

Untersuchungen über den Kaumagen der Orthopteren.

Von

Dr. Karl Friedrich Wilde

Oberlehrer in Leipzig.

Hierzu Tafel IX—XI.

Historische Uebersicht.

Die rapide Verbreitung der sogenannten Wanderheuschrecke und die in demselben Verhältnisse wachsende Gefahr, welche die Vermehrung dieser gefräßigen Insekten für die Landwirthschaft im Gefolge hat, liess den Gedanken näher rücken, den anatomischen Bau der Verdauungsorgane, insbesondere des Kaumagens der Orthopteren einer genaueren Untersuchung zu unterziehen, als dies bis jetzt der Fall war. Auf diese Lücke durch meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Hofrath Professor Dr. Rudolf Leuckart, aufmerksam gemacht, unternahm ich es, die Kaumägen der nachgenannten Orthopteren sowohl in Bezug auf deren morphologische und histologische Verhältnisse, als auch in Bezug auf die mit dem Wechsel der äussern Körperbedeckung verbundene Häutung des Oesophagus und Kaumagens zum Gegenstand meiner Studien zu machen. Ich begann mit den Acridiern, ging dann über zu den Blattinen, Locustinen und Achetinen.

Schon Swammerdam¹⁾ kannte den Magen der

1) Bibel der Natur. Leipzig 1752. pag. 91.

Heuschrecken. Er unterscheidet einen dreifachen Magen und meint, derselbe stimme mit dem Magen der wiederkäuenden Thiere völlig überein. Insbesondere sei derjenige Theil des Magens, den man das Buch nennt, an den Heuschrecken mehr als zu kenntlich. Er zweifelt daher nicht, dass die Heuschrecken wiederkäuen, ja er glaubt sogar, solches gesehen zu haben. — Dass diese Annahme auf Wahrheit beruhe, hat bereits Meckel¹⁾ angezweifelt.

Cuvier²⁾ ist ebenfalls der Ansicht, als seien die Orthopteren in Bezug auf ihren zusammengesetzten Magen unter den Insekten dasselbe, was die Wiederkäuer unter den Vierfüßern sind. Auch er unterscheidet drei Mägen. Einen ersten häutigen Magen, der bei den meisten eine blosser Erweiterung der Speiseröhre und inwendig der Länge nach gefaltet sei. Dies ist der Kropf. Sodann spricht er von einem zweiten, muskulösen Magen. Derselbe sei klein und ziemlich rund, mit sehr dicken, fleischigen Wänden versehen und an seiner Innenfläche besetzt mit Schuppen oder Zähnen. Als dritten Magen bezeichnet er die Blinddärme des Chylusmagens.

Nähere Kenntniss über den Bau des Kaumagens der Orthopteren erhalten wir erst durch Ramdohr³⁾. Er nennt den Kaumagen „Faltenmagen“ und giebt an, dass derselbe bei *Blatta orientalis* L. (*Periplaneta* Burm.) glockenförmige Gestalt annimmt, indem am vorderen Ende ein fleischiger Rand aufgeworfen ist. Die äussere Haut besteht nach demselben Autor aus ringförmigen, neben einander zur Quere liegenden Muskeln, welche keinen Zusammenhang mit der Speiseröhrenhaut haben. Die innere Haut ist dünner, etwas durchsichtig und eine Fortsetzung der Speiseröhrenhaut. Ihr liegen sechs grosse, hohe und schmale, verschiedentlich gestaltete Zähne auf. Zwischen diesen bemerkte Ramdohr Schwielen, bestehend aus einer Vereini-

1) Anmerkungen zur Uebersetzung der Vorlesungen über vergleichende Anatomie von Cuvier. Bd. III. pag. 689.

2) Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Bd. III. p. 689.

3) Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insekten. Halle 1811. pag. 70 ff.

gung linienförmiger, der Länge nach parallel neben einander verlaufender Hornnadeln.

Der Faltenmagen von *Locusta viridissima*, so bemerkt Ramdohr weiter, ist eiförmig, nach hinten zugespitzt und steckt mit seiner Spitze in dem Chylusmagen. Seine äussere Haut ist die Fortsetzung der Speiseröhrenhaut. Innerlich besteht er aus sechs Schwielen und ebenso vielen Rinnen. Die ersteren sind mit zwölf bis fünfzehn gleich breiten, gewölbten, von einander gleichweit abstehenden, hornartigen Streifen zur Quere belegt, während die letzteren mit zwei Reihen kurzer, abgerundeter, gegen einander stehender Zähnechen versehen sind, von denen ein jedes einem der querliegenden Hornstreifen gegenüber liegt, so dass eben so viele Paare von Zähnechen, als Hornstreifen vorhanden sind. Die Schwielen erstrecken sich bis in die Speiseröhre, sind aber hier, statt mit Hornstreifen besetzt, nur von fleischiger Beschaffenheit.

In dem Faltenmagen von *Gryllus campestris* L. (*Acheta* Fabr.) erkannte Ramdohr ebenfalls 6 Schwielen und eine gleiche Anzahl von Rinnen, welche in longitudinaler Richtung verlaufen. Auf den Schwielen sah er „vierzählige“ Hornblättchen in drei Reihen, von denen ein jedes auf einer fleischigen Erhabenheit stehe. In jeder der Reihen zählte er zehn, folglich im ganzen Faltenmagen 180 solcher Hornblättchen. In der Rinne läuft eine einfache Hornnadel durch die ganze Länge des Kaumagens hin. Hierauf beschränken sich die Angaben Ramdohrs, denn ausser *Forficula auricularia*, die systematisch etwas ferner steht, wurden keine Orthopteren weiter von demselben untersucht.

Nach ihm ist Leon Dufour¹⁾ der erste, welcher, gestützt auf die Ramdohr'schen Untersuchungen, die Kaumagen der Orthopteren beschreibt. Er lässt die Bezeichnung „Faltenmagen“ fallen und nennt den betreffenden Abschnitt „Kaumagen“. Im Ganzen fügt er den Ramdohr'schen Ergebnissen wesentlich Neues nicht hinzu, doch untersuchte er — und das ist ausser Marcell de Serres²⁾ meines

1) Recherches sur les Orthoptères etc. Paris 1834. p. 296.

2) Observations sur les Insectes considérés comme ruminants. Paris 1813.

Wissens noch von Niemand geschehen — auch den Kaumagen der Acridier. Die Ansicht dieses letzteren Forschers, nach welcher die Acridier einen wirklichen Kaumagen besitzen sollen, bezeichnet er als irrig, ohne jedoch uns eine nähere Kenntniss über den Bau dieses Darmabschnittes der Acridier zu vermitteln. Interessant sind seine Angaben über die Zähne im Kaumagen von *Acheta campestris*. Von ihnen sagt er, sie seien sämmtlich unter einander verschieden; manche wären wie Lanzetten, andere wie gebogene Messer, noch andere wie Sägen etc.

Zum ersten Male erfahren wir von Leon Dufour auch etwas Näheres über den Kaumagen von *Gryllotalpa vulgaris*. Derselbe ist ausgestattet mit sechs Leisten. Jede derselben ist zusammengesetzt aus einer Anzahl von Zähnen, welche in fünf Serien angeordnet sind und eine variable Gestalt besitzen. Einige sind hakenförmig, die andern haben einen gezackten Rand u. s. w. Die von der mittleren Serie sind fast viereckig. Auch die Längsleisten, welche Ansatzpunkte der die Zähne in Bewegung setzenden Muskeln bilden, kannte Leon Dufour. An der vordern Oeffnung des Kaumagens beschreibt derselbe eine Klappe, welche gebildet wird durch Zusammentreffen sechs kleiner Tuberkeln, die sich von den Leisten abgetrennt haben. Auch am hintern Ende des Kaumagens befindet sich nach seinen Angaben eine Klappe interessanter Natur.

Unter den neueren Autoren sind es besonders Basch¹⁾ und Graber²⁾, welche Beiträge zur Kenntniss des Kaumagens der Orthopteren liefern. Auf diese Arbeiten komme ich bei Besprechung des Kaumagens von *Blatta orientalis* und *Decticus* zurück.

Bau des Kaumagens.

a. Acridier.

Die Acridier entbehren eines eigentlichen Kaumagens.

1) Untersuchungen über das chylopoetische und uropoetische System der *Blatta orientalis*. Wien 1858. Sitzungsber. math. Cl. Bd. 33.

2) Zur nähern Kenntniss des Proventriculus und der Appendices ventriculares bei den Grillen und Laubheuschrecken. Wien 1869. Sitzungsber. math. Cl. Bd. 59 I. pag. 29—46.

Der ganze Oesophagus bez. Kropf tritt in den Dienst desselben. War es mir schon bei den im zeitigen Frühjahr häufig vorkommenden Arten von *Tetrix* nicht möglich, einen Kaumagen im strengen Sinne des Wortes nachzuweisen, so sollte die Abwesenheit eines solchen bei den Acridiern durch Untersuchungen an der Wanderheuschrecke, *Oedipoda cinerascens*¹⁾, volle Bestätigung finden. Ich habe den *canalis intestinalis* dieser letzteren dicht hinter dem Mundkautapparat abgetrennt und dabei die Ueberzeugung gewonnen, dass derselbe mit einer engen, sehr kurzen Röhre beginnt, die sich dann plötzlich zu einem sehr ansehnlichen Kropfe erweitert und eine Anzahl fast halbkreisförmiger Falten zeigt, welche mit einer grossen Anzahl ansehnlicher, solider Stachelhaare besetzt sind. Diese Falten nehmen etwa das erste Drittel des Oesophagus für sich in Anspruch und sind unstreitig bei dem Kauakt betheiligt. Allerdings hat der Kropf als Kaumagen einen nur sehr geringen Triturationswerth. Dass er desselben jedoch nicht ganz entbehrt, beweist die Untersuchung des Speisebreies. Bei dem Eintritt in den Kropf sind die Pflanzenfasern nur ganz grob gekaut, während beim Uebertritt in den Chylusmagen zwar nicht alle, aber doch die in der Nähe der Wandungen des Kropfes gelegenen, mit den Stachelhaaren also in unmittelbare Berührung kommenden Fasern; eine merkliche Zerkleinerung erfahren haben.

Auf diesen Kropf folgt sodann ein Stück des Oesophagus mit sehr kleinen Falten. Sie erscheinen als blosse Skulpturen und geben dieser Stelle fast ein mosaikartiges Aussehen. Es fehlt ihnen auch der reiche Stachel- oder Haarbesatz, wie er sich im vorderen Theile des Kropfes vorfindet; nur hie und da werden einige kleine Stachelhaare dem Auge sichtbar.

In dem letzten Drittel der Speiseröhre treten regelmässig verlaufende Längsfalten auf, deren Firsten in ziemlich gleichen Abständen Stachelhaare tragen, ebenfalls von

1) *Oedipoda cinerascens* und *migratoria* unterscheiden sich prinzipiell nicht von einander, und möchte ich sie deshalb als eine Species auffassen.

geringer Grösse, zu zweien hinter einander stehend (cfr. Figur 1). An der Uebergangsstelle des Oesophagus in den Chylusmagen befinden sich 6 eigenthümliche grosse Falten mit dazwischen gelegenen kleineren (cfr. Figur 2), deren Cuticula ziemlich dick und bis auf die kleineren Falten und die zwischen diesen gelegenen Vertiefungen mit sehr kleinen, vollständig homogenen, glashellen Chitinhaaren besetzt ist.

Diese Stelle repräsentirt unstreitig morphologisch dasjenige Gebilde, welches wir sonst als Kaumagen zu bezeichnen pflegen. Aber die Funktion der Kauung ist, soweit sie überhaupt dem Darmkanal zukommt, im vorderen Theile des Oesophagus lokalisiert. Damit stimmt auch die Thatsache überein, dass die Stärke der Ringmuskeln, welche die Speiseröhre im ersten Drittel des Kropfes umgeben, die Ringmuskulatur des Oesophagus der übrigen von mir untersuchten Orthopteren um ein Bedeutendes übertrifft. Der Kropf hat eben den Kaumagen zu ersetzen.

