

Beiträge zur Kenntnis der postembryonalen Entwicklungsgeschichte der Genitalorgane bei Lepidopteren.

Von

Karl Zick.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Marburg a. d. L.)

Mit 24 Figuren im Text und Tafel XXI, XXII.

Inhaltsübersicht.

A. Einleitung	Seite
B. Eigene Untersuchungen	430
1. Material, Biologisches, Methoden	432
2. Entwicklungszustand beider Genitalorgane und Geschlechtsunterschiede im jungen Räumchen	432
3. Die Genitalorgane gegen Ende der zweiten Larvenperiode	433
4. Die weitere Entwicklung des larvalen Hodens	440
5. Ausbildung des definitiven geschlechtsreifen Hodens	453
Anhang: Bakteroiden im Hoden von <i>Pieris</i>	462
Zusammenfassung der Resultate	471
Literaturverzeichnis	472
Erklärung der Abbildungen	474
	476

A. Einleitung.

Nächst der allgemeinen Kenntnis der Entwicklungsvorgänge in der tierischen Ontogenie ist der mit am meisten untersuchte und interessierende Gegenstand der Entwicklungsgeschichte Entstehung und Herkunft der Geschlechtsorgane. Die Insekten sind ein beliebtes Objekt für diese Untersuchungen gewesen. Die Art der Fragestellung änderte sich mit dem Fortschritt der mikroskopischen Technik. Als MALPIGHI und SWAMMERDAM im 17. Jahrhundert zuerst die Frage in Angriff nahmen, war das Zustandekommen der äußeren Morphologie eine Aufgabe, die sie mit Hoffnung auf Erfolg in Angriff nehmen konnten.

Dabei machten sie die Erfahrung, daß die Unterschiede im Bau beider Geschlechtsorgane, in der Ontogenie durch Puppe und Larve rück-schreitend, immer unscheinbarer wurden und sich schließlich ganz verloren. Damit war die Frage nach Zeitpunkt und Art der Geschlechtsdifferenzierung gegeben. Ihr sind im wesentlichen gewidmet die Arbeiten von HEROLD, SUKOW, BRANDT, BESSELS, H. MEYER. Es wird festgestellt, daß bei Schmetterlingen die das Ei verlassenden jungen Räumchen bereits geschlechtlich differenziert sind. Kennlich sind die Geschlechter an der Gestalt der Keimdrüsenanlage und an dem Ansatz des Ausführungsganges. Der letztgenannte Unterschied soll ganz typisch sein und in allen Fällen eine Unterscheidung von Männchen und Weibchen ermöglichen. In diesem Sinne bestätigen ihn später V. LA VALETTE ST. GEORGE, TOYAMA, GRÜNBERG.

Seitdem die vervollkommnete Technik die Herkunft der Keimzellen zu untersuchen gestattete, eine Frage, der aus theoretischen Gründen besonderes Interesse gilt, beschäftigt die Autoren fast ausschließlich dieses Kapitel aus der Entwicklungsgeschichte der Insekten-genitalien. Bei HEGNER findet sich neuerdings eine ausführliche zusammenfassende Darstellung der betreffenden Literatur, so daß sie sich hier erübrigt. Allgemein ist das Ergebnis der Untersuchungen dahin zu charakterisieren, daß es gelungen ist, die Sonderung der Geschlechtszellen in immer frühere Stadien der Entwicklung zurück-zuverfolgen; in Stadien, in denen von einer Differenzierung von Zellen oder Keimblätterbildung überhaupt noch nicht die Rede sein kann, so daß HEYMONS' Anschauung vom Jahre 1891, wonach die Geschlechtszellen der Insekten »Zellen sui generis sind, die insofern in einem bestimmten Gegensatz zu den übrigen Körperzellen stehen, als sie gleich von vornherein von der Gewebsbildung ausgeschlossen werden«, sich zu bestätigen scheint.

Neben dem Ursprung der Genitalzellen selbst ist eine Frage von besonderem Interesse die Beteiligung der Genitalzellen am Aufbau des fertigen Geschlechtsorganes. Die anatomische Untersuchung des ausgebildeten Organes lehrt, daß mindestens zwei Zellarten, Geschlechts- und Epithelzellen, meist aber drei, Geschlechtszellen, Nährzellen und Epithelzellen die Insektenkeimdrüse zusammensetzen. Sind alle drei Derivate der Keimzellen oder nur die definitiven Geschlechtszellen? Welche Rolle spielen die Keimzellen beim Aufbau des Genitalorganes? Diese Frage beherrscht in zweiter Linie das Interesse bei den Untersuchungen. Daneben ist eigentlich nur noch ein Gesichtspunkt leitend gewesen: die Ernährungsverhältnisse der reifenden und reifen Keimzellen.

Seit Verson in der nach ihm benannten Zelle einen besonderen Ernährungsmechanismus für die heranwachsenden Keimzellen entdeckte, haben diese Verhältnisse wiederholt Beachtung und Bearbeitung gefunden; zuletzt durch GRÜNBERG.

Die die älteren Autoren beschäftigende Frage nach dem ersten Auftreten geschlechtlicher Unterschiede bei Lepidopteren ist in neuerer Zeit mit den vervollkommenen technischen Hilfsmitteln nicht wieder behandelt worden. Ihr ist die nachfolgende Untersuchung gewidmet. Sie setzt sich zur Aufgabe die Feststellung der geschlechtlichen Unterschiede junger Rhopalocerenraupen beim Verlassen des Eies, verfolgt die weitere Ausprägung dieser Unterschiede bis zu ihrer völligen Deutlichkeit nach der ersten Häutung und beschäftigt sich dann mit der Entwicklung des Hodens bis zum geschlechtsreifen Organ. Dabei werden verschiedene andere Fragen, besonders die der Ernährung der Keimzellen, behandelt werden.

B. Eigne Untersuchungen.

Material, Biologisches, Methoden.

Als Material diente in erster Linie der gewöhnliche Kohlweißling, *Pieris brassicae*, daneben zwei *Vanessa*-Arten, *Vanessa io* und *Vanessa polychloros*. Ihre Beschaffung macht keine Schwierigkeiten. Alle drei Species bringen es in hiesiger Gegend unter normalen Witterungsverhältnissen auf zwei Generationen im Laufe des Jahres. Es spielt sich der Entwicklungszyklus bei *Pieris* — die *Vanessen* weichen davon nur unerheblich ab — zeitlich etwa so ab: Aus den überwinterten Puppen brechen die Falter im April oder Anfang Mai — die Weibchen meist etwas später wie die Männchen — hervor. Nach vollzogener Copulation erfolgt in der zweiten Hälfte des Mai die Eiablage, so daß Anfangs Juni die Gelege, meist nicht sehr zahlreich, zu finden sind. Die Entwicklung des Eies dauert durchschnittlich 10 Tage — die Eier der zweiten Generation entwickelten sich im Juli im Zimmer in 5 bis 6 Tagen — die jungen Raupen wachsen in 2–3 Wochen zur Verpuppungsreife heran. Die Puppenruhe dauert im Mittel 14 Tage. Anfangs Juli erscheint demnach die zweite Generation, die während des ganzen Juli und August fliegt und die Hauptbrut liefert, die im August und September die Verwüstungen in unsern Gemüsegärten anrichtet. Im September verpuppt sich diese Generation; verspätete Gelege können bis tief in den Oktober hinein fressen, ja sie wurden noch Anfang November gefunden.

Zur Entwicklung einer dritten Generation scheint sich *Pieris* nur

schwer zu entschließen, trotzdem eigentlich die Jahreszeit dem nichts in den Weg stellt. So hielt ich in dem warmen Herbst 1908 eine Zucht von mehreren hundert *Pieris*-Puppen, die Ende August die Raupenhaut abgestreift hatten, im Zimmer und tagsüber dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt, ohne daß die Falter ausgeschlüpft wären. Nur ein einziges Exemplar der dritten Generation ging aus der Puppe hervor. Im nächsten Frühjahr lieferte die Zucht eine reichliche Nachkommenschaft beiderlei Geschlechts.

Auch die *Vanessa*-Arten sind infolge ihres geselligen Zusammenlebens leicht zu beschaffen.

Bei der Untersuchung ist darauf zu achten, daß die zur Präparation gelangenden Raupen frei von Parasiten sind, da eine Infektion mit großen Parasiten die Entwicklung der Raupe und ihrer inneren Organe wesentlich beeinflusst. Namentlich ist hier die bekannte Infektion der *Pieris*-Raupen mit den Larven von *Microgaster aculeatus* gemeint. So waren z. B. bei einer stark mit diesen Larven erfüllten erwachsenen männlichen *Pieris*-Raupe die Hoden in der Größe weit zurückgeblieben, nur blaßrot, statt wie sonst violett gefärbt und ein ganzes Segment nach hinten verschoben. Offenbar waren die die Hoden nach vorn zu befestigenden Gewebsstränge von den Parasitenlarven zerstört und die Hoden, dem Zuge der straff gespannten Ausführungsgänge folgend, nach hinten gerutscht. Aufzucht aus dem Ei ergibt am einfachsten brauchbares Material.

Die jungen Raupen gelangten fast ausschließlich auf Querschnittserien von 4 und 5 μ Dicke zur Untersuchung. Konserviert wurde mit FLEMMINGS starker und schwacher und mit HERMANN'S Lösung, gefärbt mit HEIDENHAIN'S Eisenhämatoxylin, Methoden, die für diese Objekte bereits von GRÜNBERG erprobt waren. Ältere Raupen, Puppen und Imagines wurden in der ventralen Mittellinie geöffnet. Diese für Arthropoden sonst ungewöhnliche Präparationsmethode bringt nach Abheben des Darmes die Genitalorgane in situ zur Anschauung.

Entwicklungszustand beider Genitalorgane und Geschlechtsunterschiede im jungen Räumchen.

Die *Pieris*-Raupen verlassen 1,8 mm lang das Ei. Sie sind bereits geschlechtlich differenziert, wie auch, für andre Lepidopterenformen, TOYAMA, v. LA VALETTE ST. GEORGE und GRÜNBERG bekannt war. Alle drei Autoren heben hervor, daß es schwierig sei, wegen der weitgehenden Übereinstimmung in der Form der ganzen Anlage, in der Gestalt der Genitalschläuche und dem histologischen Charakter der

Keimzellen Hoden und Ovarien mit Bestimmtheit zu unterscheiden. Als Unterscheidungsmerkmale werden angeführt: Differenzen in der Größe der Genitalanlagen: der junge Hoden soll bei gleichaltrigen Anlagen größer sein wie das junge Ovarium, und Verschiedenheiten im Ansatz der Ausführungsgänge: beim Hoden sollen die Ausführungsgänge auf den einander zugekehrten Seiten der Genitalanlagen inserieren, beim Ovarium auf den voneinander abgewandten Seiten.

Was die äußere Gestalt der Genitaldrüsen der eben ausgeschlüpften *Pieris*-Raupen anbetrifft, so kommt sie in Fig. 1 und 2, Taf. V, der HEROLDSchen Arbeit gut zum Ausdruck. Es stellen die Hoden kleine, walzenrunde Körperchen dar, deren Längsachse mit der Längsachse des Körpers zusammenfällt. Drei anfänglich sehr unbedeutende Ringfurchen deuten die eben vor sich gehende Bildung der Septen an, die das Lumen in vier Abteilungen, die späteren Follikel, gliedern. Der ursprüngliche Mangel jeder medianen nierenförmigen Einkrümmung des Körperchens bringt es mit sich, daß die den jungen Hoden genau quer durchsetzenden Septen bei gut orientierten Querschnitten in ihrer ganzen Ausdehnung innerhalb des Schnittes zu liegen kommen und nur schwer wahrzunehmen sind.

Den äußeren Habitus des jungen Ovariums gibt HEROLDS Fig. 2, Taf. V, wieder. Richtig ist die äußere Gestalt wiedergegeben als eines abgeflacht viergliedrigen Gebildes, dessen vier Glieder, die Anlagen der späteren Eiröhren, eine leichte radiäre Konvergenz zur Ansatzstelle des Ausführungsganges hin zeigen. Nicht richtig dagegen kommt zum Ausdruck die Orientierung des Gebildes im Raupenkörper. Nach HEROLD verlaufen die Eiröhrenanlagen parallel der Längsachse des Körpers. Dann müßten auf Querschnitten sämtliche vier Eiröhren nebeneinander getroffen werden, was nie der Fall ist. Es ist stets nur eine im Schnitte getroffen oder höchstens zwei, und dann die eine von diesen in ihrem distalen, die andre im proximalen Teile. Es ist also die Längsachse des Gebildes nicht parallel der Längsachse des Räumchens, sondern steht annähernd senkrecht dazu.

Auch die Größenunterschiede zwischen den Genitalanlagen beider Geschlechter, die schon von v. LA VALETTE und GRÜNBERG betont worden sind, und die durch den Unterschied in der Größe und Anzahl der Querschnitte bestätigt werden, finden in den citierten Figuren HEROLDS ihren entsprechenden Ausdruck (Fig. 1 und 2).

Beide Organanlagen finden sich wie bekannt im fünften Abdominalsegment dorsal zwischen Darm und Rückengefäß. Ihre Lage im Schnittbilde wird veranschaulicht durch Fig. 1 (♂) und 2 (♀).

Wir gehen zur Beschreibung des feineren Baues der Hodenanlage über. Die Wandung des jungen Hodens wird gebildet von einer bindegewebigen Hülle, zu welcher sich mehr oder weniger abgeflachte Zellen in ein-, gelegentlich mehrschichtiger Lagerung zusammenschließen. An der dem Ausführungsgang gegenüberliegenden Seite, also der Hinterwand des Follikels pflegt sie am dicksten, längs einer dem Ausführungsgange median benachbarten Zone am dünnsten und kernfrei zu sein. Nach innen zu weist sie einen besonders starken, lichtbrechenden Kontur auf, der von den Autoren als besondere Membran gedeutet und als Hüllmembran oder Tunica propria bezeichnet wird. Diese Hülle bildet nun um den Hodeninhalte keine geschlossene, ununterbrochene Wandung. Sie erscheint vielmehr in der ventralen oder einer ventrolateralen Längslinie aufgeschlitzt, wodurch zwei freie Ränder entstehen, welche sich gleich den Rändern eines Mantels ein wenig über einander schlagen. Längs des ventralen freien Randes haben sich die Zellen der bindegewebigen Hülle besonders stark angehäuft und mehrfach übereinandergeschoben, wodurch dieser freie Rand leistenförmig verdickt erscheint. Diese Randleiste, welche von vorn nach hinten an Stärke zunimmt, hebt sich nahe dem Hinterende von dem Rande ab und geht in einen freien, soliden Zellstrang, die Anlage des Ausführungsganges über. In Fig. 1 ist links diese Übergangsstelle flach angeschnitten. Wie aus der Figur ersichtlich, weist auch der laterale Rand eine, wenn auch unbedeutende Verdickung auf.

Die Hodenhülle schließt ursprünglich einen einheitlichen ungeteilten Hohlraum ein. Ungefähr auf dem Stadium des zum Ausschlüpfen reifen Räumchens beginnt nun die Bildung der Septen und damit die Gliederung des Hodenlumens in die — normalerweise — vier Follikel. Von dem Vorgange der Septenbildung und ihren nächsten morphologischen Folgen bin ich auf Grund der Präparate zu nachstehender Vorstellung gekommen. Anschaulicher wie auf Querschnitten, auf denen sie flach getroffen werden, kommen die Septen auf Sagittalschnitten, wie sie GRÜNBERG in seinen Fig. 1, 18, 19 für *Bombyx mori* darstellt, zum Ausdruck.

Von der hinteren, d. h. dorsalen Wandung des Hodens aus erheben sich in gleichen Abständen in das Lumen hinein drei flache, solide, scharfkantige, in der Aufsicht mondsichelförmige Falten. Das Fortschreiten dieser Falten durch das Lumen hindurch zur gegenüberliegenden Wandung geht in der Weise vor sich, daß die Endzipfel der Falte voraneilen und so der an der Septenbildung beteiligte Abschnitt des Umfangs der Wandung immer mehr zunimmt. Dadurch wird

die Kommunikation zwischen den einzelnen Abschnitten des Hodenlumens, den Follikeln, immer mehr eingeengt, immer mehr abgerundet und immer mehr nach der Ventralseite hin verschoben. Hier endet die Wandung, wie oben ausgeführt, mit den beiden freien Rändern (Fig. 1), und es scheint damit einem weiteren Fortschreiten der Zipfel des freien Septenrandes, die aufeinander zu wachsen, ein Ziel gesetzt. Es erhebt sich jedoch der der lateralen Wandung aufsitzende Septenzipfel von seiner Unterlage und wächst auf die ventrale Wand überspringend, an dieser entlang dem Zipfel dieser Wandung entgegen. Beide treffen sich und verschmelzen miteinander, womit der völlige Verschluss der Septen und damit die Trennung der Follikel perfekt geworden ist. Es erläutert dies Fig. 3. Es stellt dies Bild einen Querschnitt durch einen Hoden an der Grenze des dritten und vierten Follikels, unmittelbar hinter oder vor der Septe dar. Die Nähe der Septe verrät sich durch eine geringfügige Verdickung der Hülle. Von der Stelle, wo beide freien Ränder aneinanderstoßen, sehen wir einen schmalen langen Zipfel an der Innenseite der ventralen Wandung sich entlang erstrecken und an der dünnsten Stelle der Ventralseite endigen. Es ist dieser schmale, lange Zipfel zu deuten als Schnitt durch die verbreiterte Peripherie oder Basis der Septe, und zwar ihrer lateralen, auf die ventrale Wand übergreifenden Partie. Es verschmelzen die sich begegnenden Zipfel der Septe an jener Stelle, wo die Hülle am dünnsten ist (in Fig. 3 mit α bezeichnet). Die Folge dieses Vorganges ist, daß jene verdickte Randleiste vom Inhalt abgetrennt wird und ihn nur noch an vier Stellen, zwischen den Septen, berührt, im übrigen aber der nun geschlossenen Hülle als Leiste oder Platte aufliegt, die am Hinterende in einen freien Zellenstrang, die Anlage des Ausführungsganges, übergeht.

Es ist hierzu noch zu bemerken, daß das Studium der geschilderten Verhältnisse gut konservierte und nicht zu stark gefärbte Objekte voraussetzt, da man sich im wesentlichen an die bei Benutzung der Mikrometerschraube lichtstark aufblitzenden Konturen zu halten hat. Nur zwei meiner Präparate dieses jüngsten Larvenstadiums entsprachen diesen Anforderungen. Außerdem ging voraus das Studium des bald zu beschreibenden Räumchens der zweiten Larvenperiode, bei dem die entsprechenden Verhältnisse infolge fortgeschrittener Entwicklung viel deutlicher liegen, und die hier gewonnenen Vorstellungen unterstützten mich bei der Deutung der jüngsten Stadien.

