download www.zobodat.at

Die Versonsche Zelle der Mikrolepidopteren.

Von Wilhelm Krafft.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Halle a. S.).

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	331
II. Biologisches	333
III. Material und Methoden	340
IV. Morphologisches	341
V. Cytologisches.	
A. Gemeinsames	342
B. Hoden	343
C. Ovar	353
D. Die Apikalzelle anderer Mikrolepidopteren	356
VI. Allgemeines	357

I. Einleitung.

Schon la Valette St. George wies darauf hin, dass der erste Entdecker der „Riesenzelle" am blinden Ende jedes Hodenfollikels bei den Insekten oder, wie sie jetzt gewöhnlich genannt wird, der Versonschen Zelle Spichardt (1886) gewesen sei. Dieser nannte die Zelle „Keimstelle" und liess aus ihr durch Abschnürung den ganzen Zellbedarf des Follikels entstehen. Erst drei Jahre später, im Jahre 1889, veröffentlichte Verson seine Entdeckung. Demnach gebührte der Zelle der Priorität nach der Name einer Spichardtschen, nicht einer Versonschen Zelle.

1902 unterzog Grünberg diese Zelle im Lepidopterenhoden und die entsprechende Zelle im Ovar einer gründlichen Untersuchung. Er nannte beide, bezugnehmend auf ihre Lage am vorderen Ende der Hodenfollikel bezw. Eiröhren, Apikalzellen. Ich möchte diese Bezeichnung beibehalten: sie ist indifferenter als die ursprüngliche. Auch wird in den neueren einschlägigen, auch auf andere Insekten bezüglichen Arbeiten mit Vorliebe dieser Ausdruck gebraucht.

Über die Entstehung, Entwicklung und Funktion der Apikalzelle bei Bombyx mori und etlichen Tagfaltern handelt die Arbeit Grünbergs. Dadurch

download www.zobodat.at

ist das Hinundher der Ansichten über die Entstehung dieser Zelle zum Stillstand gelangt: sie wird als eine Schwesterzelle der Spermatogonien resp der Oogonien angesehen. Diesen Standpunkt vertreten auch Cholodkovsky in seiner Untersuchung über den Dipterenhoden und Zick in seiner Arbeit über Pieris brassicae.

Anders steht es mit den Ansichten über die Bedeutung der Akipalzelle. Grünberg spann den bisher üblichen Gedanken einer Nährzelle weiter. Er sucht nachzuweisen, dass ihr eine sezernierende und assimilierende Tätigkeit zukomme. Cholodkovsky engt die Bedeutung etwas ein, indem er der Zelle eine nutritive und phagocytäre Funktion zuweist. Er hat sich nicht näher darüber geäussert, scheint aber doch wohl dasselbe zu meinen wie Grünberg.

Ganz neue Gesichtspunkte brachte die 1910 erschienene Arbeit von Zick. Dieser hält die Akipalzelle auch für eine Nährzelle, deren nutritive Bedeutung aber nicht grösser sei, als die der Hülle des Testikels. Sie bewirke aber vor allem die Differenzierung der Keimzellen in Spermatogonien- und Cystenhüllzellen. Ferner wirke sie regulatorisch auf den Entwickelungsgang des Textikelinhaltes, indem sie nach und nach die ursprünglich gleichalterigen Keimzellen zur weiteren, aber verschieden schnellen Entwicklung veranlasse.

Es soll Aufgabe dieser Arbeit sein, die Entwicklung und Funktion der Akipalzelle bei Mikrolepidopteren nachzuprüfen. Der alte Ausdruck „Mikrolepidopteren“ ist nur der Einfachheit wegen gewählt. Es soll damit angedeutet werden, dass es sich um Schmetterlinge handelt, die systematisch tiefer stehen als die bisher untersuchten. Es schien von Interesse zu sein, gerade diese Insektengruppe, hinsichtlich welcher nur eine kurze, auf Hyponomeuta bezügliche Notiz von Cholodkovsky vorliegt, genauer zu untersuchen, da die Möglichkeit bestand, dass bei diesen primitiven Tieren Verhältnisse bestehen, welche auf die Entstehung und Bedeutung der Apikalzelle ein neues Licht werfen.

Ich wählte zu meinen Untersuchungen den zu den Pyraliden gehörigen Schmetterling Ephestia Kuehniella Zelleri. Diese Spezies hat den Vorzug, dass sie das ganze Jahr in allen Entwicklungsstadien vorhanden ist. Ausserdem kam für mich, wie aus dem folgendem hervorgeht, noch ein historisches Interesse hinzu.

Bevor ich zu meinen Ausführungen übergehe, möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Haecker, für seine liebenswürdige Hilfe und für das meiner Arbeit entgegengebrachte stets gleichbleibende Interesse meinen herzlichsten Dank aussprechen. Auch Herrn Prof Dr. Brüel bin ich für seine wertvollen Anregungen und Ratschläge zu grossem Danke verpflichtet. Dank

download www.zobodat.at

sage ich auch an dieser Stelle dem Herrn Mitterberger in Steyr und dem Herrn Dr. Meyer in Saarbrücken für das mir bereitwilligst übersandte Material und ihre freundlichen Auskünfte.

II. Biologisches.

Da über die Biologie von Ephestia noch relativ wenig bekannt ist, mag es mir erlaubt sein, noch einige diesbezügliche Beobachtungen mitzuteilen.

Ephestia Kuehniella ist in Deutschland zuerst in Halle gefunden worden. Im Juni 1877 sandte der Direktor des landwirtschaftlichen Institutes, Prof. Dr. Kuehn, die ersten Schmetterlinge dieses Mehlzünzlers an Prof. Zeller in Grünhof bei Stettin, um sie von ihm bestimmen zu lassen. Dieser liess sich aus der Mühle bei Halle, wo Kuehn sie gefunden hatte und wohin sie mit amerikanischem Mehl gekommen sein sollen, Raupen schicken. Über die von ihm gemachten Beobachtungen werde ich nachher noch etwas zu sagen haben.

Seit der Zeit ist dieser Schädling auch an vielen anderen Orten gefunden worden. Sorhagen gibt ihr Vorkommen an für Berlin, Westfalen und Braunschweig, Disqué für die Umgebung von Speyer, Schütze für Bautzen und Giebel für die Rheinpfalz und Hardt. Sicherlich kommt dieser Schmetterling auch in anderen deutschen Gebieten vor. Ich selbst habe ihn in der Altmark gefunden. In Österreich scheint dieser unangenehme Gast weiter verbreitet zu sein als bei uns. Nickerl gibt ihn an für den Prager Staatsbahnhof, wo er 1893 zuerst in Böhmen gefunden ist, und von wo er sich bis Aussig ausgebreitet hat; Mann fand ihn in den Erzherzogtümern Österreich ob und nid der Enns und in Salzburg, Rogenhofer in den Gebieten von Hernstein, Müller-Rutz gibt ihn an für die Kantone Thurgau, St. Gallen und Appenzell, Mitterberger für Steyr, Heller für Tyrol, Höfner für Kärnten, während er in der Bukowina fehlt, Prohaska für Steiermark und Rebel für Morea.

Nach den älteren Angaben von Zeller, Sorhagen, Spuler u. a. soll dieser Zünzler aus Amerika stammen. In einem im Mai vorigen Jahres erschienenen Artikel des „Prometheus“ über die Mehl- und Dürrobstmotten behauptet Prof. Sajó, dass die Mittelmeerländer die Heimat unseres Schmetterlings seien und dass er sich erst jetzt in Nordamerika einbürgere und dort zur grössten Plage der Mehlindustrie würde. Er heisst dort nach seiner Heimat Mediterranean flour moth. Welche Angaben die richtigen sind, lässt sich wohl schwer entscheiden.

download www.zobodat.at

Man findet Ephestia Kuehniella in alten Bäckereien hinter den Mengtrögen und namentlich in Mühlen, wo sie sich vornehmlich in den Mahlgängen einspinnen. Sie bevorzugen solche Orte, wo sie möglichst warm sitzen und die Aussicht haben, oft frisches Mehl zu ihrer Nahrung zu bekommen. Des Abends und Nachts sieht man sie in Schwärmen herumfliegen, während sie am Tage sehr träge sind.

Zeller fand sie vergesellschaftet mit Trilobium ferrugineum. Dieser Käfer soll mit seinen Larven die nach der Begattung gestorbenen Imagines auffressen. In meinen Ephestiazuchten fanden sich zwei andere Käfer, der Mehl fressende Gnathocerus cornutus und der von phytophagen Insekten lebende Tenebroides mauritanicus. Dieser letztere schadete meinen Zuchten ausserordentlich, namentlich durch Ausfressen von Puppen. Andere Schädlinge waren eine zur Familie der Ichneumoniden gehörige Ophionine, Omorgus litorius, und Gregarinen, die den Darm der Ephestiaraupen oft prall anfüllten.

Nun möchte ich noch aus der Biologie der Raupen speziell etwas ergänzend und korrigierend zu den ausführlicheren Angaben Sorhagens und Zellers, den einzigen, die mir bekannt sind, anführen. „Die Raupe lebt ursprünglich in amerikanischem Weizenmehl, frisst aber auch ebensogern unser einheimisches Mehl und Kleie.“ (Sorhagen). Ich habe bemerkt, dass sie unserem einheimischen Mehl das von mir verfütterte Gerstenschrot vorzogen. Erst wenn dieses aufgezehrt war, frassen sie jenes. „Die Raupen durchziehen das Mehl mit Seidenfäden, machen es zu einem Filz, worin sie in Seidenröhren wohnen.“ (Zeller). Überhaupt kriechen die Larven nie ohne einen Spinnfaden zu ziehen. Schon die eben geschlüpften Räupchen beginnen ihr Leben damit. Sowie die Larven auf irgend ein Substrat kommen, fangen sie an, dasselbe mit einem feinen Gewebe zu überziehen, das im Laufe der Zeit zu einem dichten Seidengespinst wird, das man in toto vom Substrat abziehen kann. Das hat jedenfalls den Zweck, einen besseren Halt beim Kriechen zu schaffen. Daneben soll aber das dichte Gewebe wohl einen Wärme- oder besser Kälteschutzapparat darstellen.

Zeller gibt ferner an, dass die Raupen Räuber seien, dass sie die aus dem Gespinst gefallenen Puppen aufzehren. Das halte ich nicht für unmöglich. Ich habe das zwar nicht beobachtet, sah jedoch mehrmals, dass Tiere, die ich zwecks später zu erörternder Hungerversuche zu mehreren ohne Nahrung in eine Glastube gesperrt hatte, nach drei Tagen über eine der ihren herfielen und sie vollständig verzehrten.

Die über die Flugzeit gefundenen Angaben möchte ich dahin bestätigen resp. richtig stellen, dass die erste Hauptflugzeit Ende Mai und der Juni ist,

download www.zobodat.at

die zweite der August und die erste Hälfte des Septembers. Jedoch kommen in allen Monaten etliche Imagines aus. Zeller gibt an, dass die Begattung in der Nacht erfolge und dass sie bis zum nächsten Mittag und drüber hinaus dauere. Letztere Angabe kann ich nicht bestätigen. Wohl habe ich noch bis 10 Uhr, ja in einem Falle bis gegen 12 Uhr vormittags kopulierende Tiere gefunden, doch das sind Ausnahmefälle. Gewöhnlich hört die Begattung am frühen Morgen auf.

Die Eiablage erfolgt zum grössten Teil in der nächsten Nacht. Zwecks Feststellung der Grösse der Gelege wurden männliche und weibliche Tiere paarweise isoliert. Nach etlichen Tagen ergab die Zählung der Eier das in Tabelle 1, 2—12 wiedergegebene Resultat. Danach ergaben sich Schwankungen von 24—106 Stück. Die kleinen Zahlen liessen allerdings vermuten, dass schon vorher Eier abgelegt seien. Daher setzte ich die wenigen in Kopulation angetroffenen Pärchen besonders. Das Resultat gibt Tabelle 2 wieder: Demnach geschieht die Eiablage, wie ja schon von anderen Schmetterlingen bekannt ist, nicht mit einem Male, sondern es werden noch in den folgenden Nächten die inzwischen reif gewordenen Eier abgelegt.

Aus Tabelle 1, die an Messungen die Wachstumsverhältnisse der Larven zeigt, geht neben anderen Tatsachen vor allem folgendes hervor:

Es ist ein deutlicher Unterschied zu machen zwischen Winter- und Sommergeneration. Die Eientwickelung der ersteren (Tab. 1, 1—5) dauert bis 17 Tage, ja, ich habe laut konserviertem Material noch Eier von 19 Tagen, die dieser Generation entstammen. Die Sommergeneration braucht bedeutend kürzere Zeit zu ihrer Eientwickelung. In den schwülen, gewitterdrohenden ersten Junitagen dieses Jahres währte die Eientwickelung nur 4 Tage, (Tab. I, 13—14) in der kühleren Zeit des Juni, Juli und August bis zu 10 Tagen. Diese Daten zeigen offensichtlich den Einfluss der Temperatur auf die Entwickelungsdauer der Eier.

Aus Tabelle 1 ergibt sich bei einem Vergleich der Längenmasse der Raupen noch eine andere Tatsache, nämlich dass in der kalten Jahreszeit eine anfangs langsame, später schnellere Raupenentwicklung vor sich geht, diese also eine ungleichmässige ist. Die Sommergeneration weist ein bedeutend schnelleres und vor allem gleichmässiges Wachstum der Larven auf.

Eine andere interessante Tatsache möchte ich nicht unerwähnt lassen. Im Juni gelangten viele Gelege trotz der Anwesenheit von Männchen nicht zur Befruchtung, während ich ein solches Verhalten im Winter und Frühjahre nicht bemerkt habe. Die Grösse der Eier mögen folgende Messungen dartun:

download www.zobodat.at

Tabelle 1.

