© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Untersuchungen über die Keim- und Nährzellen in den Hoden und Ovarien der Lepidopteren.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung und Ausbildung der Keimdrüsen bei den Insekten.

Von

Karl Grünberg.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Marburg.)

Mit Tafel XVI—XVIII.

Einleitung.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an den postembryonalen Entwicklungsstadien verschiedener Schmetterlinge [*Bombyx mori* (L.), *Phalera bucephala* (L)., *Gastropacha rubi* (L.), *Pieris brassicae* (L.) und *Vanessa io* (L.)] von den kurz vor dem Ausschlüpfen befindlichen Räupchen bis zur Puppe und theilweise bis zum Imaginalstadium vorgenommen. Sie sollten zunächst dem Zwecke dienen, eine noch genauere Kenntnis vom Ursprung und der Bedeutung jener eigenthümlichen, an der Spitze der embryonalen und postembryonalen Hodenschläuche und Eiröhren gelegenen Zelle zu erlangen, die nach ihrem Entdecker gewöhnlich als »Verson'sche Zelle« bezeichnet wird. Dabei mussten die Untersuchungen weiter ausgedehnt werden und erstreckten sich so auch auf die Differenzirung der verschiedenen Zellelemente der Keimdrüsen, besonders der Ovarien.

Durch die Untersuchungen Verson's über die Spermatogenese beim Seidenspinner war im Hoden der Seidenraupe die erwähnte sehr große Zelle bekannt geworden, welche nach der Ansicht ihres Entdeckers durch amitotische Theilung ihres Kerns den Spermatogonien den Ursprung geben sollte. Cholodkowsky fand diese Zelle außer bei *Bombyx* noch bei *Papilio*, *Vanessa* und *Hyponomeuta*; außerdem fand er ähnliche Verhältnisse auch bei Vertretern anderer Insektenordnungen, so bei Larven von *Phryganea* (Neuropteren), bei *Laphria* (Dipteren) und bei *Syromastes* (Hemipteren). Er glaubte wie Verson,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass man es hier mit Urkeimzellen zu thun habe, behauptete jedoch im Gegensatz zu diesem Forscher, dass die Theilung der Kerne der fraglichen Zellen überall eine typisch mitotische sei. Toyama untersuchte an *Bombyx mori* genauer den Entwicklungsgang der von Verson aufgefundenen Zelle, welche er außer im Hoden auch im jungen Ovarium nachweisen konnte, und nannte sie nach ihrem Entdecker die »Verson'sche Zelle«. Er konnte sie in ihrer Anlage bis zu ganz jungen Raupen zurückverfolgen und glaubte ihre Entstehung aus einer Zelle der bindegewebigen Hülle des Hodens nachweisen zu können, die durch Einstülpung in das Innere der Hodenschläuche gelangen sollte. Seiner Ansicht nach hat die Verson'sche Zelle mit der Bildung der Spermatogonien nichts zu thun; sie dient denselben nur als Nährzelle. Der Kern der Verson'schen Zelle theilt sich amitotisch, aber erst am Ende ihrer Vegetationsperiode. Bei der Imago findet Degeneration statt. v. la Valette St. George konnte später die Beobachtungen Toyama's im Allgemeinen bestätigen, doch ließ er die Verson'sche Zelle nicht aus einer Zelle der bindegewebigen Hülle, sondern aus einer Spermatogonie entstehen. Auch er beobachtete die Verson'sche Zelle im Ovarium.

Aus diesen kurzen Angaben geht hervor, dass die Ansichten der Forscher über die Natur der Verson'schen Zelle weit aus einander gehen. Es soll desshalb hier versucht werden, auf Grund einer neuen Untersuchung Entstehung, Entwicklungsgang und Funktion der Verson'schen Zelle nach Möglichkeit klar zu legen.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. E. Korschelt, fühle ich mich zu herzlichstem Danke verpflichtet, für das stets gleich bleibende weitgehende Interesse an meinen Untersuchungen.

Material und Untersuchungsmethode.

Die Präparation der Geschlechtsorgane, an denen die vorliegenden Untersuchungen ausgeführt wurden, ist, auch bei den Raupen, im Allgemeinen bekanntlich eine sehr einfache. Bei den Embryonen und den jungen Räupchen dagegen ist es, wegen der Kleinheit der Objekte, nicht thunlich, die Geschlechtsorgane herauszupräpariren. Die Embryonen wurden daher in toto konservirt, und bei den 5 bis 15 mm langen Räupchen wurde das Segment, welches die Genitalanlagen enthält, herausgeschnitten und nach Entfernung des Darmes ebenfalls in toto konservirt. Es ist zweckmäßig, den Darm herauszunehmen, da derselbe mit kleinen Blattstückchen angefüllt ist, welche leicht zwischen die Gewebe gerathen und auf den Präparaten sehr

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

störend wirken können. Von verschiedenen Konservirungsflüssigkeiten, welche erprobt wurden, lieferte bei dieser Methode starke Flemming'sche Lösung bei Weitem die besten Resultate. Ich ließ dieselbe gewöhnlich 24 Stunden lang auf die Objekte einwirken. Beim Schneiden muss man, um gute Sagittalschnitte durch die Genitalanlagen zu erhalten, die in toto konservirten Objekte etwas schräg orientiren, weil die Sagittalebene der Geschlechtsorgane nicht genau mit der Frontalebene des Thieres zusammenfällt.

Bei den älteren Stadien wurden die durch Präparation gewonnenen Geschlechtsorgane in Platinchlorid-Osmium-Essigsäure konservirt.

Als Färbungsmittel diente die Heidenhain'sche Eisen-Hämatoxylinmethode.

I. Untersuchungen über die Apicalzelle (Verson'sche Zelle).

A. Bombyx mori L.

1. Hoden.

Allgemeine morphologische Verhältnisse der jungen Hodenanlage.

Die jüngsten Raupen, welche zur Untersuchung gelangten, wurden noch als Embryonen der Eischale entnommen. Sie standen einige Tage vor dem Ausschlüpfen und waren bereits geschlechtlich differenzirt, eine Thatsache, deren auch bei Toyama und v. la Valette St. George Erwähnung geschieht. Hoden und Ovarien sind auf diesem frühen Stadium einander außerordentlich ähnlich. In der Form der ganzen Anlage, in der Gestalt der Genitalschläuche, besonders aber in dem Aussehen der Keimzellen zeigen sie eine weitgehende Übereinstimmung (Figg. 1, 18). Toyama und v. la Valette St. George haben bereits darauf hingewiesen, dass es sehr schwierig ist, Spermatogonien und Oogonien in den jungen Genitalanlagen von einander zu unterscheiden. Meines Erachtens existirt auf diesen jungen Stadien ein Unterschied in der äußeren Erscheinung der Keimelemente beider Geschlechter überhaupt nicht. Dagegen sind in der Größe der Genitalanlage und in der Lage der im Embryo bereits vorhandenen Ausführungsgänge zwei Unterscheidungsmerkmale gegeben. v. la Valette St. George hat bereits den Unterschied in der Größe hervorgehoben: der junge Hoden ist bei gleichalterigen Embryonen größer als das junge Ovarium (Figg. 1, 18). Indessen wird es in vielen Fällen, besonders wenn es sich um die Untersuchung von Schnitt-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

serien handelt, recht schwierig, wenn nicht unmöglich, auf dieser Grundlage ein sicheres Urtheil zu fällen. Das letztere ist dagegen immer möglich, wenn man sich nach der Lage der Ausführungsgänge orientirt. Schon Toyama hat darauf aufmerksam gemacht, dass beim Hoden die Ausführungsgänge auf den einander zugekehrten Seiten der paarigen Genitalanlagen inseriren, beim Ovarium dagegen auf den von einander abgewendeten Seiten. Beim Untersuchen der jüngsten Stadien richtete ich mich immer nach der Lage der Ausführungsgänge und konnte so in allen Fällen Hoden und Ovarien von einander unterscheiden.

Die junge Hodenanlage hat im Allgemeinen eine nierenförmige Gestalt (Fig. 1). Die Seite, von welcher aus die Bildung der Hodenschläuche erfolgt, und welche wir demgemäß als vordere Seite bezeichnen müssen, ist stark gewölbt. Die ihr gegenüberliegende hintere Seite weist eine flache Einbuchtung auf, in welcher sich der Ausführungsgang ansetzt, in den die vier Hodenschläuche einmünden. Der Ausführungsgang stellt auf diesen frühen Stadien noch einen soliden Zellstrang dar. Wie bereits erwähnt, sind bei den männlichen Genitalanlagen die Ausführungsgänge einander zugekehrt.

Die Genitalanlage ist von einer doppelten Hülle umgeben. Die Hodenschläuche sind zunächst von einer dünnen strukturlosen Membran, der Hüllmembran (Fig. 1 *HM*), umschlossen. Auf dieselbe folgt nach außen noch eine Hülle von lockerem Bindegewebe (Fig. 1 *Bgw.H*), in welcher große, helle Kerne eingelagert liegen, welche oft große Ähnlichkeit mit den Kernen der Keimzellen erkennen lassen. Die innere Hüllmembran wird jedenfalls von der äußeren Hülle ausgeschieden.

Bei den Embryonen der erwähnten Altersstufe hat bereits die Theilung des Hodens in vier Fächer oder Hodenschläuche begonnen. Von der vorderen, stark gewölbten Seite des Hodens, welche dem Ausführungsgange gegenüber liegt, dringen drei von der Hüllmembran gebildete Falten durch das Hodenlumen gegen den Ausführungsgang vor (Fig. 1). Sie erreichen denselben noch nicht, sondern sind erst etwas über die Hälfte in das Lumen vorgedrungen, so dass die auf diese Weise gebildeten vier Fächer vor dem Ausführungsgang in einen gemeinsamen Raum ausmünden. Wir müssen demnach die Bildung der Hodenschläuche auf drei faltenartige Einstülpungen der Hüllmembran zurückführen, welche allmählich gegen den Ausführungsgang vordringen und so das bis dahin einheitliche Hodenlumen in vier getrennte Abschnitte zerlegen. Schon Toyama hat die Ansicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ausgesprochen, dass die Bildung der Hodenschläuche auf die hier beschriebene Weise vor sich gehe: »When the larva is about to be hatched, three depressions appear on the follicular wall. These gradually deepen until four cavities are formed.« Von diesen Vorgängen giebt Toyama zwei Abbildungen. Auf seiner Fig. 5 hat die Bildung der vier Hodenfächer bereits begonnen, während Fig. 4 ein jüngeres Stadium darstellen soll, auf welchem das Lumen der Genitalanlage noch einheitlich ist, und zwar den Hoden eines Embryos zwei Tage vor dem Ausschlüpfen. Die Embryonen, welche zu den vorliegenden Untersuchungen dienten, waren etwa von gleichem Alter, vielleicht zum Theil noch etwas jünger; bei allen jedoch waren die Scheidewände der Hodenfächer schon ziemlich weit, wie oben beschrieben, gegen den Ausführungsgang vorgedrungen. Ich halte es nicht für wahrscheinlich, dass bei zwei Stadien von ungefähr gleichem Alter derartig weitgehende Verschiedenheiten in der Höhe der Entwicklung vorhanden sein können und möchte daher die Vermuthung aussprechen, dass Toyama's Fig. 4 nicht, wie dieser Forscher meint, einen Längsschnitt durch den ganzen Hoden, sondern einen Querschnitt durch ein einzelnes Hodenfach darstellt.

Im Innern der Hodenschläuche fallen vor Allem die Spermatogonien auf (Fig. 1 *Spg*). Es sind große, helle, auf dem Schnitt meist kreisförmige Kerne mit einem Nucleolus, der in der Regel eine centrale Lage einnimmt, zuweilen auch mit deren zwei. Außer dem Nucleolus enthalten die Spermatogonien noch zahlreiche kleine Chromatinkörnchen, welche meist eine periphere Anordnung zeigen und der Kernmembran unmittelbar angelagert sind. Sie bilden daher auf Schnitten dicht unter der Peripherie des Kernes einen Ring. Indessen finden sich Chromatinkörner auch in der Mitte der Spermatogonienkerne und manchmal sind sie ganz unregelmäßig durch dieselben vertheilt.

Gewöhnlich sind die Spermatogonien von schmalen hellen Zellgrenzen umgeben, welche indessen auf den Schnitten nicht immer deutlich hervortreten. Im Übrigen ist das ganze Lumen des Hodens erfüllt von einer gleichmäßigen feinkörnigen Plasmamasse, in welcher alle zelligen Elemente eingebettet liegen. Diese Plasmamasse entspricht dem Cytoplasma der Keimzellen.

v. la Valette St. George hat im jungen Hoden zwischen den Spermatogonien »einzelne, ovale, mit vielen Kernkörperchen versehene Kerne« gefunden, welche er von den Spermatogonien unterscheidet. Ich habe mich oft vergeblich bemüht, derartige Kerne auf-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zufinden. Kleine Unterschiede in Form und Chromatinvertheilung scheinen mir zu geringfügig und vor Allem zu wenig konstant, um daraus auf eine Verschiedenheit des Charakters zu schließen. Auch ist in den Zeichnungen v. la Valette St. George's kein Anhaltspunkt gegeben, da die fraglichen Kerne dortselbst nicht abgebildet sind.

Dagegen findet man zwischen den Keimzellen eine andere, auch von v. la Valette St. George bereits beschriebene Art von Gebilden, die sogenannten »Hodenkörperchen«. Es sind dies intensiv färbbare, kleinere und größere Körnchen, die in konservirtem Zustande große Ähnlichkeit mit kleinen Kernen haben (Fig. 1 *HK*). Umgeben sind die Hodenkörperchen von deutlich erkennbaren hellen Höfen. Sie finden sich nie in größerer Anzahl bei einander, sondern kommen immer nur vereinzelt vor. Nach v. la Valette St. George kommen die Hodenkörperchen nur im Hoden vor. Indessen gelang es mir, im Ovarium, wenn auch sehr vereinzelt, ganz entsprechende Gebilde aufzufinden. Es besteht demnach nach meinen Untersuchungen in diesem Punkte zwischen Hoden und Ovarien kein Unterschied.

So lange die Hodenschläuche noch nicht abgeschlossen sind, findet man in dem Raum zwischen denselben und dem Ausführungsgang Kerne, welche bedeutend kleiner sind als die der Spermatogonien, sonst aber diesen vollkommen gleichen (Fig. 1 *klK*). Nachdem die Bildung der Hodenschläuche vollzogen ist, sind die kleinen Kerne am hinteren Ende derselben nicht mehr zu beobachten. Sie werden jedenfalls zum Aufbau der vorderen Strecke des Ausführungsganges verwandt.

Erstes Auftreten der Apicalzelle.

Schon im embryonalen Hoden fällt am vorderen verbreiterten Ende eines jeden Hodenfaches eine stärkere Anhäufung der erwähnten feinkörnigen Plasmamasse auf, indem hier die Spermatogonien etwas von der Wand zurücktreten. Ungefähr in der Mitte dieser Plasmaanhäufung, der Hüllmembran des Hodenfaches genähert, liegt ein Kern, der sich in keiner Beziehung von den Kernen der Spermatogonien unterscheidet. Das ganze Gebilde, welches durch seine Größe auffällt, macht den Eindruck einer selbständigen Zelle (Fig. 1 *Apz*). Dieselbe zeigt im Allgemeinen eine flach kegelförmige Gestalt. Sie beginnt mit stark verbreiterter Basis an der Innenfläche der Hüllmembran und ragt mit ihrer Spitze in das Innere des Hodenschlauches

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vor (Fig. 1), wo sie vermittels eines mehr oder weniger breiten Plasmastranges kontinuirlich in das den Raum des Hodens erfüllende Plasma übergeht. Dagegen ist das Plasma der Zelle selbst in allen Fällen durch seine größere Dichte und seine dadurch bedingte dunklere Färbung von dem Plasma der Spermatogonien zu unterscheiden. Die seitliche Begrenzung der Zelle tritt gewöhnlich deutlich hervor. Ein nur in ganz wenigen Fällen seitlich zwischen dem Zellkörper und den Spermatogonien auftretender schmaler heller Spaltraum ist wohl als eine Folgeerscheinung der Konservirung anzusehen (Fig. 1 links). Auch bei Toyama finden sich derartige Lückenräume abgebildet (Figg. 6 und 14), die ich ebenfalls für Kunstprodukte halte.

In der soeben beschriebenen großen Zelle, welche normaler Weise am vorderen blinden Ende der jungen Hodenfächer auftritt, müssen wir die »Verson'sche Zelle« Toyama's erblicken. Da sich diese Zelle, wie schon weiter oben erwähnt wurde, auch im Ovarium in entsprechender Lage, d. h. an der Spitze der Eiröhren findet und nach Cholodkowsky auch bei anderen Insektenlarven vorkommt, so könnte man sie als die **Apicalzelle der Insektenkeimdrüsen** bezeichnen, und werde ich diesen Ausdruck weiterhin für dieselbe anwenden. Ich glaube, dass das hier beschriebene Stadium der Apicalzelle ungefähr der frühesten Anlage derselben entspricht. Jedenfalls hat sie seit ihrer Entstehung noch keine nennenswerthe Differenzirung erfahren, denn sie ist oft nur schwer als selbständiges Gebilde von dem übrigen Hodeninhalt zu unterscheiden und besonders gleicht ihr Kern in jeder Hinsicht den Kernen der Spermatogonien. Nach Toyama wird die Apicalzelle sogar erst einige Tage nach dem Ausschlüpfen der Räupchen angelegt. Auch v. la Valette St. George hat auffallender Weise die Apicalzelle im Hoden der Embryonen nicht gefunden, sondern nur im Ovarium, wo sie keineswegs so klar hervortritt, wie im Hoden, und daher, wenigstens auf Schnitten, noch schwieriger aufzufinden ist. v. la Valette St. George schreibt darüber: »Eine durch ihre Größe besonders auffallende Zelle in den vier, bereits vor der Geburt des Embryos deutlich abgegrenzten Abtheilungen des Spermariums in diesem Stadium wahrzunehmen, habe ich mich oftmals vergeblich bemüht.« Dagegen fand v. la Valette St. George die Apicalzelle im Hoden von 4—7 mm langen Raupen.

Fragt man nun nach dem eigentlichen Ursprung der Apicalzelle, so muss man der von v. la Valette St. George ausgesprochenen Ansicht beistimmen, dass sie aus einer Keimzelle entsteht. Wieder-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

holt wurde bereits ihre große Ähnlichkeit mit denselben hervorgehoben und thatsächlich ist sie auf den frühesten Stadien ihrer Anlage nur durch ihr etwas dichteres, dunkler gefärbtes Plasma von den Keimzellen zu unterscheiden (Fig. 1). Toyama hält, im Gegensatz zu dieser Auffassung, die Apicalzelle nicht für eine umgewandelte Geschlechtszelle, sondern lässt sie aus einer Zelle der bindegewebigen Hülle entstehen, welche durch Einstülpung in das Innere der Hodenfächer gelangen soll. Er schildert diesen Vorgang mit folgenden Worten: »Hand in hand with this change (gemeint ist die Bildung der Scheidewände der Hodenfächer) an other depression appears on each of these testicular tubes, and in a testis of a larva four days old, there is seen a large cell in each of these secondary depressions of the follicle. This large cell is the origin of Verson's cell found in the blind end of the testicular follicle.« Toyama hat demnach die Apicalzelle erst bei Raupen beobachtet, auf Stadien, wie sie etwa Figg. 4 und 5 meiner Abbildungen darstellen, wo die Apicalzelle sich bereits weiter differenzirt hat und sehr deutlich hervortritt. Vielleicht wurde Toyama gerade durch diesen letzten Umstand veranlasst, da er die früheren Stadien der Apicalzelle nicht kannte, dieselbe für ein dem Hodeninnern ursprünglich fremdartiges Gebilde anzusehen. Die Apicalzelle liegt jedoch von Anfang an im Innern der Hodenschläuche, und die Hüllmembran ist in allen Fällen ununterbrochen und scharf hinter ihr zu verfolgen. Entstünde die Apicalzelle durch Einstülpung einer Zelle von außen, so müsste die Hüllmembran mit eingestülpt werden, und man müsste wenigstens auf einem Stadium zwischen der Apicalzelle und dem Hodeninhalt eine scharfe Grenze finden, was jedoch nie der Fall ist. Toyama nimmt allerdings an, dass in der ersten Zeit zwischen der eingestülpten Zelle und den Keimzellen eine Membran verläuft, indessen entspricht diese Annahme, wie eben erwähnt, nicht den thatsächlichen Verhältnissen[1].

Im Gegensatz zu Toyama, welcher die Entstehung der Apicalzelle erst in die Raupenperiode legte, hält Verson, der seine Untersuchungen ebenfalls schon bei den Embryonen begann, dieselbe für

[1] Auf späteren Stadien bildet sich allerdings in der Hüllmembran hinter der Apicalzelle eine Einsenkung, doch tritt dieselbe erst dann auf, wenn die Apicalzelle ihre Thätigkeit als Nährzelle begonnen hat; sie hat daher mit der Entstehung derselben nichts zu thun. Vielmehr steht diese Einsenkung, wie wir sehen werden, mit der Ernährungsthätigkeit der Apicalzelle in Zusammenhang. Es ist nicht denkbar, dass Toyama mit der von ihm beschriebenen Einstülpung diese erst viel später auftretende gemeint haben kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die eigentliche und einzige Urkeimzelle eines Hodenfaches. Aus ihr sollen alle übrigen Keimzellen entstehen, die man im Laufe der Entwicklung in einem Hodenfach findet. VERSON spricht diese Ansicht aus in dem schon oft citirten Satze: »In jedem Fache befindet sich nun eine einzige große Keimzelle; und aus dieser nehmen nach und nach alle organisirten Bildungen ihren Ursprung, aus welchen der Inhalt des ganzen Faches besteht.« Nun findet man bereits im embryonalen Hoden in jedem Fache eine Anzahl Spermatogonien. Diese müssen, wenn VERSON's Ansicht richtig ist, alle aus der Apicalzelle hervorgegangen sein. In der That nimmt VERSON an, dass die Theilung des Kernes der Apicalzelle bereits im embryonalen Hoden beginnt. Aus dieser Annahme folgt der weitere Schluss, dass auf einem entsprechend frühen Stadium die Keimzelle VERSON's die einzige in einem Hodenfach vorhandene Zelle sein muss. Nun ist bei den zu vorliegenden Untersuchungen benutzten Embryonen die Bildung der Hodenschläuche noch nicht beendet, und es ist sicher, dass dieselbe auf einem vielleicht nicht viel früheren Stadium überhaupt noch nicht begonnen hat und dass der Hoden noch ungetheilt ist. Die Urkeimzellen müssen jedenfalls auch hier schon vorhanden sein. Wie viel derselben nimmt nun VERSON für dieses Stadium an, und wie kommt es, dass später für jeden Hodenschlauch gerade je eine Keimzelle vorhanden ist? Es bleibt uns hier die Wahl zwischen zwei Möglichkeiten. Wir können annehmen, dass ursprünglich nur eine einzige Urkeimzelle vorhanden ist, aus welcher die vier Keimzellen, deren wir je eine in jedem Hodenfache finden, hervorgehen. Die zweite Möglichkeit ist, dass wir gleich zu Anfang vier (oder mindestens zwei) Urkeimzellen annehmen. Beide Hypothesen dürften sich indessen mit unseren bisherigen Erfahrungen über die Entstehung der Geschlechtsorgane bei den Insekten wohl kaum vereinigen lassen.

Erscheint schon nach diesen Betrachtungen die Ansicht VERSON's als unhaltbar, so ist es andererseits nicht schwer, nachzuweisen, dass die Apicalzelle niemals Keimzellen producirt. Würden von der Apicalzelle neue Zellen gebildet, so könnte dies nur durch Theilung ihres Kerns, sei es durch direkte oder durch indirekte, geschehen. Aber auf keinem Stadium der Entwicklung ist es möglich, eine Theilung des Kerns der Apicalzelle nachzuweisen, eine Thatsache, welche bereits von TOYAMA konstatirt wurde. Nur am Ende seiner Vegetationsperiode zerfällt der Kern oft in mehrere Stücke; aber dann handelt es sich nicht um Theilung, sondern um Degenerationserscheinungen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verson hat allerdings Theilungsstadien beschrieben. Aber was er für abgeschnürte Theilstücke des Kerns der Apicalzelle und für junge Spermatogonien hält, sind schwarz gefärbte, theilweise von hellen Höfen umgebene Körner, die sich auf späteren Stadien in großer Anzahl im Plasma der Apicalzelle finden (Figg. 4—17, 24, 25, 27—31). Sie sind aber nicht aus dem Kern derselben, sondern aus aufgelösten Keimzellen hervorgegangen und werden als Nährmaterial für die übrigen Keimzellen verwandt. Auch einzelne Spermatogonien findet man auf späteren Stadien manchmal im Plasma der Apicalzelle (Figg. 11, 13, 17), in welches sie von außen eingewandert sind. Diese Verhältnisse sollen an entsprechender Stelle noch im Einzelnen erörtert werden.

Wir haben gesehen, dass Toyama's Ansicht von der Entstehung der Apicalzelle eine irrthümliche ist, da die Apicalzelle bereits im embryonalen Hoden vorhanden ist und sich nicht auf eine eingestülpte Zelle zurückführen lässt. Es ist demnach nur ihre Entstehung aus einer Keimzelle anzunehmen. Entwicklungsgang und spätere Funktion lehren jedoch, dass sie ihren Charakter als Keimzelle nicht beibehält, und so ist auch Verson's Ansicht nicht aufrecht zu erhalten. Wir müssen daher mit v. la Valette St. George die Apicalzelle auffassen als eine ursprüngliche Keimzelle, die jedoch schon früh ihren Charakter als solche verliert, um eine andere Funktion zu übernehmen.

Weitere Ausbildung und Funktion der Apicalzelle.

Nachdem wir den Ursprung der Apicalzelle festgestellt haben, fragt es sich, welche Bedeutung derselben zukommt, und welche Funktion sie zu erfüllen hat. Toyama und v. la Valette St. George haben bereits die richtige Ansicht ausgesprochen, dass die Apicalzelle eine Nährzelle sei. Sie hat die Aufgabe, die Keimzellen mit Nahrung zu versorgen, bis dieselben in die Reifungsstadien eintreten. Später degenerirt die Apicalzelle und verschwindet schließlich fast ganz.

Die Hoden der jungen, eben ausgeschlüpften Raupen lassen im Vergleich mit den Embryonalstadien eine deutliche Weiterentwicklung noch nicht erkennen. Dagegen treten bei 7—9 mm langen Raupen bereits deutliche Unterschiede hervor. Zunächst ist eine Größenzunahme der Hoden zu konstatiren. In Verbindung mit derselben haben noch weitere Veränderungen stattgefunden. Die Scheidewände der Hodenschläuche sind weiter gegen den Ausführungsgang vorge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

drungen, doch sind die einzelnen Fächer noch nicht vollständig zum Abschluss gelangt. Die Keimzellen haben sich bereits nicht unbeträchtlich vermehrt. Die Apicalzelle lässt eine geringe Größenzunahme erkennen und tritt jetzt schon deutlicher hervor als im embryonalen Hoden (Fig. 2 und 3). Ihre Gestalt ist noch dieselbe. Sie beginnt mit einer stark verbreiterten basalen Fläche an der Hüllmembran und ragt, sich nach innen allmählich zuspitzend, ziemlich weit in das Lumen des Hodenschlauches hinein. Verson stellt die unmittelbare Berührung der Apicalzelle mit der Hüllmembran in Abrede, indem er schreibt: »Diese Zelle ist der konvexen Basis des Hodenfaches näher, ist aber in dessen Höhlung so suspendirt, dass eine unmittelbare Stützung durch die Fachwände ausgeschlossen werden muss.« In Wirklichkeit steht die Apicalzelle jedoch während ihrer ganzen Vegetationsperiode in unmittelbarer Verbindung mit der Hüllmembran, und diese Verbindung dürfte jedenfalls für ihre Ernährungsthätigkeit von großer Bedeutung sein.