Auf das Muskelgewebe des Oesophagus folgt nach Innen sodann eine wenig entwickelte Bindesubstanz, die *membrana propria*, welche in zahlreichen Falten — ich zählte im hintern Theile des Oesophagus einige sechzig —, in das Innere der Speiseröhre vorspringt und dazu bestimmt ist, Trägerin einer Epithellage zu werden, welche aus Zellen mit pigmentirtem Inhalte besteht. Dieses Epithel ist dazu bestimmt, die auf ihr lagernde Chitinmembran als Cuticula abzuschneiden. Diese Cuticula ist von vielen Autoren lange Zeit in ihrer wahren Natur, als das Abscheidungsprodukt unter ihr gelegener Zellen, verkannt worden. So beschreibt Ramdohr¹⁾ diese innere Haut in dem Magen von *Locusta viridissima* als pergamentartig, „nicht in Muskeln trennbar“. Bisweilen sei sie dünn und durchsichtig, bisweilen stärker und selbst etwas steif, besetzt mit starken Pünktchen oder kurzen steifen Härchen. Meckel hält die *Tunica intima* für ein Pflasterepithel, das oft aus zackig in einander greifenden Zellen bestehe. Menzel²⁾

1) a. a. O. pag. 13.

2) Die Chitingebilde im Thierkreise der Arthropoden. Zürich 1855.

hält sie für ein sehr oft aus Zellen zusammengesetztes Epithel, die eigentliche Epidermis. Auch v. Siebold¹⁾ ist derselben Ansicht und meint, sie sei aus Zellen zusammengesetzt, welche durch Chitinsubstanz eine sehr feste Beschaffenheit erhalten hätten. Anders dagegen urtheilt Leuckart²⁾. Er erkannte die Intima als eine sehr zarte, durchsichtige, überall strukturlose Haut, die gleich den äussern Bedeckungen des Insektes aus Chitin bestehe. Nach ihm beschreibt auch Leydig³⁾ dieselbe als eine homogene, strukturlose Membran und tritt entschieden der Ansicht entgegen, als sei sie ein Epithel. Diese Cuticula ist, wie überall, so auch bei Oedipoda eine anfangs sehr dünne, vollkommen homogene, hyaline Membran, welche fast durchweg von gleicher Stärke und mit Zähnen besetzt ist. Erst später nimmt sie durch Einwirkung der Luft die charakteristischen Eigenschaften des Chitins an und erscheint meist gelb, mitunter sogar braun. Sie besteht keineswegs aus Zellen, zu welcher Auffassung vielfach die polygonalen Zeichnungen auf der dem Epithel zugekehrten Seite Veranlassung gegeben haben; diese bezeichnen vielmehr die Bezirke, welche auf Rechnung der einzelnen unter ihr gelegenen Epithelzellen zu stellen sind, während sie selbst einzig und allein das Abscheidungsprodukt subcuticularer Zellen ist.

b. Blattinen.

Der Kaumagen von *Blatta orientalis* schliesst sich an den durch einfache Erweiterung des Oesophagus gebildeten Kropf an. Er ist, äusserlich betrachtet, konisch eiförmig, an seinem vorderen Ende scharf von dem Kropfe geschieden, am hintern Ende dagegen in eine lange Spitze ausgezogen, welche beinahe ihrer ganzen Länge nach in den Anfangstheil des Chylusmagens eingestülpt ist. Er beginnt mit einer ringförmigen, nach Leon Dufour polster-

1) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Berlin 1847.

2) Frey und Leuckart, Lehrbuch der Zootomie der wirbellosen Thiere. Leipzig 1847. pag. 61.

3) Lehrbuch der Histologie. pag. 334.

oder kissenartigen Verdickung. Schneidet man den Kaumagen der Länge nach auf und lässt man ihn alsdann 24 Stunden in verdünntem Alkohol liegen, so kann man die Chitinschicht bequem abheben. Breitet man diese in die Fläche aus, so erkennt man, dass sie aus 6 radiär in das Innere des Kaumagenlumens vorspringenden Zähnen besteht, von denen gewöhnlich einige raubvogelschnabelartig gebogen sind und die in Figur 4 wiedergegebene Form haben. Bei verschiedenen Blatttinen zeigen diese Zähne sogar in ihrer Mitte eine deutliche Einschnürung. Die übrigen dagegen erscheinen, als wären sie umgedreht, mit den schnabelartigen Vorsprüngen, der sogenannten schwarzen Spitze (Leon Dufour), nach unten gerichtet, während das andere Ende gegen den Anfang des Kaumagens hin so verläuft, dass es nur wenig oder gar nicht in das Innere des Kaumagens vorspringt. Auch Moravitz¹⁾ erwähnt bereits, dass er nicht im Stande war, bei allen grossen geschnäbelten Zähnen die Haken am oberen Ende nachzuweisen. Im Allgemeinen muss ich bemerken, dass die Zähne sammt und sonders in ihrer Form mehr oder minder von einander abweichen.

Alle Sämtliche Zähne sitzen mit ihrer breiten Basis der Innenwand des Kaumagens auf. Jeder von ihnen ruht auf einem besonderen Felde. Die Oberfläche der Zähne beschreibt Basch als glatt, während die Innenseite lauter polygonale Felder zeige. Ich kann das erstere nicht in allen Fällen bestätigen, da ich auch Zähne mit entschieden rauher Oberfläche gefunden habe. Die polygonalen Felder rühren, wie bereits erwähnt, von den darunter gelegenen Zellen her und stellen gleichsam einen Abdruck der Zelloberfläche dar.

Zwischen den Zähnen liegen eine Anzahl Falten, von Moravitz „Latten“ (assercula) bezeichnet, welche eine Annäherung resp. Entfernung der Zähne an- und voneinander ermöglichen. Basch führt in seiner Arbeit anfangs 12 Leisten oder Falten an, obwohl er gleich darauf 13 aufzählt, die beigefügte Figur dagegen nur 11 aufweist. Er

1) Quaedam ad anatomiam Blattae Germanicae pertinentia. Dorpat 1853.

sagt: „In der Mitte eines jeden Zwischenraumes befindet sich eine grosse, breite Leiste, die so lang als der Zahn selbst ist und in ein abgerundetes, löffelförmiges Ende ausgeht. Zu beiden Seiten befinden sich 5 kleinere, die mit ihren Enden sich der erwähnten grossen Leiste zuneigen. Ausserdem laufen noch zu beiden Seiten des Zahnes Längsleisten herab, die mit demselben convergiren“. Auf Grund sorgfältig ausgeführter Serienschnitte bin ich in der Lage, Folgendes zu constatiren. Auf allen Querschnitten traten mir zwischen je zwei Zähnen zunächst 3 Hauptfalten entgegen (cfr. Fig. 5). Zwischen diesen 3 Falten oder Leisten liegt je eine kleinere Leiste, bei verschiedenen Individuen kommen indess auch zwei derselben vor, doch ist dies seltener der Fall. Die Längsleisten, welche nun noch ausserdem zu beiden Seiten des Zahnes herablaufen sollen, sind von Basch vollständig als zwischen den Zähnen gelegene Längsfalten verkannt worden. Begnügt man sich mit einer blossen Flächenansicht der Chitingebilde des Kaumagens, — die Querschnittsmethode war zu der Zeit, als Basch seine Untersuchungen machte, noch nicht bekannt, und ist ihm daher ein Vorwurf nicht zu machen — so kommt man allerdings leicht zu der Meinung, man habe in diesen Leisten gleichfalls abgetrennte, isolirte Falten vor sich. Ein Blick auf einen Querschnitt belehrt uns jedoch eines anderen (cfr. Fig. 5). Was Basch für Längsfalten hielt, das sind seitliche Vorsprünge der grossen Zähne, wie wir sie auch später bei *Locusta* wiederfinden werden. Leon Dufour erwähnt 5 Hauptfalten, von denen ich zwei ebenfalls auf Rechnung eines jeden Zahnes stellen muss, während die 3 übrigen von ihm richtig als Falten erkannt wurden. Bei einem jungen, 15 Mm. langen Thiere, erkannte ich auch nur 3 Falten und zwischen diesen keine kleineren.

Alle drei Leisten sind nicht regelmässig gewölbt, sondern ihre Firsten zeigen hie und da longitudinal verlaufende rinnenartige Vertiefungen, und dieser Umstand mag Basch verleitet haben, eine grössere Anzahl Falten, als thatsächlich vorhanden, anzunehmen. Die Leisten sind nach demselben Autor durchweg an ihrer äussern Oberfläche mit Schüppchen besetzt, nach Moravitz gekörnelt,

und nur die Hauptfalte trägt an ihrem hintern Ende Härchen. Ich muss auch dies als den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechend bezeichnen. Die sämtlichen Leisten sind mit einem continuirlichen Haarbesatz überzogen; Schuppen bemerkte ich nirgends. An das hintere Ende der Zähne schliessen sich zwei Reiben von „Taschen“ an. Leon Dufour beschreibt nur eine Reihe. Er bezeichnet sie, und dieser Ansicht schliesse ich mich nach genauer Untersuchung rückhaltlos an, als sternförmig angeordnete Hervorragungen. Würde ich schon für die Hervorragungen erster Reihe nicht den Namen „Taschen“ gewählt haben, so verdienen die der zweiten Reihe unstreitig diese Bezeichnung gar nicht. Unter Taschen verstehe ich Einstülpungen, versehen mit einer Oeffnung und einem deutlichen Lumen. Auf allen Schnitten, die ich gemacht habe — und es sind das Längs- und Querschnitte — fand ich nicht in einem einzigen Falle ein Taschenlumen oder eine Oeffnung. Nur das will ich hervorheben, dass die Hervorragungen, von der Fläche gesehen, allerdings mitunter wie eine im Aufblühen begriffene Knospe erscheinen. Die „Taschen“ der zweiten Reihe sind auf ihrer Spitze vollkommen gewölbt. Beide Reiben sind Einstülpungen der innern Magenwand, besetzt mit einer dünnen Cuticula und braunen Härchen. Uebrigens stehen die Einstülpungen zweiter Reihe nicht isolirt, sondern bilden den Anfang zu den 6 Hauptleisten in demjenigen Theile des Kaumagens (cfr. Fig. 6), der in den Chylusmagen eingestülpt ist, während die mittlere Hauptfalte zwischen den Zähnen hinter ihrem löffelförmigen Ende sich wieder als Längsfalte erhebt und je eine der 6 Nebenfalten bildet, welche bis an das Ende des Kaumagens neben den 6 Hauptfalten verlaufen (cfr. dieselbe Figur), so dass das Ende des Kaumagens 12 Falten aufweist. Leon Dufour erkannte deren nur sechs.

Auch den Bau der „Taschen“ der ersten Reihe näher kennen zu lernen, gelang mir. Ich führte Längsschnitte durch einen Kaumagen von *Blatta orientalis* aus, ohne ihn aufgeschnitten und ausgebreitet zu haben, und da kam ich zu folgendem interessanten Resultat: Die „Taschen“ zeigen auf demjenigen Theile, welcher dem Innern des Kaumagens

zugewendet ist, wellenförmige Vertiefungen und Erhöhungen, in welche entsprechende Vertiefungen und Erhöhungen der gegenüber liegenden Taschen so eingreifen, wie Zähne zweier gegenüberstehender Kiefer. Derjenige Theil der Tasche, welcher dem jedesmaligen vor ihm gelegenen Zahne am nächsten liegt, springt häufig zungenartig in das Innere des Kaumagens vor, die Zähne noch mässig überragend. Hierdurch wird ein Verschluss des Kaumagens nach hinten herbeigeführt, der durch Contraction der Ringmuskulatur vollkommen erreicht wird. Dieser Verschluss wird dadurch erhöht, dass die der Cuticula aufsitzenden Härchen absolut keinen Chymus in das Ende des Kaumagens übertreten lassen (cfr. Figur 7).