Nr.	Anzahl	Gelege vom	Geschlüpft am	nach Tagen	gemessen am	nach Tagen	Länge in mm	gemessen am	nach Tagen	Länge in mm	gemessen am	nach Tagen	Länge in mm
1	nur 2 Stck. aufgehoben	15./16. VIII. 12	—	—	1. III. 13	ca. 200	12	—	—	—	—	—	—
2	53	5./6. XII. 12	—	—	10. II. 13	ca. 70	3—4	19. V. 13	ca. 174	5—6	—	—	—
3	35	7./8. II. 13	25. II.	17	29. IV. 13	64	3	8. V. 13	73	5	19. V.	82	7
4	65	3./4. III. 13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	42	4./5. III.	—	—	—	--	—	—	—	—	—	—	—
6	30	7./8. V.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	83	17./18. V.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	74	30./31. V.	v 5.—8. VI.	5—8	24. VII.	47—50	6—8	—	—	—	—	—	—
9	62	31. V./1. VI.	7. u. 8. VI.	7—8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	24	2./3. VI.	keine	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	106	2./3. VI.	7. VI.	5	24. VII.	48	7—8	19. VIII.	74	12—15	—	—	—
12	84	2./3. VI.	7. VI.	5	24. VII.	48	7—8	19. VIII.	74	12—15	—	—	—
13	61	6./7. VI.	10. u. 11. VI.	4	24. VII.	43	6—8	1. VIII.	51	7—10	18. VIII.	68	13—15
14	71	5./7. VI.	11. VI.	4—6	24. VII.	43	6	—	—	—	19. VIII.	69	10—12
15	108	24.—30. VII.	2./8. VIII.	10	18. VIII.	10—11	2—3	—	—	—	—	—	—
16	168	24./29. VII.	2./7. VIII.	10	18. VIII	10—16	2—3	—	—	—	—	—	—
17	66	30./31. VII.	8. VIII.	9—10	18. VIII.	10	2	—	—	—	—	—	—

Tabelle 2.

Nr.	Datum	Anzahl	Datum	Anzahl	Datum	Anzahl	Datum	Anzahl	Datum	Anzahl	Summa
1	In der Nacht v. 5./6. VI. 13	46	6. VI.	2	—	—	—	—	—	—	48
2	5./6. VI.	51	6./7. VI.	20	—	—	—	—	—	—	71
3	29./30. VI.	65	30. VI./1. VII.	1	—	—	—	—	—	—	66
4	23./24. VII.	33	25./26.	36	26./27.	7	29./30.	32	—	—	108
5	23./24. VII.	28	24./25.	66	26./27.	30	27./28.	43	28./29.	1	168

download www.zobodat.at

0,58 × 0,43
0,67 × 0,43
0,60 × 0,44
0,61 × 0,43
0,59 × 0,43
0,62 × 0,46
0,60 × 0,47
0,72 × 0,48
0,61 × 0,48
0,66 × 0,48
0,72 × 0,47

also 0,63 × 0,45 im Durchschnitt.

Die Eier sehen schmutzigweiss aus, sind höckrig und rauh. Mit zunehmender Entwickelung werden sie durchscheinend, sodass man schliesslich das embryonale Räupchen, sichelförmig der Schale angeschmiegt, liegen sieht.

Die Eiablage erfolgt, wie schon erwähnt, hauptsächlich nachts, jedoch wurden, wenn auch selten, Taggelege beobachtet. Die in Glastuben mit Korkstöpseln isolierten Weibchen legten, besonders beim ersten Gelege, die Eier besonders gern in den Raum zwischen Glas und Kork oder in die Poren des letzteren selbst. Daraus darf man wohl schliessen, dass dieser Schmetterling unter normalen Verhältnissen seine Eier gern in Ritzen und Spalten des Substrates legt, was ja im Hinblick auf den dadurch gebotenen Schutz wohl verständlich wäre. Diese Gelege bildeten kleine oder grössere einschichtige mehr oder weniger reihige Häufchen (Textfig. I). Anders verhielten sich die in den nächsten Nächten abgelegten Nachgelege. Sie bestanden aus einzelnen Eiern oder aus kleinen Gruppen und wurden nur selten zwischen Glas und Kork, sondern meist im Innern der Tube am Glas angeklebt gefunden.

Fig. I.
Hauptgelege von Ephest. Kuehniella (vergrössert).

Die ausgeschlüpften Räupchen sind blass-wachsgelb und 1,1 mm lang. Eine ausgewachsene Raupe erlangt eine Länge von ca. 15 mm. Die jungen Raupen bleiben zunächst farblos, bei ungefähr 4 mm grossen Larven tritt eine Änderung ein. Von nun an unterscheidet man deutlich schwach rosa bis fleischrot gefärbte und weissgelblichgrüne Tiere.

Ich hielt diesen auffälligen Farbunterschied anfangs für einen Geschlechtsdimorphismus, der mir ausserordentlich erwünscht gewesen wäre. Leider ist dies nicht der Fall. Insbesondere dachte ich, im Hinblick auf die Ergebnisse von Steche und Geyer, dass der Unterschied auf der Färbung der Hämolymphe

download www.zobodat.at

beruhe. Doch Vergleichungen derselben ergaben keine Farbendifferenz, was im Einklang mit den Ergebnissen von Geyer steht, welcher für phytophage Insekten keinen geschlechtlichen Unterschied des Blutes nachweisen konnte.

Die Verschiedenheit der Färbung liegt vielmehr in der Epidermis, wie deutlich zu erkennen war.

Trotzdem lässt sich ein gewisser Zusammenhang der Färbung mit dem Geschlecht der Tiere nachweisen. Zeller behauptet, die Rotfärbung ginge im Laufe der Ontogenie in die Grünfärbung über. Um die Richtigkeit dieser Behauptung festzustellen, isolierte ich Larven aller Farbschattierungen. Die fleischroten blieben meist so, wurden oft auch heller. Die hellrosa gefärbten nahmen entweder eine mehr rote oder ins Grünliche gehende Färbung an, und die grünlichweissen behielten grösstenteils ihre Farbe bei, jedoch trat auch hier in einigen Fällen ein rötlicher Farbton auf. Das Resultat war also zunächst negativ. Wenigstens bei Tieren bis zu 9 mm Grösse ist keine Regelmässigkeit inbezug auf die Färbung und kein Unterschied der Geschlechter auf Grund derselben zu konstatieren. Anders wird es bei Larven von 9—15 mm Länge. Es beginnen nämlich bei der Mehrzahl der männlichen Raupen die dunkel gefärbten Hoden zwischen dem 6. und 7. Körpersegment hindurchzuschimmern. Man kann nun mit Sicherheit sagen, dass alle Larven, seien sie gefärbt, wie sie wollen, bei denen der dunkle Fleck in genannter Körpergegend sichtbar ist, männlichen Geschlechts sind. Ebenso sicher kann man behaupten, dass alle fast oder ganz ausgewachsenen Tiere mit gelblich weisser oder grünlichweisser Farbtönung ohne durchschimmernde Gonaden weiblich sind. Blass- bis fleischrot gefärbte Raupen ohne das männliche Merkmal des durchschimmernden Hodens sind meist weiblich; doch kommen oft Männchen vor, deren Hoden pigmentlos sind, die vielmehr dieselbe grünlichgelbe durchsichtige Tönung zeigen wie die weiblichen Gonaden. Tabelle 3 mag diese Verhältnisse noch einmal übersichtlich darstellen.

Tabelle 3.

Tiere schwach wachsgelb,
Gonaden nicht durchscheinend
♂ und ♀.

Von 9 mm an

G. durchscheinend		G. nicht durchscheinend	
rot	grünlich	blassrot bis fleischfarben	grünlichweiss
♂		♂ und ♀	♀

download www.zobodat.at

Völlig unklar ist mir, wie Tiere, die unter denselben Bedingungen leben, die oft einem Gelege entstammen und gemeinsam weiter gezüchtet sind, eine so grosse Farbdifferenz aufweisen können. Einen aufklärenden Fingerzeig in dieser Richtung mögen vielleicht folgende Beobachtungen geben: Raupen, die von Schlupfwespen angestochen waren, hatten tief rosa Färbung, d. h. die dunkelste von allen bei Ephestia-Larven vorkommenden Farbtöne. Ebenso wurden Hungertiere meist roter gefärbt als vorher. Es scheint mir demnach der Schluss nicht unberechtigt, die Rotfärbung auf herabgesetzte Ernährung oder andere Ernährungsstörungen zurückzuführen.

Die Puppen sind hellbraun. Ihre Durchschnittsgrösse beträgt 10 mm. Bei ihnen tritt ein klarer Geschlechtsunterschied zutage. Geyer hatte diesen Dimorphismus für die Puppen der Grossschmetterlinge dahin spezifiziert, dass bei männlichen Puppen nur konstant sei der linienförmige Eindruck mit lippenartigen lateralen Wülsten auf dem 9. Segment und bei weiblichen je ein

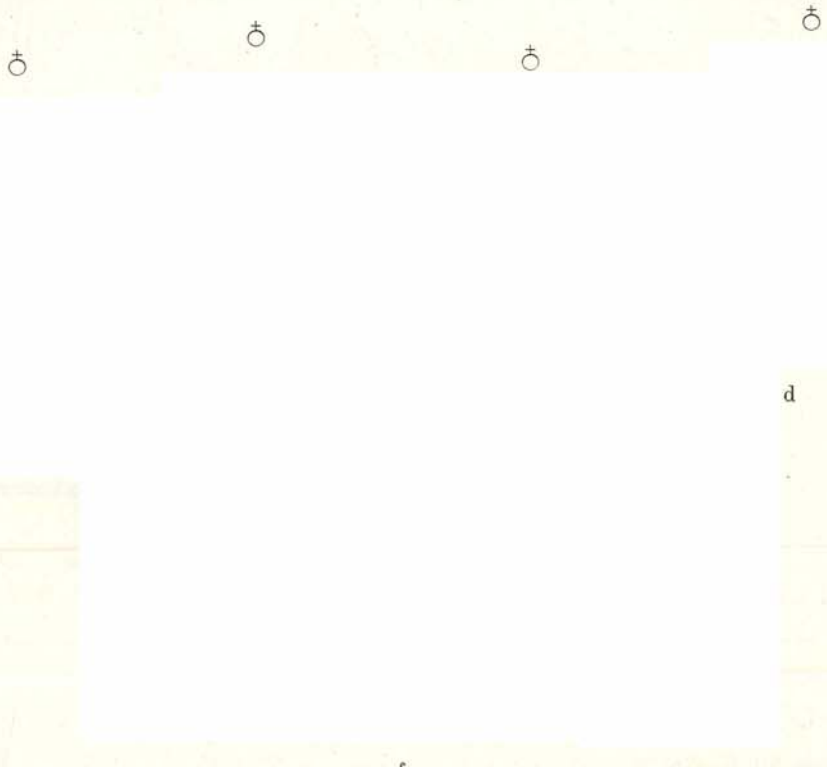

Fig. II a—g.

♂ Puppen von Ephestia Kuehniella. Die verschiedenen Variationen des ♂ Erkennungsmerkmales zeigend (vergrössert).

download www.zobodat.at

höchstens schwach umwallter linearer Eindruck auf dem 9. und 10. Segment. Seine Zeichnungen scheinen allerdings dieser Behauptung nicht standzuhalten; denn die weiblichen Tiere haben hier keineswegs immer zwei Eindrücke. Auch für Ephestia Kuehniella trifft die Geyersche Regel nicht zu, wenigstens nicht für die weiblichen Puppen. Das Charakteristikum der männlichen Puppe ist bei dieser Spezies dasselbe wie bei den Grossschmetterlingen. Auch hier finden wir im neunten Segment auf der ventralen Seite immer einen linearen Einschnitt, der auf beiden Seiten von je einem Wulst begleitet ist (Textfig. II, a—g). Der hintere Rand des vorangehenden Segmentes zeigt bei den Männchen meist eine nach vorn gerichtete eckige oder runde Ausbuchtung. Im übrigen kommen, wie die Figuren zeigen, zahlreiche Variationen vor. Für die weibliche Chrysalis

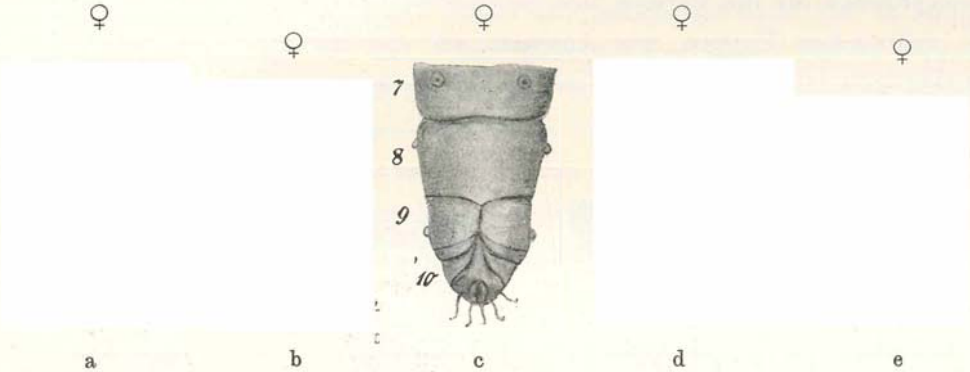

Fig. III a—e.

Dasselbe wie 2 von weiblichen Puppen (vergrössert).

ist typisch, dass sie auf dem neunten Segment (und im Gegensatz zu Geyers Angabe nur auf diesem) einen nicht von Wülsten begleiteten Eindruck aufweist, und dass der hintere Rand des achten Segments fast immer nach hinten ausgebogen ist. Einige im übrigen zahlreichen individuellen Variationsmöglichkeiten gehen aus den Textfiguren III, a—e hervor.

III. Material und Methoden.

Meine Larven wurden in grossen Einmachegläsern gehalten, die mit Müllergaze verbunden waren. Isolierte Tiere kamen in Glastuben, die auch durch Gaze oder durch Korke verschlossen wurden. Gefüttert wurde anfangs mit ausländischem und inländischem Weizenmehl und dann hauptsächlich mit Gerstenschrot.

download www.zobodat.at

Zwecks Konservierung betäubte ich die Tiere leicht mit Chloroform, schnitt bei jüngeren Tieren die nicht inbetracht kommenden Segmente vorn und hinten mit glattem Schnitt weg, um das Herausquellen der Organe zu verhüten, was bei nicht betäubten Larven unvermeidlich ist. Raupen von 6 mm Länge an wurden in physiologischer Kochsalzlösung rasch nach Öffnung der Unterseite und Beseitigung des Darmes und der Fettmassen die Genitalien herauspräpariert.

Als Konservierungsmittel wurden Sublimatgemische und die Flüssigkeiten von Bouin, Carnoy, Mayer (Pikrin-Salpetersäure), Zenker, Hermann und Flemming angewandt. Die besten Resultate erhielt ich durch Anwendung einer Modifikation des starken Flemmingschen Gemisches, das statt des Eisessigs 5 Tropfen Salpetersäure auf 15 Teile Chromsäure enthielt. Das Durchdringen der Fettmassen bei den nur angeschnittenen jüngeren Tieren ging dann schneller vor sich. Nach $^1/_2$ stündiger Einwirkung dieser Flüssigkeit wurden die Objekte in die gewöhnliche starke Flemmingsche Lösung gebracht und darin noch bis 24 Stunden belassen. Die Einbettung geschah in Xylolparaffin. Gefärbt wurde mit Heidenhainschem Hämatoxylin, mit Safranin und mit Safranin-Lichtgrün.