Der Ausführungsgang stellt einen soliden Zellstrang dar, der auf dem Querschnitt meist einkernig erscheint (Textfig. 3). Er senkt sich

vom Hinterende des Hodens nach außen um den Darm bis zur halben Höhe des Körpers, um dann in geradlinigem Verlaufe das sechste und siebente Abdominalsegment zu durchsetzen. Im siebenten Abdominalsegment ändert er seine Richtung: er wendet sich, einen Tracheenast als Stützpunkt benutzend, nach innen und unten, d. h. der Ventralseite. Im achten Segment gewinnen dann die Enden der Ausführungsgänge Anschluß an den ektodermalen Teil des Ausleitungsapparates, an das nach seinem Entdecker als HEROLDSches Organ bezeichnete Gebilde. Beides, Ausführungsgang und HEROLDSches Organ, sind schon von VERNON und BISSON für *Bombyx mori* beschrieben und in ihrer postembryonalen Entwicklung verfolgt worden. Die Befunde bei *Pieris* decken sich mit den Angaben der genannten Autoren. Es stellt das Organ ein unter dem Darm gelegenes, nach vorn überkipptes und der Bauchwand aufliegendes Ectodermsäckchen dar, mit verbreitertem blinden vorderen Ende und engerer hinterer Ausmündungsöffnung. Fig. 4 gibt einen Querschnitt durch die ventrale Bauchwand des achten Segmentes mit dem aufliegenden HEROLDSchen Organ wieder. Es ist das Organ in seinem vorderen breiteren Teile in der Höhe, in der von beiden Seiten her die Ausführungsgänge ansetzen, getroffen. Es stellt eine flache Tasche mit einem spaltförmigen Lumen dar, das einer cuticularen Auskleidung entbehrt; die Chitincuticula beteiligt sich auf diesem frühen Stadium nicht an der Bildung des Organs, sondern zieht unterbrochen über seine Mündung hinweg. Wie die Figur zeigt, ist das HEROLDSche Organ auf diesem frühen Stadium noch fast vollständig mit seiner Unterlage, der Hypodermis, verwachsen, wie aus dem Vorhandensein von nur zwei anstatt drei übereinander liegenden Zellschichten hervorgeht. Erst später — Fig. 8 — hebt sich das HEROLDSche Organ von seiner Unterlage ab. An sein vorderes blindes Ende, dem die Muskulatur des Darms unmittelbar aufliegt, treten von beiden Seiten die Enden der Ausführungsgänge heran. Es zeigen diese Gangenden noch keine Spur jener bald so deutlichen, hohlen Endanschwellung, wie sie z. B. in Fig. 8 rechts für ein Räumchen der zweiten Larvenperiode zum Ausdruck kommt. Auch VERNON und BISSON konnten diese von ihnen als hinterer Endkolben bezeichnete blasige Anschwellung erst bei Räumchen nachweisen, die das früheste Postembryonale leben bereits hinter sich hatten. Trotzdem vermuten sie, daß es sich um ein von Anfang an vorhandenes Gebilde handelt, dessen Lumen sich nur vorübergehend bis zur Unkenntlichkeit verengert hat und identifizieren es mit WHEELERS Terminalampulle. Es ist das, wie auch von andern, z. B. HEYMONS angegeben wird, ein persistierender

und an der Bildung des Genitalausführungsapparates sich beteiligender Rest des Cölomsäckchen des zehnten Abdominalsegmentes. Ein Urteil darüber steht mir nicht zu; es setzt das ein eingehendes Studium der Embryonalstadien voraus.

Der Hodeninhalt besteht aus großen Zellen, den Spermatogonien (Fig. 1). Sie entsprechen durchaus der Beschreibung, die GRÜNBERG davon gibt: große, runde Kerne zeigen einen oder zwei annähernd zentral gelegene Nucleolen und einen peripheren Belag kleiner Chromatinkörnchen. Wenn auch Zellgrenzen nicht immer deutlich wahrzunehmen sind, so spricht doch der Gesamtbefund entschieden für isolierte, getrennte Zelleiber um die Spermatogonienkerne.

Auch die für den Lepidopterenhoden so charakteristische Versonsche oder Apicalzelle ist bereits zu beobachten. Sie unterscheidet sich histologisch noch in keiner Weise von einer Spermatogonie, aus der sie hervorgegangen sein soll, verrät ihre Anwesenheit aber durch ihre Lage im Centrum eines Kranzes von Plasmakegeln, zu welchen der Zelleib der umliegenden Spermatogonien ausgezogen ist, und durch kleine schwarze Körnchen in ihrer unmittelbaren Umgebung. In Fig. 1 ist rechts der Schnitt unmittelbar hinter der Apicalzelle des dritten Follikels geführt, so daß deren Zelleib, nicht mehr aber ihr Kern getroffen ist.

Kerne oder Zellen anderer Natur sind mit Konstanz nicht zu beobachten.

Einen Querschnitt durch das Genitalsegment eines eben ausgeschlüpften weiblichen Rüpchens gibt Fig. 2 wieder. Das Ovarium stellt ein flaches, etwa sektorförmiges Gebilde dar, das im fünften Abdominalsegment dorsal zwischen Darm und Rückengefäß in der in Fig. 2 wiedergegebenen Orientierung liegt. Eine Gliederung in die vier Eiröhrenanlagen beginnt sich eben anzulegen in Gestalt dreier ins Lumen vorspringender Verdickungen der Hülle. Diese selbst bildet eine einfache Lage bindegewebiger Zellen, die sich gelegentlich, wahrscheinlich unter dem Drucke des prallen Inhalts, zu einer plasmatischen Lamelle reduzieren kann. Auch hier kann man von dem inneren, stark lichtbrechenden Kontur der Hülle als einer besonderen Tunica propria reden. Den Inhalt der Ovarien bilden große, den Spermatogonien ähnliche Zellen, die Oogonien, die gleich jenen runde helle Kerne mit einem, seltener zwei Nucleolen und einem peripheren Kranz von Chromatinkörnchen und meist deutlich unterscheidbare Plasmaleiber haben. Nach dem Ausführungsgang zu folgt auf die Oogonien eine andre Zellart: Zellen mit linsenförmigen Kernen, die einen geschichteten

Zellpfropf bilden, der das Lumen des Ovariums verschließt und histologisch kontinuierlich in den Ausführungsgang übergeht. Es stellt dieser geschichtete Zellpfropf also das vordere Ende des Ausführungsganges dar. Die bindegewebige Hülle des Ovariums endigt um ihn herum mit freiem Rande. Fig. 2 und 5 erläutern die beschriebenen Verhältnisse. Fig. 2 wurde zur Wiedergabe gewählt, da die Ovarien hier schön symmetrisch liegen und durch benachbarte Organe in keiner Weise deformiert werden. Dagegen hat das Objekt den Nachteil, daß unmittelbar vor der Mündung des Ovariums beiderseits ein MALPIGHISCHES Gefäß (*VM*) entlang zieht, das den Ausführungsgang zum scharfen Umbiegen nach hinten nötigt und nun selbst den Eindruck des Ausführungsganges hervorruft. Gewöhnlich biegt der Gang nicht so scharf nach hinten und wird daher mehr oder weniger flach angeschnitten, wie Fig. 5 zeigt, die einem andern Präparat entnommen ist.

Fig. 2 zeigt außerdem noch, dem blinden Grunde der Eiröhrenanlagen genähert, die Apicalzellen: in einer der Wandung angeschmiegt Plasmamhäufung liegt ein Kern, etwas kleiner wie die Oogonienkerne und meist etwas anders struiert, umgeben von kleinen dunklen Körnchen und Kügelchen und auf ihn zugerichtet die kegelförmig ausgezogenen Plasmaleiber der benachbarten Oogonien — durchaus entsprechend der GRÜNBERGSCHEN Darstellung.

Die Ausführungsgänge stellen wie beim Männchen dünne, solide Zellstränge dar, die zu beiden Seiten des Darmes in halber Körperhöhe das sechste und siebente Abdominalsegment geradlinig durchsetzen. Um einen dorsalen Tracheenast des achten Stigmas (im siebenten Abdominalsegment gelegen) sich herumschwingend, wenden sie sich zur ventralen Mittellinie und gewinnen hier Anschluß an die Hypodermis der Intersegmentalfalte zwischen dem siebenten und achten Abdominalsegment. Fig. 6 zeigt die Ansatzstelle im Schnitt.

Der wiederholt bestätigte Unterschied beider Geschlechter im Ansatz der Ausführungsgänge kommt in Fig. 1 und 2, wie ein Vergleich lehrt, nicht ganz deutlich zum Ausdruck. Es sollen beim jungen Hoden die Ausführungsgänge auf den einander zugekehrten, beim Ovarium auf den voneinander abgewendeten Seiten inserieren. Auf etwas älteren Stadien — Fig. 7 und 9; die Orientierung im Körper ist eingetragen — ist der erwähnte Unterschied völlig deutlich. Sein Fehlen auf den jüngsten Stadien erkläre ich mir als Folge der Konservierung: der straff gespannte, solide und, wie man sich bei der Präparation älterer Stadien leicht überzeugt, zähe Ausführungsgang schrumpft bei der Konservierung, verkürzt sich und übt einen nach

außen und hinten gerichteten Zug auf den jungen, noch sehr locker suspendierten Hoden aus, dem dieser in Gestalt der Torsion nach außen Folge leistet.

Die Genitalorgane gegen Ende der zweiten Larvenperiode.

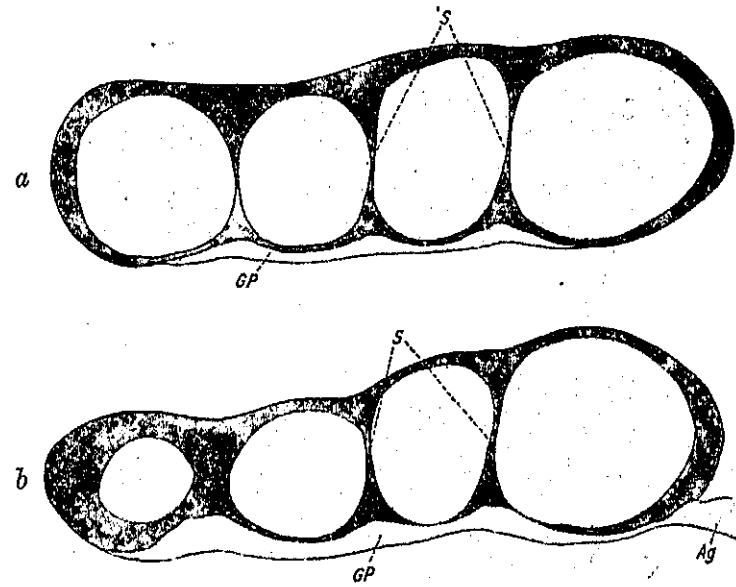
Bis zur zweiten Häutung wachsen die jungen Raupen zu einer Größe von 10—12 mm heran. Der männliche Genitalapparat bietet zu dieser Zeit folgendes Bild.

Der Hoden stellt wie früher jederseits ein walzenrundes Körperchen dar, dessen Längsdurchmesser nahezu das vierfache des Querdurchmessers beträgt. Drei flache, das Körperchen in gleichen Abständen umfassende Querfurchen bedingen eine äußere Gliederung in vier gleiche Abschnitte. Die Hodenwandung besteht wie früher aus zwei Hüllen, einer äußeren bindegewebigen und einer inneren strukturlosen Hüllmembran oder Tunica propria (Fig. 7). Die äußere bindegewebige Hülle ist jetzt nicht selten zweischichtig: es liegen der inneren Oberfläche flach ausgebreitet Zellen mit dichtem, dunklerem Plasma an. Sie stellen die erste Andeutung der inneren Hülle dar, auf deren Bildung wir später zurückkommen werden.

Die geschilderte äußere Gliederung ist der Ausdruck einer inneren Gliederung. Im Bereiche der genannten Furchen sinkt die Hülle von der Peripherie nach dem Centrum zu diaphragmaartig ein zur Bildung von soliden, das Hodenlumen quer durchsetzenden Scheidewänden oder Septen. Sie gliedern das Hodenlumen in vier völlig geschiedene Räume, die Hodenfollikel. Die Septen sind in der Mitte sehr dünn, verstärken sich nach der Peripherie hin und sitzen der Wandung mit breiter Basis, ohne Kantenbildung, auf. Das hat zur Folge völlig kugelige Gestalt der Follikel. Textfig. Ia und b, zwei Sagittalschnitte durch den Hoden darstellend, zeigt das.

Mit dem so gebauten larvalen Hoden steht das Vorderende des ebenfalls embryonalen Ausführungsganges in Verbindung. Diese Verbindung ist recht eigenartig und soll erläutert werden durch Textfig. Ia, b und IIa—k. Diese letztere gibt eine Reihe von Querschnitten durch die ventrale oder besser ventromediane Partie der Hodenwandung, von vorn nach hinten fortschreitend, wieder. Es liegt dieser Partie der Wandung eine Zellenplatte oder -leiste auf, deren vorderes und hinteres abgerundetes Ende in IIa und k, GP und die in ihrer ganzen Länge in Textfig. Ia und b, GP geschnitten ist. Unter dieser Zellenplatte ist die Hodenwandung im Bereich der vier Follikel perforiert; es wird die Öffnung jedes Follikels durch die aufliegende Zellenplatte ver-

schlossen, und der Follikelinhalt berührt die Zellenplatte unmittelbar. Die Zellenplatte nimmt von vorn nach hinten an Breite zu; ihr lateraler Rand (in Textfig. II rechts, es ist auf die Querschnitte eines rechten Hodens von hinten daraufgesehen) verdickt sich von vorn nach hinten und gliedert sich am hinteren Ende in Gestalt eines soliden Zellenstranges, der Anlage des Ausführungsganges, von der Platte ab. (Textfig. II f—k, Ag.) Der mediane Rand der Zellenplatte hat auch seine Besonderheiten. Er liegt der Hodenwandung nicht einfach auf, sondern da, wo sie dick ist — im Bereich der Septen — ist er in sie

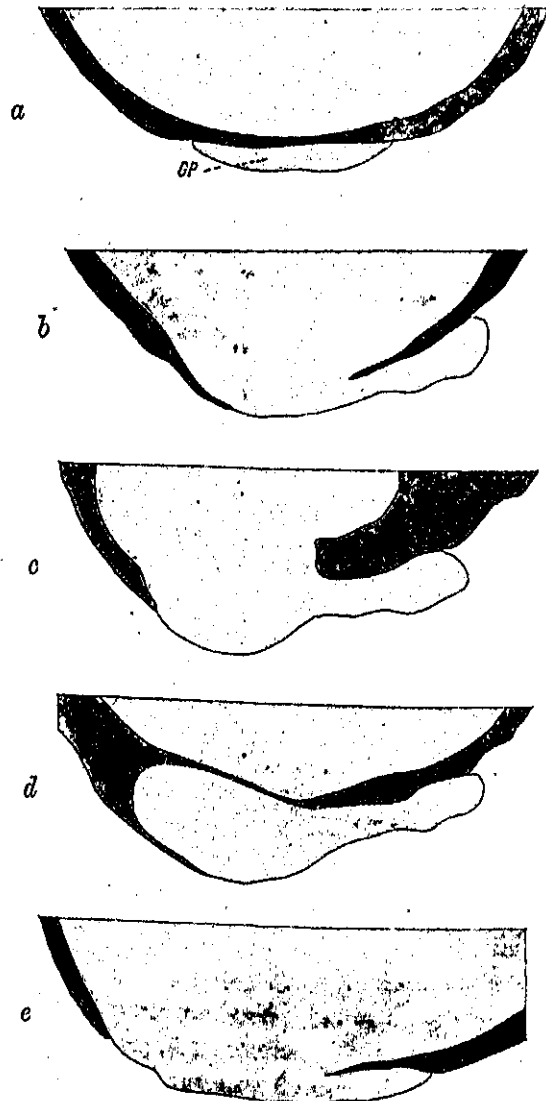


Textfig. I a und b.

eingelassen (Textfig. II d, f, h); da, wo sie dünn ist — auf den Follikeln — schlägt sich die Hodenwandung über den medianen Rand der Zellenplatte hinweg (Textfig. II b, c, e, g, i; das dunkler getönte ist die Hodenwandung). In b, e, g und i sind die Öffnungen in der Hodenwandung, je eine einem Follikel entsprechend, geschnitten. Es berührt hier der Hodeninhalt die Zellenplatte unmittelbar, eine scharfe Grenzlinie zwischen beiden wird vermisst, weshalb Hodeninhalt und Zellenplatte im gleichen blassen Tone dargestellt wurden. Diese Zellenplatte, die dem Hoden aufliegend, einerseits mit dem Follikellumen in Berührung steht, andererseits in die Ganganlage übergeht, und so die Kommunikation zwischen Gang und Hoden vermittelt, soll als Gangkopf oder besser der Form wegen als Gangplatte bezeichnet werden:

Ihre weitere Entwicklung und Veränderung wird uns noch eingehend beschäftigen.

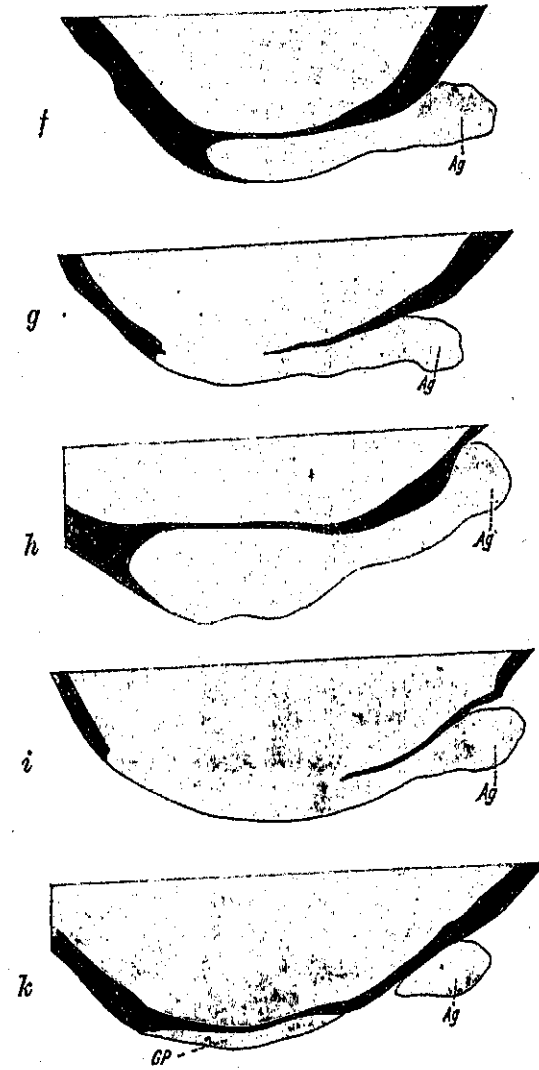
Über den gleichen Gegenstand: Kommunikation von Gang und



Textfig. II a—e.

Hoden auf jungen Stadien sind in der Literatur Angaben zu finden bei VERNON und BISSON. Nach ihren an *Bombyx mori* angestellten Untersuchungen »laufen die hinteren Hodenstränge gegen den Hoden in eine kolbenartige Verdickung aus, welche allmählich sich blasenartig

erweitert . . . zum vierteiligen Hodenkelche«. Es ist der oben beschriebene Befund beim jungen *Pieris*-Räupchen mit dieser Darstellung nicht in Einklang zu bringen. Von einer blasigen Erweiterung des



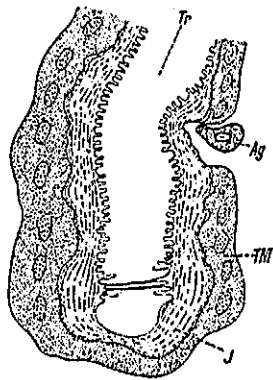
Textfig. II f—k.

vorderen Gangendes war auf diesem Stadium nichts zu beobachten. Wohl aber entwickelt sich die Gangplatte später zu einer solchen, wovon noch die Rede sein wird.