Der Kern der Apicalzelle lässt auf diesem und den nächstfolgenden Stadien noch eine große Ähnlichkeit mit den Kernen der Spermatogonien erkennen, obwohl das Chromatin theilweise das Bestreben zeigt, sich in der Mitte des Kerns anzusammeln (Fig. 2 und 4).

Wenn die Raupen eine Größe von 10—12 mm erreicht haben, beginnt die Apicalzelle in ein neues Stadium einzutreten. Dies ist an verschiedenen Veränderungen zu erkennen, die in ihrer Umgebung vorgehen. Zwischen der Apicalzelle und den Spermatogonien bildet sich ein heller Raum, der von einem sehr lockeren, vielfach von Hohlräumen durchsetzten Plasma erfüllt ist (Figg. 3—6). In diesem hellen Raume findet man zahlreiche schwarze Körner und Klümpchen, um welche theilweise ein heller Hof zu beobachten ist. Auch im Plasma der Apicalzelle liegen derartige Körner, und in diesem Falle treten die hellen Höfe besonders deutlich hervor (Figg. 5, 6 *Nk*). Die Apicalzelle hat jetzt bedeutend an Größe zugenommen. Ihr Plasmakörper ist viel breiter geworden, und an seinem inneren Ende nicht mehr zugespitzt, sondern etwas erweitert (Figg. 5 und 6). Das dichte Plasma der Apicalzelle wird nach innen zu allmählich etwas lockerer und heller und geht schließlich in das ganz lockere Plasma über, welches, wie schon erwähnt, den hellen Raum zwischen der Apicalzelle und den Spermatogonien erfüllt. Das Auftreten dieses hellen Raumes ist dadurch zu erklären, dass eine Anzahl der in der Nähe der Apicalzelle liegenden Spermatogonien aufgelöst wird, wodurch gewissermaßen ein Hohlraum entsteht, in welchem dann die aus den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aufgelösten Spermatogonien hervorgegangenen Zerfallprodukte, die schon erwähnten schwarzen Körner und Klümpchen, liegen.

Die Auflösung der Spermatogonien verläuft in der Regel folgendermaßen. Die Kernmembran wird undeutlich und verschwindet, so dass die Chromatinbestandtheile nun in einem Hohlraum zu liegen scheinen. Zuerst kann man noch an ihrer charakteristischen Anordnung erkennen, dass sie ursprünglich zu einem Kern gehörten (Figg. 5, 6, 8 Spg_1). Bald jedoch verlieren sie ihren Zusammenhang und rücken aus einander (Fig. 4 Spg_1). Kerne, bei denen nur die Membran gelöst ist, während die Chromatinbestandtheile noch ihre ursprüngliche Anordnung zeigen, findet man nur selten (Figg. 5, 8 Spg_1), jedenfalls weil das Chromatin sehr bald nach der Auflösung der Kernmembran weitere Veränderungen erfährt. Häufiger beobachtet man Gruppen von Chromatinkörnern, welche zwar nicht mehr die für die Spermatogonien typische Anordnung zeigen, aber doch noch ihre ursprüngliche Zusammengehörigkeit erkennen lassen (Figg. 4—8). Manchmal gehen mit dem Chromatin auch schon Veränderungen vor, ehe die Kernmembran gelöst wird. Gewöhnlich bildet sich dann in der Mitte des Kerns eine dichte Anhäufung kleiner Chromatinkörner (Figg. 5, 6 Spg_1). Seltener kommt es vor, dass die Hauptmasse des Chromatins zu einem großen homogenen Klumpen verschmilzt (Fig. 4).

Eine derartige Auflösung von Spermatogonien findet nur in unmittelbarer Nähe der Apicalzelle statt. Die Zerfallprodukte werden zum größten Theil in das Plasma derselben aufgenommen und finden sich darin besonders auf älteren Stadien in großen Mengen (Figg. 4—17). Es ist daher wohl anzunehmen, dass die Apicalzelle bei der Auflösung der Spermatogonien betheiligt ist, bezw. dieselbe veranlasst. Die Zerfallprodukte werden dann jedenfalls von ihr als Nährmaterial für die übrigen Spermatogonien verarbeitet. Ich möchte daher die schwarzen Körner, die einen sehr wesentlichen Bestandtheil der Apicalzelle ausmachen und in dem eben erwähnten Sinne aufzufassen sind, als »Nahrungskörner« bezeichnen.

Die Auflösung von Keimzellen ist bisher in den Hoden wie in den Ovarien verschiedener Thiere beobachtet worden. Wagner beschreibt das Zugrundegehen von Keimzellen in den männlichen und weiblichen Geschlechtsorganen der Hirudineen. Es ist außerdem bekannt, dass in den Ovarien der Hemipteren Zellen in großer Menge aufgelöst werden, um als Nährmaterial Verwendung zu finden. Tönniges hat neuerdings in den Hoden und Ovarien von *Lithobius* ein ganz entsprechendes Verhalten beobachtet. Indessen haben wir bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Apicalzelle der Insekten den besonderen Fall, dass unter dem Einfluss einer specifischen Nährzelle Keimzellen aufgelöst und zu Nährmaterial verarbeitet werden.

Mit dem Beginne ihrer Thätigkeit hat die Apicalzelle noch nicht ihre endgültige Ausbildung erreicht. Bei 20 mm langen Raupen hat sie abermals ihre Gestalt etwas geändert. Ihr Plasma hat sich von der Hüllmembran etwas zurückgezogen, so dass die Berührungsfläche mit derselben schmäler geworden ist. An ihrem dem Innern des Hodens zugekehrten Ende ist die Apicalzelle stark erweitert und besitzt jetzt etwa die Gestalt einer breiten Garbe, deren vorderes Ende in das Lumen des Hodens hineinragt.

Aber auch diese Form behält die Apicalzelle nur für kurze Zeit. Sie zeigt jetzt offenbar das Bestreben, von der Wand des Hodens in das Innere desselben vorzudringen. In Folge dessen zieht sich die Hauptmasse ihres Plasmas immer mehr von der Hüllmembran zurück, ohne dass jedoch die unmittelbare Verbindung mit derselben unterbrochen wird. Gleichzeitig mit dem Vordringen der Apicalzelle in das Lumen des Hodens tritt an ihrer Berührungsstelle mit der Hüllmembran an der letzteren eine Einstülpung auf (Fig. 9). Wie bereits früher erwähnt wurde, ist dieselbe nicht zu verwechseln mit der Einstülpung, welche nach Toyama's Annahme bei der Entstehung der Apicalzelle eine Rolle spielt. Die Einstülpung erscheint zuerst als eine flache, gegen die Apicalzelle gerichtete Vorwölbung (Fig. 9), vertieft sich aber mehr und mehr und nimmt eine trichterförmige Gestalt an (Fig. 10). Am Grunde ist sie dann gewöhnlich etwas abgeflacht. Ihre größte Tiefe erreicht die Einstülpung bei etwa 40 mm langen Raupen (Fig. 11), wo sich die Apicalzelle in dem Stadium ihrer energischsten Thätigkeit befindet.

Diese zuletzt beschriebenen Vorgänge sind meiner Auffassung nach folgendermaßen zu erklären. Das Vordringen der Apicalzelle in das Innere der Hodenschläuche ist für ihre Ernährungsthätigkeit von großer Bedeutung. Es wird dadurch den Spermatogonien die Möglichkeit geboten, fast die ganze Peripherie der Apicalzelle auszunutzen, während, wenn die frühere breite Berührungsfläche mit der Hüllmembran erhalten bliebe, nur ein verhältnismäßig beschränkter Theil des Umfanges der Apicalzelle zur Abgabe von Nährmaterial an die Spermatogonien verwendet werden könnte. Die ergiebigste Ausnutzung der Apicalzelle durch die Spermatogonien würde jedenfalls dann stattfinden, wenn dieselbe sich ganz von der Hüllmembran loslöste. So lange die Apicalzelle sich in energischer Thätigkeit befindet,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

geschieht dies jedoch nicht, und zwar aus dem Grunde, weil sie aus der bindegewebigen Hülle des Hodens eine Zufuhr von Nährmaterial erhält. Die Einstülpung der Hüllmembran hat daher wohl in erster Linie den Zweck, die Verbindung der Apicalzelle mit der äußeren Hülle aufrecht zu erhalten. Außerdem aber wird durch die Einstülpung die Apicalzelle auch ein nicht unbeträchtliches Stück in den Raum des Hodens vorgeschoben. Mit diesen Vorgängen hat die Apicalzelle die höchste Stufe ihrer Ausbildung erreicht.

Während des eben beschriebenen Entwicklungsganges erfahren auch die morphologischen Verhältnisse der Apicalzelle mancherlei Veränderungen. Das Plasma lässt die schon früher beschriebene feine Körnchenstruktur erkennen und behält dieselbe auch bis zu den letzten Stadien, wo die Apicalzelle der Degeneration anheimfällt. Vor dem Plasma der Spermatogonien ist das Plasma der Apicalzelle durch seine große Dichte ausgezeichnet. In der Umgebung des Kerns ist das Plasma gewöhnlich in größerer oder geringerer Ausdehnung ganz besonders dicht und fällt durch seine dunkle Färbung auf (Figg. 9, 10, 13, 15). Die peripheren Partien sind von etwas lockererem Gefüge und heller gefärbt (Fig. 9, 10, 11, 13, 15). Manchmal tritt der Gegensatz zwischen dem inneren dunklen und dem äußeren hellen Plasma so scharf hervor, dass man an der Apicalzelle deutlich zwei Zonen unterscheiden kann (Fig. 9). Mit ihren peripheren Partien erstreckt sich die Apicalzelle bis zwischen die Spermatogonien, welche sie in großer Menge dicht umschließen. Gewöhnlich werden die ihr am nächsten liegenden von ihrem Plasma ganz umflossen (Figg. 10, 11, 13). Nach den biserigen Beschreibungen der Autoren gehen außerdem von der Peripherie der Apicalzelle strahlenförmige Plasmafortsätze aus, welche zwischen die Spermatogonien eindringen und sich verzweigen. Ich kann nach meinen Erfahrungen diese Beobachtungen nicht bestätigen. Allerdings sucht das Plasma der Apicalzelle sich weit auszudehnen und dringt, wie schon erwähnt, zwischen die Spermatogonien ein. Indem nun das Plasma an einer Stelle weiter vordringt als an einer anderen, wo sich ihm vielleicht Spermatogonien in den Weg stellen, wird die Begrenzung der Apicalzelle unregelmäßig, gezackt und zerklüftet (Figg. 9, 11, 15). Vielfach ist auch an der Apicalzelle eine Grenze stellenweise überhaupt nicht festzustellen, sondern ihr Plasma geht ganz allmählich in das Plasma der Spermatogonien über (Figg. 10, 13, 15). Andere Verhältnisse als die hier beschriebenen konnte ich nie beobachten und besonders sind mir ausgesprochene strangförmige, vom Plasmaleib der Apicalzelle

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

selbst ausgehende Fortsätze nie zu Gesicht gekommen. Dagegen möchte ich glauben, dass man öfters schweifartige Plasmaanhänge der Spermatogonien für von der Apicalzelle ausgehende Fortsätze gehalten hat. Diese Plasmaanhänge der Spermatogonien finden sich, sobald die Apicalzelle ihre Thätigkeit begonnen hat, fast immer ziemlich häufig in ihrer Nähe (Figg. 3—9, 11, 15), stehen jedoch mit ihr nicht in genetischem Zusammenhang. Sie sollen weiter unten noch besprochen werden.

Der Kern der Apicalzelle erfährt während ihres Entwicklungsganges bedeutende Veränderungen. Schon bei 15 mm langen Raupen lässt er kaum noch etwas von seiner früheren Ähnlichkeit mit den Kernen der Spermatogonien erkennen (Figg. 5 und 6). Auf allen späteren Stadien ist er auf den ersten Blick von denselben zu unterscheiden. Er übertrifft die Kerne der Spermatogonien beträchtlich an Größe, was man auf einen Wachsthumsvorgang zurückführen muss, da an den Spermatogonien ein merkliches Kleinerwerden nicht zu konstatiren ist. Auch die Chromatinvertheilung ist eine durchaus andere geworden. Große und kleine Chromatinkörner und fadenartige Stücke sind in ganz unregelmäßiger, von Fall zu Fall wechselnder Anordnung durch den Raum des Kerns vertheilt.

Einen wesentlichen Bestandtheil der Apicalzelle bilden schließlich noch die schon mehrfach erwähnten Nahrungskörner, die als Zerfallprodukte aufgelöster Spermatogonien aufzufassen sind, aus deren Chromatin sie hervorgehen. Sie dienen offenbar als Nährmaterial für die übrigen Keimzellen. Nach ihrem ersten Auftreten findet man die Nahrungskörner auf allen Stadien in beträchtlicher Menge im Plasma der Apicalzelle (Figg. 4—14), und selbst während der Puppenperiode und bei der Imago sind sie noch in großer Anzahl vorhanden (Figg. 15—17). Da ein Abnehmen der Menge der Nahrungskörner nicht zu beobachten ist, so ist wohl anzunehmen, dass der Vorrath derselben fortwährend ergänzt wird. Man findet auch, so lange die Apicalzelle ihre Thätigkeit ausübt, immer einzelne Spermatogonien, welche in Auflösung begriffen sind (Figg. 10, 11, 13 Spg_1). Die Größe der Nahrungskörner ist eine sehr verschiedene. Viele haben etwa nur die Größe der in den Kernen der Spermatogonien vorhandenen Chromatinkörner, während einzelne besonders große dem Nucleolus derselben an Umfang beinahe gleich kommen. Die meisten schwanken hinsichtlich ihrer Größe zwischen diesen beiden Extremen. Sehr viele, sowohl kleine wie große, sind von schmalen oder breiteren hellen Höfen umgeben, welche wohl als Flüssigkeitsansammlungen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aufzufassen sind. Es würden demnach die Nahrungskörner in einer kleinen Flüssigkeitsvacuole suspendirt sein. Die Nahrungskörner finden sich sowohl in den inneren wie in den äußeren Plasmapartien der Apicalzelle. Gewöhnlich verbreiten sie sich jedoch bis über den Bereich der Apicalzelle hinaus und dringen bis zwischen die Spermatogonien vor (Figg. 9, 11, 13, 15). Die größte Menge der Nahrungskörner findet sich immer in dem dem Inneren des Hodenschlauches zugekehrten Theil der Apicalzelle.

Während des Entwicklungsganges der Apicalzelle steigert sich ihre Thätigkeit fortwährend und ist am energischsten, so lange sie auf dem Stadium ihrer höchsten Ausbildung steht (Fig. 11). Die Funktion der Apicalzelle besteht in der Abgabe des von ihr zur Verarbeitung aufgenommenen Materials an die Keimzellen. Obwohl die letzteren die Apicalzelle in großer Menge dicht umschließen und offenbar eine beträchtliche Menge von Nährstoffen verbrauchen, ist an der Apicalzelle, so lange sie ihre Funktion ausübt, doch nie eine Größenabnahme zu beobachten. Es muss daher die Produktion von Nährmaterial eine ziemlich energische sein, und das verbrauchte fortwährend durch neues ersetzt werden. In erster Linie wird das Material wohl von den aufgelösten Spermatogonien und den aus ihnen hervorgegangenen Nahrungskörnern geliefert. Indessen sprechen mehrere Gründe dafür, dass der Apicalzelle noch aus einer zweiten Quelle Material zugeführt wird, und zwar, wie bereits kurz angedeutet, aus der äußeren bindegewebigen Hülle des Hodens, bezw. durch deren Vermittlung aus der ihn umgebenden ernährenden Flüssigkeit. Schon die Einstülpung der Hüllmembran weist darauf hin, dass es für die Apicalzelle von Wichtigkeit ist, mit derselben in Verbindung zu bleiben. Am Grunde der Einstülpung ist die Hüllmembran gewöhnlich stark verdünnt, und zwar immer an der Stelle, wo sie mit dem Plasma der Apicalzelle in Berührung steht (Fig. 12). Die Verdünnung ist manchmal so stark, dass die Hüllmembran nur schwer zu verfolgen ist. Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass der Apicalzelle durch diese verdünnte Stelle in der Hüllmembran Material zugeführt wird. Durch eine weitere Erscheinung wird diese Vermuthung bestätigt. In einigen Fällen traten zu beiden Seiten der Hüllmembran, sowohl in der Apicalzelle wie in der bindegewebigen Hülle parallele Streifen im Plasma auf, welche senkrecht zu der eingestülpten und verdünnten Hüllmembran gerichtet waren und dieselbe durchsetzten. Diese streifige Struktur des Plasmas scheint darauf hinzudeuten, dass zwischen der Apicalzelle und der äußeren Hülle eine Leitung von Stoffen stattfindet,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und es ist nur die eine Annahme möglich, dass dieselben der Apicalzelle zugeführt werden.

Noch ein dritter Umstand spricht für diese Annahme. In dem Gewebe der inneren Schicht der bindegewebigen Hülle gehen Veränderungen vor, welche sich nur als Degenerationserscheinungen erklären lassen (Figg. 9, 10). Nachdem die Apicalzelle ihre Thätigkeit begonnen hat, ist an der Hülle des Hodens deutlich eine äußere und eine innere Schicht zu beobachten (Fig. 9 u. 10 *Ha* u. *Hi*), während auf früheren Stadien die Hülle nur aus einer einzigen Schicht lockeren Bindegewebes bestand (Figg. 1—6). Bei 25—30 mm langen Raupen treten zum ersten Mal die erwähnten Degenerationserscheinungen auf, und zwar in dem unmittelbar hinter der Apicalzelle liegenden Theil der inneren Hüllenschicht. Man bemerkt hier runde und mehr oder weniger lang gestreckte intensiv dunkel gefärbte Gebilde (Figg. 9 u. 10), welche wohl als degenerirte Kerne anzusehen sind, da sie in Gestalt und Lage den Kernen der Hülle entsprechen, und normale Kerne an dieser Stelle nicht mehr vorhanden sind. Dass die Kerne der bindegewebigen Hülle nicht ebenfalls wie die Kerne der Keimzellen im Innern des Hodens aufgelöst werden, hat jedenfalls darin seinen Grund, dass der Hülle nur flüssiges Material entzogen wird, weil dasselbe erst die Hüllmembran passiren muss, um von der Apicalzelle aufgenommen zu werden. Das Material der aufgelösten Spermatogonien jedoch bedarf keines weiteren Transportes, sondern kann gleich an Ort und Stelle Verwendung finden. Die Veränderungen in der Hülle bleiben nicht auf die Kerne beschränkt, sondern dehnen sich auch auf das Plasma aus, was jedoch im Allgemeinen erst auf späteren Stadien deutlicher hervortritt. Ich kann für diese Vorgänge keine andere Erklärung finden, als dass der inneren Hüllenschicht durch die Apicalzelle eine beträchtliche Menge Material entzogen wird und in Folge dessen Degenerationserscheinungen auftreten. Ich habe diese Erscheinungen nicht nur bei *Bombyx mori*, sondern in ganz entsprechender Weise auch bei allen anderen von mir untersuchten Arten gefunden. Sie scheinen demnach eine allgemeine Verbreitung zu haben.

Während der Funktionsdauer der Apicalzelle sind an dem Kern derselben häufig Veränderungen zu beobachten, welche darauf hindeuten, dass derselbe sich an der Thätigkeit der Apicalzelle betheiligt. Es kommt dies in verschiedener Weise zum Ausdruck. Manchmal zeigt der Kern Abweichungen von seiner gewöhnlichen Gestalt, welche dann gewöhnlich auf äußere Einflüsse zurückzuführen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sind. Wenn z. B. eine Spermatogonie in der Nähe des Kerns liegt, so kommt es vor, dass derselbe sich um sie herumbiegt und eine napfförmige Gestalt annimmt. Fig. 14 stellt einen Fall dar, wo der Kern einer in Auflösung begriffenen Spermatogonie Fortsätze entgegenstreckt und sie zu umfassen sucht. Auch zu der eingestülpten Hüllmembran tritt der Kern in Beziehung, indem er derselben Fortsätze entgegensendet. In einem Fall war der Kern auf der der Einstülpung zugekehrten Seite in einen langen spitzen Fortsatz ausgezogen, in einem anderen Fall zeigte er an derselben Stelle mehrere kleinere fingerförmige Fortsätze (Figg. 11 u. 12). Solche Gestaltveränderungen sind jedoch ziemlich selten. Häufiger kommt es vor, dass der Kern stellenweise keine scharfe Begrenzung zeigt und sein Inhalt direkt in das Plasma der Apicalzelle übergeht (Figg. 7, 8, 11, 12, 14). In Figg. 7 u. 8 sind die Apicalzellen aus zwei Hodenfächern einer ca. 18 mm langen Raupe dargestellt. In beiden Fällen ist nur die äußere Hälfte des Kerns scharf umschrieben. Das Chromatin ist zu einer dichten Anhäufung zusammengetreten. An die äußere Hälfte des Kerns schließt sich ein heller Hof, von sehr feinkörnigem Plasma gebildet, in dem man einzelne kleine Nahrungskörner bemerkt. Derselbe geht ohne scharfe Grenze in das dunkler gefärbte Plasma der Apicalzelle über. Hier ist wohl der helle Hof als die allerdings auffallend veränderte innere Hälfte des Kerns der Apicalzelle anzusprechen.

Diese Erscheinungen haben eine auffallende Ähnlichkeit mit Vorgängen, welche E. Korschelt in den Ovarien von *Dytiscus marginalis* L. beobachtet hat und welche als Begleiterscheinungen der Nahrungsaufnahme durch die Oocyten aufzufassen sind. Die Oocyten strecken dem von den Nährzellen gelieferten Material pseudopodienartige Fortsätze entgegen, sie verändern die Gestalt und ihre Begrenzung wird stellenweise undeutlich. Man sieht, dass eine ganz ähnliche Beziehung besteht zwischen den Oocyten und den Nährzellen des Ovariums einerseits und zwischen dem Kern der Apicalzelle und einzelnen Spermatogonien so wie der Hülle des Hodens andererseits. Da nun, wie bereits gezeigt wurde, eine Anzahl Spermatogonien und die äußere Hülle thatsächlich auch der Apicalzelle Material liefern, so sind die Veränderungen des Kerns derselben wie bei den Oocyten mit großer Wahrscheinlichkeit ebenfalls als Begleiterscheinungen einer Stoffaufnahme von Seiten der Apicalzelle anzusehen und der ganze Vorgang dient der Produktion von Nährmaterial für die Keimzellen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Noch eine weitere Erscheinung steht offenbar mit der Ernährungsthätigkeit der Apicalzelle in Zusammenhang. An den Spermatogonien im Umkreis der Apicalzelle treten häufig schweifartig gestaltete Plasmaanhänge auf, welche gegen die Apicalzelle gerichtet sind (Figg. 3—9, 11, 15 *Ps*). Dieselben treten zum ersten Mal auf, sobald die Apicalzelle Nährmaterial zu produciren beginnt und sind fast immer zu beobachten, so lange dieselbe ihre Thätigkeit ausübt. Morphologisch sind die Fortsätze wohl als die schweifartig ausgezogenen Plasmakörper der Spermatogonien anzusehen. Ihr Plasma lässt gewöhnlich eine deutliche Längsstreifung erkennen. Bei Toyama findet man die Plasmaschweife abgebildet, aber nicht weiter erwähnt. Verson hat sie in ihrer Gesammtheit als »Strahlenzone« beschrieben, und ihre Entstehung durch fortwährendes Nachrücken neu gebildeter Spermatogonien aus der Apicalzelle erklärt. Da jedoch eine Neubildung von Keimzellen von der Apicalzelle aus nicht stattfindet, so ist dieser Erklärungsversuch hinfällig. Außerdem habe ich nie beobachtet, dass die Plasmaschweife der Spermatogonien direkte Fortsätze der Apicalzelle bilden. Ich halte es für das wahrscheinlichste, dass sie die Leitung von Nährstoffen zu den Spermatogonien erleichtern sollen. Durch diese Annahme würde sich auch ihre eigenthümliche Längsstreifung erklären lassen.

Im Anschluss an diese Ausführungen sollen die Ansichten Verson's über die Bedeutung der Apicalzelle etwas eingehender besprochen werden, da sie mit der hier vertretenen Auffassung in direktem Widerspruch stehen. Verson schreibt bekanntlich der Apicalzelle die Produktion von Keimzellen zu und schildert die diesbezüglichen Vorgänge etwa folgendermaßen: Im Plasma der Apicalzelle liegen außer dem eigentlichen Kern noch kleinere, »wenn auch wohl charakterisirte« Kerne, die nach der Peripherie zu häufiger werden. Dieselben treten aus dem Plasma der Apicalzelle heraus, umgeben sich mit einem selbständigen Plasmahof und wandeln sich so zu Spermatogonien um. Die erwähnten kleinen »sekundären« Kerne sind alle aus dem »Riesenkern« der Apicalzelle hervorgegangen. »Während jedoch die sekundären Kerne sich durch indirekte Theilung vermehren, ist beim primordialen Riesenkerne von einer Mitose nichts zu erkennen.« Derselbe theilt sich vielmehr nur amitotisch. »An einer seiner polaren Kuppen erscheint eine ringförmige Falte, die sich vertieft und endlich durch Abschnürung eine ungleiche Theilung herbeiführt. Die größere Hälfte reintegrirt sich zum perennirenden Riesenkerne, der fofort zu weiterer Theilung, wie vorher, sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

anschickt; die kleinere Hälfte zerfällt an Ort und Stelle zu mehreren, meist vier, rundlichen Knötchen, welche als sekundäre Kerne in den peripheren Mutterzellenleib ausrücken.«

Die sekundären, nach der Peripherie rückenden Kerne sind ohne Zweifel mit den Nahrungskörnern zu identificiren, denn Verson's Beschreibung kann nur auf diese Anwendung finden. Jedenfalls wurde Verson durch das ständige Auftreten der Nahrungskörner im Plasma der Apicalzelle zu der Annahme bewogen, dass sie hier entstanden seien, und ihre intensiv schwarze Färbung sowie die Beobachtung, dass sie häufig von hellen Höfen umgeben sind, veranlassten ihn wohl, sie für Kerne junger Keimzellen zu halten. Auch das Vorkommen von kleinen und großen Nahrungskörnern scheint auf den ersten Blick für Verson's Hypothese zu sprechen. Wenn jedoch die Nahrungskörner aus dem Kern der Apicalzelle hervorgingen und sich zu Spermatogonien entwickelten, so dürfte man nach Verson's Schilderung erwarten, im Innern der Apicalzelle die kleinsten, an der Peripherie dagegen die größeren, schon weiter entwickelten zu finden. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, sondern große und kleine Nahrungskörner sind regellos durch einander gemengt dem Plasma der Apicalzelle eingelagert. An der Peripherie liegen sowohl größere wie auch die allerkleinsten, während man umgekehrt in der Nähe des Kerns oft ganz große findet (Figg. 9—15). Auch die hellen Höfe treten keineswegs an allen Nahrungskörnern auf, und gerade an der Peripherie der Apicalzelle findet man sehr häufig solche, die ohne weitere Begrenzung im Plasma liegen. Ferner besteht ein durchgreifender Unterschied zwischen Nahrungskörnern und Spermatogonien. Die letzteren enthalten außer dem Nucleolus immer noch eine Anzahl Chromatinkörner; bei den Nahrungskörnern ist nie etwas Ähnliches zu finden; der eventuell vorhandene Hof umschließt immer nur ein schwarzes Korn oder ein größeres Klümpchen.