Auf die Chitinschicht des Kaumagens folgt, von innen nach aussen gehend, eine stark entwickelte Subcuticularschicht — Chitinogenschicht, Matrix. — Sie ist das Muttergewebe der Cuticula, und wie die Zähne und Falten des Kaumagens eine Fortsetzung des cuticularen Ueberzuges des Oesophagus sind, so ist sie eine Fortsetzung der Chitinogenschicht dieses letzteren Darmabschnittes. Basch trennt sie in eine doppelte Schicht, in eine der membrana propria aufliegende und eine unmittelbar unter der Chitinsubstanz gelegene. Nach seiner Auffassung besteht die erstere aus Zellen, welche sehr nahe aneinander liegen und mit einander verschmolzen sind, während die zweite aus mehrfach über- und nebeneinander gelagerten Zellen zusammengesetzt sein soll, die sich „ebenfalls“ (!) nicht einander berühren, sondern Zwischenräume zurücklassen, die von Bindesubstanz ausgefüllt werden. Auch diese Anschauung kann ich nicht theilen. Ich erkannte überall nur eine einzige, sehr stark entwickelte Zellschicht, bestehend aus deutlich ausgeprägten Cylinderzellen mit deutlichem Nucleus. Dieses Epithel ruht durchweg auf einem grosszelligen Bindegewebe, bestehend aus Zellen mit deutlichen Kernen und Kernkörperchen. Ohne Zweifel hielt Basch diese Zellkerne mit ihren Nucleoli für Zellen, wie er ähnliche in dem Epithel des in den Chylusmagen eingestülpten Theiles des Kaumagens gesehen haben will und die er als Zellen mit körnigem Inhalte beschreibt. Die

Zellwände und die die Zellwände verklebende Intercellularsubstanz hielt er für eine vollständig homogene, strukturlose, hyaline Membran, die membrana propria, die sich zwischen die Zellen dieser zweiten Schicht einschieben soll, und so kam er auf den Gedanken, es verhalte sich die zweite Zellschicht zur ersten, wie die Malpighische Schicht zur Epidermis. Die erste — nach meiner Auffassung die einzige — epitheliale Zellschicht besteht nicht, wie Basch behauptet, aus unter sich verschmolzenen Zellen, da man überall die Zellmembranen deutlich erkennen kann. Um mich genau zu überzeugen, versuchte ich, einige Zellen dieser Epithelialbekleidung in $\frac{1}{2}\%$ Kalilösung zu isoliren, und es gelang mir das Experiment vollständig. Ebenso gewiss ist, dass die membrana propria Baschii nicht als strukturlose, homogene Membran vorhanden, sondern durch ein zellig blasiges Gewebe mit deutlichen Zellkernen und Kernkörperchen vertreten ist, wie es Chun¹⁾ in seiner Arbeit über die Rectaldrüsen der Insekten für eine in mancher Beziehung ähnliche Bildung bereits nachgewiesen hat.

Ich wandte bei meinen Untersuchungen Hämatoxylin als Farbmittel an und es hat mir dieses vor allen andern weitaus die besten Dienste geleistet. Auf mit Hämatoxylin gefärbten Schnitten erkannte ich überall die Bindegewebszellen mit ihren Nuclei und Nucleoli, so dass kein Zweifel bestehen kann, dass wir es in der sogenannten membrana propria mit einem Bindegewebe von ganz bestimmter Struktur zu thun haben. Nur möchte ich hierbei noch erwähnen, dass bei Objekten, welche in Chromsäure gehärtet sind, sich Hämatoxylin nicht immer als Farbmittel empfiehlt, denn erstens färbt Hämatoxylin nicht immer durch und zweitens lässt bei mangelhafter Auswaschung des Objectes die zurückgebliebene Chromsäure das Bild etwas erblassen.

Weiter nach aussen folgt auf die membrana propria die Muskelschicht. Sie repräsentirt ein sehr dichtes Muskelgewebe, das namentlich im obern Theile des Kaumagens

1) Ueber den Bau, die Entwicklung und physiologische Bedeutung der Rectaldrüsen bei den Insekten. Frankfurt a. M. 1875.

beträchtliche Dimensionen annimmt und durchweg aus quer-gestreiften Muskelfasern besteht. Diese Ringmuskulatur in Verbindung mit einer ausserhalb derselben gelegenen Längsmuskelfaserschicht befähigen den Darm zu kräftigen peristaltischen Bewegungen. Die Ringmuskelfasern erkannte Basch richtig als vollkommen kreisförmig und in sich abgeschlossen. An der Innenfläche dagegen sollen nach seinen Angaben ganze Faserzüge sich ablösen, bogenförmig krümmen und je zwei mit einander convergirend an den Seiten der Basis der Zahnwülste und zwar an die membrana propria mit stumpfen Enden inseriren. Diese Muskeln fasst er als Radialmuskeln auf und bezeichnet sie auch als solche. Ich muss gestehen, dass es mir weder auf den gemachten Quer- noch Längsschnitten möglich gewesen ist, sie zu erkennen. Muskeln mit deutlicher Querstreifung habe ich allerdings auf Längsschnitten gesehen, aber am Eingang des Kaumagens, an der Uebergangsstelle des Oesophagus in den Proventrikulus. Sie haben die Aufgabe, den Kaumagen zu öffnen.

Von den „Radialmuskeln“ weiter nach innen gelegen soll nach demselben Autor noch eine dritte Muskellage, eine Längsmuskelfaserschicht vorkommen. Basch sagt: „Dieselbe bildet eine im Allgemeinen weniger dicke Schicht, doch gehen von ihr mehrere Muskeln ab, und zwar entspringen am hinteren Ende der Kaumagenwand 6 Muskeln, die von unten und hinten nach vorn und oben verlaufen und sich an die vordere obere Wand der Zahnwulst inseriren. Etwas tiefer, aber noch an derselben Stelle (!), entspringen ausserdem 6 Muskeln, die bogenförmig gekrümmt, mit ihrer Concavität nach aussen und der Convexität nach innen verlaufen und sich an die vordere Wand der Taschenwülste ebenfalls an die membrana propria mit stumpfen Enden inseriren.“ Nach den Untersuchungen, die ich hierüber angestellt habe, gestalten sich die Verhältnisse, wie folgt: Eine besondere Längsmuskelfaserschicht in dem Sinne, wie Basch sie beschreibt, existirt nicht und ebenso wenig eine von dieser getrennte, bogenförmige Schicht. Beide vermeintlichen Schichten sind vielmehr eine einzige, die sich etwa in der Mitte der grossen

Zähne inserirt und von da aus bogenförmig nach dem vorderen Ende der „Taschen“ hinzieht, woselbst sie sich an die Cuticula anheftet. Dieser Muskelstrang gabelt sich beim Eintritt in den Taschenwulst, und von den beiden Strängen inserirt sich der eine an das obere, der andere an das untere Ende desselben (cfr. Fig. 7). Diese Muskeln, welche, wie alle Insektenmuskeln, quergestreift sind, haben einen für den Kauakt wichtigen physiologischen Werth. Basch nimmt richtig an, dass die Ringmuskelfasern durch Zusammenziehung das Lumen des Kaumagens verengern; zugleich aber sollen durch Contraction der in die Taschen und Zähne eintretenden Muskeln die Taschen sich den Zähnen so annähern, dass dadurch das hintere Ende des Kaumagens verschlossen wird. Auf diese Weise werde, so meint Basch weiter, ein Effekt erzielt, wie er ähnlich sich beim Kauen mittelst der Kiefer vollzieht. Vergegenwärtigt man sich, dass die Zähne von ganz verschiedener Form sind, dass in jedem Kaumagen Zähne vorkommen, die am oberen Magenmund ganz flach sind und deren hakenförmig gebogener Schnabel sich an dem hintern, den Taschen zugekehrten Ende befindet, so ist ein solcher Kauakt wohl schwerlich denkbar. Vor allem aber kann eine Contraction der um die stumpfe Ecke der Zähne herumziehenden Muskelzüge (cfr. Fig. 7), die also unter einem stumpfen Winkel wirken, unmöglich einen Verschluss des Kaumagens zur Folge haben. Ich behaupte im Gegentheil, dass sie Retraktoren repräsentiren, also die Taschen, die sehr spärlicher Ringmuskulatur aufsitzen, nach vollendetem Kauakt zurtückziehen, um auf diese Weise die während der Trituration unterbrochene Kommunikation zwischen Kaumagen und Chylusmagen wieder herzustellen.

Ueber die Struktur des vom Kaumagen ausgehenden und in den Chylusmagen eingestülpten Theiles des Proventrikulus sagt Basch: „Es fehlt die äusserste, nämlich die Muskellage, und es sind demnach nur folgende Schichten vorhanden: Eine strukturlose membrana propria als äusserste Begrenzung, ferner eine Zellenschicht und eine Chitinmembran“.

Ich bemerkte auf allen Schnitten eine Längsmuskel-

faserschicht, eine dünne, doch überall deutlich ausgeprägte Ringmuskulatur, auf dieser aufsitzend Bindegewebe und dann ein Cylinderepithel mit Cuticula. Durch die grossen Falten, also senkrecht auf der Ringmuskulatur sitzend, zieht ein Radialmuskel, der dazu bestimmt ist, den Kaumagen zu öffnen, um die Speise in den Chylusmagen übertreten zu lassen.

Werfen wir einen vergleichenden Rückblick auf den Bau des Kaumagens der Acridier und Blattinen, so fällt uns allerdings die überaus grosse Lücke zwischen beiden auf. Wir erkennen bei *Blatta* eine Gliederung der Speiseröhre in zwei Stücke, in den Oesophagus bez. Kropf im engern Sinne und den Kaumagen. Bei den Acridiern kommt es zu einer solchen Gliederung nicht, doch haben wir morphologisch, wie bereits hervorgehoben, den Kaumagen ebenfalls in dem Abschnitte des Oesophagus zu suchen, der vor dem Chylusmagen liegt, nur ist bei ihnen die Arbeitstheilung weniger weit durchgeführt, als bei den Blattinen.

c. Locustinen.

α. *Locusta viridissima*.

Während bei *Blatta orientalis* der Kaumagen als ein in sich abgeschlossener Theil des Darmrohres erscheint, getrennt von dem Kropfe, nimmt der Kaumagen der Locustinen seinen Anfang im Kropfe, so dass Kropf und Kaumagen hier schwer zu trennen sind. Untersucht man den Oesophagus unmittelbar hinter den Kiefern, so erkennt man auf dem Querschnitte unregelmässige Faltungen, welche Wellenberge und Wellenthäler darstellen. Diese Einstülpungen sind mitunter von beträchtlicher Länge. Einzelne erreichen sogar die centrale Axe des Oesophagus. Jede derselben wird gebildet aus einer sehr wenig entwickelten Bindegewebsleiste, einem darauf ruhenden Epithel und einer chagrinierten Cuticula, besetzt mit soliden, stachelartigen Haaren. In demjenigen Theile der Speiseröhre, welche man als Kropf bezeichnet, ordnen sich die zahlreichen, zottenartigen Vorsprünge zunächst in 6 Hauptlängs-

fallen an. Diese sind anfangs sehr flach, erheben sich aber allmählich immer mehr und mehr und an der Uebergangsstelle in den Kaumagen springen sie so bedeutend in das Lumen des Kropfes vor, dass bei einer Contraction der Ringmuskulatur durch sie ein vollständiger Verschluss des Kaumagens erzielt wird. Diese Stelle kann man in gewisser Beziehung als ein Analogon des Magenmundes höherer Thiere betrachten. Parallel den 6 Hauptfalten laufen je zwei kleinere Falten; es sind dieselben, welche wir im Kaumagen selbst wiederfinden und die dort dazu bestimmt sind, die neben den grossen Zähnen gelegenen kleineren zu tragen.

Während, wie bereits hervorgehoben, die membrana propria im vorderen Theile des Oesophagus nur eine sehr geringe Entwicklung zeigt, gelangt sie gegen das Ende des Kropfes hin zu bedeutender Differenzirung. Auch die subcuticularen Zellen entfalten sich beträchtlich und entwickeln sich zu einer Massenhaftigkeit, wie wir sie kaum im eigentlichen Kaumagen wiederfinden (cfr. Figur 12). Begreiflich hiernach, dass auch das Absonderungsprodukt ein anderes, stärkeres ist, als im Anfangstheile der Speiseröhre. Die Haare sind ausserordentlich zahlreich vorhanden, so dass sie die Falten filzartig überziehen. Auf den 6 Hauptfalten erheben sich bereits eine Anzahl zahnartiger Vorsprünge (7) in regelmässigen Abständen, mit stachelartigen, soliden Haaren oder Dornen auf ihren Spitzen. Sie stimmen mit den Stacheln der grossen Zähne im Kaumagen vollständig überein. Die Seitenränder tragen gewöhnliche Chitinhaare. Diese sowohl, als auch die stachelartigen Haare erkannte Ramdohr nicht. Er bemerkt nur, dass sich die „Schwielen“ — als solche bezeichnet er die zahntragenden Falten des Kaumagens — bis in die Speiseröhre erstrecken und hier, statt mit Hornstreifen besetzt, „von fleischiger Natur“ sind.