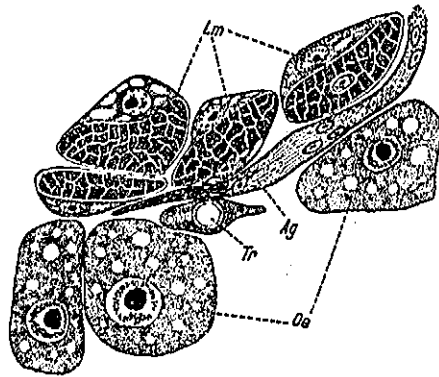
Am hinteren Ende setzt sich die Gangplatte in einen soliden Zellstrang, die Anlage des Ausführungsganges, fort (Textfig. II i, k). Dieser

Zellstrang, im Querschnitt stets drehrund, zeigt kleine runde oder elliptische Kerne, eingebettet in eine dichte dunkle Plasmagrundmasse; von Zellgrenzen ist nichts zu beobachten. Eine starke Kontur des Querschnittes ist als solide Oberflächenmembran zu deuten. Der Zellstrang zieht vom hinteren Ende des Hodens schräg nach außen und hinten um den Darm herum, um genau wie früher geradlinig in halber Körperhöhe das sechste und siebente Abdominalsegment zu durchsetzen. Es ist sein Verlauf auf Querschnittserien nicht immer leicht zu verfolgen. Gewöhnlich hat er im Querschnitt die Größe eines Blutkörperchens, von dem er sich jedoch durch sein histologisches Bild unterscheidet. Wenn er durch irgendwelche Organe, die ihm in den Weg treten, MALPIGHISCHE Gefäße oder Tracheenäste zum Ausweichen gezwungen wird, kann sich sein Kaliber zu einem feinen Plasmafädchen verringern ohne eine Spur der sonst so charakteristischen Struktur. Über die histologischen Eigenschaften des Genitalstranges Aufschluß zu geben ist eine Stelle geeignet, an welcher er seine geradlinige Richtung verläßt, um einen Tracheenast als Stützpunkt benutzend zur Ventralseite umzubiegen. Es entstammt der hier in Text und Figur wiedergegebene Fall zwar einem Weibchen; es gilt jedoch durchaus das gleiche fürs Männchen.

Im achten Abdominalsegment erfährt der Genitalstrang eine bereits von HEROLD für *Pieris* und von VERNON für *Bombyx* beschriebene



Textfig. III.



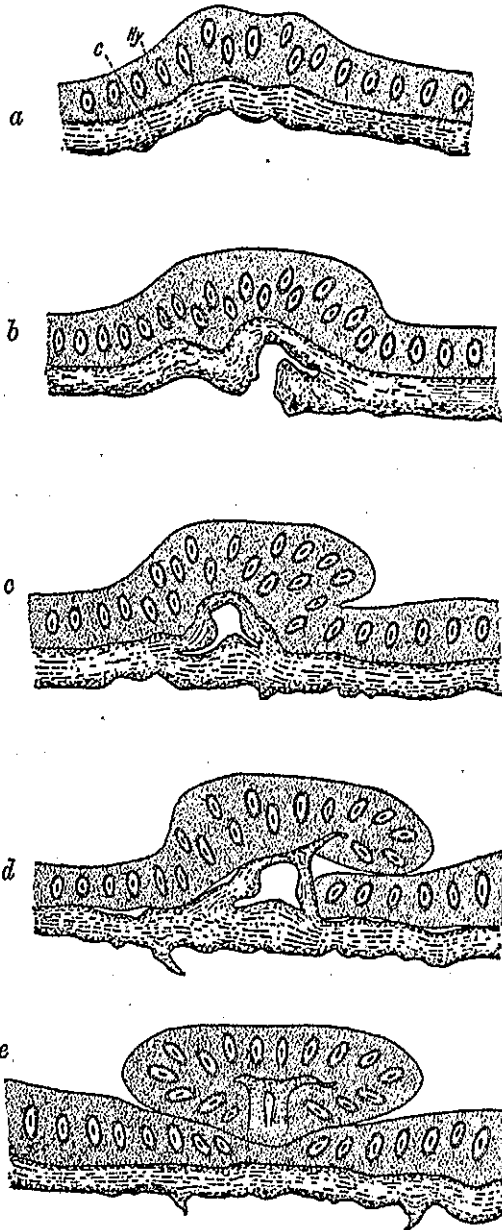
Textfig. IV.

Krümmung, indem er sich um einen dorsalen Tracheenast dieses Segmentes nach unten und hinten herumschwingt. Anfangs die Trachee zweifellos nur locker umfassend, wird der Strang mit zunehmendem Wachstum der Trachee, das eine Vergrößerung des von ihr beschriebenen

Bogens zur Folge hat, straff gespannt. Infolge dieser Spannung schneidet er tief in die Tracheenmatrix, gelegentlich bis zur Berührung mit der Intima ein. Textfig. III zeigt den Tracheenast im Längsschnitt und den ihn umspannenden Strang. Auch histologisch ändert er sich infolge dieser Dehnung. Das Plasma ist noch dichter und dunkler wie gewöhnlich, und das Kaliber des Stranges sinkt infolge der Zerrung auf $1/2$ bis $1/3$ des Normalen. Ferner ist der Strang auf die Länge der Kurve kernfrei: während sonst Schnitt für Schnitt zwei bis drei Kerne auftreten, ist an der Kurve fünf bis sechs Schnitte hindurch kein Kern zu sehen. Es ist das nur so zu erklären, daß der durch die Zerrung des Stranges verursachte Transversaldruck die Kerne herausgepreßt hat; daher auch der Kernreichtum zu beiden Seiten des gedehnten Stückes. Es spricht das für die histologische Unabhängigkeit der Kerne von dem sie umgebenden Plasma, d. h. für den syncytialen Charakter des Genitalstranges. Textfig. IV zeigt den Gang unmittelbar hinter der Krümmung; links das vordere, eben um die Trachee gewundene, rechts das hintere, zur ventralen Mittellinie sich wendende Ende.

Am hinteren Ende gewinnen die Hodenstränge Anschluß an die Anlage des ectodermalen Teiles des Ausführungsapparates, das HEROLDSche Organ. Es weist dem beschriebenen jüngsten Stadium gegenüber einige Veränderungen auf. Hervorgegangen ist es aus einer ectodermalen Hauteinstülpung in der Intersegmentalfalte des achten und neunten Abdominalsegmentes. Diese Hauttasche liegt wie früher, nach vorn übergekippt, der ventralen Wandung des achten Abdominalsegmentes auf, vom Darm bzw. dessen Ringmuskulatur unmittelbar überlagert. In gleicher Weise beschreibt VERNON das Organ für das entsprechende Altersstadium von *Bombyx*. Fig. 8 gibt einen Querschnitt durch die ventrale Wand des achten Abdominalsegmentes mit dem aufliegenden HEROLDSchen Organ wieder und zwar in Höhe des Ansatzes der Gangenden. Die Wandung des HEROLDSchen Organes besteht als Derivat des Ectoderms aus einem einschichtigen Epithel. Das spaltförmige Lumen ist, vielleicht bei der Konservierung, zusammengefallen, die beiden Wände berühren sich. Durch eine kleine runde oder spaltförmige Öffnung kommuniziert das Lumen mit der Außenwelt (Textfig. V b). Eine Beteiligung der Cuticula an der Hypodermiseinstülpung konnte VERNON bei *Bombyx* auf diesem Stadium nicht wahrnehmen. Er hält eine solche infolge des geringen Durchmessers der Öffnung für ganz unmöglich; es soll vielmehr die chitinisierte Cuticula ganz flach über die Mündung hinwegsetzen, ohne sich irgendwie in dieselbe einzusenken, was auch um so schwerer stattfinden

könnte, als die Haupttasche von vorn nach hinten stark abgeplattet erscheint und ihre parallelen Wände sich fast bis zur Berührung nahe



Textfig. V.

Chitindüte, deren Wandung der Wandung des HEROLDSchen Organes anliegt. Das Lumen dieser Chitindüte endet im Grunde des HEROLDSchen

Organes. Erst auf einem erheblich älteren Stadium, nach der vierten Häutung, also in der fünften Larvenperiode »klafft die Übergangsöffnung vom HEROLDSchen Organ zum äußeren Integument so breit, daß die Cuticula des Integuments sich ohne Unterbrechung in dieselbe einsenkt und eine membranöse Auskleidung ihrer inneren Wände abgibt«. Bei *Pieris* ist schon erheblich früher, auf dem zweiten Larvenstadium, eine solche Beteiligung der Cuticula an der Hypodermiseinstülpung des HEROLDSchen Organes zu beobachten. Textfig. Va-e stellt fünf Querschnitte durch das HEROLDSche Organ eines *Pieris*-Räupchens, von hinten nach vorn, d. h. von der Mündung zum blinden erweiterten Grunde fortschreitend, dar. Die starke Cuticula weist eine Öffnung auf, der Mündung der HEROLDSchen Tasche entsprechend. Diese Öffnung führt in eine Art

Organes, sich allmählich verengernd, blind. Ihre Wandung ist in diesem besonderen Falle an der Spitze abgeflacht und in zwei flügelartige Chitinzipfel ausgezogen. Bei der Häutung sieht man diese chitinöse Auskleidung aus dem HEROLDSchen Organ herausgezogen und im Zusammenhang mit der Cuticula abgeworfen werden.

Die sich an das HEROLDSche Organ anlegenden hinteren Enden der Ausführungsgänge zeigen die von VERNON für *Bombyx* beschriebene Ausbildung (Fig. 8). Der sonst syncytiale Strang schwillt beiderseits zu einer kolbigen Verdickung mit centralem Lumen an, der hinteren Terminalampulle WHEELERS, VERNONS und anderer Autoren. Die Wandung der Ampulle — in Fig. 8 ist nur die rechte annähernd median geschnitten — bildet ein typisches einschichtiges Epithel. Gegen den Gang zu verliert sich das Lumen allmählich. Die Verbindung zwischen Terminalampullen und HEROLDSchem Organ bildet eine plasmatische Masse, die die Terminalampulle seitlich an das HEROLDSche Organ anzukitten scheint. VERNON hat dieser Verbindung besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die ursprünglich bestehende direkte Berührung zwischen Endkolben und Ectodermalzellen soll späterhin, d. h. schon zur Zeit der zweiten Larvenperiode, dadurch aufgehoben werden, daß sich von dem konvexen Ende der Terminalampulle durch eine Art Delamination Zellmaterial abspaltet und eine Art Zwischengewebe bildet, das sich zwischen Endkolben und HEROLDSchem Organ einschiebt und beide verbindet. Ein solch verbindendes Material war auch bei *Pieris* zu sehen, wie Fig. 8 zeigt; daß es aber zelliger Natur sei, konnte nicht beobachtet werden. Kerne fehlten stets; und auch an Masse war es zu geringfügig, um die Bezeichnung eines besonderen Zwischengewebes zu rechtfertigen. Es machte vielmehr den Eindruck einer von der Ampullenwandung ausgeschiedenen Kittsubstanz.

Der Inhalt der Hodenfollikel bietet auf dem Stadium der zweiten Larvenperiode folgendes Bild. Fig. 7, einen Querschnitt durch die Mitte des dritten Follikels darstellend, soll zu seinem Verständnis dienen. Das Follikellumen ist dicht erfüllt von Zellen, den Spermato gonien. Diese Zellen sind gruppenweise zu Zellenbällen vereinigt. Es stellt diese Anordnung nicht, wie es auf den ersten Blick erscheinen könnte, eine künstliche Zerklüftung des Zellinhaltes des Follikels dar, sondern sie ist der Ausdruck tieferer genetischer und physiologischer Beziehungen, der bereits vollzogenen Cystenbildung. Denn es teilen sich die Glieder einer solchen Zellengruppe sämtlich zu gleicher Zeit und in gleichem Tempo; ihre Kerne zeigen sämtlich die gleiche Chromatinverteilung. Anordnung des Chromatins in einem peripheren wand-

ständigen Belag und Besitz eines centralen Nucleolus bezeichnet das Ruhestadium der Spermatogonienkerne; andre zeigen das Chromatin von der Wandung zurückgezogen und um den Nucleolus konzentriert; andre besitzen einen zu einem exzentrisch gelegenen Knäuel aufgewundenen zusammenhängenden Chromatinfaden. Es stellen diese Bilder Spermatogonienkerne auf verschiedenen Stadien der Vorbereitung zur Teilung dar, und zwar zur ersten Spermatocyten- oder Reifeteilung. Die zuletzt erwähnte Chromatinanordnung: Konzentration des Chromatins zu einem exzentrisch gelegenen Chromatinfadenknäuel ist als der Synapsisknäuel zu deuten (Fig. 7 links). Es folgt nämlich der Zusammenballung des Chromatins in der angegebenen Weise eine Lockerung unter gleichzeitiger beträchtlicher Größenzunahme der Zelle, ein Vorgang, der als die Wachstumsperiode bezeichnet wird und der ersten Reifeteilung vorausgeht.

Eine jede dieser Zellengruppen sehen wir umgeben von einer dünnen zelligen Hülle, der Cystenhülle, in welche Kerne anderer Struktur, die Cystenhüllkerne, eingebettet sind. Besonders deutlich fallen sie auf, wenn sich die Zellen einer Cyste in Teilung befinden; es pflegen dann allemal peripher einige Kerne aufzufallen, die die Teilung nicht mitmachen, eben die Cystenhüllkerne. Die Gesamtheit der im Querschnitt sichtbaren Spermatocysten läßt in der Richtung von der Ansatzstelle des Ausführungsganges zur gegenüberliegenden Follikelwandung einen deutlichen Entwicklungsabfall unter den Spermatocysten erkennen. Die dem Ausführungsgang benachbarten Cysten zeigen die größte Zahl von Spermatogonien, und ihre Kerne erweisen sich am weitesten fortgeschritten in der Vorbereitung zur ersten Reifeteilung. Nach der gegenüberliegenden Wandung zu nehmen die Cysten an Umfang ab, die Zahl der sie zusammensetzenden Zellen wird kleiner und ihre Kerne nähern sich dem Ruhestadium, als das wir die Anordnung des Chromatins in einem Kranz wandständiger Körnchen und einem centralen Nucleolus anzusehen haben (Fig. 7 rechts und oben).

Dem Ausführungsgange gegenüber, der Hodenwandung unmittelbar anliegend, ordnet sich der Inhalt zu einem für Lepidopterenhoden charakteristischen Bilde (Fig. 7): es liegt hier die Versonsche oder Apicalzelle mit dem sie umgebenden Kranze noch isolierter Spermatogonien. Es hat das Gebilde zuletzt von GRÜNBERG eine eingehende Behandlung erfahren, sodaß ihre Besprechung kurz gefaßt werden kann. Ein großer Kern, dessen Chromatin Neigung zu zentraler Konzentration zeigt, liegt inmitten eines großen hellen Plasmahofes (Fig. 7 *Az*).

Es sitzt dieser Plasmahof einer nach innen verdickten Stelle der Hülle auf. Dieses Gebilde wird umlagert von einem dichten Kranze von Spermatogonien, deren Kerne sämtlich die für ruhende Spermatogonien charakteristische Struktur zeigen und deren Plasmaleib — deutliche Zellgrenzen waren meist zu beobachten — zu einem auf den Kern der Apicalzelle gerichteten Plasmaschweif oder -kegel (Fig. 7 *Ps*) ausgezogen ist und mit seiner Spitze in deren Plasmaleib eindringt. Diesen sehen wir erfüllt von kleineren und größeren dunklen Körnchen und Kügelchen, die auch in den Plasmakegel der Spermatogonien eindringen und an dessen Basis, dem Spermatogonienkern unmittelbar aufliegend, sich in größerer Menge ansammeln können. Nach GRÜNBERGS eingehenden Untersuchungen stellt dies ganze Gebilde einen Ernährungsmechanismus dar. Und zwar soll die ernährende Tätigkeit der Apicalzelle eine doppelte sein: sie soll als Produkt ihres Stoffwechsels Nahrungssubstanzen direkt produzieren, also sezernierend tätig sein und andererseits Spermatogonien auflösen und zu Nährmaterial verarbeiten, also assimilatorisch wirken. Die letzte Ansicht stützt sich auf die Anwesenheit degenerierender Spermatogonien im Bereich der Apicalzelle. In dem in Fig. 7 dargestellten Querschnitt sind solche zufällig nicht zu sehen; sie gelangten aber sonst oft zur Beobachtung.

Die in unmittelbarer Nachbarschaft der Apicalzelle gelegenen Zellen sind als die jüngsten Spermatogonien anzusehen. Von hier aus als Centrum nimmt die Spermatocystenbildung ihren Ursprung, indem sich eine Urkeimzelle mit einer andern vereinigt, von denen dann die eine als Cystenzelle fungiert, die andre zur Stammzelle der folgenden, die Cyste füllenden Spermatogoniengenerationen wird. Daß Cystenzellen und Spermatogonien genetisch gleichwertig sind, daß beide Differenzierungen der Keimzellen nach zwei verschiedenen Richtungen darstellen, darüber sind sich die Autoren mit einziger Ausnahme SPICHARDTS einig. Es haben sich mit der Cystenbildung bei Arthropoden in erster Linie beschäftigt v. LA VALETTE ST. GEORGE, GILSON, DE BRUYNE und GRÜNBERG. Daß Cystenzellen und Keimzellen ursprünglich ein gleichartiges, undifferenziertes Zellenmaterial darstellen, ist zweifellos. Während später beide Zellenarten histologisch sich weit voneinander entfernen — die Cystenkerne werden heller und zeigen vereinzelte Chromatinkörnchen in diffuser Lagerung (Fig. 7 *Oyh*) — sind sie innerhalb der Sphäre der Apicalzelle ununterscheidbar. Es müßten andernfalls bereits hier zwei differente Arten von Kernen in ungefähr gleichen Mengenverhältnissen zu beobachten sein. Welcher Faktor darüber entscheidet, ob eine Keimzelle aus der Umgebung der

Apicalzelle zur Cystenhüllzelle oder zur Spermatogonie wird, darüber liegen keine sicher begründeten Angaben vor. Es ist vermutet worden, daß es verschieden reichliche Ernährung seitens der Apicalzelle ist, die die Entscheidung fällt. Dieser Vermutung mich anzuschließen, veranlaßt mich das in Fig. 7 abgebildete Präparat. Es stellt einen selten günstigen Fall dar, wie er mir in gleich wünschenswerter Weise kein zweites Mal zu Gesicht gekommen ist. Trotzdem glaube ich ihn zum Beweise nehmen zu dürfen für die im folgenden geschilderte Auffassung. Es fällt in Fig. 7 die Regelmäßigkeit auf, mit welcher sich die Keimzellen in doppelter Lage um die Apicalzelle gruppieren. Die Zellen des inneren Kranzes stehen durch ihre zu den erwähnten Plasmakegeln ausgezogenen Zelleiber in direkter Verbindung mit der Apicalzelle, und kleine Körnchen sehen wir diese Plasmastraße benutzen, um in die Keimzellen zu gelangen, nächst deren Kernen sie sich anhäufen. Von den Zellen der hinteren Lage bringt es keine einzige zu einer direkten plasmatischen Verbindung mit der Apicalzelle, weshalb sie als schlechter ernährt anzusehen sind, wie die Zellen des inneren Kranzes. Wie die Zellen paarweise, je eine besser ernährte und eine schlechter ernährte, hintereinander liegen, scheinen sie eine engere Beziehung eingehen zu wollen. Rechts von der Mitte tritt ein solches Zellpaar aus dem Kranze aus, die Nachbarn schließen die Lücke durch Zusammenneigen. Die beiden Kerne zeigen einen deutlichen Unterschied: der eine, zweifellos der der Apicalzelle benachbarte, ist chromatinreicher, sein Partner chromatinärmer; das Zellpaar ist wahrscheinlich im Begriffe, eine junge Cyste zu bilden, wie sie links davon in etwas fortgeschrittenerem Zustande zu sehen ist. Solche Unterschiede im Chromatingehalt der hintereinander liegenden Zellen sind öfter zu beobachten, z. B. ganz links in dem Zellkranz, wo ein zweites Paar zur Cystenbildung reif zu sein scheint. Und zwar ist allemal der innere, besser ernährte Kern der chromatinreichere — wie der Spermatogonienkern — der äußere schlechter ernährte der chromatinärmere — wie der Cystenhüllkern. Es scheint also der Grad der Ernährung über das Schicksal der Urkeimzellen zu entscheiden: nur die in unmittelbarer Nachbarschaft der Apicalzelle besser ernährten dürften zu Spermatogonien werden; die übrigen, mangelhaft ernährten dagegen zu Cystenhüllzellen.