Für Verson's Ansicht könnte noch der Umstand sprechen, dass thatsächlich Spermatogonien im Plasma der Apicalzelle vorkommen. Dieselben sind jedoch, wie schon früher hervorgehoben wurde, von außen in dasselbe gelangt und sind überdies gewöhnlich in Auflösung begriffen (Figg. 13—15).

Was nun die von Verson beschriebenen Theilungsvorgänge des Kerns der Apicalzelle betrifft, so ist es mir nicht möglich, irgend eine während der Thätigkeit derselben auftretende Erscheinung damit in Verbindung zu bringen. Nie ließ sich an dem Kern eine »ringförmige Falte« oder gar eine ungleiche Theilung durch Ab-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schnürung beobachten. Die oben beschriebenen Veränderungen des Kerns, das Ausstrecken von pseudopodienartigen Fortsätzen und das Verschwinden der Grenzen, können hier wohl kaum in Betracht kommen, denn sie sind mit Theilungsvorgängen nicht zu verwechseln, und gerade durch sie wird der eigentliche Charakter der Apicalzelle deutlich gekennzeichnet. Erst wenn die Apicalzelle am Ende ihrer Vegetationsperiode allmählich degenerirt, zerfällt ihr Kern häufig unter ähnlichen Erscheinungen, wie die von Verson beschriebenen.

Rückbildung der Apicalzelle.

Es bleibt nun noch übrig, das Verhalten der Apicalzelle nach Beendigung ihrer Thätigkeit zu verfolgen. Bei 5—6 cm langen, also ziemlich erwachsenen Raupen, steht die Apicalzelle mit der Hüllmembran nicht mehr in Verbindung. Sie ist jetzt von allen Seiten von Spermatogonien umschlossen (Fig. 13). Ihr Plasma geht gewöhnlich kontinuirlich in das der Spermatogonien über, ist jedoch manchmal stellenweise auch scharf umgrenzt. In einem Falle war an der Apicalzelle eine scharf umschriebene spitze Vorwölbung gegen die Hüllmembran zu beobachten, wahrscheinlich ein Rest der früheren Verbindung mit derselben. Die Einstülpung der Hüllmembran ist bei den erwachsenen Raupen meist schon ganz geschwunden. Nur in vereinzelten Fällen sind Reste derselben auch auf späteren Stadien noch vorhanden. Da die Verbindung mit der bindegewebigen Hülle nun aufgehoben ist, so kann der Apicalzelle aus derselben kein Material mehr zugeführt werden. An der Stelle der früheren Einstülpung ist die Hüllmembran häufig unregelmäßig gefaltet. Die innere Schicht der Hülle macht den Eindruck vollständiger Degeneration, was nach früheren Ausführungen dadurch zu erklären ist, dass die Apicalzelle der Hülle jedenfalls eine beträchtliche Menge Material entzogen hat. Die degenerativen Erscheinungen bleiben indessen nicht auf den hinter der Apicalzelle gelegenen Theil der Hülle beschränkt, sondern dehnen sich weiter aus. Bei späteren Puppenstadien und bei den Imagines ist schließlich die innere Hüllenschicht im ganzen Umfange des Hodens degenerirt. Dasselbe ist bei *Pieris* und bei *Vanessa* der Fall. Es scheint demnach, dass die zelligen Elemente der Hülle in deren ganzer Ausdehnung durch Abgabe von Material zur Ernährung der Keimelemente beitragen.

In der ersten Zeit, nachdem die Raupen sich eingesponnen haben, sind noch unentwickelte Spermatogonien in großer Menge vorhanden, und sehr häufig findet man sie in Theilung begriffen. So fand ich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

im Hoden einer acht Tage eingesponnenen Raupe in einem gewissen Abstand von der Apicalzelle alle Spermatogonien in mitotischer Theilung, so dass die Theilungsstadien wie ein breiter Wall die Apicalzelle rings umschlossen. Während der Puppenperiode nehmen die Spermatogonien allmählich an Zahl ab und treten in die Reifungsstadien ein. Ein geringer Rest der Spermatogonien gelangt nicht mehr zur Entwicklung, sondern geht mit der Apicalzelle zu Grunde.

An der Apicalzelle machen sich schon bald nach dem Einspinnen der Raupen Anzeichen der beginnenden Degeneration bemerkbar. Ihr Plasma nimmt eine eigenthümliche lichte graue Färbung an, wodurch es deutlich von dem Plasma der umliegenden Spermatogonien zu unterscheiden ist, welches, so lange die noch vorhandenen Spermatogonien sich weiter entwickeln, durchaus normale Verhältnisse zeigt. Jedenfalls ist das Plasma der Apicalzelle nicht mehr im Stande, mit derselben Energie wie früher Farbstoffe in sich aufzunehmen, und dadurch wird die helle graue Färbung bedingt. Im Übrigen behält das Plasma seine feinkörnige Struktur und zeigt sehr konstant eine innere dichte dunkel gefärbte und eine äußere lockere helle Zone (Fig. 15). Am äußersten Rande erscheint das Plasma nicht selten ganz farblos. An Stellen, wo die Peripherie der Apicalzelle deutlich begrenzt ist, ist dieselbe oft in eigenthümlicher Weise gefaltet und gezackt (Fig. 15). Auch längere, ebenfalls scharf umschriebene Fortsätze, welche vom Plasmaleib der Apicalzelle ausgehen, sind jetzt manchmal zu beobachten. Dieselben stehen jedoch in keiner Beziehung zu den Keimzellen und sind auch nicht zu verwechseln mit den oben beschriebenen Plasmaschweifen der Spermatogonien (Fig. 15). Eine unregelmäßige deutliche Begrenzung der Apicalzelle war wohl auch auf früheren Stadien theilweise vorhanden (Fig. 9), doch nie so scharf ausgeprägt wie jetzt (Fig. 15). Man darf diese Erscheinung wohl mit der beginnenden Degeneration der Apicalzelle in Zusammenhang bringen. Wahrscheinlich ist in den peripheren Theilen derselben in Folge der reichlichen Stoffabgabe an die Spermatogonien eine stellenweise Verdichtung des Plasmas eingetreten, welche die Grenzen deutlich hervortreten lässt. Auf diese Weise kann man sich auch die Entstehung der sonst nicht wahrnehmbaren Plasmafortsätze erklären.

Mit dem Kern der Apicalzelle gehen theilweise schon bald nach dem Einspinnen der Raupen Veränderungen vor, welche ebenfalls degenerativen Charakter tragen. Seine Gestalt wird unregelmäßig, es bilden sich Einschnürungen und kleine Fortsätze, die also nicht mit den früheren Veränderungen des Kerns (von funktioneller Be-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

deutung) zu verwechseln sind (Fig. 15). Schließlich zerfällt der Kern in mehrere Stücke. Man kann indessen diesen Vorgang keineswegs als eine direkte Theilung auffassen, denn er verläuft durchaus nicht regelmäßig, indem successiv Theilstücke abgeschnürt werden, während immer ein Hauptkern erhalten bleibt, sondern der ganze Kern zerfällt einfach in eine Anzahl großer und kleiner Stücke. Indessen zerfällt der Kern nicht immer so früh; eben so häufig behält er seine Gestalt bis in das Imaginalstadium (Fig. 16). Dann aber tritt regelmäßig Zerfall ein.

Eine häufige Erscheinung ist ferner die Bildung von Vacuolen im Plasma der Apicalzelle. Die Vacuolen treten gewöhnlich in der Nähe des Kerns auf, mit dem sie vielleicht auch in ursächlichem Zusammenhang stehen (Fig. 15). Jedenfalls handelt es sich um Flüssigkeitsansammlungen. Im Inneren der Vacuolen bemerkt man meist eine blassgrau gefärbte, äußerst feinkörnige Masse, vielleicht eine koagulirte Flüssigkeit (Fig. 15).

Während der Puppenperiode schreitet die Degeneration der Apicalzelle ununterbrochen fort, jedoch mit bei den einzelnen Individuen wechselnder Schnelligkeit. Das Plasma wird allmählich dunkler, die äußere helle Zone schwindet mehr und mehr. Sie wird wahrscheinlich zum großen Theil von den noch vorhandenen Spermatogonien resorbirt. Gegen Ende der Puppenperiode machen sich an den Spermatogonien in der nächsten Umgebung der Apicalzelle zum ersten Mal Degenerationserscheinungen bemerkbar, und von nun an gelangen keine Keimzellen mehr zur Entwicklung.

Bei frisch ausgeschlüpften Männchen finden wir die Apicalzelle noch als eine Anhäufung dichten dunklen Plasmas, welche umgeben ist von den noch übrigen, bereits stark degenerirten Spermatogonien (Fig. 16). Das ganze Gebilde verschwindet jetzt fast in dem weiten Lumen des Hodenfaches, welches ganz mit reifen Spermatozoen und Spermatocysten angefüllt ist. Im Plasma der Apicalzelle bemerkt man noch zahlreiche unverbrauchte Nahrungskörner.

Bei Männchen, welche erst nach der Begattung getödtet wurden, ist die Degeneration am weitesten fortgeschritten (Fig. 17). Die noch übrigen Spermatogonien liegen theils einzeln, theils sind sie zu dichten Gruppen zusammengeschlossen. Ihr Chromatin ist sehr häufig in der Mitte des Kerns zu einem homogenen schwarzen Klumpen verschmolzen. Auch auf etwas früheren Stadien ist dies häufig schon der Fall (Fig. 16). Theilweise lassen die Kerne auch noch einige Ähnlicheit mit ihrem früheren typischen Aussehen erkennen; alle

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aber fallen sie durch ihre dunkle Färbung auf (Fig. 17). An der Grenze der Spermatogonienanhäufung, dem Innern des Hodenfaches genähert, bemerkt man meist einzelne Gruppen von Keimzellen. Es sind dies in Bildung begriffene Spermatocysten, die jedoch nicht mehr zur Entwicklung gelangen, sondern sich ebenfalls bereits in Degeneration befinden. Das Plasma, welches die Kerne der Spermatogonien umgiebt, bildet keine zusammenhängende gleichförmige Masse mehr, sondern erscheint als ein weitmaschiges, oft zerrissenes und unterbrochenes Netzwerk (Fig. 17). Letzteres ist indessen nicht immer der Fall, denn manchmal behält das Plasma der Spermatogonien seine Konsistenz auch noch dann, wenn die Apicalzelle schon vollständig degenerirt ist.

Die Apicalzelle selbst erscheint kreisförmig bis oval, öfters mit unregelmäßig gebuchteten Rändern. Die Begrenzung ist deutlich, das Plasma gleichförmig dicht. Eine Zonenbildung ist nicht mehr vorhanden (Fig. 17). Der Kern hat unregelmäßige Gestalt angenommen (Fig. 17) oder ist bereits zerfallen.

Nahrungskörner sind auch jetzt noch vorhanden, und häufig von hellen Höfen umschlossen, die, wie auch auf früheren Stadien der Thätigkeit, als kleine Flüssigkeitsvacuolen aufzufassen sind. Dieselben treten jetzt nicht selten auch ganz ohne Einschlüsse auf; jedenfalls ist dann das von ihnen umschlossene Korn aufgelöst (Fig. 17).

Wenn Spermatogonien im Plasma der Apicalzelle liegen, so bilden sich um dieselben jetzt ebenfalls Flüssigkeitsvacuolen. Oft liegen in einer solchen Vacuole mehrere Spermatogonien zugleich (Fig. 17). In einem Falle fand ich an der Stelle der Apicalzelle nur eine einzige große Vacuole, welche von einem Ring außerordentlich dichten dunkeln Plasmas umgeben war. Von den Einschlüssen der Apicalzelle war nichts mehr zu sehen.

Verson hat die Degenerationsvorgänge der Apicalzelle ebenfalls schon beobachtet und sieht in denselben abermals einen Beweis dafür, dass die Spermatogonien aus der Apicalzelle hervorgehen. Nach seinen Ausführungen finden sich im Hoden der ausgeschlüpften Männchen keine Kerne mehr, die noch nicht zu »Kolonien« (d. h. zu Spermatocysten) ausgewachsen sind, »dagegen machen sich mehrere solche innerhalb des Körpers der Riesenzelle selbst bemerkbar«. Dieselben können, wie Verson annimmt, die Apicalzelle nicht mehr verlassen, da dieselbe »altersschwach« geworden und am Ende ihrer Thätigkeit angelangt ist. Verson hat hier, wie aus seinen Abbildungen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hervorgeht (Figg. 9, 12, 13), Stücke des zerfallenen Kerns sowie von außen in das Plasma gelangte Spermatogonien für junge, daselbst gebildete Keimzellen gehalten.

2. Ovarien.

Allgemeine morphologische Verhältnisse der jungen Ovarialanlage.

Die allgemeinen morphologischen Verhältnisse der jungen Ovarialanlage wurden bereits im Vergleich mit der Hodenanlage kurz charakterisirt. Sie sollen hier nochmals im Zusammenhang erörtert werden.

Das Ovarium des kurz vor dem Ausschlüpfen stehenden Embryos hat eiförmige bis nierenförmige Gestalt (Fig. 18). Die Seite, an welcher die Bildung der Genitalschläuche beginnt, also die vordere Seite, ist wie beim Hoden stark gewölbt. Die gegenüberliegende hintere Seite, an welcher der Ausführungsgang inserirt, weist manchmal eine flache Vertiefung auf, in deren Grund sich der Ausführungsgang ansetzt. Auch im Ovarium ist, wie im Hoden, schon im Embryo das Lumen nicht mehr einheitlich, sondern es hat bereits die Bildung der Genitalschläuche begonnen. Der Vorgang ist derselbe wie im Hoden. Auch in der Gestalt der Genitalschläuche ist bei den Embryonen zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht kein Unterschied zu konstatiren. Die Scheidewände sind etwa bis zur Hälfte (Fig. 18), manchmal auch schon darüber hinaus, in das Lumen der Genitalanlage vorgedrungen.

In der Größe besteht zwischen Hoden und Ovarien ein Unterschied, der jedoch gewöhnlich erst dann deutlich hervortritt, wenn man die jungen Genitalanlagen beider Geschlechter neben einander, z. B. auf Abbildungen vergleichen kann (Figg. 1, 18). Ein embryonales Ovarium sofort beim Untersuchen nur nach der Größe von einem gleichalterigen Hoden zu unterscheiden, ist sehr schwierig, wenn nicht unmöglich.

Das einzig sichere Unterscheidungsmerkmal ist, wie schon früher hervorgehoben wurde, in der Lage der Ausführungsgänge gegeben. Bei beiden Geschlechtern inseriren dieselben an der hinteren, gewöhnlich etwas vertieften Seite der Genitalanlage. Bei den Hoden sind die hinteren Seiten einander zugekehrt, bei den Ovarien dagegen von einander abgewandt, so dass dem entsprechend die Ausführungsgänge einander zugekehrt, bezw. von einander abgewandt liegen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Besonders bei Schnittserien ist es sehr leicht, sich nach diesem Merkmal zu orientiren.

Die große Ähnlichkeit in der Gestalt der ganzen Anlage sowie der Genitalschläuche, welche eine Unterscheidung von Hoden und Ovarien auf Embryonalstadien ohne Hinzuziehung des eben genannten Merkmals fast unmöglich macht, ist indessen nicht von langer Dauer. Bereits kurz nach dem Ausschlüpfen der jungen Raupen verliert das Ovarium seine nierenförmige Gestalt, während dieselbe für die Hodenanlage typisch bleibt und sich bis in das Puppenstadium erhält. Die vor dem Ausschlüpfen etwa halbkugelförmigen Genitalschläuche beginnen gleich, nachdem die Raupen ausgeschlüpft sind, sich in die Länge zu strecken. Bei 5—7 mm langen Raupen ist diese Veränderung bereits deutlich zu sehen. Noch klarer tritt sie bei 7—9 mm langen Raupen hervor (Fig. 19). Hier sind die Eischläuche, wie man die Genitalschläuche jetzt nennen kann, bereits stark in die Länge gestreckt und haben eine ausgesprochene Cylinder- oder Schlauchform angenommen. Gleichzeitig ist an der hinteren Seite des Ovariums die früher hier vorhandene Abflachung, durch welche die nierenförmige Gestalt bedingt wurde, verschwunden. An ihrer Stelle findet man jetzt eine kegelförmige Vorwölbung, von deren Spitze sich der Ausführungsgang erhebt (Fig. 19). Es gehen also mit dem Ovarium ganz bedeutende Formveränderungen vor, und nachdem dieselben ihr Ende erreicht haben, erscheint das Ovarium in einer Gestalt, welche jede Verwechslung mit einer gleichalterigen oder jüngeren Hodenanlage vollkommen ausschließt (Figg. 1 u. 19). Die Eischläuche, welche jetzt die typische Schlauchform der späteren Eiröhren angenommen haben, münden vor dem Ausführungsgang in einen gemeinsamen Raum, da ihre Scheidewände seit dem Ausschlüpfen der Raupen kaum weiter gegen den Ausführungsgang vorgedrungen sind. Auch später kommt es beim Ovarium nie zu einem so vollkommenen Abschluss der Eischläuche bezw. der Eiröhren gegen einander, wie dies bei den Hodenfächern der Fall ist. Die weiteren Formveränderungen, welche das Ovarium im Laufe der Entwicklung noch erfährt, bestehen lediglich im Heranwachsen der Eischläuche zu den Eiröhren.

Wie der Hoden, so ist das Ovarium umgeben von einer aus lockerem Bindegewebe bestehenden Hülle. Dieselbe gleicht vollkommen der entsprechenden Hülle bei den männlichen Geschlechtsorganen. Eben so gilt für die Keimzellen im Wesentlichen dasselbe, was über sie schon bei der Beschreibung der Hoden gesagt wurde. In den Eischläuchen liegen, in einer feinkörnigen Plasmamasse

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eingebettet, große, helle, meist kugelige Kerne, die Oogonien (Fig. 18 *Oog*). Sie umschließen gewöhnlich einen Nucleolus, zuweilen auch deren zwei, und außerdem eine Menge kleiner Chromatinkörner, welche zum großen Theil, wie bei den Spermatogonien, dicht an der Oberfläche des Kerns liegen und auf dem kreisförmigen Querschnitt unmittelbar unter der Peripherie einen Ring bilden (Figg. 18, 19). Die Kerne der Oogonien sind von schmalen hellen Zellgrenzen umschlossen, welche gewöhnlich deutlich hervortreten (Figg. 18, 19).

Zwischen den Oogonien findet man vereinzelt bedeutend kleinere kernartige Gebilde: ein kleines, intensiv schwarz gefärbtes Klümpchen ist umschlossen von einem hellen Hof. Diese Gebilde entsprechen in ihrer Erscheinung durchaus den im Hoden von *Bombyx mori* vorkommenden Hodenkörperchen. v. la Valette St. George hat diese Hodenkörperchen nur im Hoden, nicht aber im Ovarium gefunden, und darauf einen Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Genitalanlagen gegründet. Indessen scheinen die im Ovarium vorkommenden Bildungen denen des Hodens vollkommen homolog zu sein, und es ist demnach in dieser Hinsicht zwischen Hoden und Ovarien kein Unterschied vorhanden.

Es wurde schon erwähnt, dass zwischen den Eischläuchen und dem Ausführungsgang sich ein einheitlich bleibender Raum, der sog. Eierkelch, befindet, in den die Eischläuche einmünden. Bei embryonalen Ovarien bemerkt man in ihm Kerne in geringer Anzahl (Fig. 18 *klK*), die sich von den in den Eischläuchen liegenden Oogonien nur dadurch unterscheiden, dass sie bedeutend kleiner sind als dieselben. Sie zeigen meist dieselbe Chromatinvertheilung wie die Kerne der Oogonien. Bei jungen Raupen hat sich ihre Zahl schon bedeutend vermehrt (Fig. 19). Vielfach zeigen sie jetzt eine länglich ovale Gestalt, wobei ihre Längsachse senkrecht zu der Hüllmembran orientirt ist. Theilweise sind sie der letzteren mit ihrem einen Ende angelagert und ordnen sich nach Art von Epithelzellkernen dicht neben einander. Auch treten zwischen ihnen bereits Zellgrenzen auf (Fig. 19). Aus diesen Kernen wird die obere Partie des Ausführungsganges der einzelnen Eiröhren oder der Eiröhrenstiel gebildet.

Entstehung und weiteres Verhalten der Apicalzelle.

Am vorderen blinden Ende der Eischläuche beobachtet man schon beim Embryo eine meist wenig umfangreiche Anhäufung dichten dunkeln Plasmas, welche einen Kern umschließt, der in seiner Chromatinvertheilung eine große Ähnlichkeit mit den Kernen der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Oogonien erkennen lässt (Fig. 18 *Apz*). Dieses Gebilde stellt die Apicalzelle in ihrer ersten Anlage dar, welche schon von Toyama und v. la Valette St. George im Ovarium der Seidenraupe aufgefunden wurde. Sie tritt zu derselben Zeit und an derselben Stelle auf wie im Hoden, ist jedoch im Ovarium keineswegs immer mit so großer Deutlichkeit wahrzunehmen, wie es im Hoden gewöhnlich der Fall ist. Denn erstens ist die Apicalzelle im jungen Ovarium kleiner als im gleichalterigen Hoden, und zweitens ist sie häufig so wenig gegen ihre Umgebung abgegrenzt, dass sie nur schwer als selbständiges Gebilde zu erkennen ist. Die Gestalt der Apicalzelle ist wie im Hoden auf dem frühesten Stadium der Entwicklung gewöhnlich eine flach kegelförmige (Fig. 18). Die stark verbreiterte Basis ist der Hüllmembran dicht angelagert, die Spitze ist dem Innern des Eischlauches zugekehrt. Indessen zeigt die Anlage der Apicalzelle nicht immer diese typische Form. Zuweilen ist ihr ganzes Plasma längs der Hüllmembran ausgebreitet und hebt sich nur wenig von derselben ab (Fig. 18 u. 19). Auf Schnitten erscheint in diesem Falle die Apicalzelle als ein schmaler, der Hüllmembran dicht angeschmiegter Plasmastreifen, der meist eine leichte sichelförmige Biegung erkennen lässt, da er der Wölbung der Hüllmembran folgt. Auf frühen Stadien ist dies Verhalten nicht gerade häufig, später dagegen erscheint die Apicalzelle immer in dieser Gestalt (Figg. 20, 21). Sie ist dann aber durch ihre Größe und ihre eigenthümliche Plasmafärbung leicht wahrzunehmen, während auf jungen Stadien ihr Auffinden durch die Annahme der eben beschriebenen Gestalt erschwert wird.

Die seitlichen Ränder der Apicalzelle sind entweder deutlich begrenzt und der Unterschied zwischen ihrem Plasma und dem der Oogonien tritt klar hervor, oder es findet, ohne dass eine Grenze erkennbar ist, ein allmählicher Übergang statt. Gewöhnlich zeigt die Apicalzelle auf frühen Stadien das letztere Verhalten und Fälle, in denen eine deutliche Begrenzung zu beobachten ist, sind verhältnismäßig selten. Durch diesen Umstand wird die Identificirung der Apicalzelle oft nicht unwesentlich erschwert, da dieselbe, an und für sich von geringem Umfang, sich auch durch ihre Plasmastruktur kaum von ihrer Umgebung unterscheidet. In der That war es mir bei den Embryonen und frisch ausgeschlüpften Raupen nicht in allen Fällen möglich, in jedem Eischlauche eine Zelle mit Sicherheit als die Apicalzelle anzusprechen. Bei 7—9 mm langen Raupen dagegen und besonders bei noch älteren Raupen ist bei einigermaßen günstiger Schnittführung die Apicalzelle mit Leichtigkeit in jedem Eischlauche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nachzuweisen, da mit zunehmendem Alter der Unterschied zwischen ihrem Plasma und dem der Oogonien immer deutlicher hervortritt.

Der Kern der jungen Apicalzelle zeigt, wie schon erwähnt, in der Chromatinvertheilung große Übereinstimmung mit den Oogonien. In Gestalt und Größe dagegen verhält sich der Kern auf jungen Stadien ziemlich abweichend. Die Oogonien erscheinen gewöhnlich auf dem Schnitt kreisrund; der Kern der Apicalzelle dagegen ist nicht selten oval und kann sogar stark in die Länge gestreckt sein (Figg. 18 u. 19). Der auffallendste Unterschied besteht jedoch in der Größe: der Kern der Apicalzelle ist bei Embryonen und jungen Raupen fast in allen Fällen kleiner, oft sogar bedeutend kleiner als die Oogonien (Figg. 18 u. 19). Während die Raupen heranwachsen, gleicht sich dieser Unterschied allmählich aus, und bei etwa halberwachsenen Raupen besitzt der Kern der Apicalzelle im Allgemeinen gleiche Größe mit den Oogonien (Figg. 20 u. 21); bei verpuppungsreifen Raupen und Puppenstadien kommt es sogar nicht selten vor, dass er die Oogonien an Umfang übertrifft (Figg. 22 u. 23).

Die Entstehung der Apicalzelle muss man im Ovarium wohl auf denselben Vorgang zurückführen, der für ihre Bildung im Hoden angenommen wurde, nämlich auf die Differenzirung aus einer ursprünglichen Keimzelle. Die Gründe für diese Annahme sind dieselben, welche schon bei Besprechung der Hoden angeführt wurden: die Lage der Apicalzelle innerhalb der Hüllmembran, die Ähnlichkeit ihres Plasmas mit dem die Eischläuche erfüllenden Plasma, und schließlich auch die trotz der Abweichungen in Gestalt und Größe auffallende Ähnlichkeit ihres Kerns mit den Kernen der Oogonien. Diese letzteren Verschiedenheiten scheinen mir mit der hier angenommenen Entstehungsweise nicht in Widerspruch zu stehen, lassen sich vielmehr aus derselben erklären. Bei den jüngsten zu den vorliegenden Untersuchungen benutzten Stadien ist im Ovarium wie im Hoden die Apicalzelle bereits vorhanden. Die Differenzirung aus einer Keimzelle muss daher auf einem noch etwas früheren Stadium vor sich gehen. Es ist möglich, dass zu dieser Zeit die Keimzellen noch nicht so groß sind wie auf den späteren Embryonalstadien. Indem nun eine der Keimzellen zur Apicalzelle wird, scheidet sie aus dem Verbande ihrer Schwesterzellen aus; sie übernimmt eine von ihrer ursprünglichen Bestimmung durchaus verschiedene Funktion, mit welcher sich auch ihr weiterer Entwicklungsgang vollkommen ändert. Während der letzten Embryonal- und ersten Larvenstadien ist aber im Ovarium eine Fortentwicklung der Apicalzelle nicht zu beobachten, wohl aber bei den Oogonien, welche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich fortwährend vermehren. In Folge dessen wird auch der Kern der Apicalzelle in der ersten Zeit nicht an Größe zunehmen, während die Kerne der Oogonien, welche niemals in ihrem Entwicklungsgang gehemmt wurden, weiter heranwachsen. Auf diese Weise lassen sich vielleicht die beschriebenen Abweichungen des Kerns der Apicalzelle von denen der Keimzellen im Ovarium erklären.