Der eigentliche Kaumagen der Locustinen ist eiförmig, nach hinten zugespitzt und mit der Spitze in den Chylusmagen eingesenkt. Er beginnt mit dem Magenmunde, der den Zweck hat, während der Trituration den Kaumagen nach vorn abzuschliessen, um so den Zutritt neuer Speise,

sowie das Regurgitiren zu verhindern. Ich habe den Bau des Kaumagens sowohl auf Flächenbildern, als auch auf Quer- und Längsschnitten studirt und bin dabei zu nachstehendem Resultat gekommen.

Breitet man den Kaumagen einer erwachsenen *Locusta viridissima* flächenhaft aus, so erkennt man zunächst 6 radiär gestellte, durch den ganzen Kaumagen verlaufende Längsleisten. Jede derselben trägt in ihrer ganzen Ausdehnung eine sehr dicke Chitinschicht. Auf dem Querschnitte haben diese Leisten die in Figur 9c angegebene Gestalt. Sie ruhen auf einer bindegewebigen Längsfalte, welche mit ihrem basalen Theile der Muskulatur fest aufsitzt. Dieses Bindegewebe ist der Träger eines Epithels, bestehend aus spindel- oder cylinderförmigen Zellen, dem Muttergewebe der Cuticula. Zwischen den radiären 6 Längsfalten befinden sich 6 Interradien (cfr. dieselbe Figur). Jeder derselben besteht aus 3 Längsreihen schuppenförmig hinter einander gelegener Zähne (15), von denen die der mittleren Reihe eine gewaltige Grösse haben und beinahe die Mitte des Kaumagenvakuums erreichen, während die rechts und links an der Basis der grossen Zähne gelegenen unverhältnissmässig klein sind. Schon im Anfangstheile des Kaumagens sind sämmtliche Zähne sehr gross und erreichen, ähnlich wie bei *Gryllus dom.* (cfr. Fig. 20), etwa auf der Grenze des ersten Drittels des Kaumagens — 4., 5. Zahn — ihre grösste Entwicklung. Von da an nehmen sie an Grösse allmählich ab und gegen das Ende des Kaumagens werden sie so kurz und schmal, dass zwischen dem grossen Zahne und den seitlichen kleinen Zähnen jedes Interradius klaffende Zwischenräume entstehen. Die Spitzen der grossen Zähne stumpfen sich nach und nach immer mehr ab, an ihre Stelle treten sattelförmige Vertiefungen, bis auch diese schliesslich verschwinden und damit die letzte Spur der Zähne.

Noch eine andere, bisher ganz übersehene Eigenthümlichkeit ist hier zu erwähnen; sie betrifft die Verbindung des Triturationsapparates mit der Muskulatur des Kaumagens. Während die bindegewebige Grundlage der Waffen bei *Blatta orientalis* durchgehends der Ringmusku-

latur aufsitzt (cfr. Fig. 5), habe ich zunächst auf Querschnitten von Locustinen und — um einmal vorzugreifen — Achetinen die Ueberzeugung gewonnen, dass nur die 6 Längsfalten, als Angriffspunkte der Muskeln, mit dieser in inniger Verbindung stehen, die Interradien dagegen sich mehr oder minder weit von dem Boden der Muskulatur abheben oder dieser lose aufliegen. Diese Thatsachen lassen sich auf doppelte Weise erklären; einmal durch die Annahme, dass das Bindegewebe dem Muskelgewebe aufliegt, ohne eine Continuität mit demselben einzugehen, oder durch die Vermuthung, dass sich dasselbe durch Behandlung mit Reagentien gewaltsam von der Muskulatur abgetrennt hat. Die erste Annahme scheint mir indess um deswillen die allein zulässige, weil sich ja sonst auch die Längsleisten bisweilen hätten mit abheben können, was jedoch nie der Fall ist. Ist die erste Annahme richtig, liegt das Bindegewebe also der Muskulatur lose auf, so ist der Hohlraum zwischen beiden nur ein ideeller, und es repräsentiren beide Gewebe an der Berührungsstelle Verhältnisse, wie die congruenten Gelenkflächen der höheren Thiere. In letzter Instanz dürfte dadurch auch eine freiere Beweglichkeit der Zähne ermöglicht und ein grösserer Kaueffect erzielt werden.

Die Entwicklung dieses sonderbaren Apparates, soweit dieselbe in die nachembryonale Lebensperiode hineinreicht, untersuchte ich vorzugsweise an *Locusta viridissima*, da Eier von den übrigen Orthopteren, die ich zur Entwicklung hätte bringen können, nicht zu beschaffen waren. Bei dem Ausschlüpfen aus dem Ei ist *Locusta viridissima* 5—6 Mm. lang. Die Zähne der mittleren Reihe sind bereits weit ausgebildet und haben die in Figur 10 wiedergegebene Form. Eine besondere membrana propria ist noch nicht zu erkennen, dagegen möchte ich die vorhandenen, sehr grossen, rundlichen Zellen (cfr. dieselbe Fig.), welche noch keine epitheliale Anordnung zeigen, als Epithel plus Bindesubstanz auffassen.

Die Cuticula ist natürlich ebenfalls noch wenig differenzirt und präsentirt sich als eine sehr dünne, glashelle, vollkommen homogene Membran. Sie ist auf ihrer ganzen Oberfläche vollständig glatt und haarlos und ihr Tritu-

rationswerth daher ein noch sehr geringer. Eine durch die ganze Länge des Kaumagens ziehende radiäre Leiste, wie sie später gefunden wird, ist noch nicht vorhanden, ebenso fehlen die rechts und links neben den grossen Zähnen gelegenen kleineren. Die Zwischenräume — „Rinnen“ (Ramdohr) — zwischen den grossen Zähnen werden ausgefüllt durch eine sehr flache Falte, die ebenfalls mit einer sehr dünnen Chitinschicht bekleidet ist. Diese Längsfalte ist es, welche sich bis zur nächsten Häutung, der ersten im nachembryonalen Leben, in die beiden rechts und links von den mittleren gelegenen, reihenweise angeordneten kleinen Zähne und in die continuirlich durch den Kaumagen verlaufende Längsfalte differenzirt. Sie ruht mit breiter Basis auf der noch sehr wenig entwickelten, wenige Faserzüge zeigenden Ringmuskulatur. Diese letztere ist natürlich auch hier quergestreift und lässt die sehr grossen Zellkerne deutlich erkennen, was auf späteren Larvenstadien nicht in dem Grade mehr der Fall ist.

Die folgenden Larven, welche ich einer Untersuchung unterzog, waren etwa 4 Wochen alt. Es waren sämmtlich Thiere, welche die erste Häutung hinter sich hatten und eine Länge von etwa 8—9 Mm. besaßen. Bei ihnen ist der Kaumagen beträchtlich weiter entwickelt. Die Falte zwischen den grossen Zähnen zeigt eine Differenzirung in 3 Stücke, in die Längsleiste und die beiden rechts und links von ihr gelegenen Falten, welche letztere bereits in einzelne Zähne segmentirt sind (cfr. Figur 11). Das Muttergewebe der Cuticula besteht auch hier noch aus Zellen von mehr oder minder rundlicher Form und sehr grossen Zellkernen. Zu einer Differenzirung in Binde substanz und Epithel scheint es auch hier noch nicht zu kommen. Die Cuticula dagegen hat beträchtlich an Dickenwachsthum zugenommen, ist zwar ebenfalls, wie auf der vorigen Entwicklungsstufe, wasserhell, trägt aber in ihrer ganzen Ausdehnung borstenartige, solide Haare, die an ihrer Basis beträchtlich stärker sind und darum von mir die Bezeichnung Stachelhaare erhalten haben. Auch die Ringmuskulatur ist stärker geworden und lässt noch immer die Zellkerne deutlich erkennen.

Das dritte Larvenstadium, welchem die Thiere von etwa 12—15 Mm. Länge entsprechen, weist wiederum einen wesentlichen Fortschritt auf. Die Zähne der mittleren Serie eines jeden der 6 Interradien haben ihre definitive Gestalt erreicht. Die Bindesubstanz ist weit beträchtlicher entwickelt und tritt als selbständiges Gewebe auf. Das Epithel besteht an einzelnen Stellen, wie z. B. in den Längsfalten, aus langgezogenen, spindelförmigen Zellen, die sich immer mehr zu einem aus dicht neben einander gelegenen Zellen bestehenden Cylinderepithel anordnen. Die Zellkerne erscheinen nicht mehr rund, sondern sind in die Länge gezogen. Die Cuticula hat die charakteristische gelblich-braune Farbe des Chitins angenommen und trägt auf ihrer gesammten Oberfläche, namentlich aber auf den Spitzen der grossen Zähne, dicht neben einander stehende, solide Stachelhaare, während die Seitenränder und kleinen Zähne zum ersten Male mit einem sehr dichten, aus dünnen, aber ebenfalls soliden Haaren bestehenden Haarsaum besetzt sind. Der übrige Theil der Oberfläche der Chitinschicht — und das gilt für alle späteren Entwicklungsstadien allgemein —, ist durchweg mit Stachelhaaren versehen, so dass sie einem Reibeisen nicht unähnlich ist. Auch die Längsleiste ist von einer dicken Cuticula überzogen. Diese erscheint bei allen Larven dieses Entwicklungsstadiums chagriniert.

Während des vierten Stadiums, also nach der dritten Häutung, sind die Thiere etwa 20 Mm. lang. Der Kaumagen hat einen beträchtlichen Durchmesser. Sämmtliche Zähne und Leisten haben ihre definitive Gestalt angenommen. Das Bindegewebe hat eine dem Flächenwachsthum parallelgehende weitere Differenzirung erfahren. Die Epithelzellen sind beträchtlich in die Länge gezogen. Die Cuticula zeigt stärkere Borsten und Stachelhaare.

Auf dieses Stadium folgt das fünfte und letzte, das des erwachsenen Thieres. Der Kaumagen lässt äusserlich schon deutlich seine innere Struktur erkennen. Alle Zähne haben an Grösse wiederum bedeutend zugenommen. Die Cuticula ist sehr dick und dunkelbraun. Die Stacheln der

grossen Zähne haben sämmtlich einen grösseren Dicken-durchmesser.

Den Kaumagen dieser ausgewachsenen Form untersuchte ich ausser auf Querschnitten auch auf Längsschnitten. Die grossen Zähne der mittleren Serie jedes Interradius, welche ein einziges System repräsentiren, stehen, den Querschnitten nach zu urtheilen, senkrecht auf der Längsachse. Auf Längsschnitten jedoch findet man, dass alle diese Zähne an ihrer Spitze eine Neigung von etwa 45° nach dem Chylusmagen zu haben (cfr. Fig. 8b). Dasselbe gilt auch für die rechts und links von der grossen Serie gelegenen kleineren. Diese letzteren bestehen aus Zähnen, welche, im Profil gesehen, die in Fig. 8a wiedergegebene Gestalt haben. Auf dicken Quer- und Längsschnitten erkennt man ferner, dass die kleinen Zähne auf der dem grossen Zahne zugekehrten Seite eine muldenförmige Vertiefung haben, welche mit höckerartigen Vorsprüngen besetzt ist. Jede dieser Vertiefungen nimmt während des Kauaktes eine der seitlich vorspringenden Spitzen der grossen Zähne auf, so dass beide wie Mahlzähne gegeneinanderwirken, wodurch ein Kauakt in aller Form zu Stande kommt. Die Neigung der Spitzen sämmtlicher Zähne nach dem Ende des Kaumagens zu ist für den Weg, den die Speise zu nehmen hat, von grosser Bedeutung; wir erkennen daraus, dass sie nicht bloss einen Triturationswerth haben, sondern dass sie gleichzeitig dazu bestimmt sind, eine Regurgitation des Chymus zu verhindern. Unter dem allgemeinen Muskeldrucke würde begreiflicher Weise eine Ausweichung der Speise nach verschiedenen Richtungen hin erfolgen, durch diese Richtung der Zahnspitzen, welchen sonach eine ähnliche Aufgabe, wie den Klappen im Herzen zufällt, wird dem Transport der Nahrung eine ganz bestimmte Richtung angewiesen. Am hintern Ende des Kaumagens ist ein Klappenverschluss um deswillen nicht nöthig, damit die gekaute Speise ungehindert in den Chylusmagen übertreten kann.