Wir gehen zur Beschreibung des Genitalorgans des weiblichen Rüpchens der zweiten Larvenperiode über. Fig. 9 gibt einen Längsschnitt durch die Anlage der zweiten Eiröhre wieder, wie Querschnitte durch das Genitalsegment ihn zeigen. Die Vergrößerung ist dieselbe wie in Fig. 7, so daß ein Vergleich der Fig. 7 und 9 in jeder Beziehung

ein gutes Bild von dem Unterschiede der Geschlechter auf diesem Stadium gibt. Es stellt das Ovarium ein abgeflachtes, etwa sektorförmiges Gebilde dar, das durch drei flache, zur Ansatzstelle des Ausführungsganges hin konvergierende Furchen äußerlich in vier Abschnitte gegliedert wird. Wie beim Hoden entspricht dem eine innere Gliederung: drei Septen trennen vier kurze schlauchförmige Hohlräume, die Anlagen der Eiröhren.

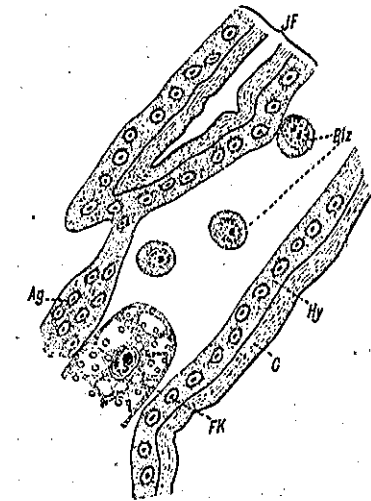
Die Wandung der Ovarialanlage gleicht nach Zahl und Charakter der Hüllen völlig der des Hodens. Eine äußere bindegewebige Hülle (Fig. 9 *H*) besteht aus einer meist einfachen Schicht Zellen mit vacuolenreichem Plasma und ovalen Kernen. Auf ihrer inneren Oberfläche weist die Hülle einen besonders starken, lichtbrechenden Kontur auf, den Ausdruck der Tunica propria. Die die Eiröhren trennenden Septen konvergieren zum Ausführungsgange hin. Auch in Fig. 9 ist die Orientierung des Organs im Raupenkörper eingetragen. Es bilden die beiden Ovarialanlagen einen stumpfen Winkel, dessen Scheitel zum Rückengefäß hingewandt ist.

Die Kommunikation zwischen Genitaldrüse und Gang weicht erheblich von der beim Männchen ab. Es verbreitert sich der drehrunde Gang am vorderen Ende (Fig. 9 *A*_g); dieses verbreiterte Ende wird von den hineinschneidenden Septen in vier Zellpfropfen zerlegt, welche ihrerseits in die Eiröhrenanlagen hineinragen und deren Verschluss bewirken. Es reichen diese Zellpfropfen, wie Fig. 9 zeigt, ziemlich tief in die Eiröhrenanlagen hinein. Die sie zusammensetzenden Zellen sehen aus wie gestaut, indem sie scheibenförmig übereinandergelagert und teilweise durch dünne strukturlose Lamellen, Derivate der den Ausführungsgang äußerlich überziehenden Hüllmembran, getrennt sind, wodurch im ganzen der Eindruck eines geschichteten Zellpfropfes hervorgerufen wird. Die bindegewebige Hülle der Eiröhre keilt um den Gang herum frei aus.

Das infolge des Hineinragens des Gangendes eingengte Lumen der Eiröhrenanlagen füllt die Masse der Oogonien aus (Fig. 9 *O*_g). Es sind große, wenn isoliert liegend, abgerundete Zellen mit großem hellem Kern von ganz ähnlicher Struktur wie die Spermatogonien. Teilungsstadien der Oogonien sind nur selten wahrzunehmen, es scheint ihre Vermehrung recht langsam vor sich zu gehen. Am hinteren Ende der Eiröhre sehen wir mehrere Oogonien in Degeneration: in der einen hat sich Chromatin peripher in einem Kranze kleiner Körnchen ausgebreitet; eine andre zeigt es zu einem centralen Klumpen konzentriert (Fig. 9 *O*_g'). Daneben finden sich Reste schon zerfallener Oogonien.

Die Ursache dieser Erscheinung ist dieselbe wie beim Hoden: es handelt sich um Oogonien, die unter dem Einfluß der Apicalzelle einer Auflösung unterliegen, um als Nährmaterial für die übrigen Oogonien Verwendung zu finden. Analog den Verhältnissen im Hoden findet sich im blinden Ende einer jeden Eiröhre die Apicalzelle in Gestalt einer Zelle mit großem, unregelmäßig konturiertem Plasmaleib. Es fehlt dagegen jenes für den Hoden so charakteristische Bild einer dichten Umlagerung der Apicalzelle durch die Keimzellen, deren Plasmaleiber, zu Kegeln ausgezogen, radiär auf die Apicalzelle zu gerichtet sind. GRÜNBERG hält die Apicalzelle des Ovariums für funktionslos. Dafür spricht die Gleichgültigkeit der Oogonien der Apicalzelle gegenüber, zu der in Beziehung zu treten sie sich in keiner Weise bemühen; wenn man das Fehlen der Plasmaschweife so auffassen will. Daß sie aber trotzdem assimilierend und damit ernährend tätig ist, geht aus der Anwesenheit zerfallener Oogonien in ihrer unmittelbaren Umgebung hervor (Fig. 9 Og'). Das Fehlen jenes Gedränges um die Apicalzelle, wie es im Hoden stattfindet, scheint in der geringeren Zahl der Keimzellen eine ausreichende Erklärung zu finden.

Der Ausführungsgang zeigt in Struktur und Verlauf völlige Übereinstimmung mit dem des Männchens. Meist etwas stärker im Querschnitt wie dort, durchsetzt er in halber Körperhöhe das sechste und siebente Abdominalsegment, um sich in der beim Männchen geschilderten Weise um einen dorsalen Tracheenast des achten Stigmas (im siebenten Abdominalsegment gelegen) herumzuschwingen und zur ventralen Mittellinie sich hinzuwenden. Hier gewinnt er Anschluß an die Hypodermis der Intersegmentalfalte zwischen siebentem und achtem Abdominalsegment. Textfig. VI gibt die Ansatzstelle im Schnitt wieder. Es ist ein Stück der ventralen Bauchwand und die Intersegmentalfalte *IF* angeschnitten. Von links tritt das

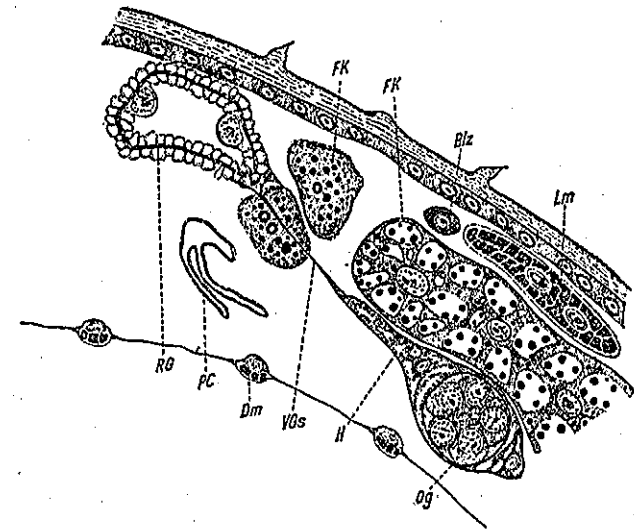


Textfig. VI.

Ende des soliden Gangstranges heran, um sich ununterbrochen in die Hypodermis der Intersegmentalfalte fortzusetzen. Eine Grenze zwischen dem mesodermalen Gang und der ectodermalen Hypodermis

war nicht zu beobachten. In gleicher Weise beschreibt VERNON Verlauf und Endigung des Ovarialausführungsganges bei *Bombyx*. Etwas den Terminalampullen des männlichen Geschlechts Vergleichbares wird beim Weibchen vermißt.

An der Suspension der Genitalorgane in der Leibeshöhle beteiligen sich Tracheensystem, Fettkörpergewebe und Rückengefäß. Die Bedeutung der letztgenannten Verbindung ist vielfach diskutiert, und es sind eine ganze Reihe von Ansichten geäußert, die BRANDT einer zusammenfassenden kritischen Darstellung unterzieht. Veranlassung zu diesem Meinungsstreit gab eine Behauptung J. MÜLLERS, der in den verbindenden Gewebssträngen Blutgefäße sehen wollte und einen



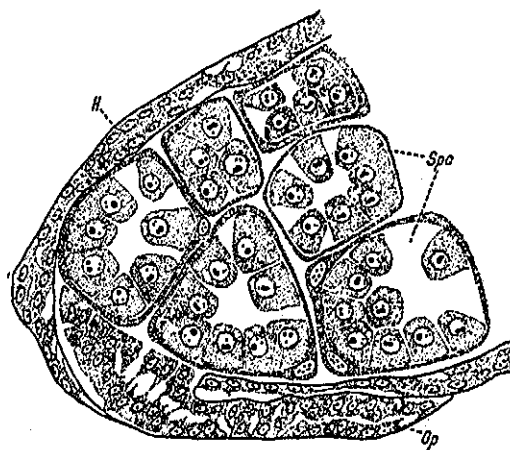
Textfig. VII.

direkten Übertritt von Blut in die Geschlechtsorgane annahm. Wir wissen längst, daß hiervon keine Rede sein kann, daß es sich vielmehr um solide Gewebsfasern handelt, die die Suspension der Genitalorgane unterstützen. Da auf einem der Querschnitte die Art der Verbindung des peripheren Randes der bindegewebigen Hülle mit dem Dorsalgefäß gut zur Anschauung kam, ist sie in Textfig. VII wiedergegeben.

Die weitere Entwicklung des larvalen Hodens.

Während der dritten und vierten Larvenperiode erfährt der Hoden nur geringfügige Veränderungen. Sie bestehen ausschließlich in der weiteren Ausgestaltung der schon während der zweiten Larven-

periode vorhandenen morphologischen und histologischen Eigentümlichkeiten. Bei entsprechender Größenzunahme wird die Zweischichtigkeit der Wandung deutlicher; innerhalb der Gangplatte, die nach Lage und Gestalt die gleiche geblieben ist, beginnen sich die Zellen zu einer doppelten Schicht anzuordnen, der ersten Andeutung des sich bildenden Lumens. Auch im Ausführungsgang ordnen sich die Zellen peripher an, die Folge ist die Entstehung eines centralen Kanales. All diese Prozesse erreichen erst auf dem fünften letzten Larvenstadium einen gewissen Abschluß, weshalb sie hier nur kurz Erwähnung finden. Im Inneren beginnt im vorderen reifsten Teil der Follikel die eigentliche Spermio-genese, die Umbildung der Spermatiden zu den Spermatozoen. In Fig. 10 ist ein Querschnitt



Textfig. VIII.

durch einen Hoden dieser Periode an der Grenze zweier Follikel wiedergegeben, in Textfig. VIII ein Teil eines solchen median durch einen Follikel, beide demselben Objekte entnommen. Die ausführliche Wiedergabe dieser Schnitte verfolgt, neben der Darstellung der Gangplatte, einen besonderen Zweck. Es entstammt dieser Hoden einer Raupe, die stark mit *Microgaster*larven infiziert war. Eine solche Infektion bedeutet eine beträchtliche Entwicklungshemmung für alle inneren Organe, besonders für die Geschlechtsorgane. Bekanntlich bringt es keine mit *Microgaster* infizierte Raupe zur Puppe; die erwachsenen Parasitenlarven brechen durch die Körperwand der Raupe hindurch, und das bedeutet ihren Tod. Infolge des durch die schwarzrotzenden Parasitenlarven bedingten Nahrungsmangels nähern sich die Spermato-cysten einem vorzeitigen Ruhe- und Endstadium ihrer Entwicklung, das die meisten schon erreicht haben; ein Stadium, charakterisiert durch die Konzentration des Chromatins in einer oder zwei Chromatinkugeln in dem sonst völlig klaren, runden Kern. Als Beispiel eines zweifellos durch Nahrungsmangel erzwungenen Ruhestadiums schien mir dieser Fall nicht ohne Interesse, womit seine Wiedergabe

gerechtfertigt sei. Vielleicht wäre ein Studium der Genitalorganentwicklung unter dem Einfluß der Infektion an sich keine undankbare Aufgabe. (Die abgeflachte Gestalt des Hodens ist als hervorgerufen durch Schrumpfung bei der Konservierung, ermöglicht durch die weniger pralle Füllung der Follikel, anzusehen.)

Das fünfte Larvenstadium stellt die vollerwachsene Raupe dar. Bei ihr stellt der Hoden jederseits ein intensiv rotviolett gefärbtes, im Längsschnitt (Textfig. IX) nierenförmiges, im Querschnitt (Textfig. X, XI) walzenrundes Körperchen dar. Auch hier ist die Vierfächerigkeit in Gestalt dreier Querschnitte äußerlich sichtbar. (Siehe *HEROLD* Taf. V, Fig. 11). Die einleitend beschriebene Art der Präparation — Eröffnung der Raupe in der ventralen Mittellinie und Abheben des Darmes — bringt die Hoden in situ zur Anschauung. Sie liegen, einander bis zur Berührung genähert, unmittelbar unter dem Rückengefäß. Schon das lebende Objekt läßt die Doppelschichtigkeit der Wandung erkennen. Eine äußere, dickere, glasig durchscheinende Hülle umgibt den Hoden glatt und folgt den Unebenheiten seiner Oberfläche, den follikeltrennenden Furchen, nur unvollkommen. An den beiden Enden ist sie häufig zu einem zapfenförmigen Fortsatz ausgezogen. Darunter liegt eine innere Hülle, der Träger der violetten Färbung. Die äußere Hülle bilden, wie das Schnittpräparat (Fig. 11, Textfig. 12) zeigt, große, unregelmäßig begrenzte, typische Zellen, die sich zu einer dichten Hülle von zwei bis drei Zelllagen Dicke zusammenfügen. Die innere Hülle, etwas schwächer wie die äußere, besteht aus ähnlich gestalteten Zellen. Nach der Berührungsfläche beider Hüllen hin flachen sich ihre Zellen tangential ab. Die Zellen der inneren Hülle sind mehr oder weniger isoliert (Fig. 11 *Hi*), sie stehen nur durch Plasmabrücken in Verbindung, so daß ein System feiner kommunizierender Spalträume die innere Hülle durchsetzt. Ihr auffälligster Charakter aber ist ihre im Leben tiefrot violette, im Präparate (nach Konservierung in *HERMANN*scher Lösung) gelbbraune Färbung, die von einer dichten Erfüllung ihrer Zellen mit kleinen Pigmentkörnchen herrührt. Daneben finden sich in reichlicher Menge Fetttröpfchen, herrührt. Daneben finden sich in reichlicher Menge Fetttröpfchen, hervorgehoben durch die durch die Osmiumsäure hervorgerufenen Schwarzfärbung. All das zeigt Fig. 11, ein Stück eines Querschnittes durch die Hülle darstellend.

Welches ist nun die Bedeutung dieser eigenartigen Ausgestaltung der Hodenwandung? Wir sind gewohnt, Fett als Reservestoff anzusehen. Die innere Hülle scheint also reservestoffhaltig zu sein. Das klingt etwas unwahrscheinlich; denn es ist nicht ohne weiteres einzu-

sehen, woher die innere Hülle diese Reservestoffe bezieht. Grenzt sie doch nach innen an die Masse der sich lebhaft entwickelnden und zweifellos stark nahrungsbedürftigen Keimzellen, und von außen her ist sie von der dichten äußeren Hülle umgeben. Es findet diese Schwierigkeit in folgender Beobachtung (Fig. 11) ihre Lösung. Von den flachen Zellen an der Grenze beider Hüllen sieht man hier und da in mäßigem Abstände eine sich erheben, in Gestalt eines Zapfens durch die Hülle bis zur Außenfläche sich fortsetzen und hier sich pilzschirmartig ausbreiten (Fig. 11 *Stz*). Bei nicht zu stark tingierten Schnitten fallen diese Zellen — sie sollen Stielzellen oder Verbindungszellen heißen — durch ihr dunkleres Plasma sofort auf. Es kann kaum zweifelhaft sein, daß diese Zellen die Aufgabe haben, die innere Hülle mit der Oberfläche in Berührung zu bringen, und daß sie dem Nahrungstransport zur inneren Hülle hin dienen. Fig. 12 zeigt die gleiche Erscheinung für ein jüngeres Stadium (3. Larvenperiode) und eine andre Form (*Vanessa io*). Es bietet diese Beobachtung eine ungezwungene Erklärung der Möglichkeit einer Ablagerung von Reservestoffen in der inneren Hülle. Es bliebe nur die Frage zu erörtern, welchem Zweck dieser Vorgang dient. Da liegt nun die Vermutung nahe, daß es sich um eine Ansammlung von Nährmaterial handelt, das nicht von der inneren Hülle selbst verbraucht wird, sondern an die Keimzellmasse weitergegeben wird; mit andern Worten: um eine Beteiligung der inneren Hülle an der Ernährung der Keimzellen.