Hiergegen könnte man einwenden, dass im Hoden ein so deutlicher Unterschied zwischen dem Kern der Apicalzelle und den Kernen der Keimzellen nicht vorhanden ist. Allein im Hoden spielt die Apicalzelle eine ganz andere Rolle als im Ovarium. Sie übt dort eine sehr energische Thätigkeit aus, welche schon auf frühen Stadien beginnt, während sie im Ovarium wahrscheinlich ziemlich funktionslos geworden ist. Es ist daher erklärlich, wenn man im Hoden die Apicalzelle gleich von Anfang an kräftiger entwickelt findet als im Ovarium.

Bei frisch ausgeschlüpften Raupen erscheint die Apicalzelle noch genau so wie bei den Embryonen. Dasselbe ist bei 7—9 mm langen Raupen der Fall, bei denen das Ovarium schon bedeutende Formveränderungen erfahren hat (Fig. 19). Während nun die Eischläuche allmählich zu den Eiröhren heranwachsen, während die Keimzellen sich außerordentlich stark vermehren und sich weiter differenziren, ist an der Apicalzelle eine Fortentwicklung, welche sich etwa mit der im Hoden stattfindenden vergleichen ließe, nicht zu beobachten. Die Veränderungen, welche die Apicalzelle erfährt, beschränken sich im Wesentlichen auf eine Größenzunahme, welche mit dem Wachsthum der Eiröhren gleichen Schritt hält (Figg. 20—23). Dagegen tritt die Apicalzelle nicht zu den Keimzellen in so enge Beziehung wie im Hoden, sondern sie verharrt auf allen Stadien am vorderen blindgeschlossenen Ende der Eiröhren, der Hüllmembran dicht angelagert und nur verhältnismäßig wenig von derselben vortretend, ganz in derselben Weise, wie es schon bei den Embryonen der Fall war. In Folge dessen ist auch im Ovarium eine Einstülpung der Hüllmembran nie zu beobachten.

Die geringe Differenzirungshöhe, welche die Apicalzelle im Ovarium erreicht, lässt kaum annnehmen, dass dieselbe hier eine ähnliche Thätigkeit ausübt wie im Hoden, oder die Thätigkeit ist so gering, dass sie sich der Beobachtung entzieht. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass man die Apicalzelle im Ovarium lediglich als ein der Apicalzelle im Hoden entsprechendes, aber im Wesentlichen funktionsloses Gebilde aufzufassen hat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Plasma der Apicalzelle zeigt immer eine außerordentlich feinkörnige Struktur und ist daher stets etwas dunkler gefärbt als das Plasma der Keimzellen, welches von mehr lockerem Gefüge und grobkörniger ist. Dieser Unterschied in der Plasmastruktur ist zwar auch schon auf den jüngsten Stadien vorhanden, tritt jedoch erst im Laufe der Entwicklung deutlicher hervor und bietet bei älteren Raupen ein wesentliches Merkmal zur Erkennung der Apicalzelle. Der Unterschied zwischen dem Plasma der Apicalzelle und dem der Oogonien wird dadurch noch deutlicher, dass bis zu den erwachsenen Raupen die Apicalzelle gewöhnlich ziemlich scharf umgrenzt ist (Figg. 20 u. 21). Später tritt in diesem Verhalten eine Änderung ein.

Bei den Embryonal- und frühen Larvenstadien verhielt sich der Kern der Apicalzelle in seiner Chromatinanordnung mit den Kernen der Oogonien übereinstimmend, war jedoch in Größe und Form oft von ihnen verschieden. Während die Raupen heranwachsen, gleichen sich diese Unterschiede allmählich aus, indem der Kern der Apicalzelle wächst. Dagegen treten jetzt Veränderungen in der Chromatinvertheilung auf, welche denselben auf den ersten Blick von den Keimzellkernen unterscheiden lassen. So fand ich bei 20 mm langen Raupen alles Chromatin in der Mitte des Kerns zu einem fast homogen erscheinenden dichten Knäuel zusammengeballt, das indessen seine Zusammensetzung aus einzelnen Chromatinkörnern noch erkennen ließ (Fig. 20). Ausnahmsweise findet sich dieses Verhalten auch schon bei jüngeren Raupen. Auf späteren Stadien bemerkt man in dem Kern eine größere Anzahl von Chromatinkörnern und kurzen, geraden oder gebogenen fadenartigen Stücken. Die Körner und Chromatinfäden liegen einzeln im Kern oder treten zu kleinen Gruppen zusammen (Figg. 21 u. 22).

Bei verpuppungsreifen Raupen beginnt, wie im Hoden, die Apicalzelle allmählich zu degeneriren. An ihrem Plasma ist vorläufig noch keine Veränderung zu erkennen. Auch während der folgenden Stadien behält dasselbe seine feinkörnige Struktur und wird nur in den peripheren Partien der Apicalzelle allmählich etwas heller, während es in der Umgebung des Kerns dunkel bleibt (Fig. 23). Außerdem verschwindet jetzt die deutliche Begrenzung der Apicalzelle, und es tritt zwischen ihrem und dem Plasma der Keimzellen ein allmählicher Übergang ein (Figg. 22 u. 23). In Folge dessen findet man jetzt zuweilen einzelne Oogonien in dem dunklen Plasma der Apicalzelle, sogar in unmittelbarer Nähe des Kerns, was früher niemals der Fall war.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Kern der Apicalzelle hat bei erwachsenen Raupen häufig schon Veränderungen erfahren, welche deutlich ihren degenerativen Charakter erkennen lassen. Nicht selten übertrifft er jetzt die Kerne der Keimzellen etwas an Umfang. Sein Chromatin erscheint als eine aus kleinen Tröpfchen und Körnern zusammengesetzte dichte Anhäufung, welche meist die Mitte des Kerns einnimmt, während der periphere Theil von Chromatin frei bleibt. Dieses Verhalten findet man am häufigsten auf Puppenstadien (Fig. 23).

Von der Menge der Oogonien ist jetzt nur noch eine geringe Anzahl übrig. Die meisten haben sich bereits weiter differenzirt. Von den noch vorhandenen geht, wie im Hoden, ein Theil mit der Apicalzelle zu Grunde, und zwar wiederum die in der Nähe derselben liegenden. Viele dieser Oogonien werden unter ganz ähnlichen Erscheinungen aufgelöst, wie die Spermatogonien, welche von der Apicalzelle im Hoden als Nährmaterial verwandt werden. Die Kernmembran wird undeutlich und verschwindet; die Chromatinbestandtheile liegen nun scheinbar ohne Zusammenhang in einem hellen, vacuolenartigen Raum (Fig. 23 Oog_1). Bald rücken sie ganz aus einander, und dann findet man sie als größere und kleinere schwarze Körner, theils von hellen Rändern umsäumt, regellos im Plasma zerstreut (Figg. 22 u. 23). Auch im Plasma der Apicalzelle sind solche Körner zu bemerken (Fig. 23). Bei anderen Oogonien verschmilzt das Chromatin der Kerne zu einem großen oder zu mehreren kleinen Klumpen (Figg. 22 u. 23). Nachdem die Kernmembran gelöst ist, zerfallen diese ebenfalls in kleinere Stücke.

Während im Hoden alle mit der Apicalzelle zu Grunde gehenden Keimzellen typische Degenerationserscheinungen zeigen (Figg. 16, 17), ist dies im Ovarium nur bei einem Theil derselben, den eben zuletzt erwähnten, der Fall. Die übrigen zerfallen ähnlich wie die als Nährmaterial dienenden Spermatogonien. Auch ihre Zerfallprodukte gleichen ganz den Nahrungskörnern im Hoden. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass die Apicalzelle jetzt für eine nur geringe Anzahl Keimzellen noch in Funktion tritt, nachdem sie sich während der ganzen Larvenperiode unthätig verhalten hat, zu einer Zeit, wo unentwickelte Keimzellen in großer Menge vorhanden waren. Auch ist die Degeneration der Apicalzelle selbst unverkennbar. Man wird daher die an den Oogonien beobachteten Vorgänge als Begleiterscheinungen der Rückbildung der Apicalzelle auffassen müssen.

Bei Puppen, welche nur wenige Tage vor dem Ausschlüpfen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

standen, habe ich die Apicalzelle zum letzten Mal beobachtet (Fig. 23). Seit dem Verpuppen der Raupen haben nur wenig Veränderungen stattgefunden. Das Plasma ist sehr hell geworden, da es Farbstoffe nicht mehr gut aufnimmt. Nur die Umgebung des Kerns erscheint ziemlich dunkel. Die übrigen Verhältnisse sind bereits im Vorigen mit beschrieben. Ob die Apicalzelle auch noch bei den Imagines vorhanden ist, kann ich nicht mit Sicherheit sagen, da mir von diesen Stadien kein ausreichendes Material mehr zur Verfügung stand.

B. Phalera bucephala (L.).

1. Hoden.

Die jüngsten Raupen dieser Lepidopterenart, welche ich untersuchte, hatten bereits eine Länge von 15 mm erreicht. Die Hodenfächer sind auf diesem Stadium bereits dicht von Spermatocysten erfüllt. Gegenüber dem Ausführungsgang, am verbreiterten blinden Ende der Hodenfächer, liegen die noch undifferenzirten Spermatogonien. Dieselben erscheinen etwas anders als bei *Bombyx mori*, indem in ihren Kernen kein Nucleolus zu beobachten ist, sondern nur eine große Anzahl Chromatinkörner, die sich in ziemlich regelmäßiger Anordnung durch den Raum des Kerns vertheilen (Figg. 24 u. 25). Am vorderen Ende eines jeden Hodenfaches bemerkt man ferner die Apicalzelle, an derselben Stelle, welche sie bei *Bombyx mori* einnimmt. Sie besitzt bei jungen Raupen etwa die Gestalt einer Halbkugel (Fig. 24). Die gewölbte Seite ragt in das Innere des Hodens vor, die basale Fläche steht in direkter Berührung mit der Hüllmembran.

Der Kern der Apicalzelle übertrifft die Kerne der Spermatogonien ziemlich bedeutend an Größe. Seine Gestalt ist gewöhnlich oval (Fig. 24). Abweichungen von dieser typischen Form kommen hauptsächlich bei älteren Raupen vor, wo sie durch besondere, noch zu besprechende Verhältnisse veranlasst werden. Bei 15 mm langen Raupen fand ich nur in einem Fall ein abweichendes Verhalten des Kerns; hier war derselbe lang gestreckt und stäbchenförmig und hatte sich mit der einen stark verlängerten Seite dicht an die Hüllmembran angelagert. Die Chromatinvertheilung des Kerns ist ungefähr dieselbe wie bei *Bombyx mori* während der Funktionsperiode der Apicalzelle. Große, zum Theil sehr umfangreiche, und kleinere Chromatinkörner sind in unregelmäßiger wechselnder Anordnung durch den Kern vertheilt (Fig. 24).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Plasma der Apicalzelle ist von dem Plasma, in dem die Spermatogonien eingebettet sind, auffallend verschieden. Während das letztere bei der von mir angewandten Färbung der Schnitte die auch bei *Bombyx mori* beobachtete normale dunkel graublaue Farbe zeigt, erscheint das Plasma der Apicalzelle außerordentlich hell, wodurch es ungewöhnlich scharf gegen das übrige Plasma absticht (Figg. 24, 25). Außerdem ist das Plasma der Apicalzelle bedeutend dichter und feinkörniger als dasjenige der Keimzellen, wie es auch bei *Bombyx mori* der Fall war. Trotzdem ist zwischen diesen so verschiedenen Plasmaarten keine scharfe Grenze vorhanden, sondern es findet ein allmählicher Übergang statt. Bei jungen Raupen ist derselbe ziemlich unvermittelt (Fig. 24). Bei älteren Raupen jedoch, wo sich die Apicalzelle in energischer Thätigkeit befindet, ist eine mehr oder weniger breite Grenzzone vorhanden, innerhalb deren die allmähliche Umwandlung des Plasmas zu beobachten ist. Das Plasma der Apicalzelle wird allmählich lockerer und dunkler und nähert sich so immer mehr der Beschaffenheit des Plasmas, in dem die Spermatogonien liegen (Fig. 25). Dieser allmähliche Übergang ist ein Beweis dafür, dass zwischen beiden Plasmaarten kein principieller Unterschied besteht, mögen sie auch in ihrer äußeren Erscheinung noch so sehr von einander verschieden sein. Man darf daher auch bei *Phalera bucephala* die Entstehung der Apicalzelle aus einer von Anfang an im Innern des Hodens liegenden Zelle, einer ursprünglichen Spermatogonie, annehmen.

In der oben erwähnten Grenzzone liegen zahlreiche Nahrungskörner (Fig. 25), welche jedoch nie in solcher Menge auftreten wie bei *Bombyx mori*. Auch bei jungen Raupen sind sie schon vorhanden, doch nur in geringer Anzahl (Fig. 24). Sie sind auch bei Phalera vielfach von hellen Höfen umsäumt. Da man zuweilen einzelne in Auflösung begriffene Spermatogonien in der Nähe der Apicalzelle beobachten kann (Fig. 25 *Spg*$_1$), so ist es sehr wahrscheinlich, dass die Nahrungskörner auf dieselbe Art entstehen wie bei *Bombyx mori*.

Während der Larvenperiode erfährt die Apicalzelle eine beträchtliche Größenzunahme. Sie hat bei älteren Raupen eine gestreckte Gestalt angenommen, wodurch sie ziemlich weit in den Raum des Hodenfaches hineinragt (Fig. 25). Eine Einstülpung der Hüllmembran, wie bei *Bombyx mori*, kommt bei *Phalera bucephala* nicht vor. Auch sind keine so deutlichen Anzeichen dafür vorhanden, dass der Apicalzelle aus der Hülle des Hodens Material zugeführt wird. Trotzdem steht die Apicalzelle wohl in allen Fällen mit der Hüllmembran

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in unmittelbarer Verbindung. Meist ist eine breite Berührungsfläche vorhanden (Fig. 25), doch wurde in einigen Fällen die Verbindung mit der Hüllmembran durch einen ziemlich langen und schmalen Plasmastrang gebildet. Einige Male, sowohl bei 25 mm langen wie bei erwachsenen Raupen, war eine Verbindung mit der Hüllmembran überhaupt nicht zu beobachten, sondern die Apicalzelle rings von Spermatogonien umschlossen. Es ist jedoch möglich, dass in diesen Fällen ebenfalls ein schmaler Verbindungsstrang vorhanden war, den man nur in Folge ungünstiger Schnittführung nicht sehen konnte.

Bei verpuppungsreifen Raupen befindet sich die Apicalzelle noch in voller Thätigkeit. Sie zeigt hierin bei *Phalera bucephala* ein anderes Verhalten als bei *Bombyx mori*, wo auf diesem Altersstadium schon die Rückbildung beginnt. Es steht dies jedenfalls in Verbindung mit der verschiedenen Differenzirungshöhe, welche die Hoden bei diesen beiden Arten am Schluss der Larvenperiode erreicht haben. Bei *Phalera bucephala* ist der Hoden der erwachsenen Raupen noch eben so wie bei 15 mm langen Raupen mit Spermatocysten angefüllt; auch eine große Zahl undifferenzirter Spermatogonien ist noch vorhanden. Dieses Entwicklungsstadium entspricht etwa dem der halberwachsenen Raupen von *Bombyx mori*. Bei erwachsenen Raupen dieser Art findet man in der Nähe des Ausführungsganges der Hoden bereits ausgebildete Spermatozoen. Bei Raupen der gleichen Altersstufe von *Phalera bucephala* befinden sich also die männlichen Geschlechtsprodukte noch auf einem recht frühen Stadium der Entwicklung, und es ist daher erklärlich, wenn wir die Apicalzelle noch in Ausübung ihrer Funktion antreffen.

Die Thätigkeit der Apicalzelle äußert sich zum Theil in eigenthümlichen Erscheinungen, bei denen in erster Linie auch der Kern eine Rolle spielt, und welche einer eingehenderen Beschreibung bedürfen.

An der dem Hodeninnern zugekehrten Seite des Kerns der Apicalzelle findet man regelmäßig eine Anhäufung äußerst feinkörniger dunkler Substanz, welche in dem sonst ausnahmsweise hellen Plasma der Apicalzelle durch ihre schwärzliche Färbung mit großer Deutlichkeit hervortritt (Figg. 24 u. 25). Die Substanz tritt unmittelbar am Kern oder doch in der Nähe desselben auf und zieht meist in Form eines Streifens, dessen Erscheinungsweise in den einzelnen Fällen wechselt, durch das Plasma nach dem Rand der Apicalzelle. Ich fand die fragliche Substanz bei allen Raupen der verschiedenen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Altersstadien und in sämmtlichen Hodenfächern ohne Ausnahme. Die Form des Auftretens ist, wie schon erwähnt, eine verschiedene. Bei einer 15 mm langen Raupe zog durch das Plasma der Apicalzelle ein breiter dunkler Streifen, der sich aus schwarzen Körnchen von außerordentlicher Feinheit zusammensetzte (Fig. 24). Der Streifen umfasste die dem Hodenlumen zugekehrte Hälfte des Kerns, dessen Kontour an der Berührungsstelle undeutlich war. In unmittelbarer Nähe des Kerns befand sich eine Ansammlung von etwas größeren schwarzen Körnern. Einmal war bei einer 25 mm langen Raupe in der Nähe des Kerns statt der feinkörnigen Substanz nur ein homogener schwarzer Klumpen zu beobachten. Bei älteren Raupen kommt es vor, dass der Streifen sich in einzelne Strahlen auflöst, die fächerartig nach dem Rand der Apicalzelle verlaufen (Fig. 25). Wiederholt fand ich auch im Verlaufe des Streifens der feinkörnigen Substanz eine Ansammlung ziemlich großer schwarzer Körner, in verhältnismäßig weiter Entfernung vom Kern der Apicalzelle. Gewöhnlich theilte sich dann an dieser Stelle der Streifen in fächerartige Strahlen. In einigen wenigen Fällen war schließlich die feinkörnige Substanz gleichmäßig durch die ganze Apicalzelle vertheilt, wobei jedoch einzelne Strahlen besonders deutlich hervortraten.

Wir haben es hier mit einer Erscheinung zu thun, welche offenbar mit der Funktion der Apicalzelle in ursächlichem Zusammenhang steht. Die feinkörnige dunkle Substanz, welche aus dem Innern der Apicalzelle nach dem Rande zu strömen scheint, stellt jedenfalls von derselben ausgeschiedenes Nährmaterial dar. Da dasselbe immer in der Nähe des Kerns, meist sogar in unmittelbarer Berührung mit ihm auftritt, so lässt sich schon aus diesem Umstand schließen, dass der Kern zu der Substanz in Beziehung steht. Diese Annahme wird bestätigt durch das wiederholt beobachtete Verschwinden der Kerngrenzen und durch in Verbindung damit auftretende Gestaltveränderungen des Kerns. Schon bei einer 15 mm langen Raupe war die Kernmembran an der Berührungsstelle mit der ausgeschiedenen Substanz undeutlich (Fig. 24). Besonders klar war dies jedoch in einer Reihe von Fällen bei 5 cm langen Raupen. Hier ging der Inhalt des Kerns direkt in die feinkörnige dunkle Substanz über. In unmittelbarer Nähe des Kerns lag meist eine Anhäufung größerer schwarzer Körner (Fig. 25). Dabei war die Gestalt des Kerns auffallend verändert. Der sonst gewöhnlich ovale Kern war stark in die Länge gestreckt und an seinem inneren Ende, wo er in die feinkörnige Substanz überging, allmählich verschmälert.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Man darf aus diesen Vorgängen mit Sicherheit schließen, dass der Kern der Apicalzelle bei der Produktion des Nährmaterials eine bedeutende Rolle spielt. Bei *Bombyx mori* wurden ebenfalls Veränderungen am Kern beobachtet, welche durch die Betheiligung desselben an der Funktion der Apicalzelle verursacht waren. Indessen war bei *Bombyx mori* die Thätigkeit der Apicalzelle eine vorwiegend assimilirende, indem Spermatogonien und aus der bindegewebigen Hülle des Hodens aufgenommene Stoffe zu Nährmaterial verarbeitet wurden. Bei *Phalera bucephala* findet zwar auch eine Auflösung von Spermatogonien statt, daneben aber übt die Apicalzelle eine energische secernirende Thätigkeit aus, indem sie selbständig, aus sich heraus, Nährmaterial producirt. Am besten lassen sich diese Vorgänge mit der Thätigkeit der Nährzellen in den Insektenovarien vergleichen, welche ebenfalls ein feinkörniges Material liefern, das von den Oocyten, wie hier von den Spermatogonien, aufgenommen wird. Dabei verändern die Nährzellkerne ihre Gestalt und verlieren theilweise ihre Begrenzung, Erscheinungen, welche den am Kern der Apicalzelle bei *Phalera bucephala* beobachteten vollkommen analog sind. Auch mit den von Korschelt für das Ovarium von *Dysticus marginalis* und anderen Insekten beschriebenen Vorgängen lassen sich die hier geschilderten Verhältnisse vergleichen. So finden wir zwischen den Oocyten und der von den Nährzellen ausgeschiedenen feinkörnigen Nährsubstanz ganz ähnliche Lagebeziehungen und darauf bezügliche Veränderungen des Kerns wie bei *Phalera bucephala* zwischen dem Kern der Apicalzelle und der ausgeschiedenen Substanz. In der Nähe der Oocyten wurden außerdem vielfach größere Körner und Klumpen der Nährsubstanz beobachtet, wie sie auch bei *Phalera bucephala* häufig in der Nähe des Kerns der Apicalzelle vorkommen.

Im Innern des Hodens von *Phalera bucephala* treten ziemlich häufig Degenerationserscheinungen auf. Bei Raupen sämmtlicher Altersstadien findet man fast in jedem Hodenfach einzelne Spermatocysten, deren Zellen in Degeneration begriffen sind. Der Inhalt ihrer Kerne ist gewöhnlich zu einem homogenen schwarzen Klumpen zusammengeflossen. Es kann sich, wie ich glaube, hier nicht um einen Vorgang pathologischer Natur handeln, da die degenerirenden Spermatocysten stets einzeln und weit aus einander liegen und immer von durchaus normalen Spermatocysten umgeben sind, deren Zellen sich nicht selten in reger Theilung befinden. Ich möchte die Degenerationsvorgänge als eine Folge ungünstiger Ernährungsverhältnisse auffassen. Das Material der zu Grunde gehenden Spermatocysten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dient jedenfalls den übrigen wieder zur Nahrung. Bei den noch undifferenzirten Spermatogonien sind derartige Degenerationserscheinungen äußerst selten und kommen nur in weiter Entfernung von der Apicalzelle vor. Auch dieser Umstand lässt es wieder als das Nächstliegende erscheinen, dass Vorgänge der beschriebenen Art durch ungünstige Ernährung bedingt sind.

Bei älteren Raupen treten in der bindegewebigen Hülle des Hodens ebenfalls Degenerationserscheinungen auf. Hier ist es jedoch nicht wie bei *Bombyx mori* die innere, sondern die äußere Hüllenschicht, welche von denselben betroffen wird. Im Gewebe der Hülle liegen zahlreiche große und kleine schwarze Tropfen, welche auf eine fettige Degeneration schließen lassen (Fig. 25). Zwischen denselben findet man noch normale Kerne. Ich glaube nicht, dass man diese Erscheinungen mit der Thätigkeit der Apicalzelle in unmittelbaren Zusammenhang bringen darf, weil die innere Hüllenschicht in allen Fällen normal bleibt. Da sie außerdem nur bei ungefähr erwachsenen Raupen vorkommen, so deuten sie vielleicht auf den Beginn der Histolyse hin, um so mehr, als in dem Fettgewebe, welches die Hoden umhüllt, dieselben Degenerationserscheinungen zu beobachten sind.

2. Ovarien.

Bei den Raupen sämmtlicher Altersstufen, die ich untersuchte, fand ich am vorderen Ende der Eiröhren die Apicalzelle, welche sehr klar und deutlich hervortritt (Fig. 26). Sie zeigt im Wesentlichen dieselben Verhältnisse wie bei *Bombyx mori*. Wie dort hat sie ihren Platz am vorderen blind geschlossenen Ende der Eiröhren, wo sie der Hülle dicht anliegt. Ihr Plasma ist sehr feinkörnig und deutlich von dem übrigen Plasma, welches die Eiröhre erfüllt, zu unterscheiden, in welches es jedoch gewöhnlich ohne scharfe Grenze übergeht. Um den Kern ist das Plasma der Apicalzelle besonders dicht und dunkler gefärbt als in den peripheren Partien, wo es etwas heller erscheint als das Plasma, in dem die Oogonien liegen (Fig. 26). Eine deutliche Thätigkeit der Apicalzelle ist eben so wenig wie bei *Bombyx mori* zu beobachten.

Der Kern der Apicalzelle stimmt in Form, Größe und Chromatinvertheilung mit den Kernen der Oogonien überein (Fig. 26). Er ist kreisrund oder oval und enthält eine Anzahl großer und kleiner, unregelmäßig vertheilter Chromatinkörner. Nur bei erwachsenen Raupen zeigt der Kern ein abweichendes Verhalten, indem das Chromatin zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mehreren homogenen, grau gefärbten Tropfen zusammengeflossen ist, die in ihrer Mitte ein schwarzes Korn umschließen. Auf diesem Stadium übertrifft der Kern diejenigen der Oogonien auch etwas an Größe. Diese Vorgänge, welche ähnlich auch bei *Bombyx mori* beobachtet wurden, deuten auf den Beginn der Degeneration der Apicalzelle.

Auch unter den Oogonien wurden bei erwachsenen Raupen in einigen Fällen Degenerationserscheinungen beobachtet. Dass eine Auflösung von Oogonien stattfindet, geht auch daraus hervor, dass man im Plasma zwischen den Keimzellen schwarze, oft von hellen Höfen umgebene Körner findet, welche die bekannte Erscheinung der aus den Kernen der Keimzellen hervorgegangenen Zerfallprodukte bieten (Fig. 26). Auch im Plasma der Apicalzelle sind dieselben zu beobachten, aber erst dann, wenn die Degeneration der Apicalzelle bereits unverkennbar ist.