IV. Morphologisches.

Hoden wie Ovar liegen zwischen dem 7. und 8. Körpersegment; bei älteren Raupen verlagern sie sich etwas nach dem 8. Segment zu. Beide sind paarig zu beiden Seiten des Darmes im Fettkörper eingebettet. Die Hodentestikel sind anfangs farblos, bei 9 mm grossen Larven werden sie rötlich braun, bei einigen Exemplaren nehmen sie eine schwach gelblichgrüne Tönung an. Zur Zeit des Eintrittes ins Puppenstadium rücken die Testikel mehr und mehr zusammen und legen sich schliesslich aneinander, um zu verschmelzen. Die Färbung ist inzwischen dunkler geworden, bekommt mehr einen Stich ins Bläuliche und nach der Vereinigung ist der schliesslich flach-kugelige Hoden dunkelviolett. Die von Zick angegebene Rosafärbung des Hodens bei Hungertieren ist auch mir aufgefallen. Es ist mir unmöglich gewesen, das Ovar ganz junger Tiere vom Hoden zu unterscheiden, obgleich ich auch die Lage der Ausfuhrgänge, welche nach der Angabe früherer Autoren beim Männchen an der Medianseite, beim Weibchen auf der Lateralseite der Gonade austreten, als Unterscheidungsmerkmal beachtet habe. Auch ich möchte, wie Zick, diese Unterscheidung nicht als unbedingt und ausnahmslos hinstellen, so ist mir z. B. ein 5 mm langes Räupchen, das ich nach den cytologischen Befunden als Männchen ansehen

download www.zobodat.at

muss, mit lateral inserierten Ausfuhrgängen begegnet. So wie sich das Ovar mehr dreieckig gestaltet, also nach ca. 5—6 Tagen, ist es leicht vom Hoden zu unterscheiden. Jetzt wächst sein vorderer, nach dem Rückengefäss gehender Auswuchs stark in die Länge und gibt dem Ovar die bis zum Puppenstadium typische Gestalt. Jedoch variiert diese individuell ausserordentlich. Auch sind beide Ovarien eines Tieres noch verschieden gestaltet. Gewöhnlich liegt das eine von ihnen, meist das rechte, etwas oral verschoben.

V. Cytologisches.

A. Gemeinsames.

Da es mir, wie schon erwähnt, bei eben ausgeschlüpften Räupchen unmöglich war, männliche und weibliche Gonaden von einander zu unterscheiden, so hat die hier gegebene Beschreibung für beide zu gelten. Die Gonaden zeigen in diesem Stadium, welches, wie auch aus den Arbeiten Grünbergs und Zicks hervorgeht, einer guten Konservierung sehr grosse Schwierigkeiten bietet, eine länglich-ovale Gestalt. Ich kann aus meinen Präparaten nur soviel entnehmen, dass im Innern 4 ausserordentlich grosse Kerne liegen, die von einer Anzahl kleinerer länglicher umgeben sind. Letztere sind die Kerne der zukünftigen bindegewebigen Hülle. Beide Kernschichten sind durch eine dünne Haut, die Hüllmembran Grünbergs, die Tunika propria anderer Autoren, voneinander geschieden. Leider ist es mir zur Zeit nicht möglich, über die Chromatin- und Nukleolenverhältnisse der Kerne Genaueres zu sagen, da, wie angedeutet, die Konservierung der Tiere nicht besonders gut gelungen ist. Soviel ich daran erkennen kann, zeigen alle Präparate noch keine Einkerbungen der Hüllmembran, die Einteilung in 4 Hodenfächer hat also noch nicht begonnen. Nach 5—6 Tagen ist die Raupe 2 mm gross. Die Membran zeigt dann die für Hoden und Ovar bekannte dreifache Einbuchtung zwecks Abtrennung in einzelne Fächer (Tafelfig. 1). Die bindegewebige Hülle (*ah*) hat sich verdickt. Man findet in ihr grosse ovale Kerne mit peripher gelagerten Chromatinkörnchen und einem oder zwei Nukleolen (*ok'*), daneben finden sich einzelne runde Kerne mit unregelmässig verteilten Chromatinkörnern (*rk'*). Die ausserdem vorhandenen kleineren, meist ovalen Kerne zeigen dieselben Chromatinverhältnisse wie die erstgenannten.

Das eigentliche Gonadengewebe ist erfüllt von sehr grossen runden Kernen mit regelmässiger peripherer Chromatinverteilung (*rk*). Dazwischen trifft man ovale kleinere Kerne mit mehr unregelmässigem Chromatin (*ok*). Das sind

download www.zobodat.at

offenbar durch Teilung aus den grossen Kernen hervorgegangene Tochterkerne, also Spermatogonien resp. Oogonien. Die Kerne derselben, wie auch die der Hüllkerne, habe ich stets nur in mitotischer Teilung gesehen, im Gegensatz zu der Angabe von Wiemann, der neuerdings das Auftreten von amitotischen Teilungen im Käferhoden beschreibt.

Am distalen Ende findet sich eine Anzahl mehr reihenförmig angeordneter ovaler kleinerer Kerne. Sie zeigen die Insertionsstelle des Ausfuhrganges (*ag*) an.

Am blinden Ende jedes Faches liegt die Apikalzelle (*az*). Sie ist sehr schwer zu finden; denn selten erscheint ihr Plasma etwas dunkler als das des übrigen Faches. Sie schmiegt sich halbmondförmig mit der konvexen Seite der Hüllmembran an. Zu erkennen ist sie auf diesem Stadium meist nur durch ihren Kern; denn dieser zeigt am konservierten Material durchweg eine Konzentrierung der Chromatinbestandteile in der Mitte des Kernraumes. Der Kern ist oval und zunächst kleiner als die Spermatogonienkerne. Im Plasma der Apikalzelle findet man kleine Körnchen, die sich mit Safranin rot färben, wie das Chromatin der Kerne, aber doch eine schwächere Tönung aufweisen und daher undeutlicher zu sehen sind. Sie scheinen demnach mit dem Chromatin nicht identisch zu sein. Übrigens findet man auch hier und da zwischen den übrigen Gonadenkernen solche Körnchen liegen, oft sogar sehr fern von der Apikalzelle. Die Körnchen dürften wohl den „Nahrungskörnern" Grünbergs entsprechen, der darunter mehr oder weniger grosse Körnchen versteht, die dazu bestimmt sind, die Spermatogonien zu ernähren. Sie sollen zerfallenen Spermatogonien entstammen, die in der Nähe der Apikalzelle aufgelöst werden. Da ich die Körnchen nicht immer mit dem Chromatin an Grösse und Farbton identisch fand, so dürften sie wohl nicht alle auf die Entstehungsweise der Grünbergschen Nahrungskörner zurückzuführen sein.

B. Hoden.

Von jetzt ab ist es möglich, Hoden und Ovar zu unterscheiden. Ich werde zunächst den Hoden beschreiben. Das nächste Stadium zeigen Raupen von 3—4 mm Grösse. Die Hülle hat die einzelnen Hodenflächen vollständig gegeneinander abgegrenzt, jedoch so, dass sich diese mit ihrer Tunika propria noch auf eine grössere Strecke berühren. Die bindegewebige Hülle (Fig. 2 *ah*) weist zahlreiche ovale Kerne mit unregelmässiger Chromatinverteilung und etliche runde Kerne auf. Die Zahl der Nukleolen schwankt zwischen 0 und 2. Das Innere des Faches hat eine grobkörnige Grundsubstanz. In ihr liegen grosse

download www.zobodat.at

und kleine Spermatogonien (*rk*), sowie kleine ovale Kerne meist ohne Nukleolen (*ok*), wenigstens ist es mir oft unmöglich gewesen, solche nachzuweisen. Der distale Teil geht in den Ausfuhrgang (*ag*) über, der mit breiter Basis am Hodenfach beginnt und, sich konisch verjüngend, in der äusseren Hodenhülle als dünner Strang bis zur Vereinigung mit dem Ausfuhrgang des nächsten Follikels weiterläuft. (In Fig. 2 stellt *ag* den Ausfuhrgang des nicht gezeichneten Nachbarhodens dar.) Sein Plasma ist dunkler als das des Hodenfaches. Seine Kerne reichen in den unteren Teil des Hodenfaches hinein. Die Kernformen sind sehr variabel.

Am blinden Ende jedes Faches treffen wir wieder die Apikalzelle (*az*). Ihr Aussehen hat sich etwas verändert. Sie nimmt jetzt einen bedeutend grösseren Raum ein, auch ist sie nicht gegen alle Nachbarzellen scharf abgegrenzt. Ihr Plasma ist etwas heller und grobkörniger als das des übrigen Testikelfaches und enthält kleine Gruppen von Körnchen von verschiedener Anordnung, welche ungefähr so gross und auch so gefärbt sind wie die Chromatinbrocken der Kerne. Der bindegewebigen Hülle sehr nahe liegt ihr Kern, dessen Inhalt sich wieder als dunkle, rote, im Kerninnern kontrahierte Masse darstellt. Der Kern ist so gross wie auf dem Stadium vorher.

Bei Raupen von 4 mm Grösse streckt sich der Testikel und nimmt die auch für andere Schmetterlinge bekannte nierenförmige Gestalt an. Die bindegewebige Hülle ist an den Enden noch ziemlich dick und streifig, und eine fingerförmige Ausstülpung beginnt sich, ähnlich wie bei Liparis dispar und Cossus ligniperda dem Rückengefäss entgegen zu strecken. Um die Hodenfächer herum hat sie an Dicke etwas abgenommen. Sie zeigt deutlich zwei Schichten. (Fig. 3). Die Kerne sind meist klein und oval mit regelmässiger Chromatinverteilung. Die Tuniken stossen noch aneinander, jedoch scheint schon ein schmaler Plasmastreifen sich dazwischen schieben zu wollen.

Der Inhalt des Faches enthält Kernelemente mannigfaltigster Art. Im vorderen Teil, der Apikalzelle (*az*) am nächsten, finden sich grosse runde Kerne, und etwas weiter entfernt ovale mit peripherer Chromatinverteilung. Beide Kernsorten haben gleiche grösste Durchmesser. Zwischen diesen Kernen liegen mehr distalwärts kleinere runde Kerne mit peripherem Chromatin und kleine ovale Kerne, in denen das Chromatin regellos liegt. Diese kleinen Kerne legen sich den grossen an, und es beginnt so die Cystenbildung. Die Teilung der Spermatogonien in die Spermatocyten erster Ordnung erfolgt auf indirektem Wege. In der distalen Hälfte finden sich öfter Zellen mit dunklerem, gröberem Plasma und degenerierende Kerne, in denen die Chromatinelemente mit dem

download www.zobodat.at

Nukleolus zusammen eine dunkel gefärbte dichte Masse bilden, in der sich öfter hellere Stellen zeigen. Die Apikalzelle (*az*) hat noch grobscholligeres Plasma bekommen, sieht daher viel heller aus als das übrige Protoplasma des Follikels. Jetzt kann man an ihr zwei Schichten unterscheiden, eine grössere hellere zentrale und eine dunklere periphere Zone. Diese ist deshalb so dunkel gefärbt, weil das Plasma in ihr dichter ist und „Nahrungskörner" einzeln oder gruppenförmig eingelagert sind. Die nächstliegenden Spermatogonien (*sp*) zeigen konische Plasmafortsätze, deren spitze Enden der Apikalzelle zugekehrt sind. In diesen Kappen liegen dann und wann kleine Körnchen. Der Kern der Apikalzelle hat an Grösse zugenommen. Meist wird er oval, doch findet man auch noch runde Formen. Über die Chromatinverhältnisse lässt sich schwer Allgemeines aussagen, da das Chromatin meist wieder die schon auf den vorangehenden Stadien übliche Kontraktion zeigt oder sich in zwei Gruppen lagert, die sich um ein von einem hellen Hof umgebenes Chromatinkorn kranzförmig oder mehr unregelmässig herumlegen.

Fig. 3 zeigt einen nur einmal gefundenen Typus, nämlich einen aus einem grösseren und mehreren kleineren Bläschen zusammengesetzten, gegen das Testikelinnere zu konkaven Kern. Ob das Ab- oder Einschnürungen sind, wage ich nicht zu entscheiden. Auch jetzt noch tritt der syncytiale Charakter des Testikelendes hervor.

In mehr oder weniger grösserer Nähe des Kernes finden sich im Cytoplasma verstreut Körnchengruppen, die meist in einem dunkleren Felde liegen. Sie sehen grossen Nukleolen nicht unähnlich, und bestehen aus einer helleren Grundmasse, in welche einige kleinere dunkel tingierte Körnchen eingebettet sind.

Wenn die Raupen eine Grösse von 5—6 mm erreicht haben, zeigen die Hoden wenig Veränderungen gegenüber dem vorhergehenden Stadium. Die Hülle (*ah*) lässt zahlreichere Zellen in der schon erwähnten zweischichtigen Anordnung und ovale Kerne mit unregelmässig verstreutem Chromatin erkennen. Die Tunika propria (*tp*) erscheint dicker, sogar verdoppelt. Vielleicht bildet sich bereits die später auftretende innere Hülle. In der Tunika liegen zuweilen kaum sichtbare Körnchen verstreut, namentlich ist das in der Nähe der Apikalzelle der Fall. Die äussere Hülle geht undeutlich in die Fettschicht über. Die einzelnen Hodenfächer rücken mehr auseinander, die Septen werden dicker, von dem oberen und unteren Teil der äusseren Hülle schieben sich schmale, flache Kerne dazwischen. Jetzt schiebt sich auch die äussere Hülle mehr über den Ausfuhrgang, der noch einschichtig ist.