β. *Decticus verrucivorus* L.

Diese Gattung ist die gefräßigste in der Familie der

Locustinen. In der Gefangenschaft fressen sich die Thiere untereinander auf, was übrigens auch hervorragende Exemplare von *Locusta viridissima* thun. Brachte ich zwei zusammen, so begann, auch wenn sie von gleicher Grösse waren, alsbald ein Kampf auf Tod und Leben. Der Sieger frass dem Besiegten regelmässig die Eingeweide aus, ein Beweis, wie sehr diese Thiere an animalische Kost gewöhnt sind. Es muss auf der Hand liegen, dass bei einer solchen Gefrässigkeit der Kaumagen zu einer ausserordentlichen Entwicklung gelangt. Ich untersuchte nur ausgewachsene Dectiden und muss mich daher auf eine Beschreibung dieses Entwicklungsstadiums beschränken.

Auf dem Flächenbilde erkennt man zunächst, dass der Kaumagen noch weiter in den Kropf zurückgreift, als das bei *Locusta* der Fall ist. Erheben sich bei dieser auf den 6 Hauptfalten des Kropfes 7 zahnartige Vorsprünge, so kommen bei *Decticus* deren 8 und 9 vor, ja ich zählte sogar in einem Falle 12. Es documentirt dies zur Genüge, dass bei *Decticus* der Kropf mehr noch als bei *Locusta* an der Trituration theilnimmt. Die ersten 4 beziehentlich 5 oder 8 dieser Vorsprünge sind scharf zugespitzt. Die Spitzen sind dem Kaumagen zugekehrt und mit soliden Stachelhaaren versehen. Die letzten 4 dagegen erscheinen abgerundet. Ihnen fehlen die Stachelhaare, dafür aber sind sie mit dünnen Haaren in so beträchtlicher Anzahl besetzt, dass diese einem pelzartigen Ueberzuge vergleichbar werden. Dass gerade diese letzten 4 zahnartigen Gebilde abgerundet und nicht mit Stachelhaaren besetzt sind, entspricht dem Umstande, dass sie die Bestimmung haben, den Kaumagen gegen den Oesophagus hin abzuschliessen, also den Magenmund zu bilden, welche Abschliessung nicht in dem Grade erfolgen würde, wären die Vorsprünge mit mehr oder minder weit in das Innere des Oesophagus vorspringenden Stachelhaaren besetzt.

Obwohl der ausgewachsene *Decticus* die Grösse einer ausgewachsenen *Locusta* wenig oder gar nicht überschreitet, so übersteigt doch der Durchmesser seines Kaumagens den Durchmesser des Kaumagens bei der letzteren um mehr als das Doppelte. Auch die Muskulatur ist in demselben

Verhältnisse entwickelt, woraus hervorgeht, dass der Kaumagen mehr zu leisten berufen ist, als bei *Locusta*. Die *Membrana propria* ist beträchtlich weiter ausgebildet. Die *Cuticula* ist fast schwarzbraun. Die Stachelhaare stehen zwar an Länge hinter denen der *Locusta* zurück, sind aber von um so grösserem Dickendurchmesser. Gegen das Ende des Kaumagens verschwinden die Stachelhaare immer mehr und mehr und an ihre Stelle tritt, analog den Verhältnissen im Oesophagus, ein dichter Haarbesatz. Während die radialen Längsleisten im vorderen Drittheil des Kaumagens sehr klein sind und kaum die halbe Höhe der seitlichen Zähne erreichen, erheben sie sich weiter nach hinten so bedeutend, dass sie an Länge fast die kleinen Zähne übertreffen. Gegen das Ende des Kaumagens flachen sie sich, wie bei allen von mir untersuchten Orthopteren, in der Weise ab, dass die äussersten resp. hintersten Enden sich zwar mit ihren Seitenrändern unter einem spitzen Winkel berühren, aber keineswegs zu den von Graber ¹⁾ beschriebenen ei- oder kugelförmigen Anschwellungen verschmelzen.

Derselbe Autor führt auch an, dass die Wandungen des Kaumagens der Grillen und Laubheuschrecken nur aus 2 Membranen bestünden, nämlich aus Chitin- und Muskelhaut. Diesen Angaben gegenüber will ich nur hervorheben, dass bereits Ramdohr 3 Schichten in der Wandung des Kaumagens nachgewiesen hat, nämlich eine äussere, eine innere und zwischen beiden die „flockige“ Schicht.

γ. *Meconema varium*.

Diese Gattung tritt erst gegen Anfang des Sommers auf. Das einzelne Thier wird kaum halb so gross, als *Locusta viridissima* und *Decticus*. Die Körperlänge beträgt 17—18 Mm. Trotzdem haben diese Thiere einen ausserordentlich ausgebildeten Kaumagen. Zwar stimmt derselbe überall mit dem Kaumagen von *Locusta* überein, jedoch

1) a. a. O. pag. 45. Fig. 1a.

fiel mir auf, dass die Stachelhaare ungewöhnlich ausgebildet und unverhältnissmässig gross sind, obwohl der Durchmesser des Kaumagens und die Länge der einzelnen Zähne bei einer *Locusta* von gleicher Grösse die doppelte Grösse haben. Aus diesem Umstande kann man wohl mit Recht schliessen, dass die betreffenden Thiere trotz ihrer Kleinheit eine grosse Gefrässigkeit besitzen.

Vergleichen wir den Kaunagen der Blattinen mit dem Kaumagen der Locustinen, so tritt uns zunächst das Gemeinsame entgegen, dass beide mit 6 grossen und zwischen je zwei derselben mit 3 kleineren Längsfalten ausgestattet sind. Während die grossen Falten bei den Locustinen in eine grössere Anzahl ungleicher Segmente zerfallen, welche Einrichtung eine grössere und freiere Verschiebung der einzelnen über einander gelegenen Abschnitte des Kaumagens erlaubt, treffen wir bei den Blattinen nur zwei, und rechnen wir die „Taschen“ zweiter Reihe mit hinzu, drei solcher Gliederungen. Von den drei kleineren Längsfalten sind bei den Locustinen zwei ebenfalls segmentirt, die dritte, mittlere, nicht. Bei *Blatta* sind allerdings alle drei Leisten nicht segmentirt, doch haben die grossen Zähne der Blattinen in Folge der seitlichen Vorsprünge (cfr. Fig. 5) sehr grosse Aehnlichkeit mit den grossen Zähnen der Locustinen. Denkt man sich die grossen Zähne der Blattinen segmentirt, so hat man dieselben Verhältnisse, wie bei den Locustinen. Dass die taschenartigen Vorsprünge eine von den grossen Zähnen der Locustinen sehr verschiedene Form haben, involvirt keineswegs eine grössere Abweichung, um so weniger, als die letzten Zähne im Kaumagen der Locustinen und Achetinen, unter sich verglichen, ebenfalls grosse Abweichungen von den vorhergehenden Zähnen zeigen und kaum als Zähne desselben Kaumagens wieder zu erkennen sind (cfr. Fig. 16). Darin aber stimmen alle Kaumagen der Locustinen und Blattinen überein, dass die Falten des in den Chylusmagen eingestülpten Theiles nicht segmentirt sind. Für mich resultirt aus diesen Betrachtungen, dass der gesammte Bau des Kaumagens der Blattinen prinzipiell nicht verschieden ist von dem Bau des Kaumagens der Locustinen.

d. Achetinen.

α. *Gryllus domesticus* L. (*Acheta* Fabr.)

Der Kaumagen der Achetinen nimmt, wie der der Locustinen, seinen Anfang im Oesophagus. Letzterer weicht in seinem Bau etwas von dem Oesophagus der Locustinen ab. Während der Kropf dieser sich trichterförmig gegen den Anfang des Kaumagens hin verengert, dann aber plötzlich sich zum Kaumagen erweitert, ist bei den Achetinen der Kropf durch einen sehr engen Kanal, der den Magenumund bildet, scharf von dem Kaumagen geschieden. Dieser enge Kanal zeigt in seinem Innern einen wesentlich andern Bau, als der Kropf. Während dieser, wie der vor ihm gelegene Theil des Oesophagus, zahlreiche faltenartige Vorsprünge in das Innere — ich zählte auf verschiedenen Querschnitten 26, 29, 46 — aufweist, von denen meist zwei verschieden weit in das Oesophaguslumen vorspringen, in einigen Fällen sogar weit über die Mitte des Lumens hinaus sich erstrecken, finden wir in dem letztern, nach Analogie des Oesophagus der Locustinen, 6 Längsfalten, die ihrerseits wiederum zahnartige Vorsprünge tragen. Diese letzteren besitzen jedoch in keinem Falle eine stachelartige Bekleidung, sie sind vielmehr abgerundet und mit einem nur spärlichen Haarsaum versehen. Daraus geht hervor, dass der Oesophagus resp. Kropf der Achetinen weniger an der Trituration theilnimmt, als der der Locustinen und immer weiter von den Verhältnissen der Acridier sich entfernt. Er dient zum Aufspeichern der Nahrung. Durchgehends vermisst man jedoch die beiden zwischen den 6 Hauptfalten gelegenen kleineren Falten. Alle Querschnitte weisen nur 6 Falten auf. Die Cuticula ist dünn und chagriniert, indem die Haare, die bei den Locustinen eine bedeutende Länge erreichen, bei *Gryllus domesticus* und *campestris* fast ganz verschwunden sind. Um so intensivere Wirkung erzielt jedoch der Kaumagen selbst, der zwar im Princip ebenfalls mit denen der Locustinen übereinstimmt, dessen einzelne Zähne aber weit complicirter sind.

Der Kaumagen zeigt wiederum sechs radiär ange-

ordnete Längsleisten und zwischen diesen 6 Interradien, von denen ein jeder 15 hinter einander angeordnete, auf dem Flächenbilde schuppenförmig über einander liegende Zahnsysteme aufweist (cfr. Fig. 21). Jedes derselben ist zusammengesetzt aus 3 Zähnen, einem mittleren grossen und zwei seitlich gelegenen kleineren. Während die beiden letzteren nur wenig von den entsprechenden Zähnen im Kaumagen der Locustinen abweichen, ist die Gestalt der grossen Zähne wesentlich verschieden. Die grossen Zähne des ersten Zahnsystems haben keine Spitzen, sondern sind abgestumpft. Die übrigen, mit Ausnahme der letzten, bestehen aus drei Stücken, einem centralen und zweien seitlichen, welche sich V-förmig an das centrale Stück anschliessen. Diese letzteren sind linsenförmig gewölbt und nur mit sehr schmaler Fläche an das centrale Stück angewachsen, weshalb man auch auf Querschnitten immer zwei bogenförmig nach unten convergirende Contouren bemerkt (cfr. Fig. 21c). Diese Theilstücke des grossen Zahnes tragen auf ihrer Firste einen schopfförmigen Haarbüschel, bestehend aus sehr langen und steifen Chitinhaaren. Von ausserordentlich complicirtem Bau ist das centrale Stück der grossen Zähne. Es trägt 5 nach innen hervorragende Zapfen, einen mittleren von pyramidalen Form, besetzt mit dornenartigen, stumpfen Haaren und vier seitlich gelegene, die eine mahlzahnartige Bildung haben (cfr. Fig. 15 u. 21). Jeder dieser Mahlzähne wirkt bei der Trituration gegen den entsprechenden Zahn der gegenüberliegenden Serie, genau wie die Mahlzähne im Kiefer höherer Thiere. Durch diese Einrichtung gewinnt der Zahmapparat einen besonders hohen Triturationswerth.