C. Gastropacha rubi (L.).

1. Hoden.

Von dieser Lepidopterenart standen mir nur erwachsene Raupen zur Verfügung. Die Hodenfächer sind bei denselben wie bei *Phalera bucephala* dicht mit Spermatocysten erfüllt. Weitere Entwicklungsstadien der männlichen Geschlechtsprodukte sind noch nicht vorhanden. Die Apicalzelle, welche wie gewöhnlich am vorderen Ende der Hodenfächer liegt, ist rings umgeben von noch undifferenzirten Spermatogonien, so dass also eine Verbindung mit der Hüllmembran nicht mehr vorhanden ist. Die Spermatogonien erscheinen wie bei *Bombyx mori* mit großem Nucleolus und vielen kleinen Chromatinkörnern, welche sich durch den Raum des Kerns vertheilen. Der Kern der Apicalzelle stimmt in der Größe und im Wesentlichen auch in der Chromatinvertheilung mit den Kernen der Spermatogonien überein. Der Kern ist umgeben von einem Hof sehr dichten feinkörnigen Plasmas. Dann folgt nach außen eine breite von weniger dichtem Plasma gebildete Zone, an deren Rand das Plasma der Apicalzelle in das den Raum des Hodenfaches füllende übergeht. Der innere dichte Plasmahof zeigt eine unregelmäßige, veränderliche Gestalt; bald erscheint er polygonal, bald abgerundet und lässt demgemäß gerade oder gekrümmte Begrenzungslinien erkennen. Die Grenze tritt gewöhnlich deutlich, manchmal sehr scharf hervor, so dass der Übergang zwischen dem Plasma des inneren Hofes und der äußeren Zone ein ziemlich unvermittelter ist. Von der Peripherie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

des inneren Hofes gehen gewöhnlich Fortsätze aus, die manchmal nur in geringer, oft aber auch in sehr großer Anzahl vorhanden sind. Sie sind meist ziemlich lang, schmal und scharf zugespitzt, und treten in dem Plasma der äußeren Zone der Apicalzelle immer sehr deutlich hervor. Über den Rand der äußeren Zone gehen sie nicht hinaus, sondern endigen innerhalb derselben. Hauptsächlich findet man die Fortsätze an der dem Hodeninnern zugekehrten Seite der Apicalzelle.

v. la Valette St. George giebt eine Abbildung der Apicalzelle von *Gastropacha rubi*, welche mit den hier geschilderten Verhältnissen vollkommen übereinstimmt. Man unterscheidet deutlich einen inneren Plasmahof mit zahlreichen, vorwiegend von der inneren Seite ausgehenden spitzen Fortsätzen, und eine breite äußere Plasmazone.

In dem inneren Plasmahof war in zwei Fällen eine eigenthümliche Erscheinung zu beobachten. An der inneren Seite des Kerns befand sich ein deutlich umschriebener runder Fleck hellen lockeren Plasmas, etwa von der Größe des Kerns der Apicalzelle. Vielleicht stand der Plasmafleck zu dem letzteren in Beziehung, was sich jedoch nicht mit Bestimmtheit feststellen ließ, da der Kern scharf begrenzt erschien. Bei *Bombyx mori* wurden einmal ähnliche Verhältnisse beobachtet. Auch dort war auf der inneren Seite des Kerns ein heller Plasmahof vorhanden, der jedoch mit dem Kern in unmittelbarem Zusammenhang stand (Figg. 7 u. 8). Möglicherweise handelt es sich auch hier wieder um eine Betheiligung des Kerns an der Funktion der Apicalzelle, welche in der beschriebenen Weise zum Ausdruck kommt.

Die äußere Plasmazone der Apicalzelle ist ziemlich breit, und in Folge dessen erreicht die Apicalzelle bei *Gastropacha rubi* eine beträchtliche Größe. Im Plasma der äußeren Zone liegen Nahrungskörner in großer Menge, die man wohl auf denselben Ursprung zurückführen darf wie bei *Bombyx mori* und *Phalera bucephala*. Auch bei v. la Valette St. George findet man dieselben im Plasma der äußeren Zone abgebildet. In dem inneren Plasmahof sind sie dagegen niemals zu finden.

Von dem Rande der Apicalzelle führte wiederholt ein langer breiter Plasmastrang direkt nach dem Innern des Hodenfaches zwischen die Spermatocysten. Das Plasma dieses Stranges unterschied sich nicht von dem Plasma der äußeren Zone der Apicalzelle, nur war es theilweise noch etwas lockerer, ließ auch wohl eine Andeutung einer Längsstreifung erkennen. Auch Nahrungskörner fanden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich in reichlicher Menge in dem Plasmastrang. Diese Erscheinung ist mir bis jetzt nur von *Gastropacha rubi* bekannt. Jedenfalls steht der Plasmastrang mit der Ernährungsthätigkeit der Apicalzelle in Verbindung und hat den Zweck, das von derselben gelieferte Material möglichst weit zwischen die Keimelemente vordringen zu lassen. v. LA VALETTE ST. GEORGE scheint diesen Plasmastrang und seine Beziehung zur Apicalzelle nicht beobachtet zu haben.

Die innere Schicht der bindegewebigen Hülle war wie bei *Bombyx mori* stark degenerirt. Bei einer Raupe war die Degeneration eine so vollständige, dass Kerne innerhalb der betreffenden Hüllenschicht überhaupt nicht mehr zu erkennen waren, sondern das ganze Gewebe sich von einer Menge großer und kleiner schwarzer Klumpen erfüllt zeigte. In anderen Fällen waren zwischen denselben noch normale Kerne vorhanden. Die äußere Schicht der Hülle war immer vollkommen normal. Diese Erscheinungen sind jedenfalls nur durch eine Abgabe von Material an die Apicalzelle und an die Keimzellen zu erklären. Da bei erwachsenen Raupen die Apicalzelle mit der Hülle nicht mehr in Verbindung steht, so muss man annehmen, dass dies auf früheren Stadien der Fall war und dass sie sich bereits von der Hüllmembran losgelöst hat, wie es auch für *Bombyx mori* beschrieben wurde.

2. Ovarien.

Bei erwachsenen Raupen von *Gastropacha rubi* tritt uns die Apicalzelle in derselben Weise entgegen, wie bei den bereits beschriebenen Arten. Ihr Plasma ist sehr dicht und ungewöhnlich dunkel gefärbt. Der Kern übertrifft die Kerne der Oogonien etwas an Größe und zeigt auch sonst wenig Ähnlichkeit mit denselben. In der Mitte des Kerns befindet sich eine umfangreiche Chromatinanhäufung, die entweder homogen erscheint oder sich aus dicht zusammengedrängten einzelnen Körnern zusammensetzt. Der übrige Raum des Kerns ist erfüllt von Chromatinkörnern und kurzen fadenartigen Stücken. Die Kerne der Oogonien zeigen dieselbe Chromatinvertheilung wie bei *Bombyx mori*. Im Plasma zwischen den Oogonien liegen zahlreiche schwarze Körner, die jedenfalls auch hier aus zerfallenen Keimzellen hervorgegangen sind. Auch findet man gewöhnlich einzelne in Zerfall begriffene Oogonien in der Nähe der Apicalzelle. Alle Verhältnisse weisen darauf hin, dass auch bei *Gastropacha rubi* im Ovarium der erwachsenen Raupen die Degeneration der Apicalzelle bereits begonnen hat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

D. Pieris brassicae L.

1. Hoden.

Bei dieser Form konnte ich wie bei *Bombyx mori* die Apicalzelle von ganz frühen Stadien an verfolgen. Die jüngsten Raupen, welche zur Untersuchung gelangten, waren etwa seit 24 Stunden ausgeschlüpft und 5—7 mm lang. Der Hoden ist auf diesem Stadium in der Entwicklung schon ziemlich weit vorgeschritten. Die bereits abgeschlossenen Hodenfächer sind erfüllt von Spermatogonien, die, wie gewöhnlich in einer feinkörnigen Plasmamasse eingebettet liegen. Die normale Chromatinvertheilung der Kerne der Spermatogonien ist dieselbe wie bei *Bombyx* und *Gastropacha*. Sehr häufig findet man indessen Spermatogonien, deren Chromatin sich in der Mitte des Kerns zu einer dichten, aus einzelnen Körnern bestehenden Anhäufung gesammelt hat, wobei die Randpartien vollkommen chromatinfrei bleiben (Fig. 27). Die Spermatogonien, deren Kerne diese Chromatinvertheilung zeigen, bereiten sich zur Theilung vor. Daher findet man derartige Spermatogonien auf allen Stadien der Entwicklung in größerer oder geringerer Anzahl in der Nähe der Apicalzelle (Figg. 29, 30).

Die Apicalzelle nimmt ihren gewöhnlichen Platz am vorderen Ende der Hodenfächer ein. Ihr Plasma ist auf den jüngsten Stadien kaum von dem übrigen Plasma im Innern des Hodens zu unterscheiden. Es erscheint nur um den Kern etwas dichter und feinkörniger als in den äußeren Partien. Der Kern selbst zeigt große Ähnlichkeit mit den Kernen der Spermatogonien. Auf Grund dieser übereinstimmenden Merkmale in Plasma und Kern dürfen wir wohl für *Pieris* dieselbe Entstehungsweise der Apicalzelle annehmen, welche für *Bombyx mori* nachgewiesen wurde, nämlich die Differenzirung aus einer Keimzelle.

Hinter der Apicalzelle zeigt die Hüllmembran schon bei ganz jungen Raupen eine flache Einstülpung (Figg. 27, 28). Dieselbe wird nie sehr tief, wie etwa bei *Bombyx mori*, ist aber immer mit großer Deutlichkeit wahrzunehmen. Die eingestülpte Hüllmembran bildet eine gegen das Innere des Hodenfaches gerichtete Vorwölbung, welcher die Apicalzelle mit einer breiten basalen Fläche aufsitzt.

Bei den jungen, einen Tag alten Raupen hat die Apicalzelle bereits ihre Thätigkeit begonnen. Dies geht daraus hervor, dass sie schon von einer großen Menge von Nahrungskörnern umgeben ist,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die auch hier wieder als Zerfallprodukte aufgelöster Spermatogonien aufzufassen sind (Fig. 27). Die Nahrungskörner lassen die nächste Umgebung des Kerns der Apicalzelle frei und erstrecken sich dann über eine breite Zone bis zu den Spermatogonien. Sie liegen sehr dicht und lassen manchmal eine ziemlich deutliche Anordnung in radiale, von der Apicalzelle ausstrahlende Reihen erkennen (Fig. 27).

Der Kern der Apicalzelle nimmt auch bei *Pieris* Antheil an der Thätigkeit derselben, wie ich bei Raupen verschiedener Altersstadien beobachten konnte. Der Kern erscheint manchmal ohne deutliche Grenze oder von unregelmäßiger Gestalt, indem er z. B. breite lappige Fortsätze aufweist (Fig. 28). Diese Vorgänge zeigen am meisten Ähnlichkeit mit den bei *Bombyx mori* beobachteten, wie denn überhaupt in Entwicklung und Thätigkeit der Apicalzelle zwischen *Pieris* und der genannten Form große Übereinstimmung herrscht.

Im Laufe der weiteren Entwicklung verschwindet allmählich die Einstülpung der Hüllmembran und die Apicalzelle rückt etwas weiter in das Lumen des Hodens hinein, wobei sie ihre Verbindung mit der Hülle ganz aufgiebt. Wir finden daher auf späteren Stadien die Apicalzelle rings von Spermatogonien umgeben (Fig. 29). Der Kern, welcher noch immer große Ähnlichkeit mit den Kernen der Spermatogonien erkennen lässt, ist umgeben von einem Hof sehr hellen und dichten Plasmas, der gewöhnlich ziemlich scharf umgrenzt ist (Fig. 29). Derselbe ist fast ganz frei von Nahrungskörnern. Auf ihn folgt eine dunklere Plasmazone, in welcher die Nahrungskörner sehr zahlreich sind (Fig. 29). Nach den Spermatogonien zu nehmen sie allmählich an Menge ab, und hier geht das Plasma der Apicalzelle ganz allmählich in das den Raum des Hodens erfüllende Plasma über, so dass eine Grenze überhaupt nicht festzustellen ist. Die meisten Spermatogonien im nächsten Umkreis der Apicalzelle sind mit Plasmaschweifen versehen, welche auf dieselbe zustreben. Die Plasmaschweife sind, wie bei *Bombyx mori*, immer vorhanden, so lange die Apicalzelle eine Thätigkeit ausübt (Figg. 28, 29).

Bei späteren Larvenstadien, auch bei verpuppungsreifen Raupen, tritt uns die Apicalzelle noch wesentlich in der eben geschilderten Weise entgegen. Erst in der Puppe gehen weitere Veränderungen vor. Die kurz vor dem Verpuppen noch in großer Menge um die Apicalzelle vorhandenen Spermatogonien nehmen allmählich an Zahl ab, indem sie ihre weiteren Theilungs- und Ausbildungsstadien durchlaufen. Der helle Plasmahof um den Kern der Apicalzelle schwindet und das Plasma nimmt eine gleichmäßig dichte Beschaffenheit an,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wobei seine Farbe nach und nach dunkler wird. Bei Puppen, die im Januar geöffnet wurden, war das Plasma der Apicalzelle erst wenig dunkler gefärbt als das ihrer Umgebung. Spermatogonien waren noch in ziemlicher Anzahl vorhanden. Die Nahrungskörner waren gleichmäßig durch den ganzen Körper der Apicalzelle vertheilt. Bei noch älteren Puppen, die kurze Zeit vor dem Ausschlüpfen stehen und bei ausgeschlüpften Faltern erscheint das Plasma der Apicalzelle sehr dunkel (Fig. 30). Der Kern zeigt keine scharfe Begrenzung mehr. Nahrungskörner liegen auch jetzt noch in großer Anzahl im Plasma der Apicalzelle. Von den Spermatogonien sind nur in der nächsten Umgebung der Apicalzelle noch wenige vorhanden; dagegen findet man Spermatocysten noch in großer Anzahl.

Weder an der Apicalzelle selbst noch an ihrer Umgebung ist bis zu dem Imaginalstadium von eigentlichen Degenerationserscheinungen etwas wahrzunehmen. Das allmähliche Dichterwerden des Plasmas so wie seine dunkle Färbung sind wohl durch einen in Folge der reichlichen Stoffabgabe an die Spermatogonien eingetretenen Verdichtungsprocess verursacht. Auch ist von der Larvenperiode bis zum Imaginalstadium eine merkliche Größenabnahme der Apicalzelle zu konstatiren (Figg. 29 u. 30), welche ebenfalls dafür spricht, dass die letztere zum Theil resorbirt wird. Demnach besteht die Rückbildung der Apicalzelle im Hoden von *Pieris* lediglich in der allmählichen Resorption bis auf einen geringen Rest. In dieser Hinsicht steht *Pieris* im Gegensatz zu *Bombyx*, wo die Rückbildung der Apicalzelle schon bald nach der Larvenperiode mit typischen Degenerationserscheinungen beginnt.

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 (Fig. 29). Bei Puppen und ausgeschlüpften Faltern ist die innere Hüllenschicht in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig schwarz gefärbt (Fig. 30). 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.

2. Ovarien.

Im Ovarium sind einen Tag nach dem Ausschlüpfen der Raupen die Eischläuche bereits angelegt. Sie sind ziemlich lang gestreckt und schlauchförmig, so dass ihre Gestalt eine für das Ovarium durchaus

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

typische ist und die weiblichen Genitalanlagen von den männlichen auf den ersten Blick zu unterscheiden sind. Die in den Eischläuchen liegenden Oogonien gleichen in jeder Beziehung den Spermatogonien. Wie bei *Bombyx mori*, so münden auch bei *Pieris* die Eischläuche vor dem Ausführungsgang in einen gemeinsamen Raum, in welchem Kerne liegen, die sich von denen der Keimzellen durch ihre geringere Größe unterscheiden. Das ganze Ovarium wird umschlossen von der bindegewebigen Hülle.

Die Apicalzelle ist bei den jungen, einen Tag alten Raupen ebenfalls schon vorhanden. Sie erscheint am vorderen blinden Ende eines jeden Eischlauches als eine Ansammlung dichten, dunkel gefärbten Plasmas, welche sich aus dem Inhalt des Eischlauches deutlich abhebt. Die Apicalzelle ist außerdem meist ziemlich umfangreich. Sie umschließt einen Kern, der meist am vordersten Ende des Eischlauches liegt und hier der Hüllmembran dicht angelagert ist. Der Kern zeigt länglich ovale Gestalt, umschließt einen Nucleolus und Chromatinkörner und stimmt in seiner Chromatinvertheilung sehr mit den Kernen der Oogonien überein. An Größe dagegen steht er denselben bedeutend nach. Auch bei *Bombyx mori* war der Kern der Apicalzelle im Ovarium kleiner als die Keimzellkerne; dagegen ist die Apicalzelle in ihrer Gesammtheit bei *Pieris* größer und deutlicher als bei *Bombyx*.

Im Plasma der Apicalzelle beobachtet man auf den jungen Stadien schwarze Körner in mäßiger Anzahl, woraus man auf eine Auflösung von Keimzellen und demgemäß auf eine Funktion der Apicalzelle schließen könnte. Das Letztere ist jedoch kaum als wahrscheinlich anzunehmen, denn auf älteren Stadien tritt uns die Apicalzelle wieder genau in derselben Weise entgegen, wie sie für *Bombyx mori* geschildert wurde. Es ist daher nicht einzusehen, warum die Apicalzelle auf ganz jungen Stadien, wo erst wenige Oogonien vorhanden sind und nur für kurze Zeit in Thätigkeit treten sollte.

Bei allen späteren Larvenstadien liegt die Apicalzelle am vordersten Ende der Eiröhren, von deren Wandung sie sich nur wenig abhebt. Gegen den Eiröhreninhalt scheint sie ziemlich abgeschlossen und es sind keine Anzeichen einer Thätigkeit vorhanden. Ihr Plasma ist gewöhnlich etwas heller als dasjenige, in dem die Oogonien liegen. Zwischen den letzteren findet man auch jetzt noch zerstreut schwarze Körner. In dieser Weise fand ich die Apicalzelle noch bei erwachsenen Raupen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

E. Vanessa io L.

Hoden.

Die jüngsten Raupen dieser Art, welche zur Untersuchung gelangten, waren etwa halb erwachsen. Auch hier konnte ich die Apicalzelle bis zum Imaginalstadium verfolgen. Die Verhältnisse stimmen im Wesentlichen mit den bei *Pieris* herrschenden überein. Bei halberwachsenen Raupen steht die Apicalzelle bereits nicht mehr mit der Hüllmembran in Verbindung, sondern ist rings von Spermatogonien umgeben. Ihre Gestalt ist daher wie bei *Pieris* abgerundet, von annähernd kreisförmigem Umriss. Der Kern besitzt etwa die Größe der Spermatogonienkerne, mit denen er auch in der Chromatinvertheilung Ähnlichkeit zeigt (Fig. 31). Er ist oft von einem Plasmahof umgeben, der etwas heller erscheint als die periphere Zone der Apicalzelle, doch ist dieser Unterschied nicht so deutlich wie bei *Pieris*, und in manchen Fällen überhaupt nicht wahrzunehmen. Das Plasma erscheint dann gleichmäßig dicht und dunkel gefärbt (Fig. 31). Nahrungskörner sind auch bei *Vanessa io* in großer Zahl vorhanden.

Bei erwachsenen Raupen zeigt die Apicalzelle noch dieselben Verhältnisse wie bei halberwachsenen. Die Veränderungen während der Puppenperiode beschränken sich wie bei *Pieris* auf ein Dichter- und Dunklerwerden des Plasmas. Bei der Imago erscheint daher das Plasma gleichmäßig dicht, tief dunkel gefärbt und noch von Nahrungskörnern erfüllt. Die Veränderungen der Apicalzelle sind wie bei *Pieris* durch allmähliche Resorption zu erklären. Indessen ist gegen *Pieris* in so fern ein Unterschied zu konstatiren, als bei *Vanessa* im Hoden des ausgeschlüpften Falters eine Anzahl der noch vorhandenen Spermatogonien in Degeneration begriffen ist, was uns bei *Pieris* nicht entgegentrat. Die Zahl der noch übrigen Spermatogonien ist verschieden. Manchmal sind es nur noch wenige, die dann gewöhnlich schon degenerirt sind, und deren Kerninhalt aus einem homogenen schwarzen Klumpen besteht; oder die Spermatogonien sind noch in größerer Anzahl vorhanden, tragen aber auch schon deutliche Zeichen der beginnenden Degeneration. Die Kerne sind von breiten schwarzen Rändern umgeben, oder der ganze Inhalt ist bereits dunkel gefärbt, doch sind Nucleolus und Chromatinkörner noch zu erkennen.

Die innere Hüllenschicht erleidet dieselben Veränderungen bei *Pieris*. Der Anfang derselben ist bereits bei halberwachsenen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Raupen zu bemerken, indem das Plasma stellenweise dunkel erscheint (Fig. 31).

Ovarien von *Vanessa io* habe ich in Ermangelung günstigen Materials nicht untersucht. Man darf indessen annehmen, dass die Apicalzelle hier wie bei allen anderen untersuchten Arten vorhanden ist und ähnliche, wenn nicht dieselben Verhältnisse erkennen lässt.

F. Allgemeine Betrachtungen über die Apicalzelle und ihre Beziehungen zu den übrigen Zellelementen der Keimdrüsen.

Die Apicalzelle entsteht aus einer Urkeimzelle und wird in Folge dessen bereits auf einem sehr frühen Stadium angelegt. Bei *Bombyx mori* findet die Anlage schon im Embryo statt, bei den übrigen Formen wahrscheinlich auch auf einem entsprechend frühen Stadium. Im Hoden wie im Ovarium nimmt die Apicalzelle immer denselben Platz am vorderen blindgeschlossenen Ende der Genitalschläuche ein. Während die Apicalzelle im Hoden und im Ovarium auf dieselbe Weise entsteht und auch auf den frühesten Stadien ihrer Anlage in ihren wesentlichen Merkmalen ziemliche Übereinstimmung zeigt, ist ihr weiteres Verhalten bei beiden Geschlechtern ein durchaus verschiedenes.

Im Hoden übernimmt die Apicalzelle die Ernährung der Spermatogonien. Schon bald nach dem Ausschlüpfen der Raupen sehen wir sie bedeutend heranwachsen und eine energische Thätigkeit entfalten. Indem die Apicalzelle von der Hülle mehr in das Innere des Hodenfaches rückt und sich über eine weite Fläche ausdehnt, wird es ihr möglich, mit einer großen Zahl der Spermatogonien in direkte Berührung zu treten. Dabei bleibt sie jedoch bei verschiedenen Formen während der Periode ihrer energischsten Thätigkeit mit der Hüllmembran in Verbindung (*Bombyx*, *Phalera*). Bei anderen Formen wird die Verbindung mit der Hülle auf verhältnismäßig frühen Stadien gelöst (*Pieris*, *Vanessa*). Die Apicalzelle nimmt von außen Material auf, um dasselbe zu verarbeiten und es dann an die Spermatogonien wieder abzugeben. Zu diesem Zwecke werden, offenbar unter dem Einfluss der Apicalzelle, im nächsten Umkreis derselben Keimzellen aufgelöst, welche den übrigen wieder zur Nahrung dienen. Die geformten Bestandtheile der aufgelösten Keimzellen, die Chromatinkörner, findet man in großer Menge im Plasma der Apicalzelle als »Nahrungskörner«. Sie werden hier jedenfalls aufgelöst, ehe sie zu weiterer Verwendung brauchbar sind. Außerdem erhält die Apicalzelle noch eine Zufuhr von Material aus der inneren Schicht der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bindegewebigen Hülle. Indem die Apicalzelle von außen Stoffe aufnimmt, um dieselben in Nährsubstanz überzuführen, übt sie eine assimilirende Thätigkeit aus. Die assimilirten Stoffe werden als Nährmaterial wieder an die Keimzellen abgegeben. Bei allen untersuchten Formen äußert sich die Funktion der Apicalzelle vorwiegend in dieser Richtung. Indessen kann die Apicalzelle auch selbständig aus ihrem Innern Nährsubstanz produciren, und so die Bedeutung einer secernirenden Nährzelle gewinnen. Daneben bleibt jedoch die ersterwähnte Funktion bestehen (*Phalera*). Sowohl an der assimilirenden wie an der secernirenden Thätigkeit kann sich der Kern der Apicalzelle unmittelbar betheiligen (*Bombyx*, *Phalera*, *Pieris*). Die Antheilnahme des Kerns an der Funktion der Apicalzelle kommt zum Ausdruck durch Gestaltveränderungen, Auftreten von Fortsätzen, Verschwinden der Kerngrenzen. Die energischste Thätigkeit der Apicalzelle findet während der Larvenperiode statt. Bei erwachsenen Raupen hat dieselbe im Wesentlichen ihr Ende erreicht. In der Puppe tritt bei allen auf diesen Stadien untersuchten Formen Degeneration der Apicalzelle ein. Die noch vorhandenen Nährstoffe werden zum Theil von den Spermatogonien resorbirt. Der Kern der Apicalzelle zerfällt früher oder später. Bei den Imagines findet man die Apicalzelle nur in stark vorgeschrittener Degeneration. Gewöhnlich geht mit der Apicalzelle ein Rest von nicht mehr zur Entwicklung gelangenden Spermatogonien zu Grunde.

Im Ovarium ist die Apicalzelle bei *Bombyx mori* schon auf dem Stadium ihrer ersten Anlage viel kleiner und unscheinbarer als im Hoden. Nur bei *Pieris* zeigt sie sich auf frühen Stadien etwas stärker entwickelt. Während der Larvenperiode zeigt die Apicalzelle bei allen untersuchten Formen ein durchaus gleichartiges Verhalten. Sie lässt einen merklichen Fortschritt nicht erkennen und erreicht im Vergleich zu der Apicalzelle im Hoden eine nur geringe Größe. Eben so wenig sind Anzeichen vorhanden, welche auf eine ähnliche Thätigkeit wie im Hoden schließen lassen. Die Apicalzelle behält unveränderlich ihren ursprünglichen Platz am vorderen Ende der Eiröhren, wo man sie auf allen Stadien der Hülle dicht angelagert findet. Niemals tritt sie zu den Keimzellen in ähnliche Beziehung wie im Hoden. Aus diesen Gründen ist es nicht möglich, der Apicalzelle im Ovarium eine ähnliche Bedeutung wie im Hoden zuzusprechen, sondern sie ist als ein der Apicalzelle im Hoden der Anlage nach zwar entprechendes, aber im Wesentlichen funktionslos gewordenes Gebilde aufzu-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

fassen. Bei erwachsenen Raupen finden wir bei allen untersuchten Formen außer *Pieris* an der Apicalzelle Anzeichen der beginnenden Degeneration, welche während des Puppenstadiums weiter fortschreitet (*Bombyx*). In diesem Punkte ist das Verhalten der Apicalzelle im Ovarium und im Hoden ein gleichartiges. Auch im Ovarium geht mit der Apicalzelle eine Anzahl Keimzellen zu Grunde. Bei den Formen, bei denen die Degeneration der Apicalzelle bereits am Ende der Larvenperiode auftritt, sind die Ovarien schon so weit in der Entwicklung vorgeschritten, dass nur noch wenig undifferenzirte Oogonien zurückgeblieben sind (*Bombyx*, *Phalera*, *Gastropacha*). Bei *Pieris* dagegen sind die Ovarien der erwachsenen Raupen in der Entwicklung noch weit zurück, und es ist noch eine große Menge undifferenzirten Zellmaterials vorhanden. In Folge dessen wird die Degeneration hier erst auf einem späteren Stadium eintreten.