Die Apikalzelle (*az*) hat helles, grobes Plasma. Es färbt sich bei Safranin-

download www.zobodat.at

Lichtgrün-Färbung grün; an der Peripherie ist eine dunklere, schmutzig grüne Tönung erkennbar. Dann geht die Färbung in das rote Plasma der nächstliegenden Spermatogonien über. In der dunklen Aussenzone der Apikalzelle liegen wieder „Nahrungskörnchen" eingebettet. Sie sind meist kleiner als die Chromatinkörnchen der Spermatogonien, aber wie diese gefärbt. Auch im inneren, hellen Teil des Plasmas der Apikalzelle liegen Körnchen, sie sind mit einem hellen Saum umgeben. Grünberg nennt sie Hodenkörperchen. Der Kern der Apikalzelle ist zuweilen rund, meist aber oval und zeigt ungefähr die Grösse der Spermatogonienkerne. Diese runde Kernform findet sich nicht mehr gleichzeitig in allen acht Hodenfächern eines Tieres, vielmehr meist nur noch in einem, offenbar in dem in der Entwickelung am meisten zurückgebliebenen. Diese vereinzelten runden Kerne zeigen auch noch die früher beschriebene Chromatinschrumpfung, d. h. die Konzentration des Chromatins im Kerninnern. In diesem Fall ist der Chromatinballen, wie Fig. 4 zeigt, von einem hellen Hof umgeben, dann folgt eine leichte Trübung, die den übrigen Teil des Kerns ausfüllt. In späteren Stadien habe ich die Chromatinschrumpfung nicht mehr nachweisen können. Die ovalen Apikalzellkerne, die in diesem Stadium und ebenso in den nächsten Stadien (Fig. 6 und Textfig. IV) auftreten, zeigen peripher angeordnete Chromatinbrocken und einen oder zwei Nukleolen. Die an die Apikalzelle stossenden Spermatogonien haben ihren Zellkörper schweifförmig ausgezogen, die Spitze wieder der Apikalzelle zugekehrt. Das Plasma der Schweife lässt eine hellere, mittlere und eine dunklere Randpartie erkennen. Der mittlere Teil ist längsstreifig und von Körnchen durchsetzt.

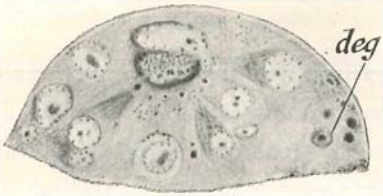

Fig. IV.
Apikalzelle einer 8 mm grossen Raupe von Ephest. Kuehniella. Dem Kern ist eine halbkugelförmige Körnchenmasse vorgelagert.

An der Grenze der Spermatogonien und der Apikalzelle stauen sich die Körnchen und erzeugen so den dunklen peripheren Saum der Apikalzelle. Körnchen finden sich auch an der Zellperipherie der Spermatogonien innerhalb und ausserhalb der Zelle. Auf diesem Stadium ist die Cystenbildung weiter vor sich gegangen. In der Nähe des Ausfuhrganges sind schon fertige Cysten, ja schon solche mit in Teilung begriffenen Kernen anzutreffen. Zwischen den Spermatogonien befinden sich auch degenerierte Zellen.

Ein etwas anderes Bild bieten die Schnitte durch Hoden von 7—8 mm grossen Raupen (Fig. 5 und Textfig. IV). Die einzelnen Fächer sind durch

download www.zobodat.at

eine deutliche, mit ovalen Kernen versehene Scheidewand von einander getrennt. Die bindegewebige Hülle hat sich verstärkt (Fig. 5 *ih*). Die der Tunika propria anliegenden Zellen zeigen teilweise dunkleres Plasma: das erste deutliche Sichtbarwerden der inneren Hülle. Ich nenne sie mit der wohl jetzt allgemein üblichen Bezeichnung Pigmenthülle. Die grosslumige äussere Hülle legt sich über einen Teil des Ausfuhrganges (*ah*) und umfasst an der lateralen Seite etwa ein Drittel des Testikelumfanges. Erst jetzt kann man wohl anfangen, mit Zick von einer Gangplatte zu reden (Fig. 5), womit er eben den dem Ausfuhrgang aufgelagerten Teil der äusseren Hülle versteht.

Der Inhalt eines jeden Hodenfaches besteht zum grössten Teil aus Spermatocysten. Die jüngsten Stadien lagern sich wieder um die Apikalzelle. Die Spermatogonien weisen jetzt kleinere Nukleolen auf als vorher, ihre Zahl schwankt zwischen 2 und 5. Das rote, oft streifig ausgezogene, von Körnchen durchsetzte Plasma dieser Zellen geht auch hier in das der Apikalzelle über.

Deren Plasma ist grün. In ihm liegen „Hodenkörperchen" von ansehnlicher Grösse. Figur 5 zeigt, dass sie den Nukleolen im Aussehen und in der Färbung sehr ähnlich sind. Da andrerseits das Chromatin dieses Präparates nicht gefärbt ist, so geht daraus deutlich hervor, dass diese Körnchen mit dem Chromatin der Spermatogonien kaum identisch sein können. Ausser diesen Körnchen finden sich häufig im peripheren Teil des Plasmas hellere Stellen (*l*). Ob hier ein Schrumpfungsprodukt vorliegt, oder ob es sich um natürliche Vakuolenbildungen handelt, ist schwer zu entscheiden. Ferner liegen im Plasma der Apikalzelle Kerne (*k*), deren Membran kaum noch sichtbar ist, und die oft keinen Nukleolus mehr haben. Der Kern der Apikalzelle (*az*) liegt der Hüllmembran noch ziemlich nahe. Er ist meist oval, zuweilen nierenförmig oder wurstförmig gebogen. Auch runde Formen finden sich noch. An Grösse übertrifft er jetzt die Spermatogonienkerne. Die wenigen Chromatinkörnchen liegen peripher. Sind sie in grösserer Zahl vorhanden, so liegen sie sehr unregelmässig durch den Kernraum verteilt. Der Kern birgt mehrere Nukleolen. Seine Membran ist sehr oft auf der einen Seite undeutlich, oder besser, der Kern geht dort verschwommen und allmählich in das Cytoplasma über. Der Fig. 5 abgebildete Kern erscheint mir besonders interessant. Der rechte Nukleolus scheint zusammen mit einer Plasmamasse in Abschnürung begriffen zu sein. Eine andere Eigentümlichkeit zeigt Textfig. IV. Hier ist eine ganz grobkörnige Masse dem Kern distalwärts halbkugelförmig vorgelagert. In diesem Gebilde, das sich mit Safranin rötlich färbte, lagen von hellen Höfen umgebene dunkle Körnchen, die grösstenteils zu zweien dicht beisammen waren. Über

download www.zobodat.at

die Bedeutung dieses Gebildes, welches auch Grünberg in ähnlicher Weise gesehen hat, bin ich mir nicht klar geworden.

9 mm grosse Raupen lassen schon einen grossen Fortschritt in der Hodenentwickelung (Fig. 6) erkennen. Die Hülle weist eine deutliche Zweiteilung auf. Die äussere (*ah*) hat mehr bindegewebigen Charakter. Die innere Hülle (*ih*) ist dichter, hat dunkleres Plasma und länglich ovale, dunkel färbbare Kerne. Fig. 6 zeigt den Eintritt eines Tracheenastes (*tr*) in die äussere Hülle, vom vorderen Testikelfortsatz herkommend. In der inneren Hülle, recht spärlich auch in der bindegewebigen Hülle, liegen schwarze Flecke von unregelmässiger Gestalt, verschiedener Grösse und mit verwischten Konturen: der Beginn der Pigmentierung. Die Septen sind verdickt und enthalten zwei unregelmässige Kernschichten. Der Ausfuhrgang ist noch verschlossen, seine Kerne jedoch haben sich schon randwärts angeordnet, um das Epithel zu bilden, sodass die Mitte zwar noch plasmahaltig, aber schon kernfrei ist. Die Bildung des Hohlraums steht dicht bevor. Der Gang ist noch einschichtig.

Der Inhalt des Hodenfaches besteht in der Nähe des Ausfuhrganges aus Spermatiden, die fast reif sind. Von hier aus begegnen wir allen Entwickelungsstadien bis zu den Spermatogonien, die die Apikalzelle umlagern. Diese liegt jetzt meist nicht mehr in der Mitte des blinden Endes eines jeden Hodenfaches, sondern ist oft seitlich verschoben. Ihr Plasma nimmt stark Lichtgrün an. Es enthält rote und grüne Körnchen. Bei Färbung mit Hämatoxylin nach Heidenhain werden alle Körnchen gleichmässig gefärbt. Die Grünfärbung etlicher Körner dürfte wohl darauf hinweisen, dass sie nicht Zerfallsprodukte von Kernen, sondern Plasmaprodukte sind. Auch kleine, runde, helle Stellen, jedenfalls Sekrettröpfchen, fallen darin auf. Der Kern der Apikalzelle liegt grösstenteils noch nahe der Hüllmembran. Dann zeigt er wandständige Chromatinanordnung. Jedoch findet auf diesem Stadium schon hin und wieder ein Hineinrücken des Kernes ins Innere des Faches statt. Dann schiebt sich eine Kernlage zwischen die Apikalzelle und die Hüllmembran. Der Kern behält seine ovale oder rundovale Gestalt bei. Meist hat er zwei kleine Nukleolen. Um ihn verdichtet sich das Plasma. Mit dem Hineinrücken des Kerns geht eine Ausstülpung der Hüllmembran und der inneren Hülle Hand in Hand, die sich auf den Kern zu richtet. Sie ist gegen dem Kern hin spitz ausgezogen und die Spitze dunkel-schmutzigrot durch Safranin gefärbt. Ein streifiger Plasmastrang zieht sich von ihr nach dem Apikalzellkern hin.

Die der Apikalzelle zunächst liegenden Spermatogonien zeigen die schon oft erwähnten Plasmafortsätze, welche mit der von Körnchen erfüllten Grenz-

download www.zobodat.at

schicht der Apikalzelle im Zusammenhang stehen. Auch hier trifft man degenerierende Kerne an (Fig. 6 *deg*). Das Plasma dieser Kerne ist dunkler, der Kern schrumpft zusammen und färbt sich dunkel. Sogar ganzen Cysten, die in Degeneration begriffen sind, begegnet man in jedem Hodenfache.

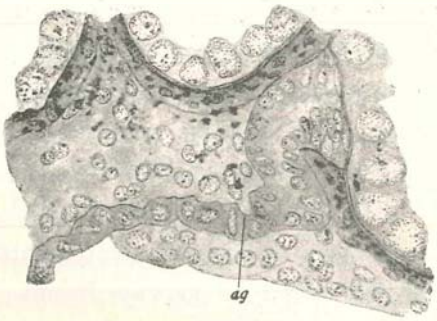

Fig. V.
Ausfuhrgang einer 9 mm gr. Raupe von Eph. Die äussere Hülle (Gangplatte) liegt nur über einem Teil des kurz vor dem Hohlwerden stehenden Ganges.

Bei 10 mm grossen Raupen hat sich fast nichts geändert. Nur findet man von jetzt an die Apikalzelle stets nach innen gerückt, nie mehr der Hülle anliegend.

Raupen von 11—13 mm Grösse bieten schon wieder mancherlei Veränderungen ihrer Hoden. Innere und äussere Hülle weisen zahlreiche Vakuolen auf. Eine deutliche Membran scheidet beide Hüllen, nur in der Nähe der Apikalzelle ist sie undeutlich. Die äussere Hülle weist hier eine hügelförmige Erhöhung auf. In beiden Hüllen finden sich zahlreiche, mit Safranin intensiv rot gefärbte Pünktchen, die die innere Hülle durchsetzen. Das sind Pigmentkörnchen. Andere, mit Hämatoxylin nach Heidenhain gefärbte Präparate, lassen die schon oben erwähnten schwarzen Flecke erkennen. Grünberg und Zick behaupten, dass die Pigmentkörnchen aus den schwarzen Flecken hervorgingen. Ich habe mich, wie auch die beiden eben genannten Autoren, mit der Pigmentbildungsfrage nicht näher beschäftigt, glaube aber, dass die dunklen Flecke, welche offenbar Nährmaterial darstellen, nicht vollständig in die Pigmentkörner zerfallen, sondern dass sie sich auflösen und nur ihre Restkörper zu Pigment werden. Jedoch bedarf wohl die Frage noch einer eingehenden Untersuchung.*) Die innere Hülle zeigt eine dunklere Färbung infolge der reichlichen Pigmentablagerung und der Plasmabrücken, die der äusseren Hülle fehlen. Stützzellen,

*) Eine andere Frage, die auch Zick aufgeworfen, aber offen gelassen hatte, ist die nach der Bedeutung des Pigments. Da die ganze Entwickelung des Raupenorganismus darauf hinausgeht, die Geschlechtsorgane auszugestalten, so ist leicht erklärlich, dass bei diesem regen Stoffwechsel seine Endprodukte dort sich ablagern, wo ihnen die letzten Reste der brauchbaren Substanz entzogen werden, also in der inneren Hülle. Dadurch wird ihr Vorkommen in der inneren Hülle erklärt. Ob ihnen auch noch eine mechanische Bedeutung zukommt, mit anderen Worten, ob sie zur Erhöhung der Zugfestigkeit beitragen, die ja bei der Drehung des Hodens nötig ist, wird schwer zu entscheiden sein. Vielleicht kann dieser Frage nach der Bedeutung des Pigments auf Grund dieser Anregung an anderen Objekten weiter nachgeforscht werden.

download www.zobodat.at

wie sie nach Zick in radiärer Richtung die äussere Hülle durchsetzen, habe ich auf keinem Stadium gefunden. Die Scheidewände zwischen den einzelnen Fächern sind deutlich zweischichtig, eine Membran trennt die beiden Schichten, sodass jeder Tunika propria jetzt eine besondere von der äusseren Hülle stammende Zellage aufliegt.

Die Apikalzelle hat die Farbe des übrigen Follikelplasmas angenommen. Es ist meist wolkig, von unregelmässigen helleren Stellen durchsetzt. Körnchen aller Art liegen im ganzen Plasma. Oft bilden sie Gruppen, die einem membranlosen Kerne nicht unähnlich sehen. Auch Hodenkörperchen sind vorhanden.