Die Zähne der beiden übrigen Serien eines Interradiums sind wesentlich gedrungener, als die der Locustinen und haben, im Profil gesehen, die in Figur 13 wiedergegebene Form. Der obere, den Längsleisten zugekehrte Theil dieser Zähne, besitzt ebenfalls eine Kaufläche, welche gegen die Kaufläche des gegenüberliegenden kleinen Zahnes wirkt. Am Eingange in den Kaumagen sind die Längsleisten ausserordentlich klein und niedrig, dafür aber um so breiter. Gegen die Mitte des Kaumagens erheben sie

sich um das Doppelte und erreichen die halbe Höhe der seitlichen Zähne. Auf der dem Innern des Kaumagens zugewendeten Oberfläche besitzen sie eine rinnenartige Vertiefung. Gegen das Ende des Kaumagens werden sämtliche Zähne schmaler und länger. Das pyramidale mittlere Stück jedes grossen Zahnes trägt weit mehr stachelartige Vorsprünge, als im vorderen Theile des Kaumagens. In einem Falle bemerkte ich sogar eine Spaltung in zwei Spitzen. Die mahlzahnartigen Erhabenheiten der grossen Zähne rücken immer mehr nach oben, bis sie schliesslich ganz verschwinden. Im hintern Theile des Kaumagens werden die Spitzen der Zähne immer länger, sie entbehren der plattenartig aufliegenden Chitinschicht und tragen statt deren Haare. Da ihre Länge so beträchtlich ist, dass sie bis über die centrale Achse hinaus in den Kaumagen vorspringen, so schieben sie sich mit ihren Spitzen zwischen die gegenüberliegenden Zähne. Ihre Gestalt ist fast spiessförmig und erinnert lebhaft an die der grossen Zähne im Kaumagen der Locustinen um so mehr, als sie rechts und links, wie diese, seitliche Vorsprünge tragen. Die Längsleisten sind verschwunden und es sind nur noch die Zähne der beiden seitlichen Serien in rudimentärer Form vorhanden. Das Ende des Kaumagens steckt ebenfalls, wie bei den Locustinen, im Anfangstheil des Chylusmagens und ergiesst seinen Inhalt in diesen letzteren.

Dieser Zahnapparat wird getragen von einer sehr dicken, aus zahlreichen Faserzügen bestehenden Ringmuskulatur, ebenfalls mit deutlicher Querstreifung. Die Längsleisten sitzen, wie bei den Locustinen, der Ringmuskulatur auf. Rechts und links von ihnen heftet sich das Stützgewebe der verschiedenen Zahnserien an. Es ist auch hier, wie bei allen Orthopteren, ein elastisches, zellig blasiges Bindegewebe. Dieser *membrana propria* sitzt ebenfalls ein Cylinderepithel auf und auf diesem lagert, als Ausscheidungsprodukt desselben, eine bald mehr, bald minder dicke Schicht, die Cuticula, deren Oberfläche sehr verschieden beschaffen ist. Bald ist sie vollständig glatt, so z. B. auf den pyramidalen Spitzen der grossen Zähne, den mahlzahnartigen Vorsprüngen; bald gestreift, wie auf den seit-

lichen Theilstücken der grösseren Zähne; bald mit Haaren besetzt, wie an den Seiten der kleineren Zähne; endlich auch chagriniert, so auf der Kaufläche der radialen Längsleisten. Alle Zähne sind namentlich an ihrer Spitze nach hinten gerichtet.

β. *Gryllus campestris* (Achetä Fabr.).

Der Kaumagen von *Gryllus campestris* stimmt in allen Theilen mit dem Kaumagen von *Gryllus domesticus* überein. Beide Kaumägen sind durchzogen von Tracheen. Sie treten schon im Oesophagus auf und verlaufen im Kaumagen an der Basis der grossen Zähne (cfr. Fig. 21) und zwar an der Stelle, wo das Bindegewebe sich bogenförmig nach innen biegt, um die Zahnpapillen zu bilden. Es ist mir nicht möglich gewesen, ausser diesen zwei Hauptstämmen auch seitliche Verzweigungen nachzuweisen, doch zweifle ich nicht daran, dass die Verhältnisse denen bei *Gryllotalpa* analog sind. Im Oesophagus von *Blatta* erkannte ich ebenfalls Tracheen, zwischen Muskulatur und Bindegewebe gelegen. Dagegen hat es mir bei den Locustinen nicht gelingen wollen, mit Sicherheit Tracheen im Kaumagen nachzuweisen. Obwohl ich an derselben Stelle, wie bei den Achetinen, rechts und links an der Basis der grossen Zähne, je einen Kanal wahrte, der auf allen Querschnitten wiederkehrte, also sich durch den ganzen Kaumagen erstreckt, habe ich vergebens gesucht, darinnen die charakteristische Ringelung der Tracheen nachzuweisen. Trotzdem bin ich jedoch überzeugt, dass sie nichts anderes, als Tracheen darstellen.

γ. *Gryllotalpa vulgaris* Latr.

Der Kaumagen von *Gryllotalpa vulgaris* erreicht von allen Orthopteren, die ich in den Bereich meiner Untersuchungen zog, die bei weitem grösste Ausbildung und Zusammensetzung. Er repräsentirt einen ganz gewaltigen Apparat, welcher der Gefrässigkeit dieser Thiere vollkommen parallel geht. Auch hier nimmt derselbe, wie bei *Gryllus domesticus* und *campestris*, seinen Anfang in dem-

jenigen Theile des Oesophagus, der zwischen Kropf und Kaumagen gelegen ist. Dieses Theilstück des Oesophagus bildet ebenfalls wie bei *Gryllus*, eine kurze, sehr enge Röhre und stimmt seiner innern Struktur nach vollkommen mit dem entsprechenden Stück der beiden erwähnten Species überein.

Bei der Untersuchung dieses Theiles des Oesophagus fielen mir die grossen Tracheenstämme auf, die ich schon oben erwähnte. Auf allen Querschnitten zählte ich deren 6 Paare. Sie haben ein sehr beträchtliches Lumen und sind anfangs an der Aussenwand paarweise derart angeordnet, dass sie der Basis einer jeden der innern 6 Längsfalten gegenüber liegen. Weiter nach dem Kaumagen zu durchsetzen sie die Muskulatur, so dass sie der Innenwand derselben aufliegen und schliesslich in die Basis derjenigen Falten eindringen, welche die mittlere Zahnserie tragen. Um jedoch nicht vorzugreifen, werde ich später über ihren weiteren Verlauf Ausführlicheres berichten.

Der Kaumagenmund, der hier in höherem Grade als bei allen übrigen Orthopteren die Eigenschaften eines solchen besitzt, wird gebildet durch 6 Paar hinter einander gelegene, zahnartige Vorsprünge, von denen die ersteren bez. vorderen kleiner sind, als die darauf folgenden hinteren resp. inneren. Sie haben die Aufgabe, die Speise zurückzubalten. Auf ihn folgt der Kaumagen, der nur graduell von dem Kaumagen der beiden vorigen Species verschieden ist. Wir finden wiederum die 6 radiär gestellten Längsleisten und zwischen ihnen 6 Interradien, von denen jeder wieder 3 Serien Zähne enthält, eine mittlere und zwei mit derselben V-förmig convergirende seitliche Reihen. Jede Serie besteht aus 16 hinter einander gelegenen Zähnen, welche in der Form insgesamt mehr oder weniger von den Zähnen im Kaumagen von *Gryllus campestris* und *domesticus* abweichen. Die Zähne der beiden seitlichen Serien eines jeden Interradius sind lang und schlank und besitzen keine eigentlichen Kauflächen, was doch bei den entsprechenden Zähnen der übrigen Achetinen der Fall ist (cfr. Fig. 17 u. 22). Ich kann ihnen daher diesen gegenüber nur einen sekundären Werth bei-

messen. Während bei *Gryllus campestris* und *domesticus* die Chitinschicht dieser Zähne mehr glatt und mit stachelartigen Erhabenheiten versehen ist, herrscht bei *Gryllotalpa* der Haarbesatz vor. Die mittleren grossen Zähne weichen ebenfalls merklich in ihrem Bau ab. Sie sind zwar auch aus 3 Theilstücken zusammengesetzt, jedoch mit dem Unterschiede, dass die beiden seitlichen eine innigere Verwachsung mit dem centralen Stück eingehen. Wenn man den Querschnitten nach urtheilt, so könnte es erscheinen, als hätte das centrale Stück eine ausserordentlich abweichende Gestalt von jenem bei *Gryllus domesticus* und *campestris*. Studirt man dagegen den Kaumagen auf Längsschnitten, so gewinnt man die Ueberzeugung, dass die mittleren Zähne nur wenig von den entsprechenden Gebilden der Grylliden abweichen. Das centrale Stück ist zwar weniger von pyramidaler Gestalt, sondern erscheint knieförmig geknickt (cfr. Fig. 18); auch vermissen wir an demselben die dornenartigen Vorsprünge, aber wir haben dafür rechts und links nach vorn vorspringende Kauflächen, welche den Zahn auf dem Querschnitte sattelförmig ausgebuchtet erscheinen lassen. Diese Kauflächen wirken wie zwei Mahlzähne gegen entsprechende Kauflächen der grossen Zähne des anliegenden Interradius (cfr. Fig. 22), was man auf gut gehärteten Präparaten, auf denen sich die Ringmuskulatur sehr contrahirt hat, deutlich erkennen kann. Zu beiden Seiten dieses centralen Stückes bemerkt man zwei kanzahnartige Bildungen, wie wir sie in ähnlicher Gestalt schon bei *Gryllus domesticus* und *campestris* kennen gelernt haben (cfr. Fig. 22). Auf den Längsschnitten haben sie die in Figur 19 wiedergegebene Form. Die seitlichen Theilstücke, welche die Basis der grossen Zähne verstärken, tragen auf ihrem oberen Theile ebenfalls einen Haarschopf. Unbegreiflich erscheint es solchen Thatsachen gegenüber, wenn Plateau¹⁾, wohl wissend, dass er sich im Gegensatz zu allen übrigen Orthopterologen befindet, dennoch dem Kaumagen jeden Triturationswerth abspricht und denselben zu einem blossen Filtrirapparat degradirt.

1) Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes. Gant, 1874. p. 72.

Die histologischen Verhältnisse zeigen eine vollkommene Analogie mit den übrigen Achetinen. Eine sehr dicke Ringmuskulatur trägt auch hier ein stark entwickeltes Bindegewebe. Diesem liegt auf seiner ganzen Oberfläche ein Cylinderepithel auf. Die Cuticula ist ausserordentlich dick und von schwarzbrauner Farbe. Sie ist sehr hart und trägt namentlich an den Seiten, wo sie die Contouren der Kauzähne bildet, zahlreiche Haare.

Von besonderem Interesse jedoch sind die Tracheen und ihre Verästelungen. Im Oesophagus lernten wir sie bereits kennen. Beim Eintritt in den Kaumagen trennen sich die beiden Stämme der sechs Tracheenpaare und treten, sich vielfach verästelnd und wieder anastomosirend, in den Interradius ein. Hier kann man überall die beiden Haupttracheenstämme verfolgen (cfr. Fig. 22), welche sich wie Meridiane, jedoch ebenfalls unter vielfacher Theilung, durch den eiförmigen Kaumagen hindurchziehen. Am Ende des Kaumagens treten sie aus dem Interradius heraus, mit einander convergirend. An jedem Zahne zweigt sich ein kleiner Tracheenäst ab und tritt, innerhalb des Bindegewebes sich wieder in zahlreiche Aestchen spaltend, in diesen ein. Obwohl ich diese letzteren nur bis zur Mitte der Zähne verfolgt habe, zweifle ich keineswegs daran, dass auch die äussersten Spitzen von Tracheen durchzogen sind.

Dass ich die Verhältnisse nur bei *Grylotalpa vulgaris* hinreichend erschliessen konnte, hat seinen Grund darin, dass hier der Kaumagen zu einer bisher nicht gekannten Entwicklung gelangt.

Das Ende des Kaumagens von *Grylotalpa vulgaris* stimmt im Wesentlichen mit dem entsprechenden Stück des Kaumagens der übrigen Achetinen überein. Nur darin weicht es von diesem ab, dass sich die Längsleisten bis an das letzte Zahnsystem der 6 Interradien erstrecken.

Die Häutung.

Der Häutung der äusseren Körperbedeckung geht in allen Fällen eine Häutung des Kaumagens und Oesophagus voraus. Die Vorgänge bei der ersteren habe ich mikro-

skopisch nicht verfolgt. Da jedoch meine Wahrnehmungen theilweise eine Ergänzung der Beobachtungen Ratzeburg's¹⁾ sind, welcher nicht alle Entwicklungsstadien eines und desselben Thieres verfolgte, so mögen sie hier eine Stelle finden.