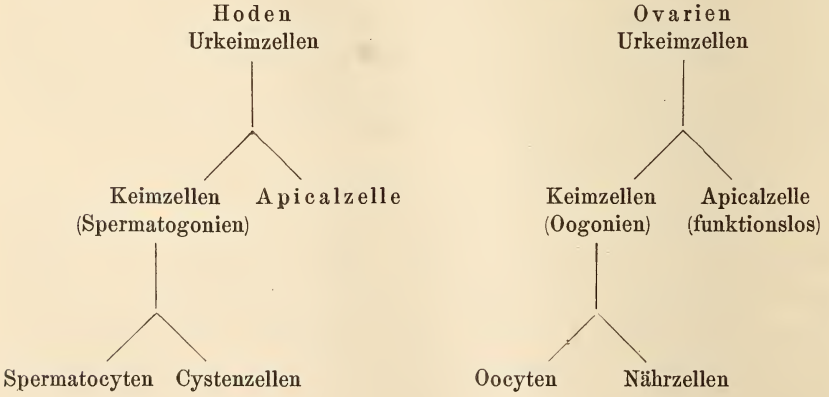
Der Grund, warum die Apicalzelle nur im Hoden in Funktion tritt, ist jedenfalls in der ganz verschiedenen Entwicklung der männlichen und weiblichen Keimelemente zu suchen. Die Spermatogonien entwickeln sich lediglich durch wiederholte Theilung zu den Spermatozoen, für welche möglichst geringe Körpermasse und leichte Beweglichkeit von höchster Bedeutung sind. Die männlichen Keimzellen bedürfen daher nur einer geringen Menge Nährsubstanz, mit welcher sie zweckmäßig vor Beginn der Differenzirung versehen werden. Um diese Funktion zu erfüllen, genügt eine große Nährzelle, die Apicalzelle, welche jedoch schon auf einem sehr frühen Stadium angelegt werden muss. Im Laufe der Entwicklung treten allerdings noch die Cystenkerne auf, denen auch eine ernährende Thätigkeit zukommt. Dieselbe ist jedoch gegenüber der Thätigkeit der Apicalzelle nur von untergeordneter Bedeutung.

Im Ovarium verläuft die Entwicklung ganz anders. Die weiblichen Geschlechtsprodukte, die Eier, werden mit einer großen Menge Nährsubstanz versehen und erreichen daher eine bedeutende Größe. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse werden sie außerdem mit einer festen Hülle umgeben. Es ist ganz unmöglich, dass eine so beträchtliche Menge Nährmaterial, wie im Hoden, von einer einzigen Zelle beschafft wird; es wird vielmehr für jede zur Entwicklung gelangende Eizelle eine größere Anzahl Nährzellen gebildet. In Folge dessen wird auch eine Versorgung der Oogonien mit Nährsubstanz überflüssig. Wenn wir trotzdem die Apicalzelle auch im Ovarium finden, so ist dies wohl dadurch zu erklären, dass sie auf einem sehr frühen Stadium angelegt wird, auf welchem Hoden und Ovarien

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nach ihren morphologischen Verhältnissen kaum zu unterscheiden sind und eine äußerlich erkennbare geschlechtliche Differenzirung der Keimelemente überhaupt noch nicht stattgefunden hat. Wie Hoden und Ovarien sich auf diesem Stadium in allen Stücken entsprechen (vgl. Figg. 1 u. 18), so ist auch die Apicalzelle des Ovariums der Apicalzelle des Hodens vollkommen homolog. Erst durch den eigenartigen Entwicklungsgang der weiblichen Geschlechtsprodukte ist sie ganz oder fast ganz funktionslos geworden und in Folge dessen rückgebildet. In diesem Sinne lässt sich die Apicalzelle des Ovariums recht gut mit einem rudimentären Organe vergleichen.

Unterwerfen wir nun die verschiedenen Zellelemente, welche im Hoden und im Ovarium aus den Urkeimzellen hervorgehen, einer kurzen vergleichenden Betrachtung. Bei beiden Geschlechtern findet eine zweimalige Differenzirung des Keimzellenmaterials nach zwei Richtungen statt. Nach der Differenzirung der Apicalzellen gehen aus den Urkeimzellen durch indirekte Theilung die eigentlichen Keimzellen, Spermatogonien bezw. Oogonien hervor. Dieselben sondern sich abermals nach zwei Richtungen und liefern im Hoden die Spermatocyten und, wie man allgemein annimmt, die Cystenzellen, im Ovarium die Oocyten und die Nährzellen. Die Genealogie der Zellelemente der Keimdrüsen lässt sich durch folgende Schemata veranschaulichen, deren Glieder sich wechselseitig entsprechen:



Die Apicalzellen nehmen als einzige von dem Material der Urkeimzellen dauernd übrig bleibende Zellen eine gänzlich isolirte Stellung ein und sind morphologisch mit keiner der später in den Keimdrüsen vorhandenen Zellenarten zu vergleichen. Im Ovarium bewahrt die Apicalzelle im Wesentlichen ihren ursprünglichen Charakter,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

während sie im Hoden in Folge der übernommenen Funktion bedeutende Veränderungen erfährt. Die innige Beziehung der Keimzellen zu der Apicalzelle im Hoden ist nur durch die Thätigkeit derselben als Nährzelle bedingt, und im Ovarium, wo diese Thätigkeit fehlt, sehen wir eine ähnliche Beziehung zwischen Keimzellen und Apicalzelle nicht eintreten.

Funktionell lässt sich die Apicalzelle des Hodens den Nährzellen des Ovariums vergleichen. Beide haben die Ernährung der Keimzellen übernommen und zeigen auch in ihrer Thätigkeit manche Übereinstimmung (secernirende Thätigkeit, Betheiligung des Kerns).

Morphologisch dagegen entsprechen den Nährzellen des Ovariums die Cystenzellen im Hoden. Beide Zellenarten gehen aus den Keimzellen hervor und beiden kommt eine ernährende Thätigkeit zu, die allerdings bei den Cystenzellen gegenüber der energischen Thätigkeit der Nährzellen sehr zurücktritt. Gegenüber der allgemein herrschenden und offenbar richtigen Annahme, dass die Cystenzellen unmittelbar aus den Keimzellen hervorgehen, hat Spichardt die Vermuthung ausgesprochen, dass sie auf die kleinen Kerne zurückzuführen sind, die man auf jungen Stadien in dem Raum zwischen den Hodenschläuchen und dem Ausführungsgang findet (Fig. 1 *klK*). Diese letzteren lässt er allerdings aus den Urkeimzellen hervorgehen, und somit wäre nach Spichardt die Absonderung der Cystenzellen nur in ein sehr frühes Stadium verlegt, während die Entstehung im Grunde dieselbe bliebe. Da im Ovarium, wie im nächsten Abschnitt gezeigt werden soll, aus den entsprechenden kleinen Kernen die Follikelzellen hervorgehen, so wären, wenn die Vermuthung Spichardt's richtig ist, die Cystenzellen den Follikelzellen morphologisch gleichzusetzen. In diesem Falle würde im Hoden ein Äquivalent für die Nährzellen des Ovariums fehlen.

Wie diese Verhältnisse auch liegen, wir müssen jedenfalls die Apicalzellen auf der einen, sowie die Cysten- und Nährzellen auf der anderen Seite als morphologisch nicht gleichwerthige Gebilde streng aus einander halten, obwohl sie in ihrer Funktion theilweise Beziehungen erkennen lassen.

Zusammenfassung der Resultate.

1) Die Apicalzelle wird im Hoden wie im Ovarium angelegt und ist als eine umgewandelte Urkeimzelle aufzufassen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

2) Sie differenzirt sich dementsprechend bereits auf einem sehr frühen Stadium (bei *Bombyx mori* schon im Embryo).

3) In jedem der Genitalschläuche, und zwar immer am vorderen blinden Ende derselben, wird je eine Apicalzelle angelegt.

4) Im Hoden übernimmt die Apicalzelle die Ernährung der Keimzellen; sie wächst in Folge dessen bedeutend heran und entwickelt sich zur ausgesprochenen Nährzelle.

5) Ihre Thätigkeit als solche kann eine doppelte sein: durch Aufnahme von Material und Verarbeitung desselben übt sie eine **assimilirende** Thätigkeit aus; außerdem kann sie durch selbständige Produktion von Nährsubstanz die Bedeutung einer **secernirenden Nährzelle** gewinnen.

6) Der Kern der Apicalzelle ist häufig sowohl an der assimilirenden wie an der secernirenden Thätigkeit derselben unmittelbar betheiligt. (Die Abgabe von assimilirtem Nährmaterial möchte ich nicht als »Secerniren« auffassen, da ich die selbständige Produktion von Nährmaterial mit diesem Wort benenne.)

7) Nach Beendigung ihrer Thätigkeit verfällt die Apicalzelle der Degeneration; dieselbe tritt entweder schon mit dem Ende der Larvenperiode oder während der Puppenperiode ein. Mit der Apicalzelle geht ein Rest von Keimzellen zu Grunde.

8) Im Ovarium bleibt die Apicalzelle im Wesentlichen funktionslos; sie erfährt keine merkenswerthe Weiterentwicklung, tritt auch nicht in Beziehung zu den Keimzellen.

9) Am Ende der Larvenperiode beginnt die Apicalzelle im Ovarium ebenfalls zu degeneriren. Auch hier geht eine Anzahl Keimzellen mit ihr zu Grunde.

II. Die postembryonale Entwicklung der Ovarien bei Bombyx mori L. und Pieris brassicae L.

Wie im Hoden, so beginnt auch im Ovarium die weitere Entwicklung und Differenzirung der Keimelemente schon während des Larvenstadiums. Am Ende der Larvenperiode ist dieselbe so weit gefördert, dass in den Eiröhren bereits Eizellen, Nährzellen und Follikelzellen zu unterscheiden sind. Bei *Bombyx mori* ist sogar schon eine große Anzahl (20—25) Ei- und Nährkammern angelegt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Um den allmählichen Entwicklungsgang der Ovarien und ihrer Zellelemente Schritt für Schritt zu verfolgen, müssen wir noch einmal auf die frühesten Stadien zurückgreifen. Bei den Embryonen, welche einige Tage vor dem Ausschlüpfen stehen, liegen in den kurzen, eben erst angelegten Eischläuchen weibliche Urkeimzellen in nur geringer Anzahl. Zwischen den Eischläuchen und dem Ausführungsgang liegen Kerne, die in ihrer Chromatinvertheilung mit den Kernen der Urkeimzellen vollkommen übereinstimmen, an Größe ihnen jedoch bedeutend nachstehen (Fig. 18). Die Urkeimzellen stellen ein vollkommen gleichwerthiges und undifferenzirtes Zellmaterial dar. Wie schon früher erwähnt, sind auf diesen jungen Stadien selbst in Ovarien und Hoden keine morphologischen Unterschiede zwischen den Urkeimzellen aufzufinden. Auch in der Form der Genitalanlage besteht zwischen Hoden und Ovarien große Übereinstimmung. Dieselben Verhältnisse finden sich nach Heymons bei Orthopteren, Odonaten und bei *Lepisma*. Auch hier besteht in der Erscheinung der Urkeimzellen so wie in der Gestalt der Genitalanlage auf jungen Stadien kein Unterschied.

Welchen Ursprungs die kleinen, von den Urkeimzellen getrennten Kerne sind, ist auf den späten Embryonalstadien nicht mehr festzustellen. Nach den Untersuchungen von Spichardt über die männlichen Geschlechtsorgane von *Bombyx mori* gehen diese Kerne, die sich auch im Hoden finden (Fig. 1), aus demselben Zellmaterial hervor wie die Urkeimzellen. In den Ovarien liefern die fraglichen Kerne später das Epithel des Eiröhrenstiels und die Follikelzellen. Nach den Untersuchungen von Heymons (Orthopteren, Dermapteren, *Lepisma*) sind jedoch Urkeimzellen und Epithelzellen gesonderten Ursprungs. Auch sind die Epithelzellen durch ihre geringere Größe so wie ihre etwas dunklere Färbung leicht von den Keimzellen zu unterscheiden. Der Größenunterschied tritt auch bei *Bombyx* und *Pieris* sehr deutlich hervor; dagegen sind in Chromatinvertheilung und Färbung zwischen den Urkeimzellen und den späteren Epithelzellen keine Unterschiede aufzufinden (Figg. 18, 19).

Nach dem Ausschlüpfen der Raupen beginnen die jungen Eischläuche sehr bald in die Länge zu wachsen und die Urkeimzellen beginnen sich zu vermehren. Gleichzeitig vermehren sich auch die kleineren Kerne und erfüllen bald den ganzen Raum hinter den Eischläuchen (Fig. 19). Schon hier zeigen sie das Bestreben, sich längs der Hülle des Ovariums neben einander anzuordnen. Auch treten vielfach schon Zellgrenzen zwischen den Kernen auf. Bei etwa 12 mm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

langen Raupen ist auch der hintere Theil der Eischläuche auf eine beträchtliche Strecke von Zellen erfüllt, welche aus eben den Kernen hervorgegangen sind, die früher in dem Raume hinter den Eischläuchen lagen (Fig. 32 *Epz*). Die den vorderen Theil des Eischlauches erfüllenden Keimzellen (Fig. 32 *Oog*) lassen noch keinerlei Veränderungen erkennen. Zwischen den Keimzellen bemerkt man gelegentlich einzelne Zellen, deren Kerne durch ihren geringen Umfang auffallen, im Übrigen aber mit den Keimzellen übereinstimmen (*oog*).

Bei etwa 15—18 mm langen Raupen haben sowohl die Oogonien, wie wir die Keimzellen wohl jetzt nennen können, wie die Zellen im hinteren Theil der Eiröhre an Zahl bedeutend zugenommen (Fig. 33) und die Eiröhren selbst sind beträchtlich gewachsen. Aber auch hier ist noch keine weitere Differenzirung der Zellelemente eingetreten.

In den Eiröhren von 20 mm langen Raupen haben dagegen schon bedeutende Veränderungen stattgefunden. Im hinteren Theil der Eiröhre sind die Zellen, die bisher den ganzen Raum derselben füllten, an die Wandungen gerückt und haben sich hier neben einander angeordnet, so dass sie bereits ein deutliches Epithel bilden (Fig. 34 *Epz*). Im Inneren der Eiröhre beginnt sich in Folge der Wanderung der Zellen nach der Wand ein Hohlraum oder ein Lumen zu bilden. Dasselbe wird allmählich deutlicher und breiter, die Anordnung der Zellen an den Wandungen wird noch regelmäßiger, und schließlich erscheint die Eiröhre an ihrem hinteren Theil von einem typischen einschichtigen Epithel ausgekleidet (Figg. 35, 38 *Epz*).

Die Oogonien haben bei 20 mm langen Raupen ebenfalls schon Veränderungen erfahren. Sie erfüllen dicht gedrängt den vorderen Theil der Eiröhre. In Folge der starken Vermehrung sind die aus den im embryonalen Ovarium vorhandenen Urkeimzellen hervorgegangenen Oogonien etwas kleiner geworden (Figg. 18 u. 34 *Oog*). Nur im vordersten Theil der Eiröhre findet man hier und auch noch auf späteren Stadien Oogonien, die ihren ursprünglichen Charakter bewahrt haben und noch im Wesentlichen den Urkeimzellen gleichen (Figg. 20, 21, 22). Zwischen den Oogonien beobachtet man, wie auch schon auf etwas früheren Stadien, zuweilen einzelne oder zu kleinen Gruppen zusammengeschlossene Zellen, deren Kerne bedeutend kleiner sind als die der Oogonien (Figg. 32, 34 *oog*). Dieselben erinnern sehr an die Epithelzellen des Ausführungsganges und es wäre wohl denkbar, dass einzelne derselben zwischen die Keimzellen hineinrückten, da zwischen beiden Zellenarten keine scharfe Grenze besteht (Figg. 32—34). Auffallend ist jedoch, dass man auf wenig

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

älteren Stadien derartige kleine Zellen nicht mehr zwischen denselben findet, vielmehr alle Zellen ohne Ausnahme in die Differenzirung eintreten. Da wir aber dieses Letztere für Epithelzellen, welche zwischen die Keimzellen gerückt sind, nicht annehmen können, so wird es sich in den erwähnten Fällen wohl nur um ausnahmsweise kleine Oogonien handeln.

Die Differenzirung der Keimzellen beginnt damit, dass die dem Ausführungsgang zunächst liegenden Oogonien ihre ursprüngliche Chromatinvertheilung verlieren und in ein Knäuelstadium eintreten. Neben dem Nucleolus und den Chromatinkörnern treten Chromatinfäden auf, die sich zuerst noch deutlich aus einzelnen hinter einander gereihten Körnern zusammensetzen, sich aber bald zu homogenen Fäden zusammenschließen. Auf Fig. 34 sieht man vor dem Ausführungsgang eine Zone von Oogonien, die im Begriff sind, sich zu dem Knäuelstadium umzubilden.

Bis zu diesem Stadium hält die Entwicklung der Ovarien von *Bombyx mori* und *Pieris brassicae* etwa gleichen Schritt. Weiterhin verläuft dieselbe jedoch bei *Bombyx* bedeutend schneller als bei *Pieris*. In Folge der schnellen Entwicklung wachsen die Eiröhren bei *Bombyx* rasch in die Länge. Da jedoch die Eiröhren eines Ovariums sammt ihrer Peritonealhülle noch in eine Hülle von lockerem Bindegewebe eingeschlossen sind, so werden sie durch dieselbe gehindert, in gerader Richtung weiter zu wachsen. Sie biegen daher seitlich aus und legen sich allmählich in Windungen, deren Zahl und Größe mit dem weiteren Wachsthum der Eiröhren zunimmt. Auf diese Weise nehmen die Eiröhren, welche bereits in der Raupe eine beträchtliche Länge erreichen, einen nur beschränkten Raum ein.

Die Differenzirung der Keimelemente erfolgt so schnell, dass bereits bei halberwachsenen Raupen am hinteren Ende der Eiröhre eine Anzahl Ei- und Nährkammern angelegt ist, welche jedoch noch nicht vollkommen abgeschlossen sind, sondern ungefähr auf dem Stadium stehen, welches Fig. 43 von einer Puppe von *Pieris* zeigt. Bei verpuppungsreifen Raupen dagegen finden wir bereits eine große Anzahl in der Ausbildung weit vorgeschrittener Ei- und Nährkammern. Die Nährzellen befinden sich in energischer Thätigkeit und die Oocyten sind bereits zu einer beträchtlichen Größe herangewachsen (Fig. 45).

Bei *Pieris* geht die Entwicklung der Ovarien viel langsamer von statten. Hier ist bei erwachsenen Raupen die Differenzirung erst so weit vorgeschritten, dass man im hinteren Theil der Eiröhren Keimbläschen, Nährzellkerne und Follikelzellkerne unterscheiden kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ihre definitive Ausbildung erfahren die Ovarien erst während der Puppenperiode. In der Raupe erreichen sie nur die Länge von etwa $1^1/_2$ mm und bleiben ziemlich gerade gestreckt, auch während der Puppenperiode. In Folge dessen bietet *Pieris* zum Studium der Zelldifferenzirung ein günstigeres Objekt als *Bombyx*, wo auf Schnitten in Folge der mehrfachen Umbiegung der Eiröhren immer nur kleinere Stücke derselben in der Längsrichtung getroffen werden. Da der Verlauf der Differenzirung bei beiden Arten im Wesentlichen derselbe ist, so habe ich mich bei der Beschreibung der weiteren Entwicklung und bei den Abbildungen auf *Pieris* beschränkt.

Nachdem die dem Ausführungsgang zunächst liegenden Oogonien in das Knäuelstadium eingetreten sind, finden wir auf einem etwas älteren Stadium den ganzen mittleren Theil der Eiröhre von Kernen erfüllt, welche alle dieses Knäuelstadium zeigen. Sobald die Oogonien in dasselbe eintreten, verschwinden die Zellgrenzen, um erst später wieder aufzutreten. Fig. 35 zeigt diese Verhältnisse bei einer etwa 25 mm langen Raupe von *Pieris*. Der vorderste Theil der Eiröhre mit der Apicalzelle ist nicht mehr getroffen, da die Eiröhre an dieser Stelle etwas umbiegt. Die im vorderen Theil sichtbaren Kerne zeigen noch im Wesentlichen die ursprüngliche Chromatinvertheilung, Nucleolus und Chromatinkörner. Allmählich treten Fäden auf, bis die Kerne in ein typisches Knäuelstadium übergehen. In der Nähe des Ausführungsganges nehmen die Kerne der Keimzellen allmählich wieder etwas an Größe zu. Der Unterschied zwischen Keim- und Epithelzellen tritt jetzt, da die Chromatinvertheilung eine verschiedene ist, sehr deutlich hervor.

Die den vorderen und mittleren Theil der Eiröhre erfüllenden Keimzellen sind als ein noch völlig gleichwerthiges Zellmaterial aufzufassen. Alle Kerne ohne Ausnahme treten in das Knäuelstadium ein und es ist daher nicht anzunehmen, dass die aus den im vorderen Theil der Eiröhre befindlichen, noch undifferenzirten Urkeimzellen hervorgegangenen Zellen sich bereits nach verschiedener Richtung differenzirt haben, obwohl sie nicht mehr als undifferenzirte Zellen anzusehen sind, da sie mit ihrer Chromatinvertheilung ihre ursprüngliche Beschaffenheit geändert haben.

In demselben Maße, wie nun die Eiröhren an Länge zunehmen, schreitet die weitere Ausbildung der Zellelemente fort. Bei etwas mehr als halberwachsenen Raupen sind im hinteren Theil der Eiröhren bereits Keimbläschen, Nährzellkerne und Follikelzellkerne zu unterscheiden (Fig. 38). Bei verpuppungsreifen Raupen ist die Aus-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bildung ebenfalls noch nicht weiter vorgeschritten. Die ganze Eiröhre entspricht nun von der Spitze bis zu der Stelle, wo das Epithel des Eiröhrenstiels beginnt, der Endkammer oder dem Keimfach der Eiröhren des ausgebildeten Ovariums. Es lassen sich jetzt an der Eiröhre mehrere auf einander folgende Abschnitte oder Zonen von verschieden weit differenzirten Zellelementen unterscheiden (Figg. 36 bis 38), auf welche wir die allgemein gebräuchlichen Benennungen anwenden wollen. Der vorderste Abschnitt enthält noch undifferenzirte Oogonien und entspricht der Keimzone (Fig. 36 *Oog*). Sodann ist die Eiröhre auf eine beträchtliche Strecke von Kernen erfüllt, welche das Knäuelstadium zeigen (Figg. 36 u. 37). Diese Strecke entspricht daher der Synapsiszone. Sobald die Keimzellen in das Synapsisstadium eintreten, verschwinden die Zellgrenzen, welche in der Keimzone sehr deutlich sind (Fig. 36), und treten erst an den bereits differenzirten Keimbläschen und Nährzellkernen wieder auf. Eine entsprechende Erscheinung hat Paulcke im Ovarium von *Apis mellifica* beobachtet. Hier verschwinden in der Differenzirungszone an den Nährzellen die Zellgrenzen und treten ebenfalls erst später wieder auf.

Auf die Synapsiszone folgt die Differenzirungszone, in welcher die Keimzellen sich in Oocyten und Nährzellen sondern (Fig. 38 *Kbl*, *Nz*). In der Differenzirungszone treten bei den Raupen ferner die Follikelzellen auf (Fig. 38 *Fz*). Im vorderen Theil der Eiröhre, in der Keimzone so wie in der Synapsiszone sind dieselben noch nicht nachzuweisen (Figg. 36 u. 37). Die Zellen der Keimzone erscheinen durchaus gleichförmig und die Kerne der Synapsiszone zeigen ohne Ausnahme das Knäuelstadium, so dass sich keine Follikelzellkerne zwischen denselben befinden können. Es muss dies um so mehr auffallen, als im weiter entwickelten Ovarium, bei Puppen, die Follikelzellen wahrscheinlich schon in der Keimzone, ganz sicher aber in der Synapsiszone neben den Keimzellen vorhanden sind (Figg. 39 u. 40). Man muss daher, wenn man nur ältere Stadien untersucht, zu der Annahme geführt werden, dass sowohl Keimzellen wie Follikelzellen aus dem Material der Oogonien hervorgehen. Wäre dies die thatsächliche Entstehungsweise, so müssten Untersuchungen an früheren Stadien unbedingt zu demselben Resultate führen und die Follikelzellen müssten, falls sie aus den Oogonien entstehen, sich auch hier, wie im älteren Ovarium, mindestens in der Synapsiszone nachweisen lassen. Sie treten aber gerade im hinteren Theil der Eiröhre, in der Differenzirungszone, zum ersten Mal auf (Fig. 38) und können daher

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht aus den Oogonien hervorgegangen sein. Die Follikelzellen müssen sich also auf einen anderen Ursprung zurückführen lassen.

Wenn man nun Verhältnisse beobachtet, wie sie die in Figg. 36 bis 38 dargestellte Eiröhre zeigt, so wird man ganz unwillkürlich zu der Vermuthung geführt, dass die Follikelzellen von den Epithelzellen des Eiröhrenstiels stammen, mit denen sie in ihrem Aussehen vollkommen übereinstimmen, und in welche sie unmittelbar übergehen. Es wäre dann die Bildung der Follikelzellen so zu erklären, dass die Epithelzellen allmählich an den Wandungen der Eiröhre nach vorn rücken und bis zum vordersten Theil der Eiröhre, bis zur Keimzone vordringen, bezw. dass die sich weiter differenzirenden Keimzellen in der Eiröhre allmählich nach hinten und zwischen die Epithelzellen des Eiröhrenstiels hineinrücken.

Wir müssen demnach für Keimzellen und Follikelzellen einen gesonderten Ursprung annehmen. Die aus den Urkeimzellen hervorgehenden Oogonien liefern nur Oocyten und Nährzellen; die Follikelzellen sind auf die Epithelzellen des Eiröhrenstiels und mit diesen auf die oft erwähnten kleinen Kerne zurückzuführen, die man auf frühen Stadien hinter den Eischläuchen findet.

Keimzellen und Follikelzellen leiten sich also von zwei schon im embryonalen Ovarium deutlich unterschiedenen Zellarten her und wir gelangen somit zu demselben Resultat, zu dem die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Heymons geführt haben. Nach Heymons gehen bei Orthopteren, Dermapteren so wie bei *Lepisma* Keimzellen und Follikelzellen aus verschiedenem Zellmaterial hervor. Ferner sind bei Orthopteren die Epithelzellen des Ausführungsganges und die Follikelzellen genetisch gleichwerthig. Der erste Punkt lässt sich nur durch Untersuchen ganz früher Entwicklungsstadien entscheiden. In dem letzteren Verhalten dagegen stimmen *Bombyx* und *Pieris* mit den *Orthopteren* überein.