Der Kern der Apikalzelle ist von einem dunklen Hof umgeben. (Fig. 7.) Seine Form und Lage sind ausserordentlich verschieden. Runde, ovale, nierenförmige Formen, auch solche mit ausgezogener Spitze, an der die Membran undeutlich wird, kommen vor. Interessant ist der Figur 8 abgebildete Kern. Er zeigt unregelmässige Hantelform und scheint ein Stück abschnüren zu wollen. Seine konkave Seite umfasst hutförmig ein helleres, von dunkler Partie umrahmtes Gebilde, das in seiner Mitte ein grosses und mehrere kleinere Körnchen einschliesst. Das Kerninnere wird durchsetzt von mehreren gefärbten Brocken, die grösser sind als das Chromatin der Spermatogonien. In dem Plasma der Apikalzelle liegen Kerne. Der eine (x) zeigt seitlich eine dunkle Partie, der andere (y) besteht aus einer dunklen Grundmasse mit noch dunkleren Körnchen darin. Ausserdem liegen an der Peripherie der Zelle wieder Kerne (z), deren Membran in Auflösung begriffen ist, die aber noch die typische Struktur gesunder, ovaler Kerne aufweisen. Das Bild zeigt also deutlich alle Übergänge des Kernzerfalls. Die innere Hülle lässt in der Nachbarschaft der Apikalzelle auch mancherlei Veränderungen erkennen. Man findet dort regelmässig eine Verdichtung des Protoplasmas. Oft liegen Körnchen, Kerne und Vakuolen an dieser Stelle in auffälliger Weise gehäuft. Fig. 7. Die Membran wölbt sich und damit die Tunika propria leicht nach innen vor und scheint sich häufig durch die Tunika propria hindurch weit in das Innere der Apikalzelle einzustülpen. Figur 7 zeigt deutlich eine solche röhrenförmige Einstülpung. Ihr Plasma ist gewöhnlich dunkel und streifig. Am inneren Ende verschwindet die deutliche Grenze der Einstülpung, und ihr Plasma geht allmählich in das der Apikalzelle über. Wie schon angedeutet, findet sich eine solche Einstülpung nicht immer, oft ist nur eine schwache Vorwölbung der inneren Hülle vorhanden.

Genau ebensolches Verhalten findet sich auf den nächsten Stadien, bei ausgewachsenen Raupen von 14—15 mm Länge. (Fig. 9)

Der Fortschritt in der Hodenentwicklung gegenüber der vorigen Raupen-

download www.zobodat.at

grösse ist nicht sehr bedeutend. Nur die Septen sind dicker geworden. Die äussere Hülle schiebt sich zwischen die beiden Zellagen der Septen, Tracheenäste mit sich führend. Die Scheidewände bestehen also von aussen nach innen aus jederseits einer Tunika propria, einer einzelligen paarigen Schicht der äusseren und in der Mitte einer unpaaren Schicht der äusseren Hülle. Der Ausfuhrgang (*ag*) hat in seinem Innern einen Hohlraum gebildet. Dort, wo er mit seiner trichterartigen Erweiterung in das Hodenfach mündet, liegt ihm in diesem Stadium immer ein unregelmässig gefärbter, grosser, dunkler Klumpen vorgelagert: anscheinend eine degenerierende oder degenerierte reife Spermatide (*ps*). Die äussere Hülle (*ah*) hat sich ganz über den Ausfuhrgang geschoben.

Der Inhalt der Hodenfächer weist jetzt mehr reife Spermatiden auf als vorher. Dazwischen liegen degenerierende Cysten. Die jüngsten Elemente umkleiden in einschichtiger Lage das blinde Ende des Schlauches. In der Mitte, oder mehr seitlich verschoben, hängen sie in Gestalt einer Traube, die Apikalzelle in ihrer Mitte, in das Hodenlumen hinein.

Die Apikalzelle hat helleres Plasma als das des übrigen Testikels. Meist ist es rötlich gefärbt. Es enthält kleine und grosse Körnchen und Kerne, die sich auflösen, in grosser Menge. Figur 9 zeigt wieder alle Stadien der Auflösung. Die zahlreichen, noch nicht in die Reifungszone eingetretenen Spermatogonien sind jetzt sehr klein. Sie sind vermischt mit Kernen, die grösste Verschiedenheit inbezug auf Gestalt und Inhalt aufweisen.

Der Kern der Apikalzelle ist wieder sehr verschieden geformt. Er kann noch gross und rund sein, am häufigsten jedoch ist er langgestreckt, unregelmässig und enthält etliche Chromatinbrocken. Ihm angelagert ist eine dunkle Plasmamasse, die grosse Körner mit hellen Höfen enthält. (Fig. 11.) Der Kern erscheint in die dunkle Körnermasse häufig halb hineingezogen. Namentlich kurz vor der Verpuppung ist diese Körnermasse sehr gross. Sie setzt sich dann aus kleineren Körnern zusammen.

Eigenartig erscheint Fig. 10. Der Kern der Apikalzelle ist fast verschwunden. Nur noch ein dunkler Schein und etliche Chromatinelemente erinnern an seine Existenz. Eine Erklärung dieser Erscheinung fehlt mir, jedenfalls hat das Bild keine Ähnlichkeit mit den späteren Bildern, welche das Verschwinden der Apikalzelle zeigen. Auch sind die umgebenden Kerne im Gegensatz zu diesen letzten Stadien noch nicht in Degeneration begriffen.

Wie Fig. 9 zeigt, ist auch hier wieder nur eine leichte Vorwölbung der inneren Hülle wahrnehmbar. Aber in ihr zeigen sich dicht aneinander gedrängt helle, undeutliche Flecken. Aufschluss über diese Erscheinung gibt Fig. 12.

download www.zobodat.at

Hier ist die Membran etwas weiter vorgewölbt. Am vorderen Ende wird sie undeutlich. Die hellen Flecken haben sich in Reihen angeordnet und werden vom dunklen Plasma umschlossen. Ähnlich helle, aber grössere Flecken liegen auch noch in der äusseren Hülle. Alle diese hellen Stellen haben deutlich den Charakter von Sekrettröpfchen. Auch Fig. 10 zeigt nicht mehr die tiefe Einstülpung des früheren Stadiums. Hier ist nur eine schwache Vorbiegung erkennbar, an welche sich ein heller Saum ansetzt, dem eine schwarze, konische, schwach streifige Masse aufsitzt. Sie scheint aus demselben Material zu bestehen wie die dunklen Körnchen der Apikalzelle.

Kurz vor oder gleich nach dem Eintritt in das Puppenstadium vereinigen sich die beiden Testikel. Die beiden Hüllen sind in der Zeit der Verwachsung sehr dick. Mit Beginn der bekannten Drehung des Hodens werden sie immer dünner. Der Testikel einer Imago zeigt, wenigstens in der inneren Hülle, nur eine Schichtung von Fasern, zwischen denen Pigmentkörner und ganz flache Kerne eingelagert sind. Nun entwickelt sich in der Hülle und in den Scheidewänden ein reiches Tracheennetz, wie auch äusserlich der ganze Hoden von Tracheen dicht umsponnen ist. Namentlich in der Verwachsungsfläche begegnet man starken Tracheenästen. Habe ich sie im Larvenstadium nur in der äusseren Hülle gefunden, so treten sie jetzt auch in der Pigmenthülle auf, ja, sie treten, umhüllt von dieser, in die Hodenkammer ein, bis an die Cysten heran. Letzteres Verhalten zeigen aber nur die Imagines.

Die Apikalzelle zeigt keine Veränderung. Der Kern ist meistens ein unregelmässiges, langgestrecktes Gebilde, das häufig an dem einen Ende eine undeutliche Begrenzung zeigt. Im Innern liegen etliche Chromatinbrocken. Das Plasma der Apikalzelle zeigt sich jetzt von Körnchen ziemlich entblösst. Eine Einstülpung der Hülle ist nur äusserst selten zu bemerken. Sie zeigt sich dann höchstens als schwache Vorwölbung oder spitz und mit dunklem Plasma, also wie bei ihrem ersten Auftreten. (Fig. 13.) Eine röhrenförmige Vertiefung scheint sie scheidenartig zu umfassen und ihre Fortsetzung zu bilden.

Nach Eintritt der Hodendrehung ist keine Membraneinstülpung mehr auffindbar. Der Kern der im übrigen unverändert gebliebenen Apikalzelle wird abgeplattet. Er enthält noch einige wenige grössere Chromatinbrocken. Mehr und mehr zeigen sich in der Umgebung der Apikalzelle Degenerationserscheinungen (Fig. 14). Während die nächstliegenden Spermatogonien anfangs noch intakt bleiben, schrumpfen die ferner liegenden Spermatogonien und Spermatocysten zu einer mehr oder weniger dunklen Masse zusammen. Die Zellen nehmen alle möglichen Formen an, in ihrem dunklen Plasma liegen die kleinen, mosaikartig

download www.zobodat.at

hell und dunkel gefärbten Kerne. Es sind nur noch „Kernchen“, denen man ansieht, dass sie dem Untergang d. h. dem Zerfall geweiht sind. Schliesslich geraten alle Spermatogonien in Verfall. Und nach der Kopulation ist alles degeneriert und alles zerfallen und dient zur schnellen Reifung der in verschiedenen Reifungsstadien zurückgebliebenen Spermatocysten. Nach zwei Tagen ist der ganze Hoden wieder prall gefüllt mit reifem Samen, welcher durch die Weiterentwicklung der letztgenannten Spermatocysten, offenbar unter Verbrauch des degenerierten jüngeren Zellenmaterials, als zweiter Schub entstanden ist. Von der Apikalzelle und den jüngeren Stadien ist jetzt keine Spur mehr zu entdecken.

C. Ovar.

Über die jüngsten Stadien des Ovars ist das Nötigste schon beim Hoden gesagt. Das erste, sicher als Ovar erkannte Stadium zeigen Raupen von 3 mm Grösse. Die Schläuche beginnen sich in die Länge zu strecken (Textfig. VI). Die Hülle liegt in Gestalt eines Dreiecks um die Schläuche herum. Sie trägt bindegewebigen Charakter. Kerne verschiedenster Art liegen in ihr.

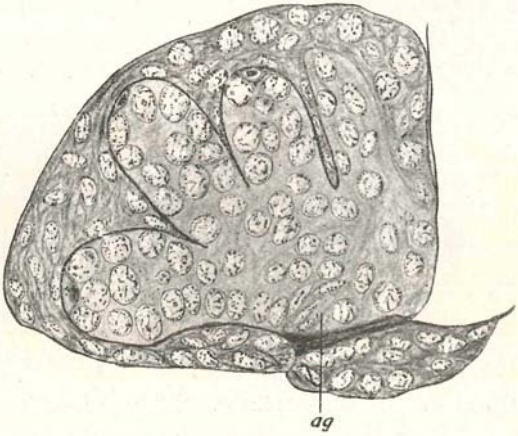

Fig. VI.
Ovar einer 3 mm grossen Raupe von Ephestia Kuehniella längs. Die Apikalzelle ist sehr klein, hat dunkles Plasma und ihr Kern geschrumpftes Chromatin. Er ist kleiner als die Oogonien.

Den Inhalt der Schläuche machen die Oogonien aus. Es sind grosse runde Kerne mit einem grossen Nukleolus. Sie gleichen vollkommen den Spermotogonien. Dazwischen finden sich auch wie im Hoden ovale Kerne. Der Ausfuhrgang *(az)* ist auf der Abbildung nur durch die Schichtung des Plasmas und die flachen schmalen Kerne angedeutet, da der Schnitt nur durch seinen trichterförmigen Rand hindurch gegangen ist.

Am blinden Ende der Schläuche liegt die sehr kleine Apikalzelle. Der Hüllmembran flach angeschmiegt, mit dunklem Plasma, ist sie deutlich gegen den übrigen Raum abgegrenzt und daher leicht erkennbar. Ihr ebenfalls sehr kleiner Kern weist, wie im Hoden desselben Alters, auch die Chromatin-

download www.zobodat.at

schrumpfung auf. Weder in der Apikalzelle noch in ihrer Nähe sind auf diesem Stadium im Gegensatz zum Hoden Körnchen zu finden.

Bei 4 mm langen Larven liegen die Eiröhren in der noch ziemlich dicken bindegewebigen Hülle fast unverändert. Die Kerne der Hülle weisen regellose Gestalt, Grösse und Chromatinverteilung auf. Der Eischlauch hat verdickte Hüllmembran, in Fig. 69 ist er schräg quergeschnitten. Der Schnitt Textfig. VII zeigt keine Apikalzelle, dafür aber mehrere interessante Kerndegenerationen. Bei dem einen kleineren Kern *(ke)* ist die Membran fast verschwunden, ähnlich wie wir ihn für die Kerne in der Apikalzelle des Hodens fanden. Andere Kerne lassen eine Zusammenballung des Chromatins um den Nukleolus oder ein Anwachsen des Nukleolus zu einer dunklen, unförmigen Masse erkennen. Neben den Oogonien I. O. liegen auch andere kleinere, runde und ovale Kerne ohne Nukleolen. Genau wie im Hoden derselben Raupengrösse.

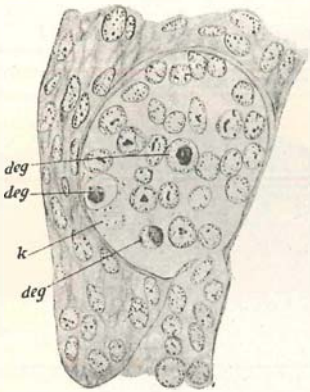

Fig. VII.
Ovar einer 4,5 mm grossen Raupe von Ephestia Kuehniella quer. Apikalzelle nicht vorhanden. Der Schnitt zeigt degenerierende *deg* und in Auflösung (*K'*) begriffene Kerne.

Bei weiblichen Raupen von 5 mm Grösse haben die Eischläuche dieselbe Grösse wie bisher. Jedoch hat sich eine einschichtige innere Hülle mit ovalen Kernen, die unregelmässige Chromatinverteilung haben, gebildet; genau wie die innere Hülle der Hoden. Die äussere Gestalt der Eischläuche hat sich insofern verändert, als sich von ihm ein einzelliger Strang nach vorn in der Richtung des Rückengefässes schiebt, der aber breiter ansetzt und auch viel länger wird als beim Hoden. In den Eierkelchen haben sich die Zellen bedeutend vermehrt. Der Inhalt der Eischläuche selbst weist keinen Fortschritt auf. Die Apikalzelle liegt wieder in dunklerem Plasma, deutlich abgegrenzt gegen den übrigen Teil des Schlauches. Der in Grösse und Form unveränderte Kern enthält einige Chromatinkörnchen in meist peripherer Lagerung (Fig. 15).

Im nächsten Stadium, bei 6 mm grossen Raupen, zeigen die Eiröhren noch die nämliche handförmige Anordnung wie bei 3 mm grossen Raupen; doch haben sich ihre Spitzen etwas medianwärts gekrümmt. Die äussere Gestalt des ganzen Ovars ist dagegen stark verändert; es hat jetzt die auch von andern Objekten her bekannte Gestalt eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen rechter Winkel

download www.zobodat.at

medianwärts und dessen spitzester Winkel nach vorn gerichtet ist. Die Apikalzelle zeigt noch das nämliche Bild, wie auf dem Stadium vorher.