Eine solch ernährende Funktion der Hodenhüllen wurde schon von GRÜNBERG aus verschiedenen Gründen angenommen. Er konnte beobachten, daß die Apicalzelle einer verdickten Stelle der Wandung aufsitzt, eine Tatsache, die auch meine Präparate (Fig. 7) zeigen. Er deutet diese Beobachtung so, daß es für die Apicalzelle von Bedeutung ist, bei ihrem Vordringen in das Follikellumen mit der Hülle in Verbindung zu bleiben. Es soll sich die Hülle indirekt, durch Vermittlung der Apicalzelle, an der Ernährung der Keimzellen beteiligen, indem sie aktiv oder passiv Nährsubstanzen in flüssiger Form an die Apicalzelle abgibt, die sie weiterhin den Keimzellen zugute kommen läßt. Dieser Auffassung steht ungünstig gegenüber die von GRÜNBERG ebenfalls beobachtete Tatsache, daß jene Einstülpung der Hülle, die die Verbindung mit der ins Follikellumen vorrückenden Apicalzelle herstellt, sehr bald wieder schwindet, und zwar offenbar längst ehe die Apicalzelle den Höhepunkt ihrer Tätigkeit erreicht hat. Diente jene Verbindung der Nahrungszufuhr, so müßte sie doch gerade dann vorhanden sein, wenn die Apicalzelle am intensivsten ernährend tätig ist,

im letzten Larvenstadium. Aus ihrem frühzeitigen Schwinden aber scheint hervorzugehen, daß sie nur den Zweck hat, die Apicalzelle ins Follikellumen hineinzuschieben. Es ist auch garnicht einzusehen, welche Kraft die Apicalzelle befähigen sollte, entgegen dem Gedränge der sie umlagernden Keimzellen ins Innere vorzudringen. Ist das erreicht, kann die Apicalzelle allseitig von den Spermatogonien in Angriff genommen werden, so schwindet jene Einstülpung der Hülle wieder.

Demgegenüber spricht für eine selbständige und überall gleichmäßige ernährende Tätigkeit der inneren Hülle folgendes: Von einer das Follikellumen füllenden Grundsubstanz ist anfangs (Fig. 7) nur wenig zu sehen; die Cysten liegen dicht gedrängt und lassen nur wenig Zwischenraum frei. Später nimmt diese Grundmasse erheblich zu, so daß namentlich die älteren Cysten frei und isoliert darin zu schwimmen scheinen. In diesen älteren Cysten gehen umständliche Entwicklungsprozesse, vor allem die eigentliche Spermiogenese, vor sich. Es ist nicht anzunehmen, daß die Keimzellen während dieser ganzen Zeit nicht mehr nahrungsbedürftig sein sollten, zumal die Grundsubstanz während der Weiterentwicklung bis zum Imaginalstadium an Menge wieder erheblich abnimmt. Nahrung können sie aber nur beziehen aus dem sie umgebenden Medium. Das spricht dafür, daß die Grundsubstanz im wesentlichen aus Nahrungsstoffen in flüssiger Form besteht, ausgeschieden von der inneren Hülle. Unterstützt wird diese Auffassung durch die gelegentliche Beobachtung eines Saumes feiner Tröpfchen, der die Innenseite der Hülle begleitet und der die Grundsubstanz im Moment der Secretion darstellt.

Mit der Annahme einer ernährenden Funktion der inneren Hülle vertragen sich durchaus ihre übrigen Eigentümlichkeiten und ihr weiteres Schicksal. Die Kerne der sie bildenden Zellen zeigen eine gleichmäßig diffuse Verteilung ihres Chromatins, wie es oft bei secretorisch tätigen Zellen zu beobachten ist (Fig. 11 *Ht*). Wichtig ist ferner der Schwund der Hüllensubstanz. In der vollentwickelten Raupe und der jungen Puppe, der Zeit der intensivsten Bildungsvorgänge innerhalb des Hodens, ist die innere Hülle am dicksten. Auf späteren Puppenstadien nimmt sie an Stärke ab; im Hoden der Imago ist sie zu einem unscheinbaren inneren Belag der äußeren Hülle reduziert. Die Septen, Bildungen der inneren Hülle, nehmen ebenfalls Teil an deren Funktion. Von beiden Seiten von Keimzellen belagert, sind sie offenbar besonders stark in Anspruch genommen. Dem entspricht ihr Schicksal: im Hoden der Imago sind sie zu unbedeutenden Gewebe-

resten, die nur von den durchziehenden Tracheen zusammengehalten werden, zusammengeschrumpft.

Zunahme der die Spermatozysten einbettenden Hodengrundsubstanz, für die eine andre Herkunft nicht auszumachen ist, einerseits, Schwund ihrer Substanz verbunden mit dem Auftreten von Zerfallserscheinungen andererseits, sprechen für die ernährende Tätigkeit der inneren Hülle. Von solchen Zerfalls- oder Degenerationserscheinungen in der inneren Hülle spricht auch GRÜNBERG. »Auch bei *Pieris* gehen in der inneren Schicht der Hodenhülle Veränderungen vor, welche degenerativen Charakter tragen. Schon bei halberwachsenen Raupen erscheint das Plasma der betreffenden Hüllenschicht auffallend dunkel gefärbt und ganz von schwarzen Körnern durchsetzt. Bei Puppen und ausgeschlüpften Faltern ist die innere Hüllenschicht in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig schwarz gefärbt. Da die äußere Schicht der Hülle immer normal bleibt, so sind die eben beschriebenen Vorgänge auch hier wieder auf eine Abgabe von Material an die Keimelemente zurückzuführen.« Als degenerativen Vorgang deutet GRÜNBERG also auch die bisher nur kurz erwähnte und in ihrer Bedeutung noch gar nicht gewürdigte Pigmentbildung. Daß es sich bei der Erfüllung der Zellen der inneren Hülle »mit schwarzen Körnern« um die Bildung des Pigmentes handelt, das die am frischen Objekt so auffällige Färbung des Hodens bedingt, scheint GRÜNBERG entgangen zu sein. Trotzdem kann er mit der Deutung dieser Körnchenbildung als eines degenerativen Vorganges Recht behalten. Wenn es auch nicht angebracht ist, jede Pigmentbildung a priori als Zeichen von Degeneration zu deuten, so sind doch Fälle genug bekannt, in denen Pigment Hand in Hand mit einem regressiv metamorphosierten Stoffwechsel auftritt. Es sei nur erinnert an die Bildung des Luteins im Corpus luteum; bei Amphibien-eiern, die nach erlangter Reife nicht zur Ablage gelangen, soll im Ooplasma nach RUGE Pigment auftreten; oder aber das Pigment kann auch einfach ein Stoffwechselprodukt sein, das die innere Hülle zu exzernieren keine Gelegenheit hat und das daher in Körnchenform im Plasma niedergeschlagen wird. Denn zweifellos besteht die Tätigkeit der inneren Hülle nicht einfach in einer Leitung der den Hoden umspülenden Flüssigkeit zu den Keimzellen hin, sondern sie ist assimilierend tätig. Auch dafür, daß Stoffwechselprodukte, d. h. Excretionsprodukte an der Bildung lebhafter Farben im Organismus beteiligt sind, lassen sich Beispiele anführen. So ist HOPKINS der Nachweis von Harnsäure und deren Derivaten in den weißen und gelben Farben der Pieriden gelungen.

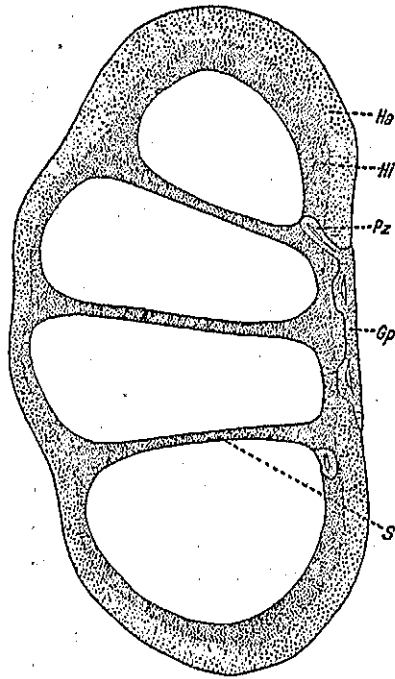
Andererseits ist schwer eine Erklärung zu finden für die Bedeutung der grellen Färbung des Hodens vieler Hexapoden. So ist der von *Pieris* tiefrot violett, von *Vanessa io* braungelb, von *Vanessa polychloros* Zitronengelb, bei *Ocneria dispar* fleischrot; *Decticus verrucivorus* hat einen orangegefärbten, *Locusta viridissima* einen gelbgrünen, *Chrysopa vulgaris* einen hochgelben Hoden.

Zugunsten der gegebenen Erklärung spricht noch folgende Tatsache: bei Raupen, die mit *Microgaster*-Larven infiziert sind, unterbleibt die Färbung und Pigmentbildung des Hodens. Er färbt sich in diesem Falle, ganz abgesehen von der erheblich geringeren Größe, höchstens schwach rosa. Zurückzuführen sind beide Erscheinungen auf die durch die Infektion bedingte Unterernährung des Organs.

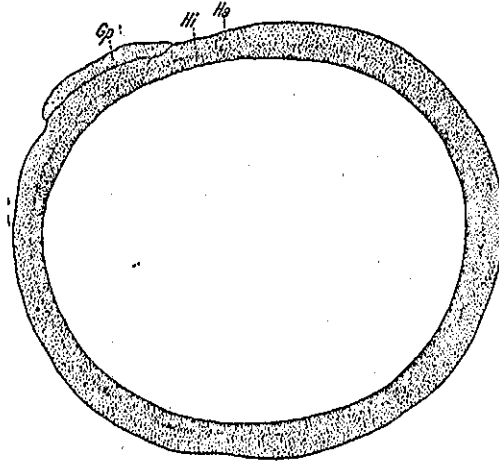
Es ist noch ein Blick zu werfen auf die Entstehung der inneren Hülle. Ursprünglich ist die Hodenwandung in ihrer ganzen Dicke gleichförmig (Fig. 7). Später nimmt das Plasma einzelner Zellen auf der Innenseite der Hülle einen dunkleren Ton an. Indem sich mit zunehmender Wandstärke die Zahl dieser Zellen vermehrt, schließen sie zu einer kontinuierlichen Zellschicht zusammen. Damit ist die innere Hülle im Prinzip fertig. Es bedarf dieser einfache Vorgang keiner bildlichen Darstellung.

Es ließe sich die Frage aufwerfen, ob mit der Anerkennung der ernährenden Tätigkeit der inneren Hülle nicht die Funktion der Apicalzelle überflüssig und damit angefochten wird. Das ist durchaus nicht erforderlich. Wir wissen nicht, ob die Apicalzelle nicht irgendwelche besonderen Aufgaben hat im Ernährungsprozeß der Keimzellen. Die Frage wäre zu erörtern, wenn es gelingt, mikrochemischphysiologisch oder mechanisch, durch Entfernung der Apicalzelle, in den Hoden einzudringen. Eins aber wissen wir: die Apicalzelle sorgt für die Entwicklungsdifferenz unter den Keimzellen. Ursprünglich, bei ihrer Anlage sind die Keimzellen gleichartig. Im jungen Räupchen bilden Spermato gonien und Oogonien eine gleichförmige Zellenmasse. Schon die zweite Larvenperiode zeigt Unterschiede: während ein Teil der Keimzellen bereits Cysten gebildet hat und das Synapsis stadium durchmacht, befinden sich andre, noch isoliert, in der Umgebung der Apicalzelle, die ihre Tätigkeit bereits aufgenommen hat. In der jungen Puppe ist der Entwicklungsabfall noch eklatanter: von bereits reifen Spermatozoenbündeln in der Nähe des Ausführungsganges besteht durch die Länge des Follikels hindurch eine kontinuierliche Reihenfolge von Entwicklungsstufen bis zu den isolierten Spermato gonien rings um die Apicalzelle, die den Höhepunkt ihrer Tätigkeit erreicht

hat. Der Ausgangspunkt dieser Entwicklungsdifferenzierung ist die Apicalzelle selbst. Da sie offenbar gleichzeitig immer nur einen Teil der vorhandenen Spermatogonien ernähren kann, bekommen diese einen Entwicklungsvorsprung vor ihren Geschwistern, die dann später deren Platz einnehmen. Der Sinn dieser Einrichtung ist unschwer einzusehen. Ohne den retardierenden Einfluß der Apicalzelle, deren Ernährung die Keimzellen trotz innerer Hülle offenbar nicht entbehren können, würden sich die Keimzellen gleichzeitig entwickeln und zur Reife kommen; das würde zur Folge haben einen einmaligen heftigen, aber kurz andauernden Erguß von Spermatozoen, deren Menge in Anbetracht des beschränkten Raumes der Keimdrüse nicht sehr groß sein könnte. So aber ist ein kontinuierlich fließender Strom von Keimzellen gewährleistet. Die Apikalzelle hatten wir auch verantwortlich machen können für die Sonderung der Cystenzellen von fertilen Keimzellen. So scheint es, als ob sie die Rolle eines Regulators



Textfig. IX.

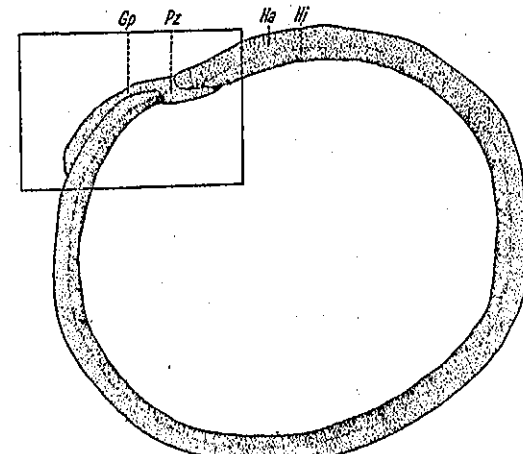


Textfig. X.

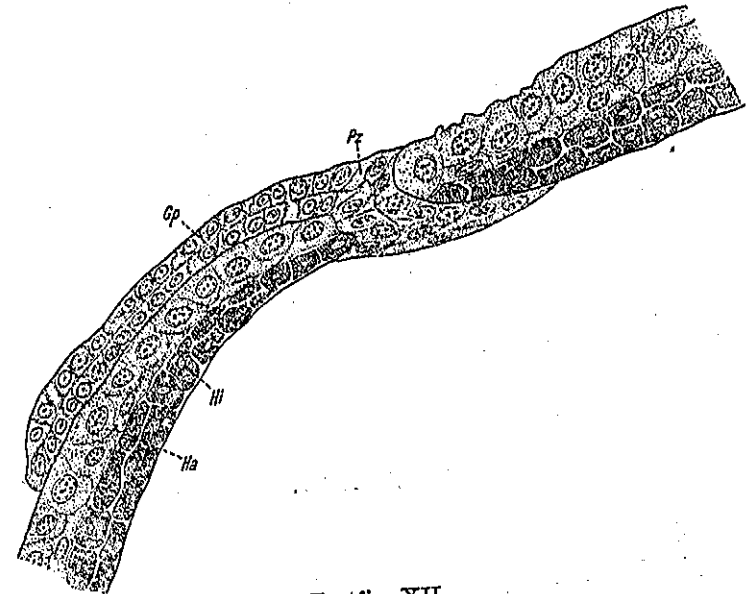
in der Entwicklung des Hodeninhalts spielte, die sich mit ihrer ernährenden Funktion ganz gut verträgt und die die innere Hülle zu übernehmen kaum imstande wäre.

Die Gangplatte hat mit dem Wachstum des Hodens nicht Schritt gehalten. Während sie früher fast ein Viertel der Peripherie bedeckte, nämlich den medioventralen Quadranten (Fig. 7), nimmt sie jetzt nur

noch einen kleinen Teil des Umfanges ein. Textfig. X und XI zeigen zwei Querschnitte durch den Hoden der vollgewachsenen Raupe, X in der Nähe eines Septums, XI mitten durch den Follikel. Textfig. XI



Textfig. XI.



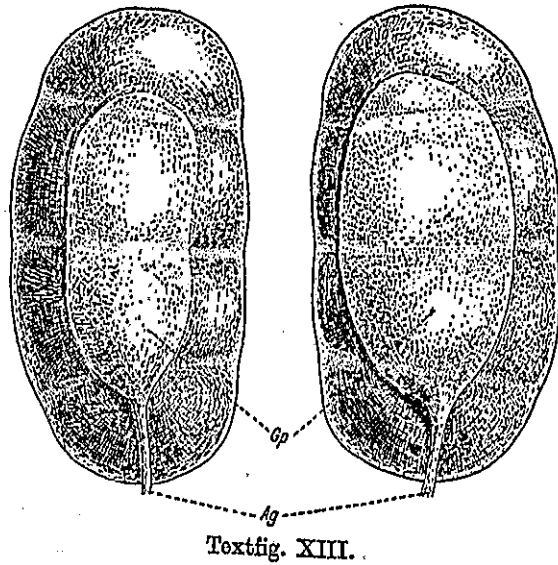
Textfig. XII.

ist vergleichbar Fig. 7. Gangplatte nebst Perforationszapfen — wie die vier Zapfen am Innenrande der Gangplatte, die die Hülle durchsetzen und die Verbindung mit dem Follikellumen herstellen, heißen mögen — Hülle und Inhalt sind hier stärker voneinander abgesetzt

wie früher. Den in Fig. XI bezeichneten Ausschnitt gibt Textfig. XII vergrößert wieder. Noch ist der Verschuß der Follikel völlig dicht. Eine durch Zapfen und Platte verlaufende schwarze Linie, die zwei wandständige Epithelien scheidet, läßt aber die Ausbildung eines centralen Lumens als nahe bevorstehend erkennen. Textfig. IX gibt einen Längsschnitt durch einen Hoden einer erwachsenen Raupe. Hier ist das Lumen in Gangplatte und Zapfen schon ausgebildet. Der Zapfen des vorderen (in der Figur oberen) Follikels ist in seiner ganzen Länge getroffen; von den beiden mittleren nur die Basis; vom hinteren nur die Spitze. Der Ausführungsgang ist bereits in seiner ganzen Länge kanalisiert.

Ausbildung des definitiven geschlechtsreifen Hodens.