Eine Reihe weiterer Untersuchungen steht jedoch zu diesen Resultaten in direktem Widerspruch. Korschelt hat bei einer Reihe von Insekten (Coleopteren, Hymenopteren, Dipteren) nachgewiesen, dass bereits im vorderen Theil der Endkammer zwei Arten von Kernen zu unterscheiden sind, sowohl durch ihre Größe wie durch ihre Färbung. Die kleineren derselben liefern die Follikelzellen, die größeren Ei- und Nährzellen. Beide Zellenarten gehen aus demselben Material hervor. Auch bei Hemipteren sind nach Korschelt Ei- und Follikelzellen desselben Ursprungs.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auch Paulcke führt bei *Apis mellifica* alle Zellelemente des Ovariums auf die indifferenten Zellen der Keimzone zurück.

Gross dagegen nimmt an, dass bei Hemipteren die Keimzellen nur Ei- und Nährzellen liefern, während die Follikelzellen aus den Zellen des Keimlagers hervorgehen.

Mit den Beobachtungen von Korschelt und Paulcke stimmen die Verhältnisse bei *Bombyx* und *Pieris* in so fern überein, als auch hier auf vorgeschrittenen Stadien im vorderen Theil der Endkammer Keimzellen und Follikelzellen neben einander vorhanden sind. Wenn man nur ausgebildete Ovarien untersucht, muss man daher auch bei diesen Formen zu dem Resultat kommen, dass alle Zellelemente gleichen Ursprungs sind. Bei Berücksichtigung jüngerer Stadien zeigt sich indessen, dass der vordere Theil der Eiröhre nur von Keimzellen erfüllt ist und dass die Follikelzellen erst wenn die Differenzirung der Keimzellen nach hinten weiter fortschreitet, von dem Epithel des Eiröhrenstieles geliefert werden.

Allerdings haben die neuesten Untersuchungen von Heymons und Tönniges über die Entwicklung der Geschlechtsorgane bei Myriopoden mit voller Sicherheit zu dem Resultat geführt, dass sowohl Keimzellen als Follikelzellen aus demselben indifferenten Zellmaterial hervorgehen. In den jungen Genitalanlagen treten einzelne größere Zellen auf, welche Heymons »Genitalepithelzellen« nennt, da sie ein indifferentes Keimepithel liefern, aus welchem sowohl Genitalzellen wie Follikelepithelzellen entstehen. Wie indess schon Tönniges hervorhebt, ist das Ovarium der Myriopoden bei Weitem nicht so hoch differenzirt wie das Insektenovarium. Es ist daher wahrscheinlich, dass bei den Myriopoden die Verhältnisse anders liegen als bei den Insekten.

Kehren wir nun zur Schilderung der weiteren Entwicklung der Ovarien zurück.

In der Puppe schreitet die Entwicklung der Ovarien von *Pieris* wie während der Larvenperiode nur langsam vorwärts. Bei Puppen, die im Januar geöffnet wurden, waren noch keine Ei- und Nährkammern angelegt. Die Eiröhren standen an ihrem hinteren Ende etwa auf dem Stadium, welches Fig. 42 darstellt. Erst 2—3 Wochen vor dem Ausschlüpfen der Falter findet man eine Reihe von Kammern angelegt. Die Eiröhren haben jetzt eine Länge von 6—7 mm erreicht, wachsen nun aber bald zu ihrer definitiven Größe heran. In solchen Eiröhren sind nun alle Stadien der Entwicklung von den noch undifferenzirten Keimzellen bis zu den Ei- und Nährkammern

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

enthalten. Auch hier unterscheidet man wieder die verschiedenen Zonen, welche deutlich von einander getrennt sind.

Keimzone. Im vordersten Theil der Eiröhre liegen noch undifferenzirte Keimzellen, die im Wesentlichen ihren ursprünglichen Charakter bewahrt haben. Ihre Kerne sind groß und hell, mit Nucleolus und Chromatinkörnern, von deutlichen Zellgrenzen umgeben (Fig. 39 *Kz*). Nicht selten findet man die Keimzellen in mitotischer Theilung begriffen. Zwischen den Keimzellen bemerkt man vielfach Kerne, welche zwar bedeutend kleiner sind als die der Keimzellen, auch keine Zellgrenzen erkennen lassen, jedoch dieselbe Färbung und Chromatinvertheilung zeigen (Fig. 39 *Fz*). Jedenfalls gehen aus diesen kleinen Kernen Follikelzellen hervor. Wir haben hier also bereits zwei verschiedene Zellarten neben einander, wie es durch die Untersuchungen von Korschelt auch bei anderen Insekten festgestellt wurde. Trotzdem sind die Keimzellen hier noch als indifferente Zellen aufzufassen, da die Follikelzellen nicht von demselben Zellmaterial stammen, sondern in der Eiröhre emporgerückt und bis zu dieser Stelle vorgedrungen sind. In Folge dessen müssen wir diese Strecke als Keimzone auffassen, da sie noch indifferente Keimzellen enthält, obwohl sie nicht mehr von gleichwerthigem Zellmaterial erfüllt ist.

Synapsiszone. Allmählich treten die Kerne der Keimzellen in das Knäuelstadium ein und gehen in die Synapsiszone über. Erklärlicherweise sind auch hier zwischen den Keimzellen die Follikelzellen vorhanden, welche jetzt, bei der eigenartigen Chromatinvertheilung der Keimzellkerne viel deutlicher hervortreten als in der Keimzone (Fig. 40 *Kz*, *Fz*). In den Kernen der Keimzellen beobachtet man außer dem Fadenknäuel an dem einen Kernpol gewöhnlich noch eine mehr oder weniger umfangreiche Chromatinanhäufung (Fig. 40). Dieselbe erscheint entweder homogen oder besteht aus einer Anzahl dicht zusammengedrängter Körner. Woltereck und Paulcke haben bei *Cypris* und *Apis* ähnliche Beobachtungen gemacht und es scheint dies Verhalten des Chromatins für das Synapsisstadium typisch zu sein. Während des Synapsisstadiums erfahren die Kerne der Keimzellen bereits ein nicht unbeträchtliches Wachsthum. Man muss daher diese Zone bereits mit zur Wachsthumszone ziehen, wie es auch Woltereck gethan hat.

Differenzirungszone. In dieser Zone erfolgt die Sonderung der Keimzellen in Oocyten und Nährzellen. Schon gleich hinter der Synapsiszone sind Keimbläschen und Nährzellkerne zu unterscheiden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In den Keimbläschen tritt wieder ein großer deutlicher Nucleolus auf, der spätere Keimfleck, und außerdem bleibt eine Anzahl Chromatinfäden erhalten (Fig. 41 *Kbl*). Die Nährzellen verhalten sich anders. In denselben tritt zuerst eine beschränkte Anzahl großer runder Chromatinkörner auf. Sehr bald aber findet man Gruppen von kleineren Chromatinkörnern, die sich sehr regelmäßig aus vier einzelnen Körnern zusammensetzen und daher wie Vierergruppen (Tetraden) erscheinen (Fig. 41 *Nz*). Woltereck beschreibt sehr eingehend den Vorgang der Tetradenbildung bei den Nährzellen im Ovarium von *Cypris*. Aus den zuerst in den Nährzellkernen auftretenden Chromatinkörnern oder Chromosomen gehen durch Theilung erst zwei, dann vier Chromatinkörner hervor (Dyaden und Tetraden). Es handelt sich bei *Pieris* und *Bombyx* jedenfalls um einen analogen Vorgang. Wahrscheinlich entstehen die Vierergruppen auch hier durch Theilung der zuerst in den Nährzellkernen auftretenden Chromosome. Während Keimbläschen und Nährzellkerne sich differenziren, treten um dieselben wieder Zellgrenzen auf, welche während des Synapsisstadiums nicht wahrnehmbar waren. Mit der Bildung der Keimbläschen und Nährzellkerne ist die Differenzirung der Keimzellen beendet und es beginnt nun die eigentliche

Wachsthumszone im engeren Sinne. Die Plasmahöfe um Oocyten und Nährzellen werden deutlicher und größer. Die Vierergruppen der Nährzellen zerfallen in eine große Anzahl kleiner Chromatinkörner, welche später den ganzen Raum des Kerns gleichmäßig erfüllen. Bei *Cypris* werden die Vierergruppen zu sternförmigen Chromatinkomplexen, was nach Woltereck ebenfalls als ein Vorgang des Zerfalls anzusehen ist. Bei *Pieris* bleibt in den Nährzellkernen gewöhnlich eine dichte Chromatinanhäufung erhalten (Fig. 42); später findet man häufig mehrere derartige Anhäufungen (Figg. 43, 44). Die Kerne der Nährzellen erfahren mit den Zellen selbst noch ein bedeutendes Wachsthum und sind in den fertig gebildeten Kammern den Keimbläschen an Größe weit überlegen (Figg. 43, 44). Schon ehe die Zellen sich regelmäßig zu Nährkammern anordnen, werden die Begrenzungslinien ihrer Kerne unregelmäßig (Fig. 42). Es scheint demnach, dass die Nährzellen bereits sehr früh in Thätigkeit treten.

Die Keimbläschen nehmen in der Wachsthumszone ebenfalls an Größe noch bedeutend zu (Figg. 42, 43). Sie liegen zuerst in der Mitte der Oocyten, nehmen aber später gewöhnlich eine seitliche Stellung ein (Figg. 44, 45), eine auch bei anderen Insekten beobachtete Erscheinung. Bei *Bombyx mori* steht das Keimbläschen sehr

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

häufig in unmittelbarer Berührung mit der Wand der Eikammer und ist derselben dicht angelagert.

Nachdem Oocyten und Nährzellen sich regelmäßig hinter einander angeordnet haben, beginnen zwischen den Kernen der Follikelzellen Zellgrenzen aufzutreten und es wird das Follikelepithel gebildet, welches die Oocyten fast auf der ganzen Oberfläche umschließt (Figg. 43—45). Bei *Pieris* bleibt am oberen Ende zwischen Ei- und Nährkammer nur eine verhältnismäßig kleine Öffnung, durch welche der Inhalt der Oocyte mit dem der Nährzellen in unmittelbarem Zusammenhang steht (Fig. 44). Offenbar wird durch diese Öffnung der Oocyte das von den Nährzellen gelieferte Nährmaterial zugeführt. Die Nährzellen entfalten eine energische Thätigkeit; die Grenzen zwischen den einzelnen Zellen verschwinden häufig fast ganz. Die Kerne, welche eine bedeutende Größe erreicht haben, verzweigen sich stark und zeigen gewöhnlich an einzelnen Stellen eine undeutliche Begrenzung, so dass ihr Inhalt direkt in das Zellplasma übergeht. Die Veränderungen der Kerne sind wohl durch ihre Betheiligung an der secernirenden Thätigkeit der Nährzellen zu erklären.

Bei *Bombyx mori* lässt das Follikelepithel fast die ganze obere Seite der Oocyten frei. Hier besteht ebenfalls ein direkter Zusammenhang derselben mit den Nährzellen. Gewöhnlich findet man in der Mitte eine große Öffnung, doch kommt es auch vor, dass deren mehrere gebildet werden (Fig. 45). Sehr häufig beobachtet man, dass durch diese Öffnungen eine feinkörnige Substanz aus den Nährzellen in die Oocyte übertritt (Fig. 45). Die Nährzellkerne zeigen bei *Bombyx mori* ganz entsprechende Erscheinungen wie bei *Pieris*.

Auch das Follikelepithel scheint zur Ernährung der Oocyten beizutragen, wodurch auch die Lage des Keimbläschens direkt an der Wand oder in der Nähe derselben zu erklären ist. Besonders bei *Bombyx mori* treten diese Verhältnisse sehr deutlich hervor. Häufig beobachtet man an der Peripherie der Oocyte unter dem Follikelepithel eine Schicht sehr dichter und feiner Körnchen, welche im Innern der Oocyte nicht wahrzunehmen sind (Fig. 45). Nicht selten wird von ihnen das wandständige Keimbläschen umflossen. Jedenfalls wird die feinkörnige Substanz von den Follikelzellen ausgeschieden. Ähnliche Verhältnisse wurden von Korschelt bei Orthopteren (*Decticus*) sowie bei Hemipteren (*Nepa*, *Notonecta*) beobachtet. Auch Gross schreibt den Follikelzellen bei Hemipteren eine ernährende Thätigkeit zu.

Bei *Pieris* beobachtet man in den Oocyten gewöhnlich eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eigenthümliche helle Substanz, die in größerer oder geringerer Menge auftritt (Fig. 44). Meist steht sie mit dem Keimbläschen in unmittelbarer Berührung und sucht sich, wie es scheint, um dasselbe herumzulegen. Bei *Forficula* und *Musca* hat KORSCHELT ebenfalls häufig große Ballen einer hellen Substanz beobachtet, welche dem Keimbläschen angelagert sind und sich jedenfalls auf die Thätigkeit der Nährzellen zurückführen lassen.

Ferner findet man bei *Pieris* dem Keimbläschen oft eine dünne Schicht dunkel gefärbter Substanz angelagert. Hier handelt es sich jedenfalls um von den Nährzellen ausgeschiedenes Material, welches von dem Keimbläschen aufgenommen wird, ähnlich wie bei *Dytiscus marginalis*, wo nach KORSCHELT in der Nähe des Keimbläschens ebenfalls Ballen und Körner dunkler Substanz liegen, die auf das von den Nährzellen gelieferte Material zurückzuführen sind. Auch ist hier Ähnlichkeit vorhanden mit den Verhältnissen, die im Hoden von *Phalera bucephala* am Kern der Apicalzelle beobachtet wurden (Figg. 24, 25). Kleine schwarze Körner, welche bei *Pieris* durch das ganze Plasma der Oocyten vertheilt sind (Fig. 44), lassen sich wohl auch als von den Nährzellen gelieferte Substanz auffassen.

Zusammenfassung der Resultate.

Bei *Bombyx mori* wie bei *Pieris brassicae* tritt die Differenzirung der Zellelemente des Ovariums bereits während der Larvenperiode ein.

Die aus den Urkeimzellen hervorgehenden Oogonien liefern nur Oocyten und Nährzellen.

Aus den auf frühen Stadien hinter den Eischläuchen liegenden kleinen Kernen geht das Epithel des Eiröhrenstieles hervor.

Nachdem die Differenzirung der Keimzellen bereits eingetreten ist, werden von dem Epithel des Eiröhrenstieles aus die Follikelzellen geliefert.

Keimzellen und Follikelzellen sind daher gesonderten Ursprungs, während die Follikelzellen den Zellen des Ausführungsganges genetisch gleichwerthig sind.

Berlin, im Juni 1902.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Litteraturverzeichnis.

A. Brandt, Über das Ei und seine Bildungsstätte. Leipzig 1878.

N. Cholodkowsky, Über den Hoden der Schmetterlinge. Zool. Anz. III. Bd. 1880.

N. Cholodkowsky, Über den Hoden der Lepidopteren. Idem. VII. Bd. 1884.

N. Cholodkowsky, Zur Kenntnis der männlichen Geschlechtsorgane der Dipteren. Idem. XV. Bd. 1892.

N. Cholodkowsky, Zur Frage über die Anfangsstadien der Spermatogenese bei den Insekten. Idem. XVII. Bd. 1894.

N. Cholodkowsky, Zur Frage über den Bau des Insektenhodens. Trav. Soc. Imp. Nat. St. Pétersbourg. T. XXX. 1900.

N. Cholodkowsky, Über den Geschlechtsapparat von Parnassius. Illustr. Zeitschrift f. Entomol. V. Bd. 1900.

R. v. Erlanger, Spermatogenetische Fragen. 1. Die Verson'sche Zelle. Zool. Centralbl. III. Bd. 1896.

Frenzel, Zur Bedeutung der amitotischen Kerntheilung. Biol. Centralbl. XI. Bd. 1891.

J. Gross, Untersuchungen über das Ovarium der Hemipteren etc. Diese Zeitschr. LXIX. Bd. 1901.

K. Heider, Die Embryonalentwicklung von Hydrophilus piceus L. I. Theil. Jena 1889.

R. Heymons, Die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane von Phyllodromia (Blatta) germanica L. Diese Zeitschr. Bd. LIII. 1892.

R. Heymons, Die Embryonalentwicklung von Dermapteren und Orthopteren etc. Jena 1895.

R. Heymons, Grundzüge der Entwicklung und des Körperbaues von Odonaten und Ephemeriden. Abh. d. k. Akad. d. Wissensch. Berlin 1896.

R. Heymons, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Lepisma saccharina. Diese Zeitschr. LXII. Bd. 1897.

R. Heymons, Die Entwicklungsgeschichte der Scolopendra. Bibliotheca Zool. XIII. Bd. 1901.

E. Korschelt, Über die Entstehung und Bedeutung der verschiedenen Zellelemente des Insektenovariums. Diese Zeitschr. XLIII. Bd. 1886.

E. Korschelt, Über einige interessante Vorgänge bei der Bildung der Insekteneier. Diese Zeitschr. XLV. Bd. 1887.

E. Korschelt, Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Zellkerns. Zool. Jahrb. Abth. Anat. III. Bd. 1889.

E. Korschelt u. K. Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgesch. der wirbellosen Thiere. Specieller Theil. Jena 1892.

E. Korschelt u. K. Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgesch. der wirbellosen Thiere. Allgemeiner Theil. 1. Heft. Jena 1902.

Lécaillon, Recherches sur l'oeuf et sur le développement embryonnaire de quelques Chrysomélides. Paris 1898.

F. Leydig, Der Eierstock und die Samentasche der Insekten. Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XXXIII. Bd. Dresden 1866.

W. Paulcke, Über die Differenzirung der Zellelemente im Ovarium der Bienenkönigin. Zool. Jahrb. Abth. Anat. XIV. Bd. 1900.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

A. Schneider, Über die Auflösung der Eier und Spermatozoen in den Geschlechtsorganen. Zool. Anz. 1880.

C. Spichardt, Beitrag zur Entwicklung der männlichen Genitalien und ihrer Ausführungsgänge bei Lepidopteren. Verh. d. naturw. Vereins der Rheinlande u. Westfalens. XLIII. Bd. Bonn 1886.

Tichomirow, Zur Anatomie des Insektenhodens. Zool. Anz. XXI. Bd. 1898.

C. Tönniges, Beiträge zur Spermatogenese und Oogenese bei Myriopoden. Diese Zeitschr. Bd. LXXI. 1902.

Toyama, On the spermatogenesis of the silk worm. College of Agriculture. Bull. Vol. II. No. 3. Tokio 1894.

Toyama, Preliminary note on the spermatogenesis of the silkworm. Zool. Anz. XX. Bd. 1894.

v. la Valette St. George, Spermatologische Beiträge. V. Über die Bildung der Spermatocysten bei Lepidopteren. Arch. f. mikr. Anat. XXX. Bd. 1887.

v. la Valette St. George, Zur Samen- und Eibildung beim Seidenspinner. Idem. L. Bd. 1897.

E. Verson, Zur Spermatogenese. Zool. Anz. XXII. Bd. 1889.

E. Verson, La spermatogenesi nel Bombyx mori. Padova 1889.

E. Verson, Zur Beurtheilung der amitotischen Kerntheilung. Biol. Centralblatt. XI. Bd. 1891.

E. Verson, Zur Spermatogenesis bei der Seidenraupe. Diese Zeitschr. LVIII. Bd. 1894.

E. Verson, Die postembryonale Entwicklung der Ausführungsgänge und der Nebendrüsen beim männlichen Geschlechtsapparat von Bombyx mori Zool. Anz. XVIII. Bd. 1895.

E. Verson, Sull' ufficio della cellola gigante nei follicoli testicolari degli Insetti. Estratto dagli Att. del R. Ist. Ven. di scienze, lett. ed art. T. XVII. 1898.

Wheeler, The embryology of Blatta germ. and Doryphora decemlineata. Journ. of Morphol. Vol. III. Boston 1889.

Wheeler, A contribution to Insect embryology. Idem. Vol. VIII. 1899.

H. Wielowiejsky, Über den Bau der Insektenovarien. Krakau 1886.

R. Woltereck, Zur Bildung und Entwicklung des Ostracodeneies. Diese Zeitschrift. LXIV. 1898.

H. E. Ziegler u. O. vom Rath, Die amitotische Kerntheilung bei den Arthropoden. Biol. Centralbl. XI. Bd. 1891.

H. E. Ziegler, Die biologische Bedeutung der amitotischen Kerntheilung im Thierreich. Idem. Bd. XI. 1891.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen:

Ag, Ausführungsgang;
Apx, Apicalzelle;
BgwH, bindegewebige Hülle;
Ck, Cystenkerne;
Epx, Epithelzellen des Eiröhrenstieles;
Est, Einstülpung der Hüllmembran;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fz, Follikelepithelzellen;
Ha, äußere Schicht der bindegewebigen Hülle;
Hi, innere Schicht der bindegewebigen Hülle;
Hk, Hodenkörperchen;
Hm, Hüllmembran;
K, Kern der Apicalzelle;
Kbl, Keimbläschen;
Kz, Keimzellen;
klK, kleinere Kerne in dem Raum zwischen den Genitalschläuchen und dem Ausführungsgang;
Nk, Nahrungskörner;
Nz, Nährzellen;
Ooc, Oocyten;
Oog, Oogonien;
Oog_1, in Auflösung begriffene Oogonien;
oog, kleinere Kerne zwischen den Oogonien;
Ps, Plasmaschweife der Spermatogonien;
Spc, Spermatocysten;
Spg, Spermatogonien;
Spg_1, in Auflösung begriffene Spermatogonien;
Tr, durchschnittene Tracheen;
Va, Vacuole.

Sämmtliche Figuren wurden mit dem Zeiss'schen Zeichenprisma entworfen; die Vergrößerung wurde auf dem Zeichentisch bestimmt.

Tafel XVI.

Bombyx mori L.

Fig. 1. Sagittalschnitt durch den Hoden eines Embryos, wenige Tage vor dem Ausschlüpfen. Vergr. 500.

Fig. 2. Zwei Hodenfächer einer 7 mm langen Raupe, sagittal durchschnitten. Vergr. 500.

Fig. 3. Einzelnes Hodenfach einer 7—9 mm langen Raupe. Vor der Apicalzelle bildet sich in Folge der bereits beginnenden Auflösung von Spermatogonien ein heller Raum. An mehreren Spermatogonien sind deutliche Plasmaschweife zu beobachten. Vergr. 500.

Fig. 4. Vorderes Ende eines Hodenfaches einer 12 mm langen Raupe. Eine Anzahl der in der Nähe der Apicalzelle liegenden Spermatogonien ist in Zerfall begriffen (Spg_1). Vergr. 400.

Fig. 5 u. 6. Vordere Hälften zweier Hodenfächer von 15—18 mm langen Raupen. Derselbe Vorgang wie in Fig. 4. Die Apicalzelle (*Apz*) hat bereits bedeutend an Größe zugenommen. Die Zerfallprodukte der aufgelösten Spermatogonien finden sich zum Theil als Nahrungskörner (*Nk*) im Plasma der Apicalzelle. Vergr. 400.

Fig. 7 u. 8. Apicalzelle zweier Hodenfächer einer ca. 18 mm langen Raupe. Von dem Kern ist nur die äußere Hälfte deutlich und scharf umgrenzt; die innere Hälfte erscheint als heller, undeutlich umgrenzter Hof. Vergr. 580.

Fig. 9. Apicalzelle aus dem Hoden einer 25 mm langen Raupe. Man unterscheidet deutlich einen inneren dichten dunkel gefärbten Plasmahof und eine äußere lockere helle Zone. Hinter der Apicalzelle hat sich in der Hüllmembran eine flache Einstülpung (*Est*) gebildet. Die Kerne der inneren Hüllenschicht (*Hi*) erscheinen degenerirt. Vergr. 400.

Fig. 10. Apicalzelle aus dem Hoden einer ca. 35 mm langen Raupe. Die Einstülpung der Hüllmembran ist bedeutend tiefer geworden. Vergr. 580.

Fig. 11. Apicalzelle aus dem Hoden einer 40 mm langen Raupe. Die Einstülpung der Hüllmembran hat ihre größte Tiefe erreicht. Die Apicalzelle ist ein beträchtliches Stück in das Innere des Hodenfaches vorgerückt. Vergr. 580.

Fig. 12. Mittlere Partie derselben Apicalzelle stärker vergrößert. Der Kern

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sendet der Einstülpung der Hüllmembran drei pseudopodienartige Fortsätze entgegen. An einer Stelle ist die Kernmembran aufgelöst. Vergr. 1150.

Fig. 13. Apicalzelle aus dem Hoden einer erwachsenen Raupe. Die Verbindung mit der Hüllmembran ist gelöst, die Einstülpung der letzteren verschwunden. Die Apicalzelle ist rings von Spermatogonien umgeben. (Von der bindegewebigen Hülle ist nur die innere Schicht gezeichnet.) Vergr. 500.

Fig. 14. Kern derselben Apicalzelle und dessen Umgebung stärker vergrößert. An dem Kern hat sich eine Vertiefung gebildet, indem derselbe sich um eine in seiner Nähe liegende in Auflösung begriffene Spermatogonie herumbiegt. Am entgegengesetzten Ende ist die Begrenzung des Kerns undeutlich. Vergr. 1150.

Fig. 15. Apicalzelle aus dem Hoden einer drei Tage eingesponnenen Raupe. Die Degeneration der Apicalzelle hat bereits begonnen. Der Kern hat unregelmäßige Gestalt angenommen, neben demselben liegt eine große Vacuole (*Va*). Das Plasma im Innern der Apicalzelle ist auffallend dunkel gefärbt; die äußere Begrenzung tritt stellenweise sehr scharf hervor. Vergr. 580.

Fig. 16. Apicalzelle aus dem Hoden eines frisch ausgeschlüpften Falters. Die Degeneration hat sich bereits auf die in der Nähe der Apicalzelle liegenden Spermatogonien ausgedehnt. Vergr. 500.

Fig. 17. Apicalzelle aus dem Hoden eines nach der Begattung getödteten Männchens. Weit vorgeschrittene Degeneration. Das Plasma der Apicalzelle ist gleichmäßig dicht und dunkel gefärbt, die Gestalt des Kerns unregelmäßig. Im Plasma der Apicalzelle bemerkt man eine Anzahl in Degeneration begriffener Spermatogonien. Das Plasma im Umkreis der Apicalzelle ist von Lückenräumen durchsetzt, die Spermatogonien in demselben sind bereits degenerirt. Vergr. 400.

Tafel XVII.

Bombyx mori L.

Fig. 18. Sagittalschnitt durch ein Ovarium eines wenige Tage vor dem Ausschlüpfen stehenden Embryos. Vergr. 500.

Fig. 19. Sagittalschnitt durch ein Ovarium einer 9 mm langen Raupe. Vergr. 400.

Fig. 20. Vorderes Ende einer Eiröhre einer 20 mm langen Raupe (Längsschnitt). Vergr. 400.

Fig. 21. Längsschnitt durch das vordere Ende einer Eiröhre einer ca. 35 mm langen Raupe. Vergr. 400.

Fig. 22. Längsschnitt durch das vordere Ende einer Eiröhre einer verpuppungsreifen Raupe. Vergr. 400.

Fig. 23. Längsschnitt durch das vordere Ende einer Eiröhre aus dem Ovarium einer Puppe. Vergr. 400.

Phalera bucephala (L.).

Fig. 24. Apicalzelle aus dem Hoden einer 15 mm langen Raupe. Im Plasma tritt ein Streifen ausgeschiedener Nährsubstanz deutlich hervor. Derselbe beginnt in unmittelbarer Berührung mit dem Kern; an der Berührungsstelle ist die Begrenzung des letzteren undeutlich. Vergr. 580.