Bei Raupen von 7 mm Grösse haben die Eischläuche an Grösse, Weite und Krümmung zugenommen. Die Zellen haben sich dementsprechend vermehrt. Am Rande der mittleren und hinteren Partie der Eischläuche haben sich ovale Kerne fast oder ganz senkrecht der Hülle angelegt. Es sind die Epithelkerne der später ausgebildeten Eischläuche. Am blinden Ende ist der Tunika propria nach aussen zu eine Anhäufung von ovalen, typischen Hüllkernen vorgelagert.

Die abgeplattete Apikalzelle liegt der Hülle angeschmiegt. Ihr Plasma ist dunkel, der Kern ist kleiner als die Oogonienkerne, er ist rund oder schwach oval mit etlichen Chromatinbrocken, oft auch mit peripherer Chromatinanordnung. Er hat, wie auf dem Stadium vorher, keinen Nukleolus. Ihm vorgelagert ist eine Lage von Oogonien. Sie sind rund, haben regelmässiges Chromatin und einen Nukleolus. Unter dieser Zellage befindet sich eine schmale zentrale Plasmaportion, in der Körnchen liegen. Darauf folgen wieder Oogonien, vermischt mit kleineren runden Kernen. Diese haben dunkleres Plasma und unregelmässig gelagertes Chromatin.

Im nächsten Stadium ist der zentrale Plasmaraum grösser geworden (Fig. 16). Er enthält Körnchen, deren Lage noch erkennen lässt, dass es sich um zerfallene Kerne handelt. Es macht den Eindruck, als ob das, was sich im Hoden innerhalb der Apikalzelle abspielt, im Ovar in diesem Plasmaraum geschähe. Die sogenannten Hodenkörperchen allerdings sucht man im Ovar dieses Stadiums vergeblich.

Eine hervorstechende Änderung tritt erst ein bei erwachsenen Raupen. Die der Pigmenthülle des Hodens entsprechende Hülle der Eischläuche ist stärker geworden und hat nach aussen eine dicke Membran erhalten (Textfig. VIII). Im Innern der stark gewundenen Eischläuche finden sich am oberen Ende Kerne verschiedener Grösse und Gestalt. Auch die Nukleolenverhältnisse sind sehr variabel. Eine Differenzierung von Oogonien, Nähr- und Follikelzellen ist eingetreten. Näher auf diese Verhältnisse einzugehen, ist nicht meine Absicht. Die Apikalzelle hat sich nicht geändert. Noch immer liegt sie in etwas dunklerem Plasma, der Hüllmembran angeschmiegt. Der Kern hat sich jedoch etwas geändert. Er hat jetzt die Grösse der Oogonienkerne und wie diese weist er kleine Nukleolen auf. Die Plasmamasse unter der ersten Zellage ist ver-

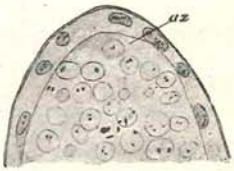

Fig. VIII.
Ovar einer 15 mm grossen Raupe längs. Chromatin nicht gefärbt. Die Apikalzelle hat schwach dunkel gefärbtes Plasma. Der Kern hat die Grösse der Oogonien.

download www.zobodat.at

schwunden. Aber zwischen den verschiedenen Kernelementen trifft man auf Körner mit hellen Höfen, die anscheinend den Hodenkörperchen Grünbergs oder den Hodenzwischenkörperchen Toyamas, d. s. die von mir im Hoden beschriebenen Kerndegenerationen, bei denen ein Anwachsen des Nukleolus zu bemerken ist, entsprechen. Auch andere dunkel gefärbte Brocken, jedenfalls auch Reste degenerierter Kerne, finden sich oft.

Nach Eintritt der Larve in das Puppenstadium beginnt die difinitive Ausbildung der Eischläuche. Sehr mit Recht hebt Grünberg die Schwierigkeiten hervor, bei ausgewachsenen Larven und bei Puppen die Apikalzelle zu finden. Mir ist es bisher nicht gelungen, sie im Puppenstadium zu entdecken. Daher kann ich über ihr definitives Schicksal nichts aussagen. Ob sie degeneriert, wie Grünberg behauptet, oder ob sie zur Bildung der Endkammer beiträgt, ist eine Frage, die ich leider offen lassen muss.

D. Die Apikalzelle anderer Mikrolepidopteren.

Ich fand die Apikalzelle auch im Hoden von Tinea pellionella, Tineola biselliella, Olethreutes gentiana und Pyrausta nubilalis. Sie kommt also speziell auch bei den Tineiden, also den primitivsten Lepidopteren vor, wie dies schon Cholodkovsky für Hyponomeuta angegeben hat, und findet sich auch in den Bindegliedern zwischen diesen und den hoch entwickelten Lepidopteren. Es war mir nicht möglich, auch von diesen Schmetterlingen die Entwicklung der Apikalzelle im einzelnen zu verfolgen. Ich möchte aber zum Schluss noch ein Bild von Pyrausta, der ebenfalls zu den Pyraliden gehört, geben. (Fig. 17.) Die Morphologie des Hodens stimmt mit der von Ephestia überein. Histologisch und cytologisch dagegen machen sich bei dieser ausgewachsenen Raupe Abweichungen bemerkbar.

So ist vor allem auffällig der Bau der Hülle (*ah*). Diese ist in der Nähe der Apikalzelle stark verdickt. Sie besteht dort aus zwei Lagen ausserordentlich grosser Zellen, die abwechselnd helleres und dunkleres Plasma haben. Nach den Seiten zu hört diese Doppellage schnell auf, die Hülle wird einschichtig. Zunächst folgen lange konische Zellen rechts und links. Bald nehmen sie an Länge ab, so dass die äussere Hülle nicht viel dicker wird als die innere (*ih*). Diese Zellen sind durchsetzt von dunkel gefärbten, mehr oder weniger runden Körnchen und Ballen von sehr verschiedener Grösse, welche, da sie bei Flemmingscher Konservierung schwarz gefärbt sind, wohl als Fett anzusprechen sind und dann den „Flecken“ bei Ephestia (Seite 349) entsprechen dürften. Die innere Hülle (*ih*) besteht aus langgestreckten Zellen. Sie weist dunkles Plasma, das Pigment-

download www.zobodat.at

körnchen in grosser Fülle enthält, auf. Die Kerne sind oval, dunkel und zeigen unregelmässige Chromatinanordung.

Die Apikalzelle liegt tiefer nach innen verschoben als bei Ephestia. Auf dem hier gezeichneten Stadium ist keine Einstülpung der Hülle zu erkennen. Jedoch findet sie sich in den Hoden der etwas jüngeren Raupen. Der Kern dieser Zelle ist rund oder oval. Er enthält einen nukleolusartigen Körper und etliche Chromatinbrocken. Eine schmale dunkle Zone umgibt ihn. Darauf folgt eine breitere hellere Zone, die von zahlreichen Körnchen, den Nahrungskörnchen durchsetzt ist. Das periphere Plasma ist wieder dunkel. Diese Zone ist sehr breit und von Nahrungs- und Hodenkörperchen dicht erfüllt.

Die Spermatogonien der nächsten Umgebung der Apikalzelle berühren diese mit ihren langen körnchenhaltigen Plasmaschweifen. Die Schweife bestehen aus einer dunklen Innenmasse und einem hellern peripheren Teil. In der Apikalzelle und in ihrer Nähe erblickt man alle möglichen Stadien von Kernauflösungen (*z*).

VI. Allgemeines.

Wenn ich nun die Entwickelung der Apikalzelle von Ephestia Kuehniella und die bei den anderen Mikrolepidopteren gefundenen Bilder mit denen, die verschiedene Autoren, zuletzt und am eingehendsten Grünberg von Spinnern und Tagfaltern gegeben haben, vergleiche, so darf ich unbedenklich den Schluss ziehen, dass sie im allgemeinen dieselbe ist. Wohl treten individuelle, nicht aber grundsätzliche, vielleicht gar systematisch verwertbare Abweichungen auf, wie sie bei der niederen Stellung der Mikrolepidopteren anfangs wahrscheinlich schienen.

Anders ist es mit den Schlüssen, die aus den einzelnen Bildern zu ziehen sind, und worüber ich mich im folgenden noch äussern werde.

Wie ich schon in der Einleitung bemerkt habe, sind die Meinungen über die Entstehung der Apikalzelle im allgemeinen gleichlautend. Sowohl Verson, Cholodkovsky, La Valette St. George, Tichomirow, als auch Ziegler, vom Rat, Erlanger, Grünberg und Zick halten sie für eine Schwesterzelle der Spermatogonien. Nur Spichardt und Toyama liessen sie aus einer eingewanderten Follikelzelle hervorgehen. Diese Ansicht war aber durch die erstere allgemein verdrängt worden, und erst vor wenigen Jahren redete Wiemann wieder der letzteren Ansicht das Wort. Er kam dazu auf Grund seiner Untersuchungen bei einem Käfer, Leptinotarsa signaticollis. Leider kann

download www.zobodat.at

ich infolge meiner ungenügenden Konservierung jüngster Stadien kein ausschlaggebendes Moment für diese oder jene Ansicht anführen, möchte mich aber zur ersteren Auffassung bekennen: sind doch die Kernelemente beider Zellarten anfangs durch nichts voneinander unterschieden, wie auch von Grünberg und Zick angegeben ist.

Wie schon bei der Beschreibung der Apikalzellentwickelung erwähnt, ist das Chromatin der Kerne dieser Zelle in den jüngsten Stadien zusammengeschrumpft. Auch Grünberg und Zick haben diese Erscheinung oft beobachtet. Dieses Verhalten des Kerns ist sehr auffällig Zuletzt tritt diese Zusammenballung, wenn auch nur noch sehr selten, in den Hoden der Raupen von 5 mm Grösse auf. Es drängte sich mir die Frage auf, warum diese Zusammenballung nur in den jüngeren Stadien vorkäme und welche Bedeutung ihr zuzusprechen sei. Die beiden ebengenannten Autoren sind der Frage nach dem Grunde der Chromatinkontraktion nicht näher getreten.

Ich führte diese Eigentümlichkeit anfangs auf eine ernährungsphysiologische Ursache zurück, indem vielleicht nur bei ungenügender Ernährung die Schrumpfung eintreten könnte. Um mir darüber Klarheit zu verschaffen, isolierte ich Larven und liess sie hungern. Leider halten es junge Raupen ohne das schützende Gespinst höchstens zwei Tage aus, während sie im Gespinst tage- und wochenlang Hunger ertragen können. (Grössere Tiere können ausserhalb des Gespinstes bis 6 Tage die Nahrung entbehren.) Das Experiment ergab ein negatives Resultat. Alle Larven, mochten sie so gross sein, wie sie wollten, zeigten nach zweitägigem Hungern keine Veränderung des Gonadeninhaltes. Schon nach drei Tagen allerdings trat bei etwas ältereren Raupen eine Änderung ein. Es machten sich Degenerationserscheinungen bemerkbar, die nach längerem Hungern quantitativ zunahmen. Bei erwachsenen Raupen trat auch eine Rosafärbung des vorher dunkel getönten Hodens auf.

Die Apikalzelle der grösseren, z. B. 11 mm langen Larven zeigt sich bei 5—6tägigem Hungern auch affiziert. Sie hatte ein geringeres Volumen und die Spermatogonien lagen dem Apikalzellkern viel näher als bei normalen Tieren dieser Grösse. Nahrungskörner und Hodenkörperchen waren in nur geringer Menge sichtbar oder gar nicht vorhanden Im ganzen zeigt sie also eine Phase, welche der nächstjüngeren eines normalen Tieres entsprechen würde, und demgemäss ist auch der Kern nicht so weit hereingerückt wie sonst bei 11 mm langen Raupen, sondern ist noch wie bei 9 mm langen der Hüllmembran angelagert. Analog müsste nun eine Raupe von 6 mm nach 5—6 Tagen mindestens im Apikalkern das Verhalten eines 4—5 mm grossen Räupchens

download www.zobodat.at

zeigen, d. h. die Zusammenballung seines Cromatins hätte doch wenigstens dann und wann auftreten müssen, falls diese Eigenart von der Ernährungsintensität abhinge. Jedoch zeigte sie nur das Verhalten der Kerne, wie es den 5—6 mm grossen Raupen normalerweise zukommt.

Auf diesem experimentellen Wege kam ich also der Frage nicht näher Mir blieb noch übrig, an eine Periodizität zu denken. Doch spricht dagegen der Umstand, dass ich nur bei ganz jungen Raupen die Chromatinschrumpfung beobachtete. Auch das einmalige Auftreten in einem Hodenfache bei 5 mm grossen Raupen, während in den 7 anderen normale Kerne in der Apikalzelle liegen, kann für die Frage der Periodizität nicht in bejahendem Sinne entscheidend sein. Eine Entscheidung konnte ich also nicht herbeiführen. Vielleicht finden sich sonst im Tierreich später Analoga, die in dieser Frage Aufklärung verschaffen können.

Auf Grund der von mir gefundenen Tatsachen möchte ich im folgenden unter gleichzeitiger Heranziehung der Literatur ein natürlich nur ganz hypothetisches Bild von der Funktion der Apikalzelle zu entwerfen versuchen.

Bei den jüngeren Raupen ist die Apikalzelle noch funktionslos. Sie nimmt wohl Nährmaterial auf, aber nur zum Zwecke eigenen Wachstums. Schon der ausgesprochen syncytiale Charakter der Gonaden in diesem Stadium deutet darauf hin, dass jetzt noch keine Arbeitsteilung der einzelnen Zellen eingetreten ist.*)

Die Zufuhr der Nährsubstanz erfolgt anfänglich nur von der Hülle her, die mit dem Fettkörper durch Ausläufer in Verbindung steht. Das Material geht, wie es Brandt zuerst hervorhebt, auf endosmotischem Wege durch die innere Hülle in das Hodenlumen. Daher findet man deren innere Grenze auch oft undeutlich. Ferner begegnet man an der Innenfläche der inneren Hülle hin und wieder Sekrettröpfchen. Einen feinen Tröpfchensaum, wie ihn Zick erwähnt, habe ich allerdings nicht gesehen, jedoch ist es sehr leicht möglich, dass die Osmose zuweilen sehr heftig vor sich geht.

Bei ca. 5 mm grossen Raupen beginnt die Tätigkeit der Apikalzelle. Das ist ein Zeichen, dass die eben genannte Art der Ernährung von nun an nicht mehr ausreicht. In der Apikalzelle zerfallen jetzt Kerne, wie es auch schon Grünberg für Bombyx und etliche Tagfalter angibt. Wie diese Kerne dahin gelangen, habe ich versucht S. 360 darzustellen. Die Kerne zeigen eine blassere Färbung als die normalen, die Membran lösst sich auf, und das Chromatin wird im Plasma der Apikalzelle jedenfalls aufgezehrt und verarbeitet (Fig. 8 u. 11).