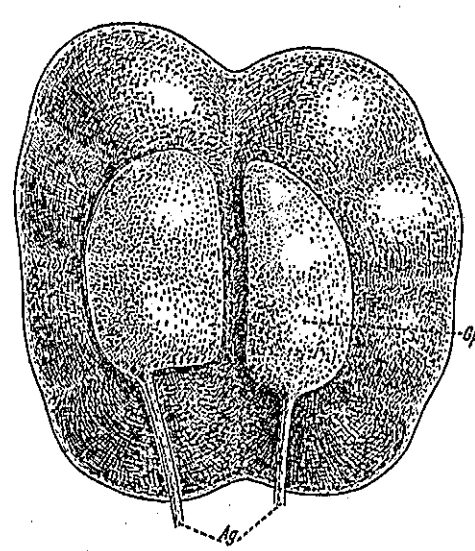
Während der Verpuppung der Raupe, die gewöhnlich Tage in Anspruch nimmt, geht die Verwachsung der bisher getrennten Hoden zu einem unpaaren Gebilde vor sich. Schon während des Raupenlebens



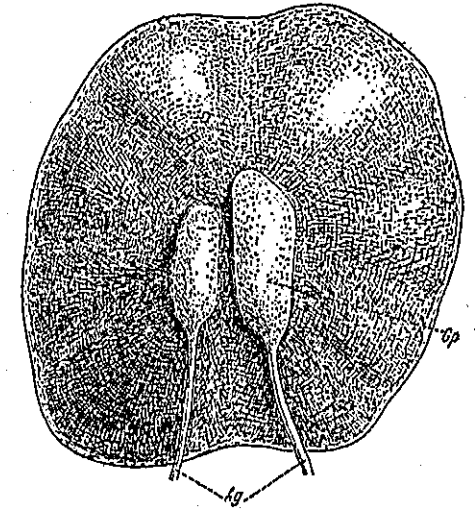
Textfig. XIII.

hat eine kontinuierliche Annäherung der beiden Hoden von einem Abstand im jungen Räumchen (Fig. 1) bis zu unmittelbarer Berührung in der erwachsenen Raupe (HEROLD, Taf. VIII) stattgefunden. [Die Berührung führt zu einer kontinuierlich engeren Verwachsung bis zur Bildung eines völlig einheitlichen, kugelrunden Organes. HEROLD gibt den äußeren Vorgang der Verwachsung bildlich und wörtlich in zutreffender Weise wieder Textfig. XIII—XVII stellen den Vorgang

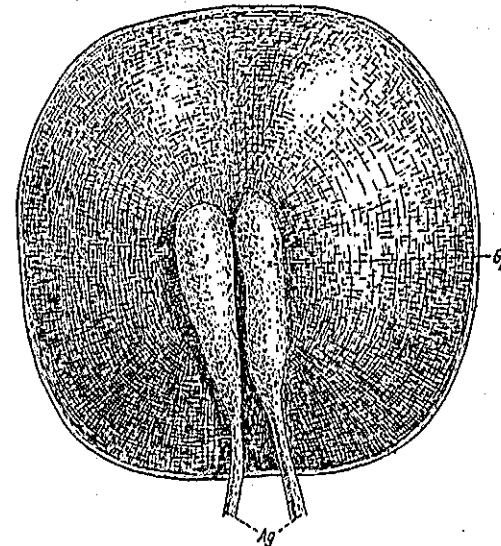
noch einmal für *Vanessa io* dar, um das Verhalten der Gangplatten während des Verwachsungsprozesses und deren definitive Ausbildung



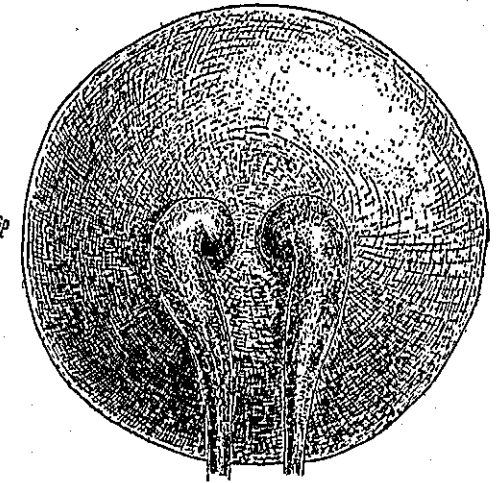
Textfig. XIV.



Textfig. XV.



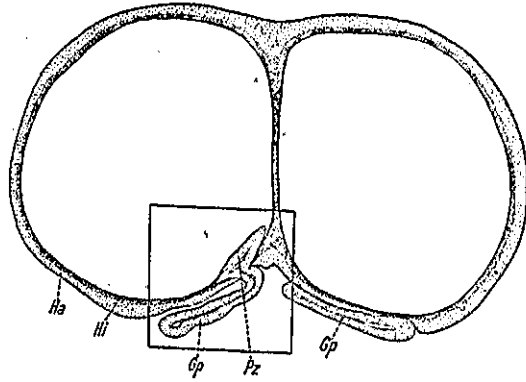
Textfig. XVI.



Textfig. XVII.

zu zeigen. *Vanessa io* wurde zur Darstellung gewählt, weil deren Gangplatten breiter sind, wie die von *Pieris* und sich stärker vom Hoden abheben. Im übrigen ist der Vorgang durchaus der gleiche.

Textfig. XIII zeigt die beiden Hoden einer erwachsenen Raupe von *Vanessa io* von der Ventralseite mit den aufliegenden Gangplatten, die nach hinten sich in die Ausführungsgänge fortsetzen. Die Gangplatten liegen noch ganz flach und ohne Lumen dem Hoden auf. In Textfig. XIV, einer in Verpuppung begriffenen Raupe entnommen, ist die Verschmelzung der Hoden eingetreten. Es zeigt das einheitliche Organ aber noch deutlich seine Entstehung aus zwei Hälften mit je vier Follikeln. Die Gangplatten zeigen eine geringe Abnahme ihres Umfangs entsprechend einer Zunahme ihrer Dicke, hervorgerufen durch das sich bildende Lumen. Textfig. XVIII gibt einen Querschnitt dieses selben

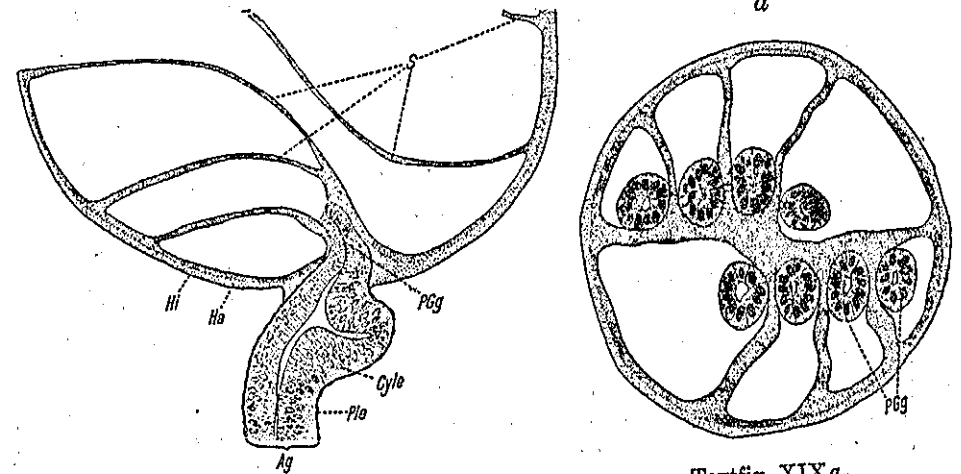


Textfig. XVIII.

Objektes wieder, der das Lumen in der Gangplatte zeigt. Mit zunehmendem Alter der Puppe verstreichen die oberflächlichen Furchen, die Zeichen der ehemaligen Gliederung des Hodens, immer mehr; es nähert sich das Organ der Form der völlig ungegliederten Kugel, wie es Textfig. XVII darstellt. Aus der Gangplatte mit der doppelten Zellschicht wird durch Abheben von der Hodenwandung — schon Textfig. XVIII links zu sehen — allmählich eine keulenförmige Blase. Mit der Vergrößerung ihres Lumens geht Hand in Hand eine Abnahme ihres Umfangs (Textfig. XV, XVI). Mit der Formveränderung der Follikel im Gefolge der Verschmelzung ist verbunden ein Zusammenrücken ihrer Öffnungen, d. h. der Perforationszapfen in den Mittelpunkt der Ventralseite der Hodenkugel. Dadurch kommen die vier Follikelöffnungen jeder Seite an die Spitze des aus der Gangplatte entstandenen kolbenförmigen Bläschens zu liegen, das sich nun auch mit seinem hinteren Ende von der Hodenwandung erheben kann und kontinuierlich in den sich verdickenden Ausführungsgang übergeht. Am geschlechtsreifen Hoden der Imago ist die ehemalige Gangplatte nur noch als schwache vordere Erweiterung des Ausführungsganges kenntlich.

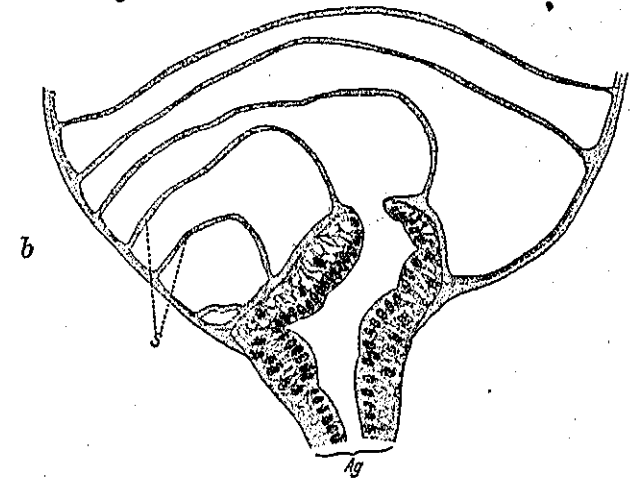
Den in Textfig. XVIII bezeichneten Ausschnitt stellt Fig. 13 vergrößert dar. Die Gangplatte hat sich bereits von der Unterlage der Hodenwandung abgehoben; sie ist deutlich zweischichtig und in der

Bildung eines Lumens begriffen. Ihr innerer Rand setzt sich fort in den Perforationszapfen, der die Wandung durchbricht. Das in das Follikellumen eingedrungene Ende des Perforationszapfens hat ebenfalls ein Lumen ausgebildet, das aber noch nicht mit dem Follikellumen



Textfig. XIX.

Textfig. XIX a.

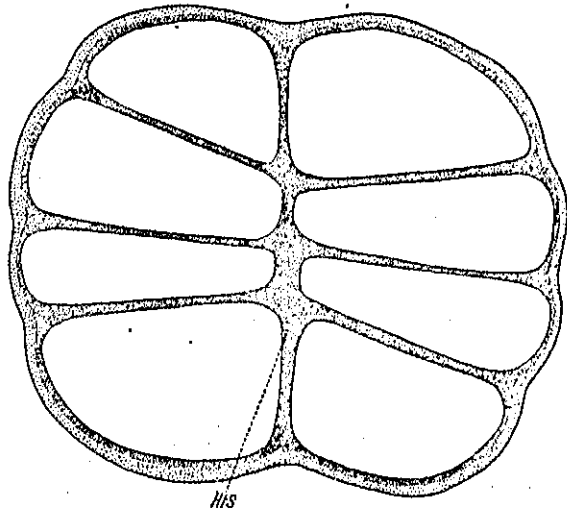


Textfig. XIX b.

kommuniziert. Beide Lumina sind vorläufig noch durch die Spitzenwandung des Zapfens getrennt. Indem sich nun die Wandung der hohlen Zapfenspitze der Innenwandung anlegt und auf ihr ausbreitet, reißt sie an der Spitze ein. Damit ist die Kommunikation des Follikellumens und des Ganglumens hergestellt, und die Spermatozoen können sich durch das Zapfensende wie durch einen kleinen Trichter in den

Gang ergießen. Textfig. XIX zeigt einen Teil eines Sagittalschnittes durch den Hoden einer dem Ausschlüpfen nahen Puppe von *Vanessa io*. Von einem Follikel ist das hintere Ende mit dem hineinragenden Teilgange, dem Derivat des Perforationszapfens, median getroffen. Der Zapfen ist an der Spitze noch geschlossen; seine Ränder ragen frei in das Lumen hinein, ohne irgendwelchen Epithelanschluß zu finden. Textfig. XIXa gibt einen Frontalschnitt durch den Hoden nahe der Ventralseite wieder. Alle acht Partialgänge sind quergetroffen. In Textfig. XIXb, einer Schnittserie durch den geschlechtsreifen Hoden entnommen, besteht offene Kommunikation zwischen Gang und Follikellumen. Von einer Kontinuität zwischen Gangwandung und Hodenwandung, die man vermuten möchte, ist keine Rede. Beide sind vielmehr selbständige Gewebsgebilde, die in der angegebenen Weise miteinander verkoppelt sind: jedes Gangende teilt sich in vier Partialgänge, die in den Mündungen der Follikel stecken und am offenen Ende etwas trichterförmig erweitert sind, wodurch, abgesehen von der Verkittung, die der Gang während seines Passierens der Hodenwandung erfährt, ein Herausziehen aus dem Hoden vermieden wird.

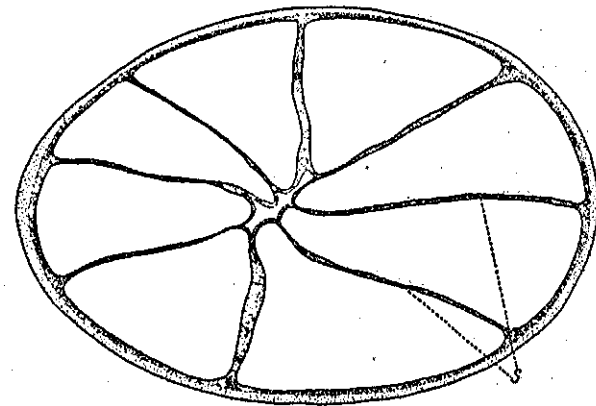
Der Verwachsungsprozeß der Hoden beeinflußt auch Gestalt und gegenseitige Lage der Follikel erheblich. Im isolierten Hoden sind die



Textfig. XX.

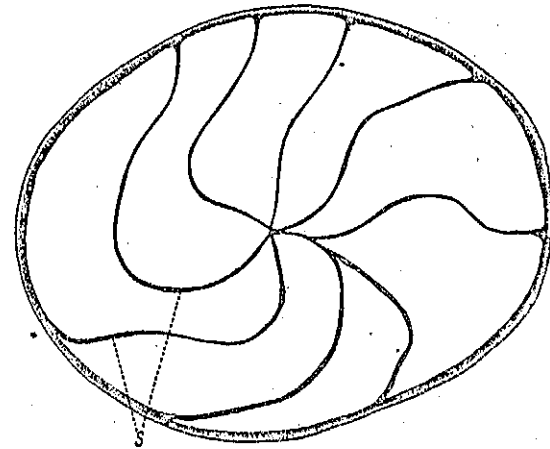
außengelegenen etwa halbkugelig, die beiden mittleren haben die Gestalt abgestumpfter Kegel. (Textfig. XX, einen Frontalschnitt eines Hodens auf dem Stadium wie Textfig. XIV darstellend). Während

der weiteren Verschmelzung kann, wie schon die Änderung der äußeren Form des Hodens zeigt, diese Gestalt nicht beibehalten werden. Sie assimilieren sämtlich ihren Umfang der Form eines Apfelschnittes,



Textfig. XXI.

wodurch sie sich in ihrer Gesamtheit völlig zwanglos der Hodenkugel einordnen. Textfig. XXI aus einem Hoden einer *Vanessa*-Puppe mittleren Alters zeigt das. Dabei bleibt es aber nicht. Es beginnen nun die Follikel, wie schon lange bekannt, um die Längsachse des Hodens,



Textfig. XXII.

d. h. die Sagittalachse des Puppenkörpers, eine Torsion auszuführen. Hierbei behält die Follikelbasis, dem Ausführungsgang benachbart, ihre Stellung bei; das blinde, der Rückenwandung zugerichtete Follikelende voran drehen sie sich um die Längsachse und zwar, wie es scheint

immer rechts herum. Der Grad der Torsion scheint ebenfalls konstant verschieden bei verschiedenen Arten zu sein. Bei *Vanessa* betrug er im Maximum im geschlechtsreifen Imaginalhoden 180° ; d. h. die Follikel der Basis der einen Seite lagen in der Spitze auf der andern Seite und umgekehrt. Bei *Pieris* erreichte die Torsion einen erheblich höheren Betrag: sie stieg im Imaginalhoden bis zu 360° , d. h. einen vollen Umfang. Der einzelne Follikel umspannte also in rechtsgewundener Spirale mit einer vollen Umdrehung die Längsachse, und seine Spitze kam wieder dahin zu liegen, wo sie ursprünglich lag, d. h. senkrecht über die Follikelbasis. Es bekommen die Follikel auf diese Weise übereinstimmend die Gestalt ziemlich langgestreckter, im Querschnitt unregelmäßig dreiseitiger Schläuche. Textfig. XXII zeigt einen Querschnitt — von der Imago aus betrachtet: Frontalschnitt — durch den geschlechtsreifen *Pieris*-Hoden. Sämtliche acht Follikel sind in halber Höhe quer getroffen.

Die nahe liegenden Fragen nach dem Sinn und dem mechanischen Zustandekommen dieser Torsion sind nicht leicht zu beantworten. Eine Vermutung in bezug auf ihre Bedeutung drängt sich auf: es ermöglicht die Torsion die Umwandlung der im larvalen Hoden annähernd isodiametrischen Follikelräume zu langgestreckten Schläuchen in dem beschränkten Raum der Hodenkugel. In den Schläuchen aber ist eher eine vorteilhafte Anordnung der langgestreckten Spermatozoenbündel mit ihren langen stricknadelförmigen Köpfen und noch längeren Schwänzen und damit ein ungestörter Austritt gewährleistet. Und in der Tat sieht man die reifen Spermatozoenbündel überwiegend in der Richtung der Längsachse der Follikel orientiert. Über das mechanische Zustandekommen der Torsion kann ich vorläufig keine bestimmten Aussagen machen.

Noch ein andres mechanisches Problem stellt die Hodenentwicklung: wie kommt die Annäherung und endliche Verschmelzung der Hoden zustande? Die Diskussion dieser Frage setzt voraus die Kenntnis der Befestigung der Hoden im Raupenkörper. Die Raupe durchziehen vier lappige Fettkörperbänder, zwei dorsale und zwei ventrale, die die Eröffnung des Raupenkörpers in der ventralen Mittellinie in Gestalt von vier parallel verlaufenden Streifen von grünlich gelber Farbe zur Anschauung bringt. In einen der Form des Hodens entsprechenden Ausschnitt des dorsalen Fettkörpers sind die Hoden jederseits eingespannt und damit ein Verrücken in longitudinaler Richtung unmöglich gemacht. Ein vom Stigma des achten Segmentes an den Hoden herantretender und sich hier verzweigender Tracheenast ver-

hindert eine Torsion des Hodens um seine Längsachse. Auch mit dem Rückengefäß steht der Hoden in Verbindung; jedoch handelt es sich dabei nur um ganz feine Bindegewebsstränge, die an der Suspension nicht wesentlich beteiligt sein können. Es wäre nun möglich, daß durch Wachstum der dorsalen Fettkörperbänder in die Breite und strafferes Anziehen die Hoden einander genähert und schließlich zur Berührung gebracht würden. Davon kann jedoch keine Rede sein. Denn die Verbindung der Hoden mit dem Fettkörper lockert sich stetig. Gelingt es noch in der Raupe kaum, den Hoden herauszupräparieren, ohne daß Teile des Fettkörpers daranhängen bleiben, so genügt schon in der jungen Puppe ein leichter Zug, um den Hoden reinlich aus dem Fettkörper herauszulösen. Also die Befestigung der Hoden im Fettkörper kann kaum ihre Annäherung bewirken. Ebensowenig die Verbindung mit dem Tracheenast. Dessen Wirkung könnte man sich nur so vorstellen, daß er direkt schiebend wirkt; und davon kann natürlich bei seiner geringen Festigkeit keine Rede sein. Es bedarf die Lösung dieses mechanischen Problems einer besonderen Untersuchung.