Fig. 25. Apicalzelle aus dem Hoden einer 50 mm langen Raupe. Der Kern ist langgestreckt und an der inneren Seite ohne Begrenzung. Von einer daselbst befindlichen Anhäufung schwarzer Körner ziehen feinkörnige dunkle Strahlen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(Nährsubstanz) nach der Peripherie der Apicalzelle. Die äußere Schicht der bindegewebigen Hülle zeigt Degenerationserscheinungen. Vergr. 580.

Fig. 26. Vorderes Ende einer Eiröhre einer 50 mm langen Raupe (Längsschnitt). Vergr. 580.

Pieris brassicae L.

Fig. 27. Vordere Hälfte eines Hodenfaches einer 7 mm langen Raupe. Die Apicalzelle hat ihre Thätigkeit bereits begonnen. Die Hüllmembran weist eine flache Einstülpung auf. Vergr. 580.

Fig. 28. Vorderes Ende eines Hodenfaches einer 12 mm langen Raupe. Der Kern der Apicalzelle zeigt mehrere breite lappige Fortsätze; seine Begrenzung ist theilweise undeutlich. Vergr. 730.

Fig. 29. Apicalzelle aus dem Hoden einer 30 mm langen Raupe. Die Einstülpung der Hüllmembran ist verschwunden, die Apicalzelle rings von Spermatogonien umgeben. Die innere Hüllenschicht ist dicht mit schwarzen Körnern erfüllt. Vergr. 580.

Fig. 30. Apicalzelle aus dem Hoden eines ausgeschlüpften Falters. Das Plasma der Apicalzelle ist sehr dunkel gefärbt und enthält noch eine große Anzahl Nahrungskörner. Die Begrenzung des Kerns ist undeutlich. Die Spermatogonien sind noch normal. Die innere Schicht der bindegewebigen Hülle ist vollkommen degenerirt. Vergr. 580.

Vanessa io L.

Fig. 31. Vordere Hälfte eines Hodenfaches einer halberwachsenen Raupe bei schwächerer Vergrößerung. Die Apicalzelle ist rings umgeben von Spermatogonien (*Spg*); der vordere Raum des Hodenfaches ist von Spermatocysten (*Spc*) erfüllt. In der inneren Hüllenschicht treten bereits Degenerationserscheinungen auf. An den vorderen Ecken des Hodenfaches bemerkt man im Bindegewebe der Hülle einige quer durchschnittene Tracheenäste (*Tr*). Vergr. 300.

Tafel XVIII.

Bombyx mori L.

Fig. 32. Eischlauch aus dem Ovarium einer 12 mm langen Raupe. Am vorderen Ende die Apicalzelle (*Apz*); die vordere Hälfte ist erfüllt von Oogonien (*Oog*), zwischen denen man einzelne durch ihren geringen Umfang auffallende Kerne bemerkt (*oog*). Die Zellen im hinteren Abschnitt des Eischlauches (*Epz*) beginnen sich längs der Wandungen desselben neben einander anzuordnen. Vergr. 400.

Fig. 33. Eischlauch aus dem Ovarium einer 15—18 mm langen Raupe. Das vorderste Ende mit der Apicalzelle fehlt; von einer zweiten Eiröhre ist das hintere Ende angeschnitten. Alle Zellelemente haben sich bedeutend vermehrt. Vergr. 400.

Fig. 34. Eiröhre einer 20 mm langen Raupe. Das vorderste Ende ist abgeschnitten; die Oogonien im mittleren Theil der Eiröhre beginnen bereits in das Knäuelstadium einzutreten. Die den hinteren Theil erfüllenden Zellen sind an die Wandungen gerückt und ordnen sich zu einem Epithel an, so dass in der Mitte bereits ein Lumen gebildet ist. Vergr. 400.

Pieris brassicae L.

Fig. 35. Eiröhre einer 25 mm langen Raupe. Das vorderste Ende ist nicht mehr getroffen; alle Kerne im mittleren Theile der Eiröhre zeigen das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

typische Knäuelstadium. Der hintere Theil ist von Epithel ausgekleidet, das Lumen in der Mitte hat sich vergrößert. Vergr. 400.

Fig. 36. Stück des vorderen Endes einer Eiröhre von einer halberwachsenen Raupe. Die Kerne der noch undifferenzirten Oogonien treten in das Knäuelstadium ein. Vergr. 400.

Fig. 37. Stück aus dem mittleren Theil derselben Eiröhre. Alle Kerne zeigen das Knäuelstadium; Zellgrenzen sind nicht zu erkennen. Vergr. 400.

Fig. 38. Hinteres Ende derselben Eiröhre. Es sind bereits Keimbläschen (*Kbl*), Nährzellen (*Nz*) und Follikelzellen (*Fz*) zu unterscheiden. Vergr. 400.

Figg. 39—44 zeigen die Verhältnisse bei zwei bis drei Wochen vor dem Ausschlüpfen stehenden Puppen. Mit Ausnahme der Fig. 40 stellen die Abbildungen verschiedene Stücke derselben Eiröhre dar.

Fig. 39. Stück vom vorderen Ende einer Eiröhre, der Keimzone entsprechend. Die Eiröhre ist an dieser Stelle noch von gleichwerthigem Zellmaterial erfüllt. Vergr. 400.

Fig. 40. Nächstes Stadium der Entwicklung: Synapsiszone. Man unterscheidet Keimzellen (*Kz*) und Follikelzellen (*Fz*). Auf diesem Stadium sind keine Zellgrenzen vorhanden. Vergr. 400.

Fig. 41. Folgendes Stadium: Differenzirungszone. Keimbläschen und Nährzellkerne beginnen sich zu differenziren; gleichzeitig treten wieder Zellgrenzen auf. Vergr. 400.

Fig. 42. Die Differenzirung der Zellelemente ist beendet, doch ist eine regelmäßige Anordnung noch nicht zu erkennen. Die Nährzellen beginnen bereits in Thätigkeit zu treten. Vergr. 400.

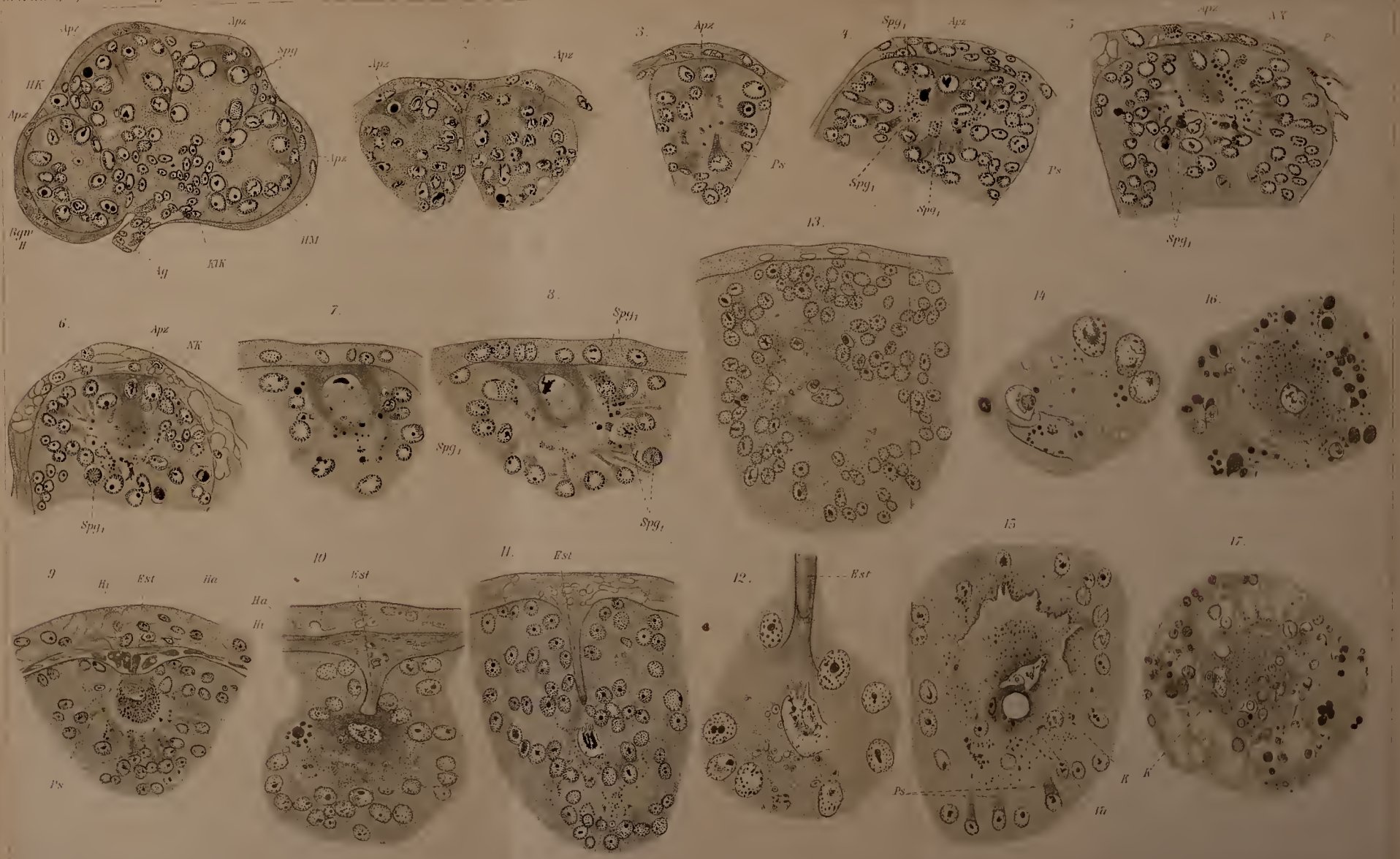
Fig. 43. Beginn der Kammerbildung. Vergr. 400.

Fig. 44. Einzelne Kammer vom hinteren Ende der Eiröhre. Die Oocyte steht mit dem Inhalt der Nährzellen in direkter Verbindung; dieselben befinden sich in energischer Thätigkeit. Zellgrenzen sind zwischen ihnen nur an einer Stelle deutlich zu sehen. Vergr. 225.

Fig. 45. *Bombyx mori.* Ei- und Nährkammer aus dem Ovarium einer Puppe. An zwei Stellen tritt aus den Nährzellen feinkörnige Nährsubstanz in die Oocyte über. Vergr. ca. 95.

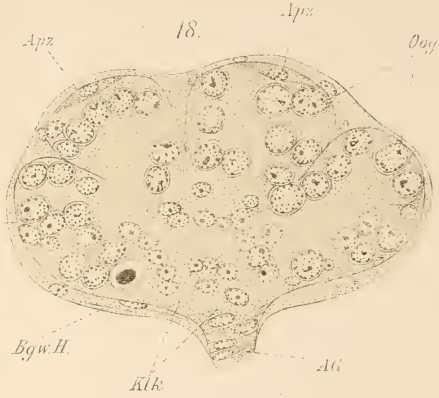
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



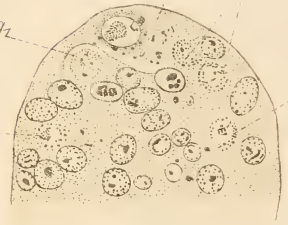
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

18.



19.

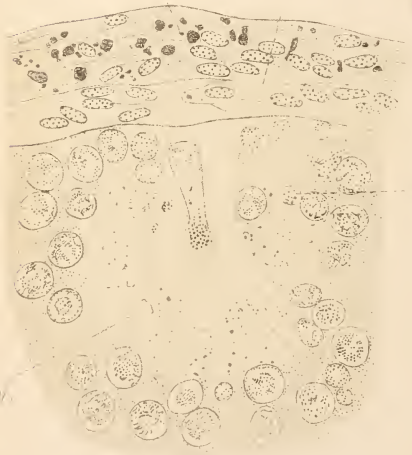
23.



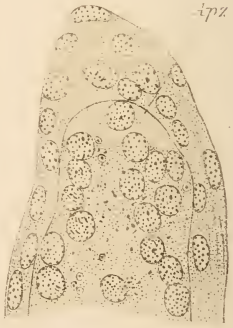
24.

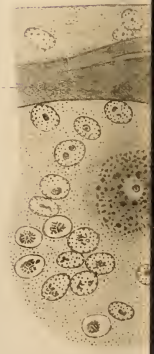
27.

25.

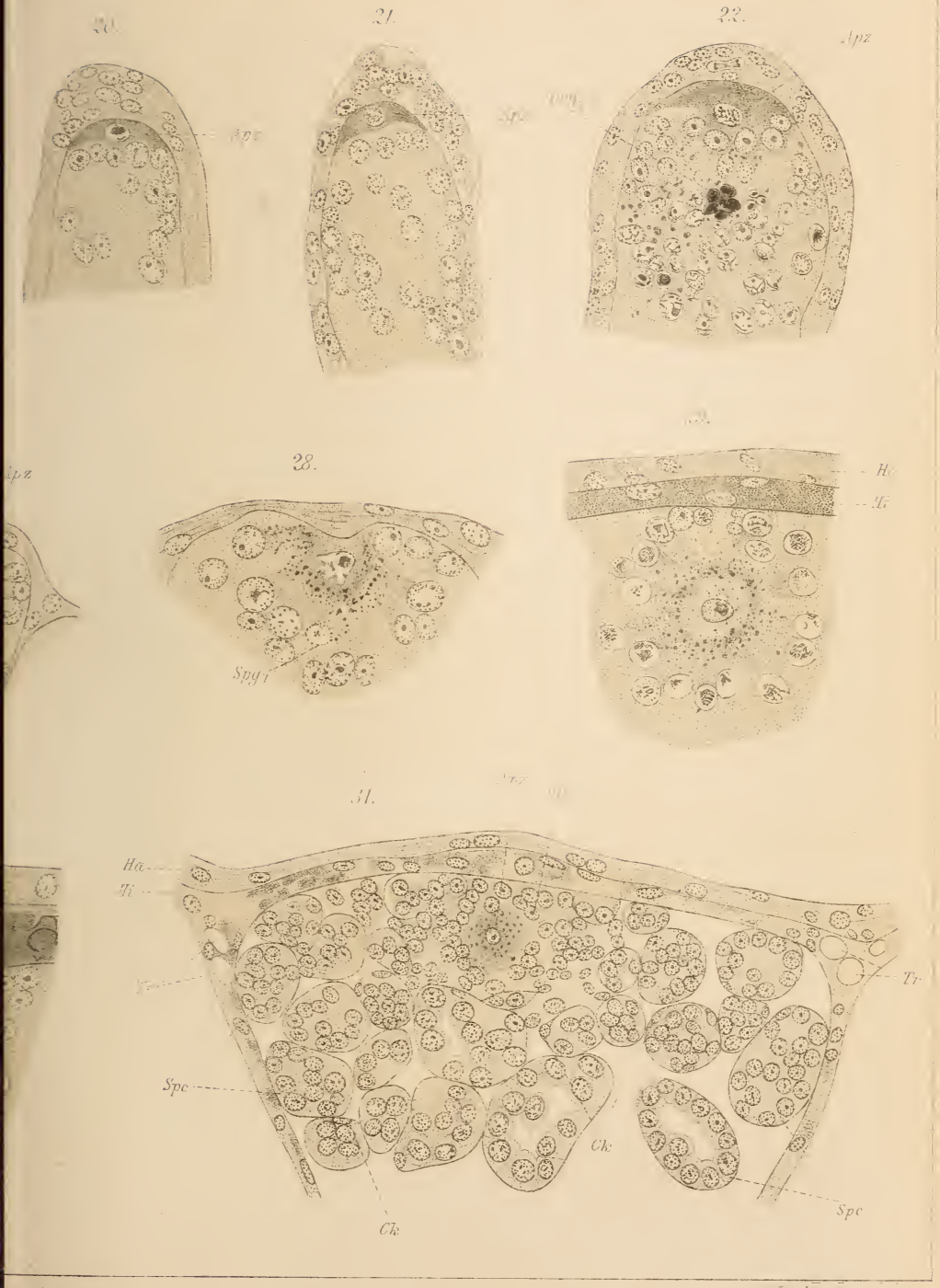


26.

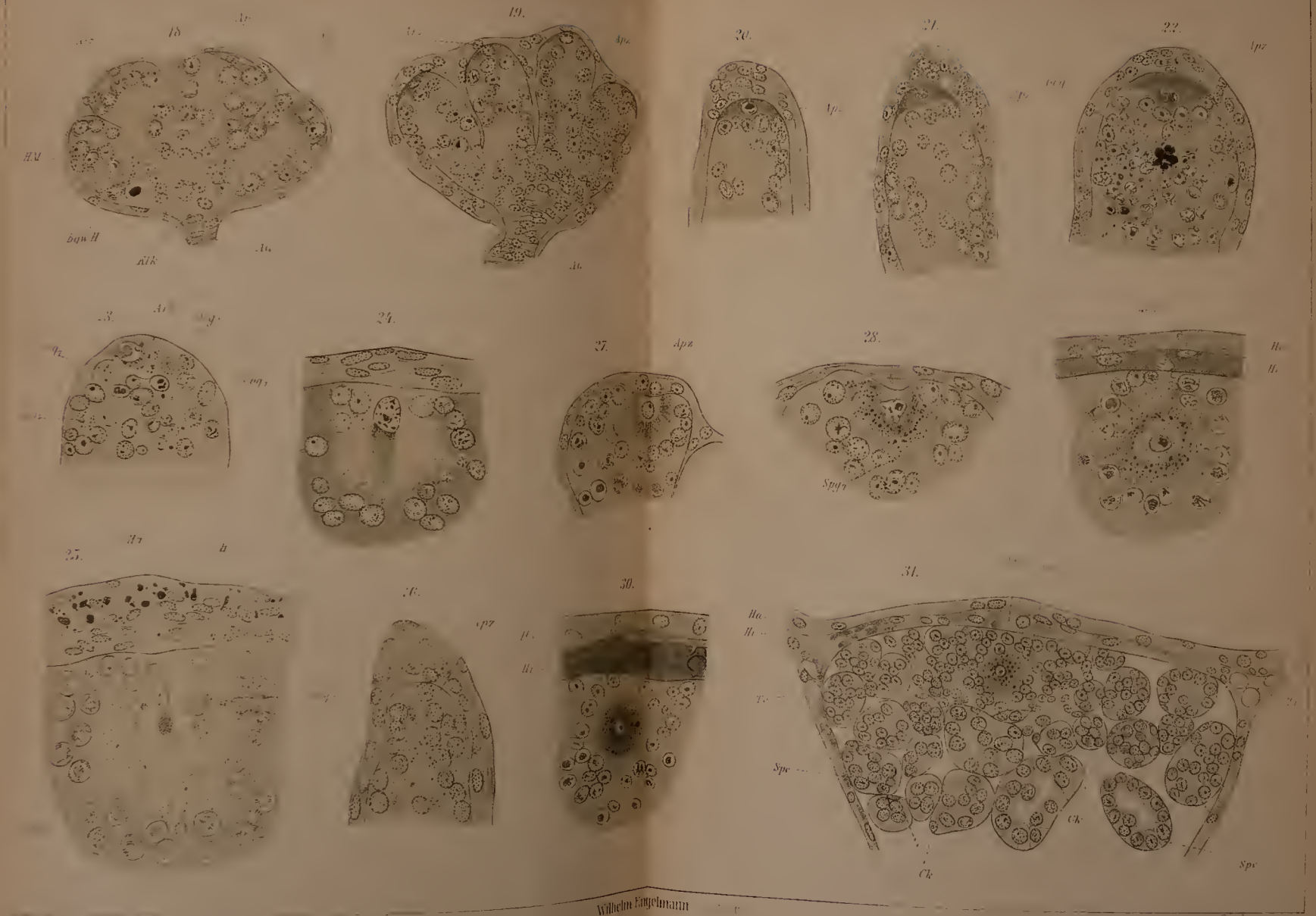




© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 32.

Fig. 33.

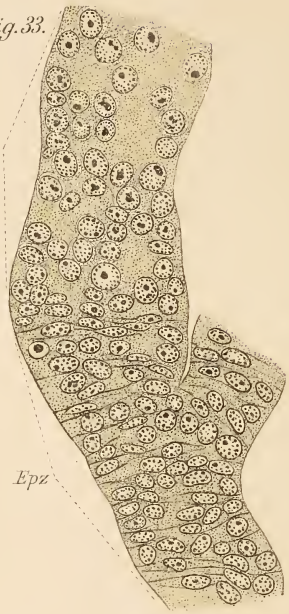


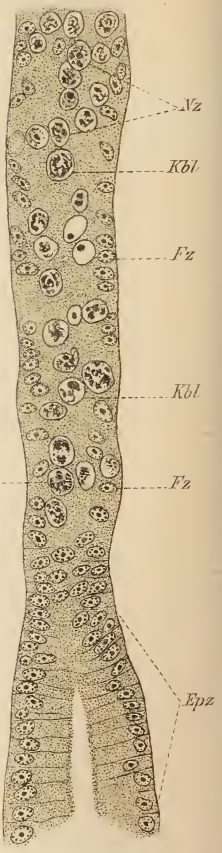
Fig. 37.

Fig. 36.

Fig. 35.

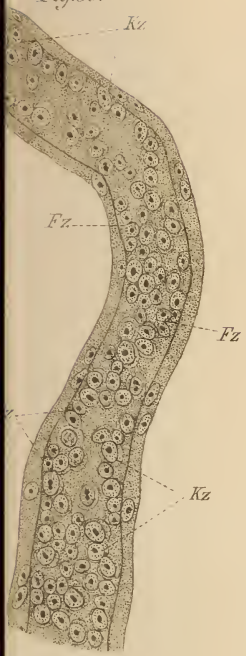
Fig. 34.

Fig. 38.



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 39.



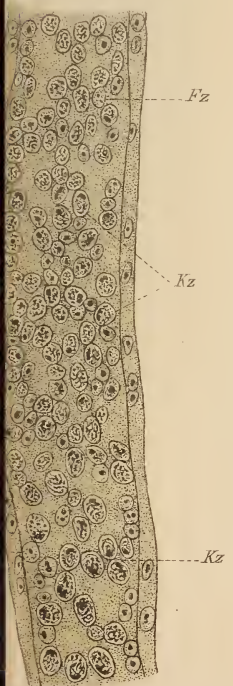


Fig. 41.

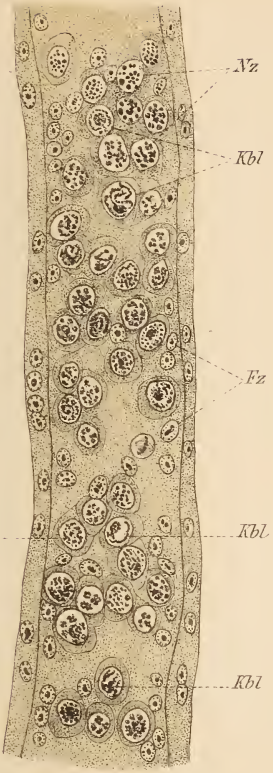


Fig. 42.

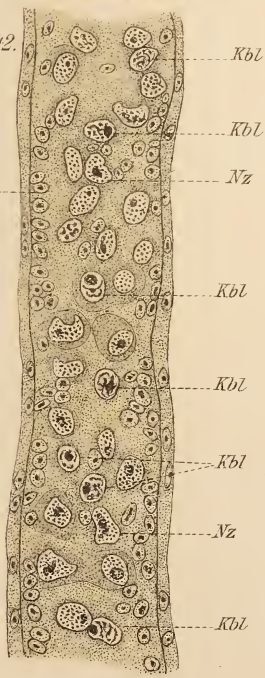


Fig. 43.

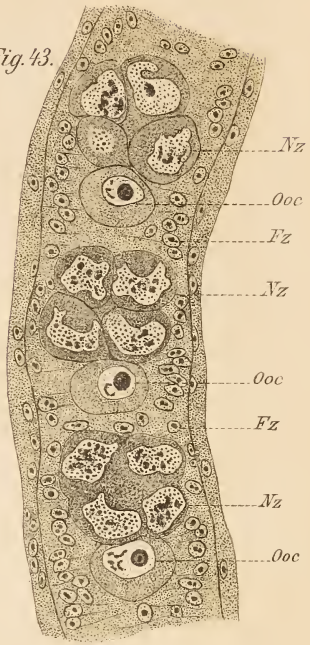


Fig. 44.

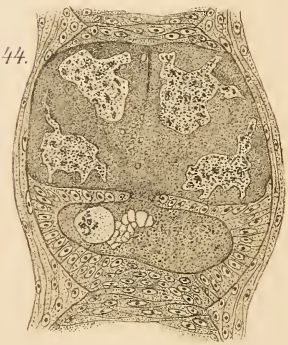
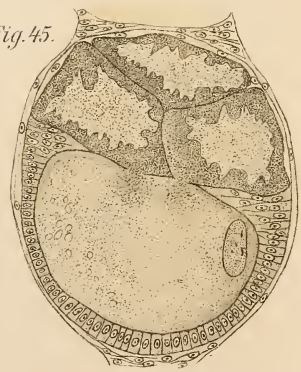


Fig. 45.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 37.

Fig. 36.

Fig. 39.

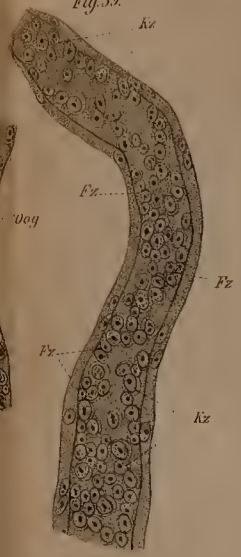


Fig. 41.

Fig. 43.

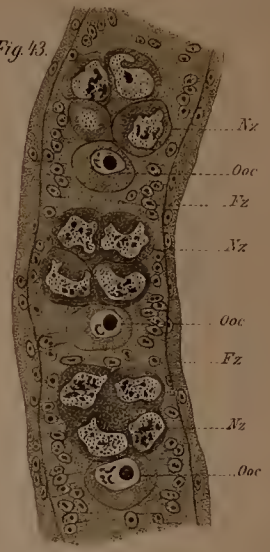


Fig. 35.

Fig. 34.

Fig. 38.

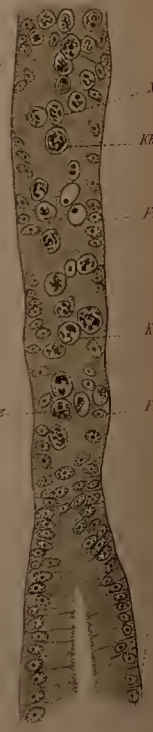


Fig. 40.

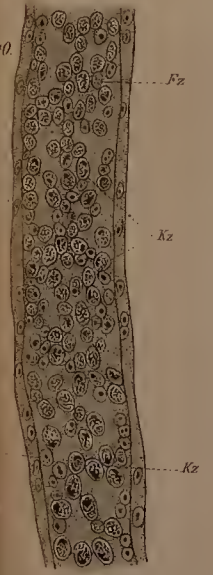


Fig. 42.

Fig. 44.

Fig. 45.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 74

Autor(en)/Author(s): Grünberg Karl

Artikel/Article: Untersuchungen über die Keim- und Nährzellen in den Hoden und Ovarien der Lepidopteren 327-395