicht verpflichtet ist, alle Fragen zu entscheiden, die sich z. T. aus ihr erst ergeben. Ich habe mich darauf beschränkt, auf Schwierigkeiten aufmerksam zu machen, ohne zu bestreiten, daß die Zellen des Mitteldarms resorbierend tätig seien. In welchem der von mir beschriebenen Zustände diese Tätigkeit entfaltet werde, muß ein speziell hierauf gerichtetes Studium erst noch entscheiden. Untersuchungen am lebenden Tier konnten und sollten zunächst mit Rücksicht auf das vorhandene Material nicht durchgeführt werden, sind aber, darin stimme ich Biedermann vollkommen bei, wünschenswert und haben durch meine Vorarbeit eine brauchbare Basis gewonnen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [76-1_2](#)

Autor(en)/Author(s): Deegener

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Darmsekretion, II. Teil. Macrodytes \(Dytiscus\) circumcinctus Ahr. 27-43](#)