Querschnitte durch den Ausführungsgang und dessen vordersten erweiterten Teil, das Derivat der Gangplatte, zeigen, daß er bei der Imago zweischichtig ist. Das hochcylindrische Epithel, die eigentliche Wandung des Ganges, überzieht außen ein dünnes Plattenepithel. Dieses Plattenepithel setzt sich bis auf den in den Hoden eindringenden Teil des Ausführungsganges fort (Textfig. XIX). Hier keilt es aus; die in die Follikelmündung hineinragenden Partialgänge sind einschichtig, nur gebildet von dem Cylinderepithel. Die Zweischichtigkeit von Gang und Gangplatte legt sich an in der jungen Puppe: wenn sich in beiden das Zellmaterial unter Ausbildung des centralen Lumens peripher epithelial anordnet, werden einzelne flache Kerne an die Außenseite gedrängt; sie umgeben sich (Fig. 14; Teil eines Schnittes durch die Wandung der Gangplatte einer jungen Puppe) mit einem Hofe dichteren dunkleren Plasmas und schließen sich endlich zu einer zusammenhängenden Zellschicht, eben dem äußeren Plattenepithel. Es erfolgt diese Ausbildung einer doppelten Wandung in der ersten Hälfte des Puppenlebens.

Die innere Wandung des Ganges, das Cylinderepithel, soll drüsige Natur annehmen nach SRTZ und ROEPKE. Außer dem Charakter der Kerne — diffus-körnige Struktur des Chromatins — und dem gelegentlichen Auftreten kleiner Vacuolen am inneren Ende der Zellen, über deren Inhalt nichts zu ermitteln war, sind Anzeichen dafür nicht vorhanden (Fig. 14). In dem im Hoden steckenden Teil der Gangwandung

nimmt Zahl und Größe dieser Vacuolen zu. Hält man das für ausreichend zur Annahme der drüsigen Natur des Gangepithels, so ist es nicht schwer, sich von der Funktion des Secretes eine Vorstellung zu machen. Es wird das Substrat bilden, in dem die freigewordenen Spermatozoen flottieren. Ein solches ist deutlich zu konstatieren. Daß es identisch sei mit der Hodengrundsubstanz, ist nicht anzunehmen. Dazu hat dessen Masse im Imaginalhoden viel zu sehr abgenommen, und zur Neuproduktion ist die Hodenwandung nicht mehr fähig. Noch weniger die Septen. Es ist die Hodenwandung des geschlechtsreifen Hodens zu einer zwar noch deutlich zweischichtigen, aber dünnen, derben Hülle von fast chitinartiger Konsistenz reduziert. Die Septen sind in ihrem Verlaufe noch deutlich zu verfolgen, aber zu ganz unansehnlichen Geweberesten, von den durchziehenden Tracheenästen zusammengehalten, geschrumpft. Es scheint von ihnen nur das absolut unassimilierbare, ungenießbare zurückgeblieben zu sein. All diese Zerfallserscheinungen sind auf das Nahrungsbedürfnis der werdenden und fertigen Spermatozoen zurückzuführen. Nachdem der Zweck des Organs, die Produktion der reifen männlichen Geschlechtszellen, erreicht ist, wird offenbar alles entbehrliche Material an ihm zur Ernährung der Spermatozoen verwandt. Eine Frontalschnittserie durch den Hoden einer geschlechtsreifen Imago bestätigt das: an der Spitze der Follikel färbt sich der Schnitt mit HEIDENHAIN-Hämatoxylin noch schön blau, die ihn zusammensetzenden Zellen, Wandungszellen, Cystenzellen, Spermatogonien, sind noch leidlich intakt. Nach der Basis und dem Ausführungsgang zu wird die Färbung unansehnlich, und nur die Spermatozoenbündel treten im Bilde scharf hervor.

Treten diese als solche in den Gang ein? Wo findet die Auflösung der Cysten statt? Es unterliegt die Cystenwandung ebenfalls einer Resorption im Dienste der Ernährung des eingeschlossenen Spermatozoenbündels zu einer dünnen Membran. Am längsten hält sich die Zelle der Wandung, auf welche das Paket der stricknadelförmigen Köpfe zugerichtet ist. Diese Zelle ist die stärkste der ganzen Wandung und wird Cystophor genannt. Das nötigt uns, ihr eine besondere Bedeutung zuzumessen, die ihre Persistenz rechtfertigt: wahrscheinlich vermittelt sie die Stoffleitung aus der Hodengrundsubstanz in die Cyste hinein. Die Auflösung der Cysten scheint teils schon im basalen Teil des Follikels selbst, teils auch erst im Anfangsteil des Ganges stattzufinden. Wenigstens sieht man hier zuerst isolierte Spermatozoen auftreten.

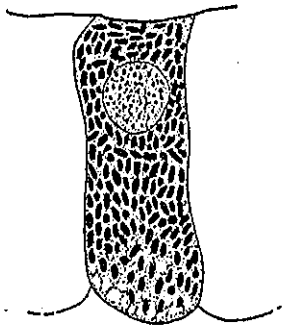
Anhang: Bakteroiden im Hoden des Pieris.

Anhangsweise sei eine Beobachtung mitgeteilt, die an bereits früher beobachtetes anknüpft. Es handelt sich um das Vorkommen von Bakterien oder bakteroiden Gebilden in den Geweben von Arthropoden. Es sind solche Fälle schon mehrmals in der Literatur beschrieben. BLOCHMANN sah im Fettkörper und in den Eiern verschiedener Insekten (*Periplaneta*, *Blatta* und Ameisen) bakterienähnliche Körper. Ein zweites Mal beobachtete KORSCHOLT in den Spinnstrüsen und im Fettkörper von *Pieris* stäbchenförmige Gebilde, die er den von BLOCHMANN beobachteten an die Seite stellt. Außer dem bakterienähnlichen Habitus konnte KORSCHOLT Eigenbewegungen an den Gebilden wahrnehmen, wie daraus hervorging, daß einzelne dieser Gebilde einen bestimmten Weg zurücklegten, während in der Nähe gelegene andre kleine Körperchen und Gewebsteilchen gleichzeitig in Ruhe waren.

Als dritter mir bekannt gewordener Fall schließt sich eine ganz neuerdings (1910) von PIERANTONI in Neapel gemachte Beobachtung an. PIERANTONI fand in den Eiern verschiedener Familien der *Hemiptera homoptera* (Coccidae, Aphidae, Cicadidae, Cercopidae) Gruppen kleiner, meist gekrümmt stäbchenförmiger Gebilde, die bei der Entwicklung des Eies an das Hinterende des Keimstreifens, den Ort der sich bildenden Geschlechtsorgane, zu liegen kamen und in die jungen Eier aufgenommen wurden, weshalb er sich berechtigt glaubt, von einer erblichen Symbiose zu reden. Die selbständige Organismennatur der Gebilde scheint diesmal über allen Zweifel erhaben zu sein; denn der Autor beobachtete Teilungen und konnte sie auf Nährgelatine kultivieren. Er bezeichnet sie als Blastomyceten und rechnet sie zu den Saccharomyceten.

In meinem Falle war folgendes zu beobachten: Der Hoden einer im Freien gefangenen Imago von *Pieris brassicae* zeigte sich bei Untersuchung der Schnitte überschwemmt von kleinen kurzcyllindrischen oder stäbchenförmigen, an beiden Enden abgerundeten, bisweilen schwach gekrümmten Gebilden. Sie hatten bei der angewandten Behandlung (Platinchloridosmiumessigsäure + Eisenhämatoxylin) alle Farbtöne von durchscheinendem Honigbraun bis ganz schwarz angenommen. Außer eines hellen Fleckes an jedem Ende waren Differenzierungen nicht wahrzunehmen. Alle Gewebe des Hodens waren damit infiziert: die Wandung des vorderen Gangendes, die äußere Hülle, die innere Hülle mit den Septen. Ebenso fanden sie sich reichlich im Lumen

der Follikel. In bezug auf ihre Menge zeigte sich eine deutliche Zunahme von den jüngeren, oberen Teilen des Hodens zu den älteren, unteren, der Mündung benachbarten. Die Wandungszellen der in die Follikel hineinragenden Gangenden waren größtenteils dicht davon erfüllt. Eine dieser Zellen zeigt Textfig. XXIII. Trotz dieser dichten Erfüllung sind die Kerne stets frei davon. KORSCHÉLT konnte beobachten, daß sie



Textfig. XXIII.



Textfig. XXIV.

sich gerade im Kern leicht verbreiteten. Es ist dieser Unterschied vielleicht auf verschiedene Widerstandsfähigkeit der Kernmembran zurückzuführen. Textfig. XXIV zeigt ein einzelnes dieser Gebilde in Front- und Seitenansicht und von oben. Über die systematische Zugehörigkeit war bei dieser mangelhaften Charakterisierung nichts zu ermitteln.

Nach Teilungsfiguren und sonstigen Erscheinungen, die auf die Art der Vermehrung hätten schließen lassen, wurde vergeblich gesucht.

Von einer Schädigung des Hodens durch diese Infektion war nichts zu beobachten. Es fanden sich im vorderen Teile des Ganges reichlich normale Spermatozoenbündel.

Zum Schlusse drängt es mich, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. KORSCHÉLT, für das stete Interesse, das er meiner Arbeit entgegengebracht hat, wie für seinen Beistand mit Rat und Tat herzlich zu danken.

Desgleichen haben mich Herr Dr. C. TÖNNIGES und Herr Prof. Dr. MEISENHEIMER zu großem Dank verpflichtet.

Zusammenfassung der Resultate.

1) Die das Ei verlassenden Räumchen sind geschlechtlich differenziert; die Unterschiede bestehen in folgendem:

a. beim Männchen bildet der den späteren Ausführungsgang darstellende solide Zellstrang die hintere Fortsetzung des ventralen oder ventrolateralen leistenförmig verdickten freien Randes der Hodenhülle;

beim Weibchen steckt er mit verbreitertem Ende in der Öffnung der Hülle und verschließt sie.

b. beim Männchen setzen sich die hinteren Gangenden (Terminalampullen) an das HEROLDSche Organ an; beim Weibchen verschmelzen sie mit der Hypodermis der Intersegmentalfalte zwischen dem siebenten und achten Abdominalsegment.

c. der Unterschied in der Insertion der Ausführungsgänge — beim Männchen auf den einander zugekehrten, beim Weibchen auf den voneinander abgewandten Seiten — ist erst vom zweiten Larvenstadium an immer deutlich.

2) Eine Unterscheidung auf Grund der Keimzellstruktur war nicht möglich.

3) Hand in Hand mit der Septenbildung hebt sich die Gangplatte vom Hoden ab. Aus ihr geht der vordere Teil des Ausführungsganges hervor.

4) Während der zweiten Larvenperiode beginnt die definitive Ausbildung der Hodenwandung; sie sondert sich in eine innere, intensiv pigmentierte, reservestoffhaltige und in eine äußere, un pigmentierte Hülle; die innere Hülle beteiligt sich assimilatorisch und sezernierend an der Ernährung der Keimzellen.

5) Das tingierende Pigment der inneren Hülle ist als abgelagertes Stoffwechselprodukt anzusehen. Eine biologische Bedeutung der Pigmentierung ist nicht einzusehen.

6) Die die äußere Hülle durchsetzenden Stielzellen, die die innere Hülle mit der Außenfläche des Hodens in Verbindung setzen, dienen dem Nahrungstransport zur inneren Hülle.

7) Der gleichmäßig ernährenden Tätigkeit der Hodenwandung gegenüber hat die Apicalzelle mit ihrer Nahrungsproduktion besondere Aufgaben zu lösen: ihre Tätigkeit ist verantwortlich zu machen für die Differenzierung der Keimzellen in Spermato gonien und Cysten zellen.

8) Ferner wirkt die Apicalzelle mit ihrer ernährenden Funktion regulatorisch auf den Entwicklungsgang des Hodeninhaltes; sie verursacht die fortschreitende Entwicklungsdifferenzierung unter den ursprünglich gleichaltrigen Keimzellen.

9) Die während der Puppenruhe sich vollziehende Torsion der Follikel scheint stets rechts herum zu geschehen und für verschiedene Arten konstant verschieden zu sein.

10) Die Bedeutung der Torsion ist wohl in der Erleichterung des Austrittes der langgestreckten Spermatozoenbündel aus schlauchförmigen

Follikeln, deren Bildung innerhalb der kugeligen Hodenkapsel durch die Torsion ermöglicht wird, zu sehen.

11) Es besteht zwischen Hodenwandung und Ausführungsgang keine Kontinuität; dieser steckt, trichterförmig erweitert, im Grunde der Follikel.

Marburg (Hessen), im Februar 1911.

Literaturverzeichnis.

- A. BRANDT, Über das Ei und seine Bildungsstätte. Leipzig 1878.
- E. BESSELS, Studien über die Entwicklung der Sexualdrüsen bei den Lepidopteren. Diese Zeitschr. Bd. XVII. 1867.
- F. BLOCHMANN, Über das regelmäßige Vorkommen von bakterienähnlichen Gebilden in den Geweben und Eiern verschiedener Insekten. Zeitschrift für Biologie. Bd. XXIV. N. F. 6. 1887.
- DE BRUYNE, La cellule folliculaire du testicule d'*Hydrophilus piceus*. Anat. Anz. Bd. XVI. 1899.
- N. CHOLODKOVSKY, Über die Hoden der Schmetterlinge. Zool. Anz. Bd. III. 1880.
- Über den Bau der Testikel bei Schmetterlingen. Ibidem. Bd. III. 1880.
- Über die Hoden der Lepidopteren. Ibidem 1884.
- Der männliche Geschlechtsapparat der Lepidopteren. Beilage zum LII. Bd. der Nachrichten der Akad. Petersburg. N. 4. 1886.
- V. FÜRTH, Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. Jena 1903.
- K. GRÜNBERG, Untersuchungen über die Keim- und Nährzellen in den Hoden und Ovarien der Lepidopteren. Diese Zeitschr. Bd. LXXIV. 1903.
- G. GILSON, Etude comparée de la spermatogenèse chez les Arthropodes. La Cellule. Tome I et IV.
- V. HAECKER, Über das Schicksal der elterlichen und großelterlichen Kernanteile. Jen. Zeitschr. für Naturw. Bd. XXXVII. 1903.
- R. W. HEGNER, The origin and early history of the germcells in some Chrysomelid beetles. Journal of Morphology. Vol. XX. 1909.
- K. HEIDER, Die Embryonalentwicklung von *Hydrophilus piceus*. Jena 1889.
- HEROLD, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge, anatomisch und physiologisch. Cassel und Marburg. 1815.
- R. HEYMONS, Die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane von *Phylodromia (Blatta) germanica*. Diese Zeitschr. Bd. LIII. 1892.
- Die Embryonalentwicklung der Dermapteren und Orthopteren usw. Jena 1895.
- Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Lepisma saccharina*. Diese Zeitschr. Bd. LXII. 1897.
- Die Entwicklungsgeschichte der Scolopendra. Bibliotheca Zool. Bd. XIII. 1901.
- Beitr. z. Kenntn. d. postembryon. Entwicklungsgesch. d. Genitalorgane usw. 475
- J. HIRSCHLER, Die Embryonalentwicklung von *Donacia crassipes*. Diese Zeitschrift. Bd. XCII. 1909.
- H. JACKSON, Studies in the morphology of the Lepidoptera. Linnean Society of London. 2. serie. Zool. V. 4. 1890.
- KELLOGG, Sex differentiation in larval insects. Biol. Bull. Woods Hole. Vol. XII.
- V. KLINKHARDT, Beiträge zur Morphologie und Morphogenie des männlichen Genitalapparates der Rhopaloceren. Leipzig.
- E. KORSCHBELT, Über die Entstehung und Bedeutung der verschiedenen Zellelemente des Insektenovariums. Diese Zeitschr. Bd. XLIII. 1886.
- Über einige interessante Vorgänge bei der Bildung der Insekteneier. Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1887.
- Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Zellkernes. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. III. 1889.
- E. KORSCHBELT und K. HEIDER, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgesch. der wirbellosen Tiere. Spezieller Teil. Jena 1892.
- Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Allgemeiner Teil. Jena.
- F. MEVES, Über den von LA VALETTE ST. GEORGE entdeckten Nebenkern der Samenzellen. Archiv für mikr. Anat. Bd. LVI. 1900.
- H. MEYER, Über die Entwicklung des Fettkörpers, der Tracheen und der keimbereitenden Geschlechtsteile bei den Lepidopteren. Diese Zeitschr. Bd. I. 1849.
- NUSBAUM, Zur Entwicklungsgeschichte der Ausführungsgänge der Sexualdrüsen bei den Insekten. Zool. Anz. 1882.
- PALMEN, Über paarige Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane bei Insekten. Leipzig 1884.
- U. PIERANTONI, Ulteriori osservazioni sulla simbiosi ereditaria degli Omotteri. Zool. Anz. Bd. XXXVI. 1910.
- W. RÖPKE, Ergebnisse anat. Untersuch. an STANDFUSSschen Lepidopterenbastarden. Jen. Zeitschrift für Naturw. Bd. XLIV. 1908.
- TH. SALING, Zur Kenntnis der Entwicklung der Keimdrüsen von *Tenebrio molitor*. Marburg, Dissertation 1905.
- A. SCHNEIDER, Die Entwicklung der Geschlechtsorgane bei den Insekten. Zool. Beiträge, Breslau. Bd. I. 1885.
- C. SPICARDT, Beitrag zur Entwicklung der männlichen Genitalien und ihrer Ausführungsgänge bei Lepidopteren. Verh. d. naturw. Vereins der Rheinlande und Westfalens. Bd. XLIII. Bonn 1836.
- H. STITZ, Der Genitalapparat der Microlepidopteren. Zool. Jahrb., Abt. Anat. Bd. XIV. 1900.
- TICHOMIROV, Zur Anatomie des Insektenhodens. Zool. Anz. Bd. XXI. 1898.
- E. VERNON und BISSON, Die postembryonale Entwicklung der Ausführungsgänge vom *Bombyx mori*. Diese Zeitschr. Bd. LXI. 1896.
- E. VERNON, Zur Spermatogenese bei der Seidenraupe. Diese Zeitschr. Bd. LVIII. 1894.
- V. LA VALETTE ST. GEORGE, Spermatologische Beiträge. V. Über die Spermatozysten bei Lepidopteren. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXX. 1887.
- Zur Samen- und Eibildung beim Seidenspinner. Arch. f. mikr. Anat. Bd. I. 1897.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen (für Text- und Tafelfiguren gültig):

<i>Ag</i> , Ausführungsgang;	<i>IT</i> , Intersegmentalfalte;
<i>Az</i> , Apicalzelle;	<i>Lm</i> , Längsmuskulatur;
<i>Blz</i> , Blutzellen;	<i>Oe</i> , Oocyten;
<i>C</i> , Cuticula;	<i>Og</i> , Oogonien;
<i>Cyh</i> , Cystenhüllzelle;	<i>Og'</i> , Oogonien, in Zerfall;
<i>Cyle</i> , Cylinderepithel;	<i>Ov</i> , Ovarium;
<i>DE</i> , Darmepithel;	<i>PC</i> , abgestreifte Cuticula des Parasiten;
<i>DH</i> , Drüsenhaar;	<i>PGg</i> , Partialgang;
<i>Dm</i> , Darmmuskulatur;	<i>Ple</i> , Plattenepithel;
<i>Dz</i> , Drüsenzellen;	<i>Ps</i> , Plasmaschwefel;
<i>FK</i> , Fettkörper;	<i>Pz</i> , Perforationszapfen;
<i>Fo3</i> , dritter Follikel;	<i>Rg</i> , Rückengefäß;
<i>Fo4</i> , vierter Follikel;	<i>S</i> , Septen;
<i>FT</i> , Fetttropfen;	<i>Sk</i> , Synapsisknäuel;
<i>Gp</i> , Gangplatte;	<i>Sp</i> , Spermatogonien;
<i>H</i> , Hülle;	<i>SpC</i> , Spermatocysten;
<i>Ha</i> , äußere Hülle;	<i>Stz</i> , Stielzellen;
<i>Hi</i> , innere Hülle;	<i>Ta</i> , Terminalampulle;
<i>He</i> , HEROLDSches Organ;	<i>TM</i> , Tracheenmatrix;
<i>Ho</i> , Hoden;	<i>Tr</i> , Trachee;
<i>HtS</i> , hodentrennende Scheidewand;	<i>VGs</i> , verbindender Gewebsstrang;
<i>Hy</i> , Hypodermis;	<i>VM</i> , Vasa MALPIGHI.
<i>I</i> , Intima;	

Tafel XXI und XXII.