*) Vergl. Haecker, Vererbungslehre S. 57, 1.

download www.zobodat.at

Aber der Verbrauch an Nährmaterial ist grösser als die Zufuhr. Daher hilft sich der Hoden durch Degeneration von Spermatogonien, ja von ganzen Cysten. Grünberg hat besonders hervorgehoben, dass dieser Vorgang nur fern von der Apikalzelle stattfände. Dem kann ich nicht ganz beistimmen. Wohl tritt diese Erscheinung nur sehr selten direkt an der Apikalzelle auf, doch schon in der zweitnächsten Zellage begegnet man oft diesen dunkel gefärbten Gebilden (Fig. 6 u. 8 *xy*). Die Degeneration kann verschieden vor sich gehen. Das Zellplasma kann sich dunkel färben, und dann erst der Kern, oder der Nukleolus nimmt dem Anschein nach an Grösse zu. Er wächst zu einem dicken, grossen, mehr oder weniger regelmässigem Klumpen heran, dann zeigen sich helle Linien in ihm und er bröckelt auseinander. Auch kann die Zusammenschrumpfung des Zellplasmas gleichzeitig geschehen. Alle Endprodukte der Degeneration wandern wahrscheinlich nach der Apikalzelle, um dort verarbeitet zu werden.

Welche Zellen trifft nun das Schicksal des Verfalls und der Degeneration? Die der Apikalzelle zunächst liegenden Zellen fand ich niemals in Mitose. Das kann zweierlei Gründe haben. Erstens könnte die Teilung amitotisch vorsichgehen. Da ich aber niemals Anhaltspunkte für diese Annahme fand, so kommt wohl zweitens eine Zellwanderung in Frage. Diese könnte vielleicht folgendermassen vor sich gehen: Ein von den Seiten des Faches herkommender Plasmastrom biegt anscheinend an der Apikalzelle um und fiesst in der Mitte distalwärts zurück. Dieser bringt die Zellen an das Ernährungszentrum. Dort saugen sie sich voll Nahrung und werden dann durch andere verdrängt. Erst dann fangen sie an, sich zu teilen. So ungefähr muss sich meines Erachtens nach Zick die Wirkung der Apikalzelle vorgestellt haben, wenn er die nächststehenden Spermatogonien zu Cystenzellen, die darauffolgenden zu Cystenhüllzellen werden lässt. Da die Cysten stets in einer gewissen Entfernung von der Apikalzelle anzutreffen sind, so folgt doch wohl daraus, dass sie dahin wandern, mag das nun direkt oder indirekt infolge Nachschubes durch ihre eigenen Teilungsprodukte sein. Etliche dieser Zellen fallen nun in oder an der Apikalzelle der Auflösung anheim. Sie scheinen nicht genug Widerstandskraft zu haben gegen die assimilerende Wirkung der Apikalzelle. Während die widerstandskräftigeren Nachbarzellen von der sezernierenden Tätigkeit der Nährzelle Gebrauch machen, erleiden jene den Untergang. Woher würde nun dieses verschiedene Verhalten der Zellen stammen?

Für den Unterschied von Ei- und Nährzellen im Ovar wird angenommen, dass ihr Schicksal abhängig sei von einer durch die Teilung selbst fixierten

download www.zobodat.at

Inäqualität oder Ungleichpoligkeit der Teilprodukte. Die einen sind also für die Weiterentwickelung, die anderen für den Untergang prädestiniert. Dieselbe Anschauung könnte man auch auf die Vorgänge im Hoden übertragen. Mir scheint jedoch, als ob die Anschauung des Konkurrenzkampfes der Zellen untereinander hier angebrachter sei. Die Lage und die Ernährungsverhältnisse scheinen mir den Ausschlag zu geben. Wenn auch ihr Schicksal dadurch vielleicht nicht direkt bestimmt ist, so doch mindestens indirekt.

Die gleiche Erklärung kann auch für die Degenerationserscheinungen gelten: die scwächeren Zellen degenerieren. Warum allerdings die Degeneration in vielen Fällen mit einem Wachstum und einer folgenden Zerbröckelung des Nukleolus beginnt, ist bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse nicht zu entscheiden.

Nach Grünberg nimmt der Kern der Apikalzelle regen Anteil an ihrer Tätigkeit. In der Tat muss man, wenn man die ungeheuer mannigfaltigen Variationen betrachtet, die der Kern dieser Zelle durchmacht, auch auf den Gedanken kommen, dass der Kern den Hauptfaktor bei der Tätigkeit der Zelle, namentlich der assimilierenden, darstellt. Deutet doch auch seine undeutliche Kontur, die er an manchen Stellen zuweilen aufweist, darauf hin.

Woher stammen nun die Nahrungskörner und die Hodenkörperchen? Ein Teil der ersteren kann vielleicht als Chromatinkörnchen zerfallener oder Chromatinbrocken degenerierter Kerne aufgefasst werden. Da etliche der Körnchen sich mit Lichtgrün färbten, (siehe S. 348) so darf man wohl daraus folgern, dass es sich hier um Plasmaprodukte handelt. Jedenfalls sind es von der Apikalzelle hervorgebrachte Assimilations- und Nährelemente. Allerdings kann es sich, das darf nicht unerwähnt bleiben, auch um Kunstprodukte handeln. Die Gruppen, die in dunkler Masse vereinigt sind, kann man dagegen eher als Nukleolen zerfallener Kerne deuten. Ganz fraglich bleibt der Ursprung der in den Plasmaschweifen der Spermatogonien liegenden Körnchen. Ob hier alle als Nahrungskörner aufzufassen sind oder ob andere etwa als „Chromidien“ zu gelten haben, ist eine schwer zu entscheidende Frage. Ähnliches gilt für die Hodenkörperchen, also die hell umsäumten, grösseren Körner. Ihre hellen Höfe sind wohl als künstliche Schrumpfungsprodukte aufzufassen.

Bis die Cystenbildung beendet ist, reicht scheinbar die bisherige Art der Nahrungszufuhr nach der Apikalzelle aus. Von nun ab aber gebraucht sie energischeren Zustrom, denn jetzt heisst es, Reservematerial aufzuspeichern. Die Zelle rückt mehr ins Innere des Testikelfaches. Gleichzeitig mit ihr stülpt sich die innere Hülle in die Apikalzelle vor. Zick gibt als Grund dafür an, die

download www.zobodat.at

Hülle müsse die Zelle in den Testikel hineinschieben. Mit der Ernährung soll nach ihm diese Einstülpung nichts zu tun haben, weil sie schon bald wieder, d. h. vor dem Eintreten der intensivsten Tätigkeit der Apikalzelle verschwindet. Ich halte die Ansicht von Zick für nicht begründet.

Dass nämlich die Hülle eine solche mechanische Wirkung ausübt, ist ziemlich unwahrscheinlich, findet sich doch sonst meines Wissens kein analoger Fall. Wohl könnte ich mir umgekehrt schon eher vorstellen, dass die hinrückende, vielleicht überhaupt einen trophischen oder chemisch anziehenden Reiz ausübende Apikalzelle die innere Hülle mit hineinzieht. Ich komme darauf später zurück.

Auch Zicks Hinweis auf das frühe Verschwinden der Ausstülpung ist nicht massgebend.

Es mag ja bei Pieris richtig sein, dass die Einstülpung vor dem Höhepunkt der Tätigkeit der Apikalzelle verschwindet; bei meinem Objekt war das aber nicht der Fall. Auch scheint bei den von Grünberg untersuchten Schmetterlingen, unter denen sich auch Pieris brassicae befindet, diese Eigenart der inneren Hülle länger zu dauern.

Bei Ephestia fand ich die Grösse der Einstülpung sowohl in den einzelnen Hodenfächern, wie in den verschiedenen Altersstadien von 11—15 mm grossen Larven sehr variabel und scheinbar regellos verschieden. Eine schwache Hervorwölbung mit scharf konturierter Membran scheint der Anfang zu sein. Mit zunehmender Aufbauchung wird die Membran am vorderen Ende dünner und ist schliesslich nicht mehr zu sehen. (Fig 17.) Genau so findet sich die Beschreibung bei Grünberg. Was soll nun dieser Vorsprung?

Grünberg schliesst aus der Verbindung der eingestülpten Membran und den in der inneren Hülle oberhalb der Apikalzelle vor sich gehenden Degenerationserscheinungen in Plasma und Kernen, dass diese Einstülpung dazu diene, der Nährzelle noch Material zuzuführen. Ich stimme seiner Ansicht vollständig bei. Ausser den eben angegebenen Gründen bestimmt mich zu dieser Annahme noch folgende Tatsache. Fig. 9 zeigt, dass das Plasma in dieser Vorbeugung wolkig ist und Fig. 12, dass diese hellen Stellen sich zu Sekrettröpfchen sammeln, die sogar, wie hier angegeben, reihenförmig angeordnet sein können. Sie streben nach der Spitze der Membran-Erhöhung hin. Hierauf lässt sich doch wohl unbedenklich auf eine Funktion sezernierender Art schliessen. Um Myelin scheint es sich nicht zu handeln, da die Gebilde von Alkohol nicht aufgelöst und durch Osmium nicht geschwärzt sind.

Auf welche Weise die Einstülpung und ihre, offenbar durch Platzen entstandene Perforation zustande kommt, und welche Kräfte im einzelnen dabei

download www.zobodat.at

wirksam sind, darüber konnte ich auf Grund der mir vorliegenden Bilder zu keinem vollkommen klaren Resultat kommen. Ich möchte hier nur im Hinblick darauf, dass zwischen den einzelnen Phasen dieser Erscheinung und dem Alter des Hodens kein genauer Parallelismus besteht, dem Gedanken Raum geben, dass der Vorgang sich anscheinend periodisch wiederholt. Der Gedanke der Periodizität wird noch annehmbarer, wenn man daran denkt, dass die Entwickelung der Spermatogonien ja auch schubweise, d. h. in Abständen vor sich geht.

Aus allen erwähnten Tatsachen scheint mir unzweifelhaft hervorzugehen, dass der Apikalzelle als Hauptfunktion die Ernährungstätigkeit zukommt, dass die von ihr an den Hodeninhalt abgegebene Nährstoffmenge bedeutend grösser ist, als die von der inneren Hülle im ganzen Umkreis abgegebene. Die von Zick angegebene Bedeutung, wonach die Apikalzelle einen Regulator für die Entwickelungsschnelligkeit der ursprünglich fast gleichalterigen Zellelemente darstellen und das Schicksal der einzelnen Kerne bestimmen sollen, ist höchstens eine sekundäre Folge, nicht aber der Grund für das Vorhandensein der Apikalzelle.

Nur durch eine so energische und mehrseitige Nahrungszufuhr, wie sie für die letzten Raupenstadien geschildert wurde, ist es der Apikalzelle möglich, die grosse Menge von Reservematerial aufzuspeichern, welches, wie Fig. 11 und 17 zeigen, zuletzt angehäuft ist und bei dem zweiten Spermatidenschub Verwendung findet. Es kommt hinzu, dass in der Puppe infolge der Reduktion des Fettkörpers und seiner Ablösung von dem Hoden die äussere Nahrungszufuhr wegfällt, und als weitere Nahrungsquelle nur noch die degenerierenden jüngeren Zellelemente des Hodens selber in Betracht kommen.

Noch eine andere Erscheinung scheint mir mit der Tätigkeit der Apikalzelle zusammenzuhängen. Fast ausnahmslos sieht man in den jungen Spermatidenbündeln die Fusszelle und damit die Köpfe nach dem blinden Ende des Hodenfaches zu liegen, während bei den reifen Spermatozoen umgekehrt die Köpfe nach dem Ausfuhrgang gerichtet sind. Sollte jene Lage der Spermatiden nicht auch ihren Grund darin haben, dass von der Apikalzelle her ein proximal-distal gerichteter Nährstrom kommt? Bekommen sie doch auf diese Weise die zur raschen Entwickelung notwendigen Substanzen am schnellsten und aus erster Hand.

Dort wo ein schnelle Ernährung stattfindet, fern von der Apikalzelle, bei der definitiven Ausbildung des Ausfuhrganges, hat die Nährzelle keine ausreichende Wirkung mehr. Daher muss sich der Organismus auf eine andere Weise helfen: er lässt eine reife Spermatide degenerieren

download www.zobodat.at

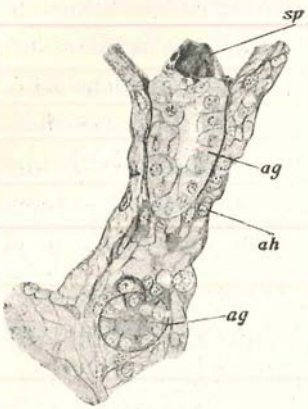

Fig. IX.
14 mm. Der Gang ist schon mit Hohlraum versehen, der Eingang ist noch verschlossen. Ihm vorgelagert liegt eine dunkel gefärbte Masse, jedenfalls eine degenerierte Spermatogonie.

(Textfig. IX), um so eine rasche Entwickelung zu bewerkstelligen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse im Ovar. Hier reicht, wie schon Grünberg hervorhob, die Tätigkeit einer einzigen Zelle nicht annähernd aus, die Nährmaterialien zu schaffen, die für die Eientwickelung grösser sind. Vielleicht ist auch, so möchte ich hinzufügen, bei der Schmalheit und Länge der Eiröhren die Schwierigkeit des Transportes zu gross. Daher bekommt jede Eizelle eine Anzahl Nährzellen von vornherein zugewiesen. Solange die Eiröhre noch klein ist, scheint der plasmatische zentrale Raum am blinden Ende eine Art Assimilationszentrum zu sein. Fanden sich doch darin Kernauflösungen und Körnchen; aber später genügt, wie gesagt, diese Einrichtung nicht mehr.

Fasse ich nun alle in der Literatur vorhandenen Angaben über die Funktion der Apikalzelle zusammen, so ergibt sich folgendes:

I. Gründe dafür, dass die Zelle eine Nährzelle ist: a) diejenige Form der Kerndegeneration, die durch das Anwachsen und Zerbröckeln des Nukleolus gekennzeichnet ist, b) der Kernzerfall, worunter Auflösung der Kernmembran und Ausfliessen der Chromatinbestandteile in die Apikalzelle zu verstehen ist, c) die Körnchenansammlungen, d) die Plasmabrücken der um die Apikalzelle gelagerten Spermatogonien und ihre Streifung im Plasma, e) die Grössenzunahme und das Hineinrücken der inneren Hülle in die Apikalzelle, f) die Sekrettröpfchen in der Einstülpung, und g) die Lage der Spermatiden, deren Köpfe und Fusszellen nach dem blinden Ende zu gelegen sind.