Während ich bei *Gryllus campestris* und *domesticus*, sowie bei *Gryllotalpa* die Häutung nur in je einem Falle beobachtete, gelang es mir, bei *Oedipoda* und *Locusta* sämtliche Häutungen makroskopisch zu verfolgen. Von *Oedipoda* brachte ich Eier selbst künstlich zur Entwicklung, von *Locusta* aber sammelte ich junge Larven im Freien beim Ausschlüpfen aus dem Ei. Ich habe von beiden Species einzelne Exemplare bis zur vollsten Entwicklung gezüchtet und die 4 Häutungen an mehreren Exemplaren beobachtet. Beim Verlassen des Eies sind die Lärven vollständig flügellos und etwa 6 Mm. gross. Nach ungefähr 4 Wochen häuten sie sich das erste Mal und ihre Länge beträgt dann ungefähr 8—9 Mm. Nach der zweiten Häutung, die ebenfalls etwa 4 Wochen später eintritt, besitzen die Larven ganz kleine Flügelstummel in Form sehr winziger Läppchen. Die einzelnen Larven haben auch auf dieser Stufe der Entwicklung ungleiche Grösse. Im Ganzen entsprechen die Thiere von 11—13 Mm. Länge diesem Stadium. Von jetzt an eilt *Oedipoda* der *Locusta* in Bezug auf die Grössenverhältnisse immer etwas voraus. Durch die 3. Häutung werden die Thiere etwa 20 Mm. lang. Die Flügel erreichen die volle Länge des Abdomens. Nach der 4. Häutung hat das Thier seine definitive Gestalt angenommen und ist etwa 30—32 Mm. lang.

Durch die jedesmalige Häutung wird die Ernährung des Thieres für die ganze Dauer dieses Prozesses gestört, was eine vollständige Entleerung des Darmkanales zur Folge hat. Während dieser Periode wird das Thier ruhig, es verkriecht sich und liegt fast regungslos da. Dasselbe constatirt auch Rengger²⁾ von der Raupe der Sphinx

1) Die Forstinsekten. Bd. III. p. 263.

2) Physiologische Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insekten. Tübingen 1817. S. 51.

Euphorbiae vor deren Häutung. Ausser der Athmung, welche an der Hebung und Senkung der Leibeswand erkennbar ist, bemerkt man kein äusseres Lebenszeichen. Die Sprengung der Leibeswand beobachtete ich nicht, doch habe ich Ursache, zu vermuthen, dass sie an der Brust erfolgt, während sie nach Rengger bei Sphinx Euphorbiae dicht hinter dem Kopfe vor sich geht. Plötzlich fand ich dann das Thier an irgend einem Gegenstande, einem Grashalme, Blatte, auch an der über dem Cylinder ¹⁾ ausgespannten Gaze mit den langen Hinterbeinen angehängelt, die alte Körperhaut wie ein Kleid ausziehend. Andere frassen die geborstene, alte Chitinhaut ab. Ob diese jedoch den Darmtraktus passirt, was wahrscheinlich ist, kann ich nicht mit Bestimmtheit nachweisen.

Diesem Wechsel der äusseren Körperbedeckung geht eine Häutung des Kaumagens, sowie des Oesophagus unmittelbar voran, während nach Braun ²⁾ die Bildung der neuen Cuticula im Darmkanal des Krebses sehr spät nach dem Wechsel des Panzers erfolgt. Sobald sich an einem der Thiere, welche auf ein und demselben Entwicklungsstadium standen, die Häutung vollzogen hatte, war auch jedes Mal schon die alte Cuticula des Oesophagus und Kaumagens verschwunden. Untersuchte ich aber diejenigen Thiere, welche eben im Begriff standen, sich zu häuten, so fand ich in allen Fällen die alte Chitinschicht des Oesophagus und Kaumagens, getrennt von ihrer Unterlage, der bereits schon vorhandenen neuen Cuticula aufliegen. Schneidet man den Kaumagen der Länge nach auf, so kann man die alte Cuticula ohne Mühe unverletzt herausnehmen, ein Beweis, dass sie in toto abgelöst wird.

Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung der Thiere im Allgemeinen liegen meines Wissens ausser

1) Ich züchtete die Thiere in grossen Glaszylindern.

2) Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus fluviatilis*. In Arbeiten a. d. zool.-zoot. Institut in Würzburg. 1875. Band II. pag. 120—161.

Cartier's¹⁾, Braun und Kerbert²⁾ mikroskopische Beobachtungen nicht vor. Bei den Reptilien sowohl, als auch bei dem Flusskrebse wird die Häutung durch Absonderung kleiner Cuticularhärchen eingeleitet, welche später wieder zu Grunde gehen. Ausgenommen davon sind bei den Reptilien nur einige Stellen des Körpers, so z. B. die Unterseite der Schuppen, die Kapselhaul des Auges; beim Krebse die facettirte Cornea, die Augenstiele und innern Lamellen der Panzerduplicatur über der Kiemenhöhle. Braun ist geneigt, die soliden Haare und deren Modificationen im Oesophagus und Kaumagen des Flusskrebses den Cuticularhärchen des Panzers desselben Thieres gleichzusetzen. Ich möchte dies wenigstens in Bezug auf die Orthopteren nicht behaupten, da die Haare namentlich im Kropfe von Oedipoda, aber auch der übrigen Orthopteren, nicht blosse Skulpturverzierungen sind, wofür Braun die analogen Bildungen beim Flusskrebse hält, sondern daneben einen entschiedenen Triturationswerth besitzen. Wollten wir ihnen in physiologischer Beziehung eine gleiche Bedeutung wie den Cuticularhärchen im Sinne Braun's zuschreiben, dann müssten wir schliesslich die Funktion aller neuen cuticularen Bildungen des Darmkanales darin suchen, die mechanische Ablösung der alten Cuticula zu bewirken. Dass sie bei Abwerfung der alten Cuticula mit thätig sind, ist ja ersichtlich, nur ist diese Aufgabe eine rein sekundäre. Ich beobachtete die Häutungsvorgänge an drei Orthopteren-species, an *Locusta viridissima*, *Decticus verrucivorus* und *Gryllus campestris*, in eklatantester Weise, weil durch die eigenthümliche innere Struktur des Kaumagens begünstigt, an der letzteren. Im Voraus will ich bemerken, dass alle Haare und haarartigen Bildungen im Oesophagus und Kaumagen der Orthopteren ihre Entstehung nicht in Zell-tuben nehmen, wie das meistens bei dem Krebse der Fall ist, sie sind vielmehr solid und entstehen dadurch, dass

1) Studien über den feineren Bau der Haut der Reptilien. II. Ibidem pag. 239—259.

2) Ueber die Haut der Reptilien und anderer Wirbelthiere. Arch. für mikroskop. Anatomie. Bd. XIII.

sie sofort als Haare beziehentlich Dornen auf den Chitinzellen sich bilden, wie die Aufsätze auf den Flammzellen der Seepferdchen ¹⁾).

In keinem Falle wird die Häutung dadurch eingeleitet, dass sich, ähnlich wie bei dem Flusskrebse und den Reptilien, 2—5 solide Borsten auf einer Zelle bilden, welchen die Aufgabe zufällt, die alte Cuticula abzulösen. Diese hebt sich vielmehr gleichzeitig an allen Stellen in der Weise ab, dass die darunter entstehende neue Cuticula als solche, gleichgültig ob in Form von Haaren oder plattenähnlichen, haarlosen Chitinbildungen, die alte Cuticula vor sich hertreibt (cfr. Fig. 23). Sobald die alte Cuticula abgestreift ist, ist auch die neue schon vollkommen ausgebildet darunter vorhanden. Sie ist zwar noch vollständig hyalin und erinnert deshalb an die Cuticula im Kaumagen eben aus dem Ei geschlüpfter Orthopteren, doch nimmt sie schon nach wenigen Tagen, wahrscheinlich durch Einwirkung der Luft, die in sehr feinen Tracheenstämmen bis unter die Epithellage zieht, die charakteristische gelbbraune Farbe des Chitins an. Die Sekretion der neuen Cuticula muss ungemein schnell erfolgen. Jedenfalls nimmt sie nicht mehr als einen, höchstens zwei Tage in Anspruch.

Auch bei *Locusta viridissima* und *Decticus verrucivorus* erfolgt die Absonderung der feinen Chitinhaare, sowie deren Modificationen gleichzeitig.

Bei Absprengung der alten Cuticula wirken unstreitig mehrere Faktoren zusammen. Der wichtigste von allen ist wohl ohne Zweifel in der Art des Wachstums der Zähne und der damit nothwendig verbundenen Vergrößerung der Fläche derselben zu suchen. Wüchsen die Zähne nur in die Länge, dann könnte eine Verschmelzung der alten Cuticula mit der neuen erfolgen, ohne dass sich eine Abstossung der ersteren nothwendig machte; so aber wachsen dieselben im Kubus, während die Chitinschicht unverändert bleibt. Erreichen nun die unter dem Chitin

1) F. E. Schulze, Ueber cuticulare Bildung und Verhornung von Epithelzellen bei den Wirbelthieren. M. Schultze's Archiv Band V. pag. 263 ff.

gelegenen Zellengewebe eine solche Ausdehnung, dass sie unter der alten Cuticula nicht mehr Platz haben, so muss entweder eine Faltenbildung der subcuticularen Gewebe eintreten oder, da dies nicht der Fall ist, die Cuticularschicht abgesprengt werden. In diesem Augenblicke erfolgt aber auch die Sekretion des Chitins, das, der vergrösserten Fläche der subcuticularen Gewebe entsprechend, ebenfalls flächenhafter erscheint, so dass die alte Cuticula in allen Theilen kleiner ist, als die neue. Die Chitinsubstanz erhärtet sofort nach dem Austritt aus den Chitinzellen mehr oder minder und wird so geschickt, die alte, gesprengte Cuticula mit Leichtigkeit abzuheben.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IX—XI.

Tafel IX.

- Fig. 1. Theilstück eines Querschnittes durch das letzte Drittel des Oesophagus resp. Kropfes von *Oedipoda cinerascens*.
 a Cuticula,
 b pigmentirtes Cylinderepithel,
 c Ringmuskulatur.
- Fig. 2. Zwei grosse Falten aus dem Oesophagus desselben Thieres an der Uebergangsstelle in den Chylusmagen. Von der Fläche.
- Fig. 3. Querschnitt durch diesen Theil des Oesophagus.
 a grosse Falte,
 b dazwischen gelegene kleinere Falten,
 c Ringmuskulatur,
 d pigmentirtes Epithel,
 e Cuticula.
- Fig. 4. Zahn aus dem Kaumagen von *Blatta orientalis*.
 a grosse »Tasche«,
 b kleine »Tasche«.
- Fig. 5. Theilstück eines Querschnittes durch die Zähne desselben Kaumagens.
 a Zahn,
 b dazwischen gelegene Falten.

Untersuchungen über den Kaumagen der Orthopteren. 171

Fig. 6. Querschnitt durch den Theil des Kaumagens von *Blatta orientalis*, der in den Chylusmagen eingestülpt ist.

- a Hauptfalten,
- b Nebenfalten.

Fig. 7. Unteres Theilstück eines Längsschnittes durch den Kaumagen von *Blatta orientalis*.

- a Ringmuskulatur,
- b Zahn,
- c grosse »Tasche«,
- d Längsmuskulatur mit der Gabelung innerhalb der »Tasche«,
- e Cuticula,
- f Bindegewebe,
- g Cylinderepithel,
- h zungenartiger Vorsprung,
- i gegenüberliegender Zahn.

Fig. 8a. Theilstück eines Längsschnittes durch den Kaumagen von *Locusta viridissima*, mit den seitlichen Zähnen eines Interradius.

Fig. 8b. Desgleichen mit dem centralen Stück des grossen Zahnes und abgetrennter Ringmuskulatur.

Fig. 9. Querschnitt durch den Kaumagen von *Locusta viridissima*.

- a Zahn der mittleren Serie eines Interradius,
- b Zahn einer der seitlichen Serien,
- c Längsleiste,
- d Hohlraum zwischen Muskulatur und Bindegewebe.

Tafel X.