Sämtliche Figuren sind mit dem Zeichenprisma auf dem Zeichentisch von der Höhe des Objektisches mit LÖRRZ' homog. Immersion 1/12 mm — Ocular nach Bedarf — entworfen.

Fig. 1. Querschnitt durch das Genitalsegment eines jungen, oben ausgeschlüpften männlichen *Pieris*-Räupchens.

Fig. 2. Dasselbe vom eben ausgeschlüpften weiblichen *Pieris*-Räupchen.

Fig. 3. Querschnitt durch den Hoden an der Grenze zweier Follikel, vom oben ausgeschlüpften *Pieris*-Räupchen.

Fig. 4. Querschnitt durch die Anlage des HEROLDSchen Organes eines oben ausgeschlüpften *Pieris*-Räupchens.

Fig. 5. Längsschnitt durch eine Eiröhrenanlage des eben ausgeschlüpften *Pieris*-Räupchens, einem Querschnitt durch das Genitalsegment entnommen.

Fig. 6. Querschnitt durch die Ansatzstelle der Ausführungsganganlagen an das Ectoderm der ventralen Mittellinie beim ♂.

Fig. 7. Mittlerer Querschnitt durch einen Hodenfollikel einer *Pieris*-Rauppe der zweiten Larvenperiode.

Fig. 8. Querschnitt durch das HEROLDSche Organ einer *Pieris*-Rauppe der zweiten Larvenperiode.

Fig. 9. Längsschnitt durch eine Eiröhrenanlage aus der zweiten Larvenperiode, einem Querschnitt durch das Genitalsegment entnommen.

Fig. 10. Querschnitt durch einen Hodenfollikel einer *Pieris*-Rauppe am Ende der dritten Larvenperiode. Die Rauppe war stark mit *Microgaster*-Larven infiziert.

Fig. 11. Teil eines Querschnittes durch die Wandung des Hodens einer vollgewachsenen *Pieris*-Rauppe.

Fig. 12. Teil eines Querschnittes durch die Hodenwandung einer halbwachsenen Rauppe (dritte Larvenperiode) von *Vanessa io*.

Fig. 13. Querschnitt durch die Gangplatte nebst einem Perforationszapfen eines Hodens einer in Verpuppung begriffenen Rauppe.

Fig. 14. Teil eines Querschnittes durch die Gangplatte einer in Verpuppung befindlichen Rauppe. Es ist die Ausbildung der Doppelschichtigkeit (Plattenepithel + Cylinderepithel) zu sehen.

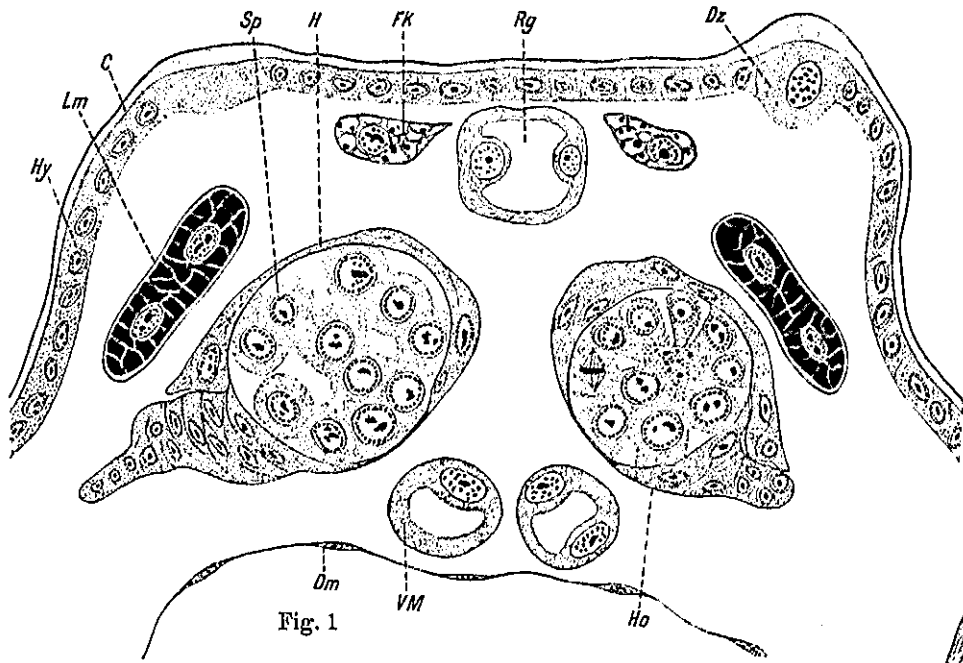


Fig. 1

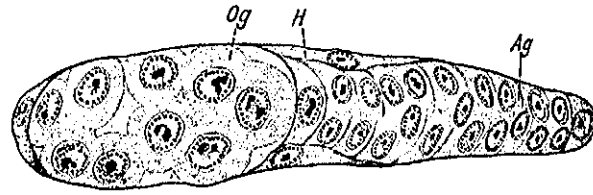


Fig. 5

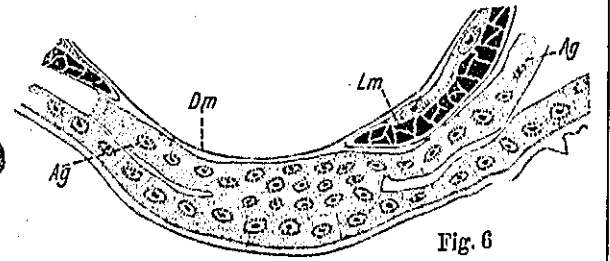


Fig. 6

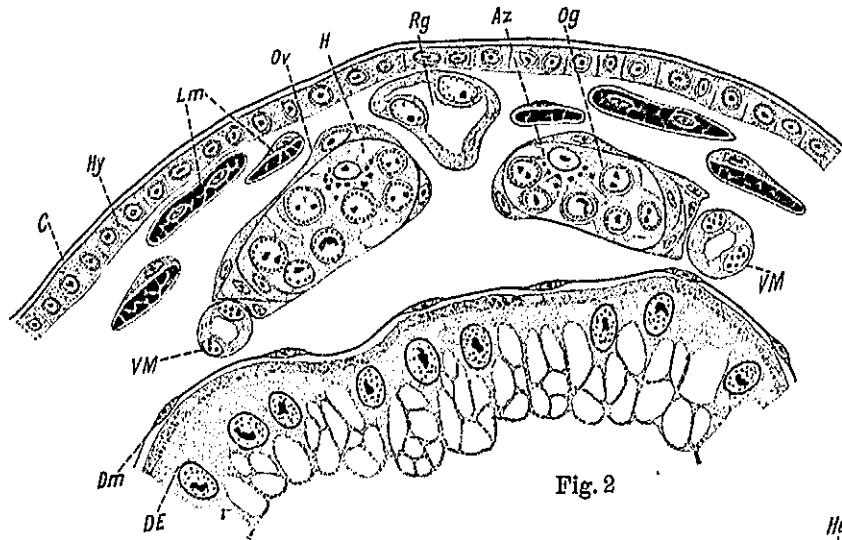


Fig. 2

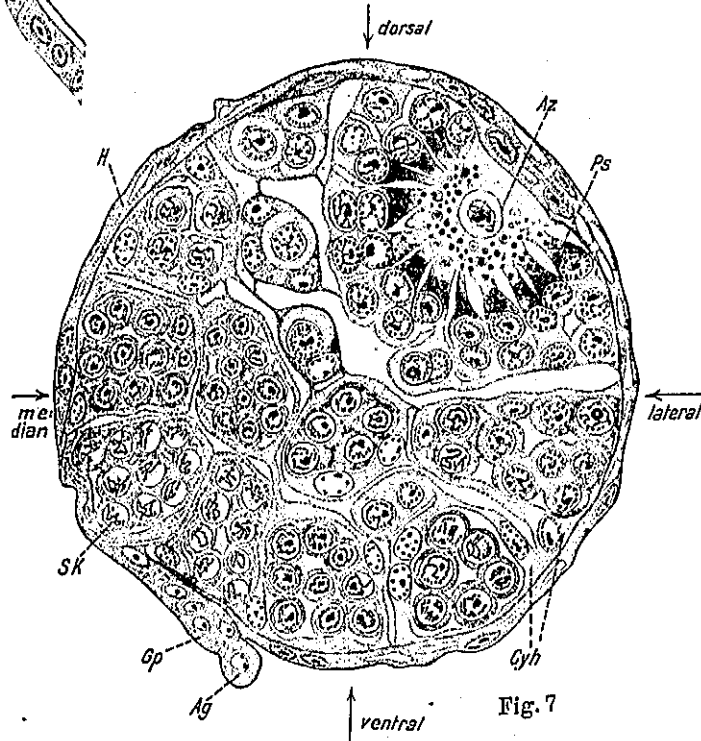


Fig. 7

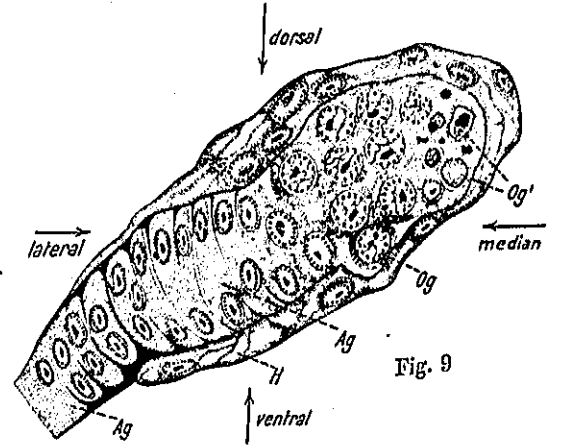


Fig. 9

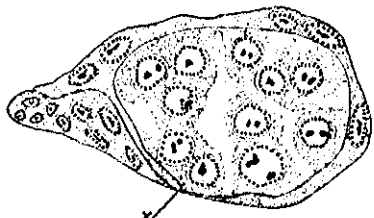


Fig. 3

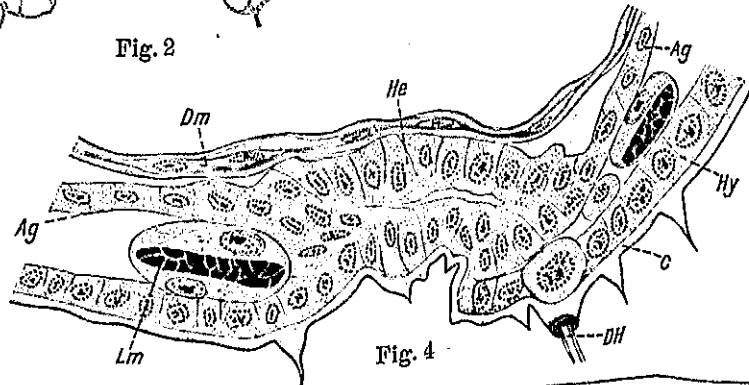


Fig. 4

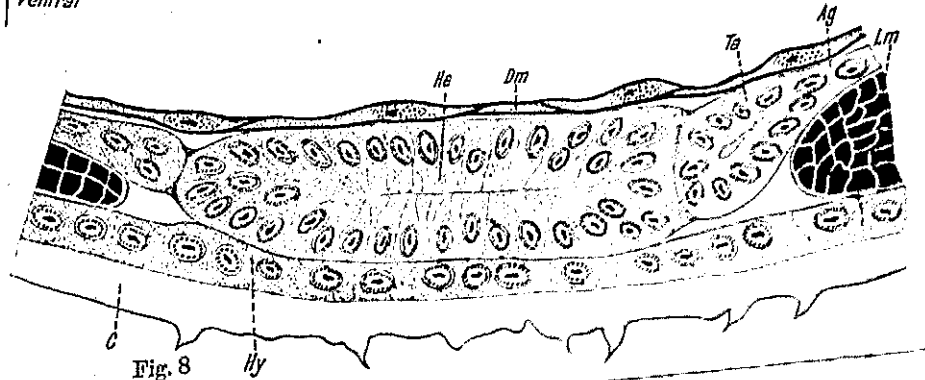


Fig. 8

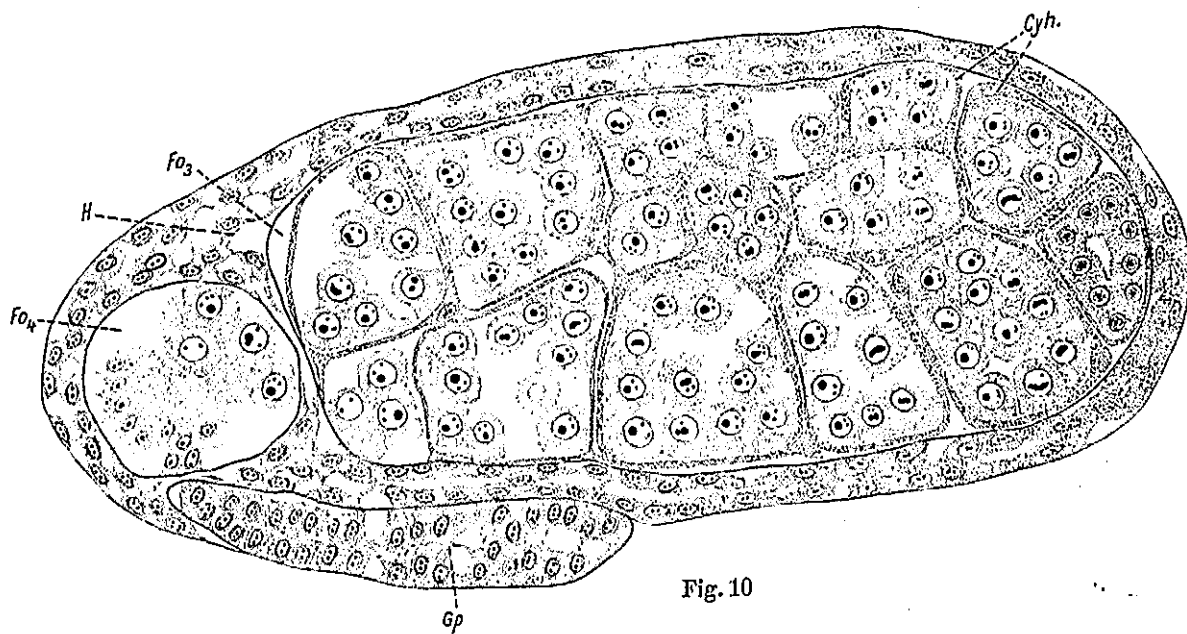


Fig. 10

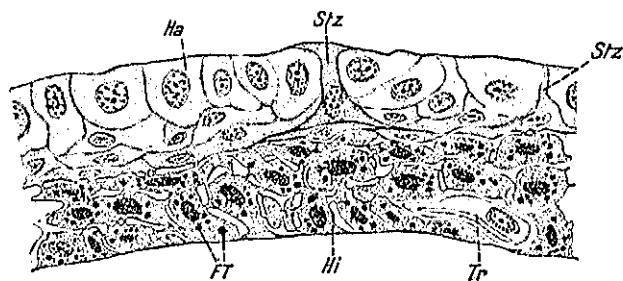


Fig. 11

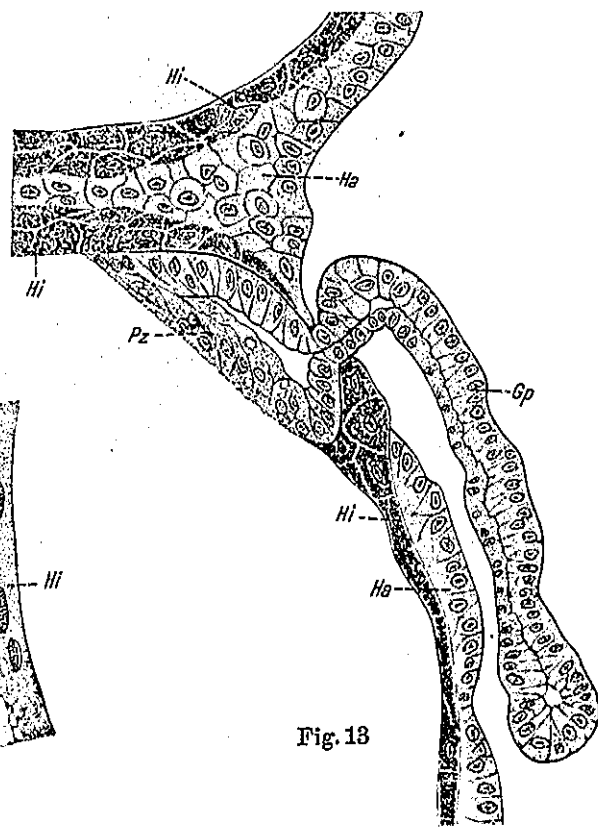


Fig. 13

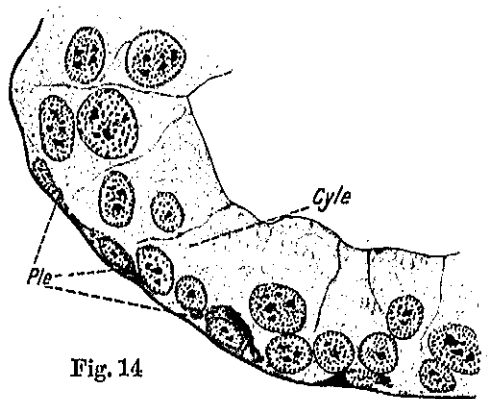


Fig. 14

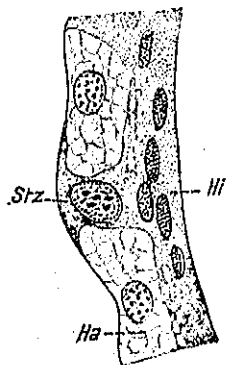


Fig. 12