Fig. 10. Theilstück eines Querschnittes durch den Kaumagen einer eben aus dem Ei geschlüpften *Locusta viridissima*.

- a Zahn der mittleren Serie des späteren Interradius,
- b Längsfalte,
- c anliegende Zähne.

Fig. 11. *Locusta viridissima*, 8 Mm. lang. Querschnitt.

- a Grosser Zahn,
- b seitlicher, kleiner Zahn,
- c Längsleiste,
- d Ringmuskulatur,
- e Cuticula.

Fig. 12. Querschnitt durch denjenigen Theil des Oesophagus von *Locusta vir.*, der unmittelbar vor dem Kaumagen liegt.

- a Cuticula,
- b Chitinogenzellen,
- c Bindegewebe,
- d Ringmuskulatur.

172 Dr. Wilde: Untersuchungen üb. d. Kaumagen d. Orthopteren.

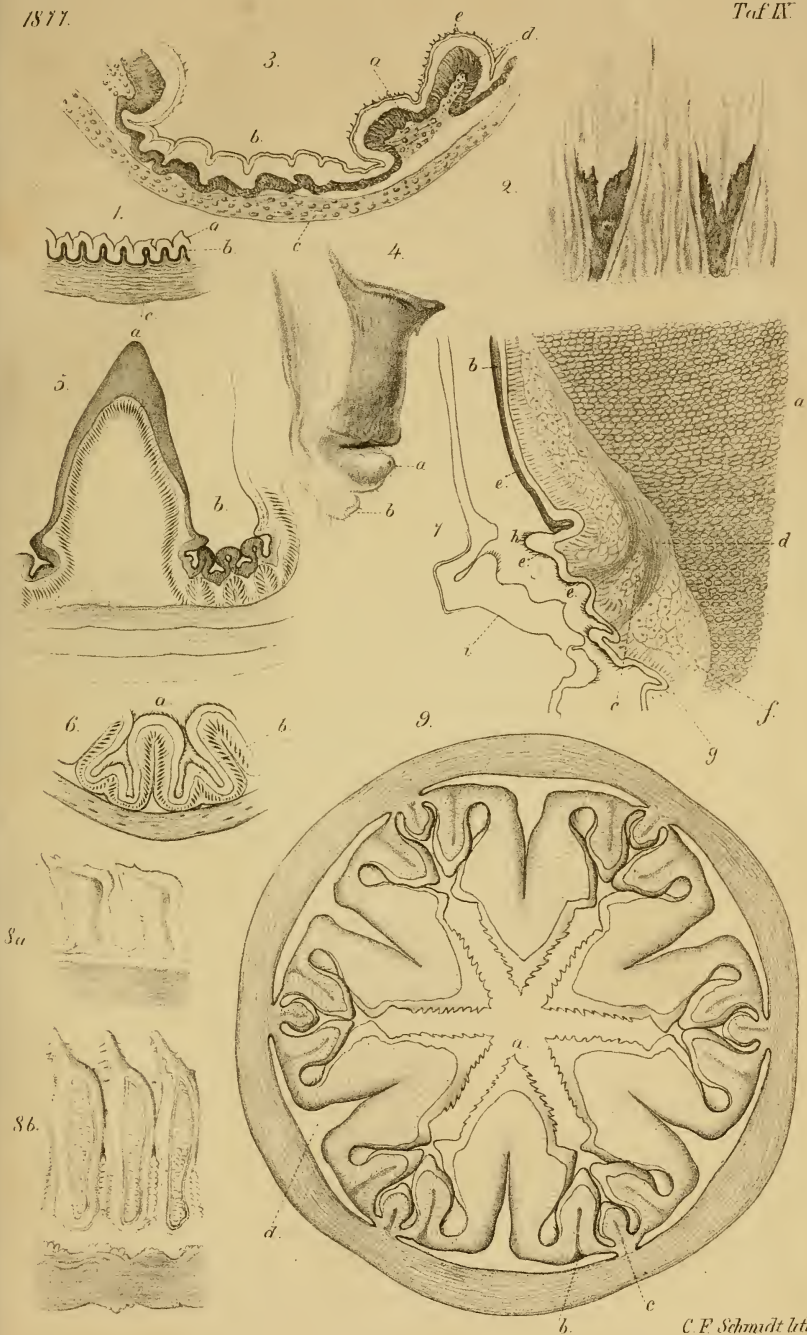
- Fig. 13. Theilstück eines Längsschnittes durch den Kaumagen von *Gryllus domesticus*, mit den Zähnen der seitlichen Serien.
a Muskulatur,
b Kauzähne.
- Fig. 14. Längsschnitt durch den Kaumagen von *Gryllus domesticus*, mit dem centralen Stück der grossen Zähne.
- Fig. 15. Desgleichen durch den Kaumagen derselben Species, mit den beiden kauzahnartigen Vorsprüngen, einem grösseren und einem kleineren.
- Fig. 16. Querschnitt durch den hinteren Theil des Kaumagens von *Gryllus domesticus*.
- Fig. 17. Kauzähne der seitlichen Zahnserie aus dem Kaumagen von *Gryllotalpa vulgaris*. Längsschnitt.

Tafel XI.

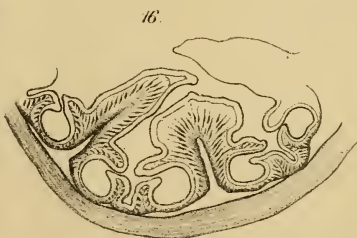
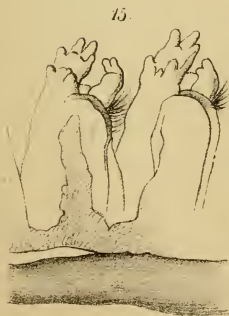
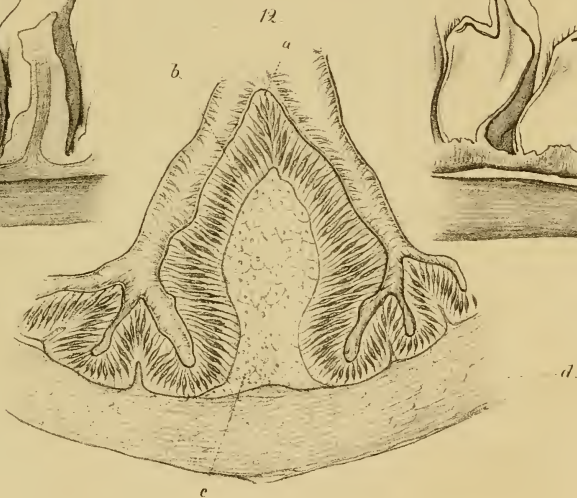
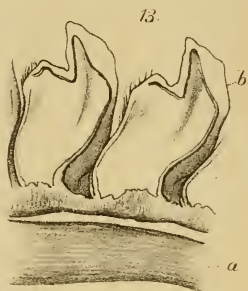
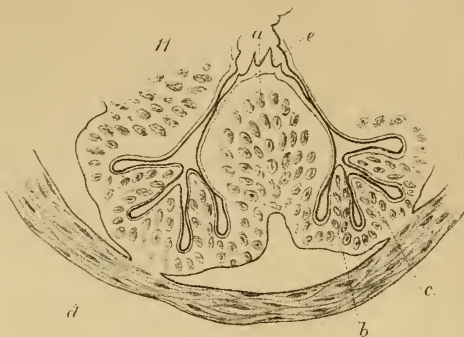
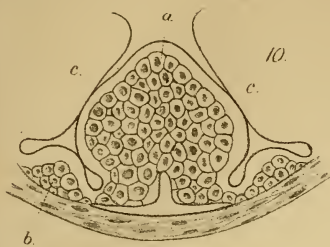
- Fig. 18. Das centrale Stück der grossen Zähne von *Gryllotalpa vulgaris*. Längsschnitt.
- Fig. 19. Kau- oder mahlzahnartige Vorsprünge aus demselben Kaumagen. Längsschnitt.
- Fig. 20. Längsschnitt durch die ganze Länge des Kaumagens von *Gryllus domesticus*.
- Fig. 21. Theilstück eines Querschnittes durch den Kaumagen von *Gryllus domesticus*.
a Centrales Stück des grossen Zahnes,
b grosser mahlzahnartiger Vorsprung,
c seitliches Theilstück des grossen Zahnes,
d Zahn der seitlichen Serie,
e Kauffläche desselben,
f Längsleiste,
g Tracheen.
- Fig. 22. Theilstück eines Querschnittes durch den Kaumagen von *Gryllotalpa vulgaris*.
a Tracheen.
- Fig. 23. Kaumagen von *Gryllus campestris* in der Häutung.

1877.

Taf. IX

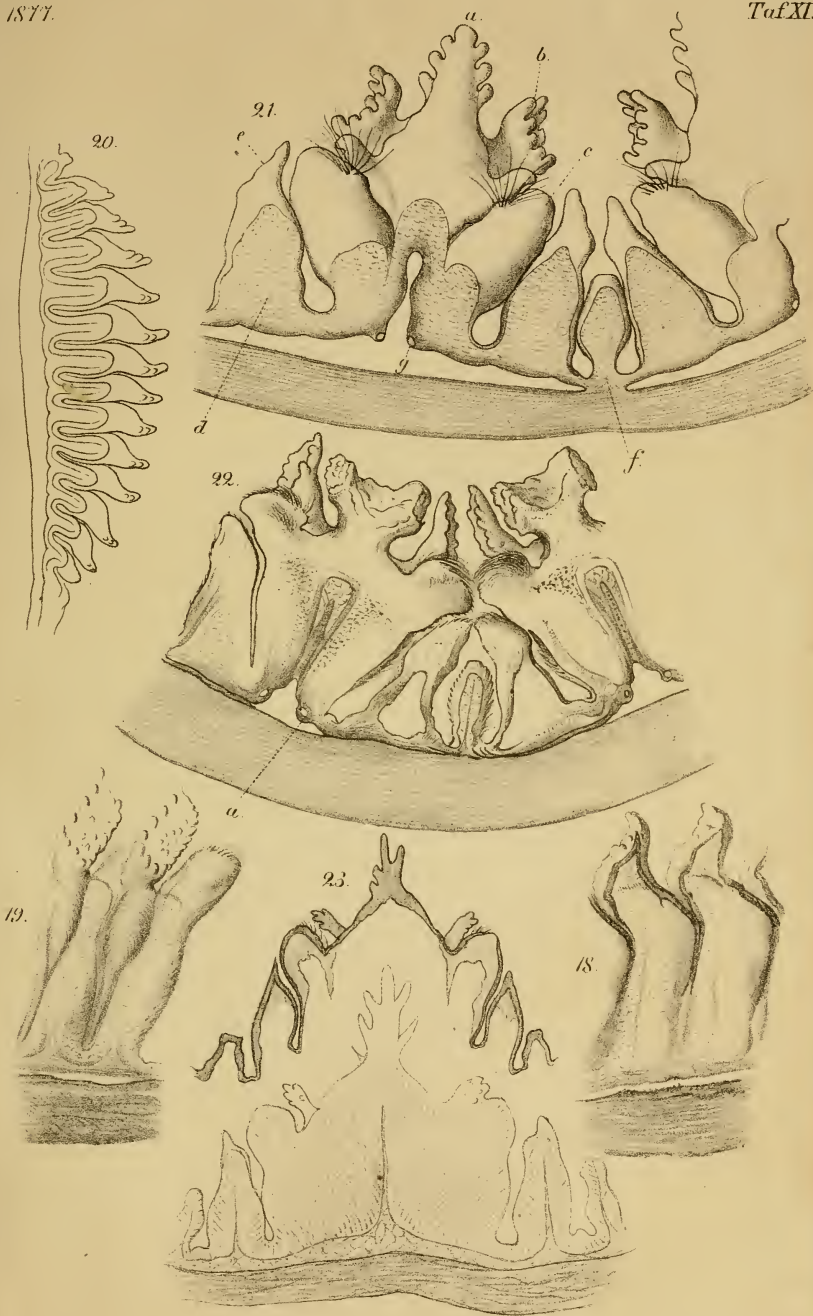


C. F. Schmidt lith.



1877.

Taf. XI.



C. F. Schmidt lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: [43-1](#)

Autor(en)/Author(s): Wilde Karl Friedrich

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Kaumagen der Orthopteren. 135-172](#)