II. Gründe für die Notwendigkeit einer Nährzelle: a) Nach Korscheltheider: die Zellelemente haben den Zusammenhang mit den Geweben verloren, daher suchen sie ihn auf diesem Wege mit dem Mutterboden wieder herzustellen. Oder: der Kern der Zellelemente braucht Chromatin, dieses wird durch die Spermazelle gebildet, die daher keine Zeit hat, noch Nährsubstanzen zu bilden. Daher braucht sie die Hilfe der Apikalzelle. b) Nach Grünberg: im Ovar wird eine Menge Nährsubstanz gebraucht. Die könnte unmöglich eine einzige Zelle liefern, daher ist die Apikalzelle dort überflüssig. Anders im Hoden. Die Spermatogonien entwickeln sich nur durch wiederholte Teilungen zu Spermatozoen,

download www.zobodat.at

für die möglichst geringe Körpermasse und leichte Beweglichkeit von höchster Bedeutung sind. Daher bedürfen sie nur wenig Nährsubstanz, die sie zweckmässig vor der Differenzierung erhalten. Dazu genügt die eine grosse Nährzelle. c) Nach Zick ist die Nährzelle notwendig, um eine Scheidung in Cysten- und Cystenhüllzellen zu bewirken, und ferner um ein gleichzeitiges Entwickeln und Reifen der Samenelemente zu verhindern. d) Ich schliesse mich vorwiegend der Ansicht b an, möchte aber noch hinzufügen, dass die Apikalzelle nötig ist, um bei ausgewachsenen Tieren Reservematerial aufzuspeichern und dadurch eine rasche Reifung des zweiten Spermatidenschubes zu bewirken.

III. Worin besteht die spezielle Funktion der Apikalzelle? Sie assimiliert das von der Hülle und der Kerndegeneration herrührende Material und sezerniert es wieder. Dadurch wird sie zum Nähr- und Regulationszentrum, und endlich dient sie als Reservespeicher.

Zum Schluss der Arbeit möchte ich noch auf einen anderen Punkt kommen, der allerdings mit der Ernährung nichts zu tun hat, nämlich zu der Drehung des Hodens. Zick hatte als Zweck angegeben, dadurch solle den Spermatozoen die Möglichkeit eines erleichterten Austrittes aus dem Follikel gegeben werden, weil mehr Raum zur Ausdehnung der langen Organismen gegeben würde. Ich möchte diese Bedeutung noch dahin präzisieren: nicht nur Raum zur besseren Entfaltung und dadurch ein besserer Austritt der Spermatozoen ist durch die Drehung gegeben, sondern es ist auch zu gleicher Zeit eine bedeutende Zunahme des Druckes und der Spannung erfolgt Und dadurch wird den Spermatozoen überhaupt erst die Ejakulation ermöglicht. Diese bestehende grosse Spannung ergibt sich schon aus der rein histologischen Betrachtung der Hüllen. Sie sind dünner, ihre Zellen gestreckter geworden, namentlich die der inneren Hülle. Nach Zick beruht diese Tatsache darauf, dass der Hülleninhalt vollständig an den Follikel abgegeben ist. Das scheint mir nicht der Fall zu sein; denn man findet immer noch Pigmentkörnchen in der inneren Hülle und auch vereinzelte Kerne. Mir scheint, als ob die Dickenabnahme der inneren Hülle nicht allein auf der Materialentziehung beruhe. Vielmehr bewirkt die Torsion des Hodens, die ihrerseits durch besondere Wachstumsvorgänge oder Stoffbewegungen bedingt sein mag, ein Gedehnt- und Gespanntwerden der Hülle, woraus die Dickenabnahme meiner Ansicht nach hauptsächlich zu erklären ist. Dem entspricht ja auch der tatsächliche, oben angegebene histologische Befund. Man kann sich die Wirkung der Drehung an einem perforierten, mit Wasser gefüllten Gummiball, der an einer Seite festgelegt und dann gedreht wird, vergegenwärtigen. Das Wasser wird aus der Öffnung um so heftiger

download www.zobodat.at

hervorspritzen, je mehr der Ball um seine Achse gedreht wird, d. h. je mehr die Gummihülle gespannt und dadurch der Druck auf das Wasser vermehrt wird. Dass eine solche Spannung im Hoden nötig ist, macht uns der Gedanke an die durch die Anhangsorgane usw. hervorgerufenen und von den austretenden Spermatozoen zu überwindenden Widerstände einleuchtend. Bei einem nicht gedrehten Hoden wäre ein solcher Kraftaufwand nicht möglich, noch dazu, weil die ihn im Raupenleben stark einengenden Organe und Fettmassen ihn jetzt nicht mehr zusammenpressen, also keinen Druck ausüben können. Die physiologische Bedeutung der Torsion des Hodens ist demnach eine doppelte: I. es wird den Spermatozoen mehr Raum zur Ausdehnung und dadurch ein erleichterter Austritt gewährleistet; II. wird dadurch ihre Ejakulation überhaupt erst ermöglicht.

Literaturverzeichnis.

1. **E. Bessels:** Studien über die Entwicklung der Sexualdrüsen bei Lepidopteren. Z. W. Z. 17. Bd. 1867.
2. **Brandt:** Die Ernährung und das Wachstum des Dotters im Insektenei. Z. Anz. 8. Bd. 1885.
3. **N. Cholodkovsky:** Über die Hoden der Schmetterlinge. Z. Anz. 3. Bd. 1880.
4. — Zur Anatomie der Tinea pellionella. Z. Anz. 5. Bd. 1882.
5. — Über die Hoden der Lepidopteren. Z. Anz. 7. Bd. 1884.
6. — Zur Kenntnis der männlichen Geschlechtsorgane der Dipteren. Z. Anz. 15. Bd. 1892.
7. — Zur Frage über die Anfangsstadien der Spermatogenese bei den Insekten. Z. Anz. 17. Bd. 1894.
8. — Über den Geschlechtsapparat von Parnassius Mnemosyne L. Ill. Zeitschr. f. Entom. 5. Bd. 1900.
9. — Über den Bau des Dipterenhodens. Z. W. Z. 82. Bd. 1905.
10. **K. Demokidoff:** Zur Kenntnis des Baues des Insektenhodens. Z. Anz. 25. Bd. 1902.
11. **Frenzel:** Zur Bedeutung der amitotischen Kernteilung. Biol. Zentralbl. 11. Bd. 1891.
12. **K. Geyer:** Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Insektenlymphe und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung. Z. W. Z. 105. Bd. 1913.
13. **R. Goldschmidt:** Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Z. Jahrb. Abt. Anat. 21. Bd. 1905.
14. **J. Gross:** Untersuchungen über das Ovarium der Hemipteren, zugleich ein Beitrag zur Amitosenfrage. Z. W. Z. 69. Bd. 1901.
15. **K. Grünberg:** Untersuchungen über die Keim- und Nährzellen in den Hoden und Ovarien der Lepidopteren. Z. W. Z. 74. Bd. 1903.
16. **V. Haecker:** Allgemeine Vererbungslehre. 1. Aufl. 1911.
17. — Mitosen im Gefolge amitosenähnlicher Vorgänge. Anat. Anz. 17. Bd. 1900.
18. **Herold:** Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge, anatomisch und physiologisch bearbeitet. Cassel-Marburg 1815.
19. **I. Hirschler:** Die Embryonalentwicklung von Donacia crassipes S. Z. W. Z. 92. Bd. 1909.

download www.zobodat.at

20. **P. Kern:** Über die Fortpflanzung und Eibildung einiger Caraben. Z. Anz. 40. Bd. 1912.
21. **E. Keuchenius:** The structure of the internal Genitalia of some male Diptera. Z. W. Z. 105. Bd. 1913.
22. **Korschelt:** Zur Frage nach dem Ursprung der verschiedenen Zellenelemente der Insektenovarien. Z. Anz. 8. Bd. 1885.
23. **Korschelt-Heider:** Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Tiere. Allg. Teil. 1. Heft. Jena 1912.
24. **Metalnikoff:** Beiträge zur Kenntnis der Raupe von Galleria melonella. Z. Anz. 26. Bd 1903.
25. **Fr. Mewes:** Über oligopyrene und apyrene Spermien und über ihre Entstehung nach Beobachtungen an Paludina und Pygaera. Arch. f. mikr. Anat. 61. Bd. 1903.
26. **H. Meyer:** Über die Entwickelung des Fettkörpers, der Tracheen und der keimbereitenden Geschlechtsteile bei den Lepidopteren. Z. W. Z. 1. Bd. 1849.
27. **Nusbaum:** Zur Entwicklungsgeschichte der Ausführungsgänge der Sexualdrüsen bei den Insekten. Z. Anz. 5. Bd. 1882.
28. **G. Platner:** Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Teilung. Arch. f. mikr. Anat. 33. Bd. 1889.
29. **O. v. Rath:** Über die Bedeutung der amitotischen Kernteilung im Hoden. Z. Anz. 14. Bd. 1899.
30. **Schaxel:** Die Beziehungen des Chromatins zum Cytoplasma bei der Eireifung, Furchung und Organbildung des Seeigels Strongylocentrotus lividus Brandt. Z. Anz. 36. Bd. 1910.
31. **A. Schneider:** Über die Auflösung der Eier und Spermatozoen in den Geschlechtsorganen. Z. Anz. 3. Bd. 1880.
32. **C. Spichardt:** Beitrag zu der Entwicklung der männlichen Genitalien und ihrer Ausfuhrgänge bei Lepidopteren. Verh. d. nat. Ver. d. Rheinl. und Westf. 43. Jahrg. Bonn 1886.
33. **Ch. Soyer:** Considérations sur les cellules folliculeuses et certaines homologies de l'ovaire des Insectes. C. R. Soc. Biol. Tome 63. 1907.
34. **O. Steche:** Beobachtungen über Geschlechtsunterschiede der Hämolymphe von Insektenlarven. Verh. d. D. Zool. Ges. 22. Vers. S. 272—280.
35. **Stitz:** Der Genitalapparat der Mikrolepidopteren. Zool. Jahrb. Abt Morph. 14. Bd. 1901.
36. **Tichomirow:** Zur Anatomie des Insektenhodens. Z. Anz. 21. Bd. 1898.
37. **Toyama Nogakushi:** Preliminary note on the Spermatogenesis of Bombyx mori. Z. Anz. 17. Bd. 1894.
38. **Toyama:** On the Spermatogenesis of the Silk-Worm. Bull. Coll. Agr. Tokyo. Vol. 2. 1894.
39. **La Valette St. George:** Spermatologische Beiträge. Arch. mikr. Anat. 30. Bd. 1887.
40. — Zur Samen- und Eibildung beim Seidenspinner. Arch. mikr. Anat. 50. Bd. 1897.
41. **Verson:** Zur Spermatogenesis. Z. Anz. 12. Bd. 1889.
42. — Zur Beurteilung der amitotischen Kernteilung. Biol. Zentralbl. 11. Bd. 1891.
43. — Postlarvale Neubildung von Zelldrüsen beim Seidenspinner. Z. Anz. 15. Bd. 1892.
44. — Die postembryonale Entwicklung der Ausfuhrgänge und der Nebendrüsen beim männlichen Geschlechtsapparat von Bombyx mori. Z. Anz. 18. Bd. 1895.
45. **v. Wielowiejski:** Zur Kenntnis der Eibildung bei der Feuerwanze. Z. Anz. 8. Bd. 1885.
46. **Wiemann:** The Degenerated Cells in the Testis of Leptinotarsa Signaticollis. Journ. of Morph. Vol. 24,4. 1910.

download www.zobodat.at

47. **Winiwarter:** Recherches sur l'Ovogenèse et l'Organogenèse de l'ovaire des Mammifères (Lapin et Homme). Arch. Biol. T. 24. 1908.

48. **Zeller:** Lepidopterologische Bemerkungen. Entom. Zeitg. Stettin 1879.

49. **Zick:** Beiträge zur Kenntnis der postembryonalen Entwicklungsgeschichte der Genitalorgane bei Lepidopteren. Z. W. Z. 98. Bd. 1911.

50. **Ziegler:** Die biologische Bedeutung der amitotischen Kernteilung bei den Arthropoden. Biol. Zentralbl. 11. Bd. 1891.

51. **Ziegler** und **O. v. Rath:** Bedeutung der amitotischen Kernteilung bei den Arthropoden. Biol. Zentralbl. 11. Bd. 1891.

Zeichenerklärung.

az = Apikalzelle.
ok = ovale Kerne.
ok' = ovale Kerne der Hülle.
rk = runde Kerne.
rk' = runde Kerne der Hülle.
ag = Ausfuhrgang.
ah = äussere Hülle.
ih = innere Hülle.
sp = Spermatogonie.
k' u. z = in Auflösung begriffener Kern.
l = Vakuole.
cy = Zystenhüllkern.
tr = Tracheenast.
deg, x u. y = degenerierende Kerne.

Erklärung der Tafelfiguren.

Sämtliche Figuren sind mit Zeichenapparat gezeichnet nach Vergrösserungen mit Reichardt 1/12 Immersion und Okular 2. Alle Fig. stammen von Ephestia Kuehniella, nur Fig. 17 von Pyrausta nubilalis.
Fig. 1, 3, 4, 6 sind in 4/5, die übrigen in 1/2 Grösse wiedergegeben.

Fig. 1. Hoden einer 2 mm grossen Larve. Die Apikalzelle (*az*) liegt am blinden Ende jedes Hodenfaches und zeigt dunkleres Plasma als der übrige Testikel. Die Chromatinbestandteile seines Kernes sind im Innern zusammengeballt.

Fig. 2. Hoden einer 4 mm grossen Raupe. Das Innere der Apikalzelle liegt in einem grossen hellen Plasmahof. Die Zelle zeigt syncytialen Charakter.

Fig. 3. Ein einmal gefundener eigenartiger Apikalzellkern einer 4 mm grossen Raupe. Der Kern zeigt scheinbar mehrere Abschnürungen. An der Grenze der Apikalzelle wird durch Körnchen ein dunkler Saum gebildet.

Fig. 4. Raupe von 5 mm Grösse. Letztes Auftreten der Chromatinzusammenballung im Kern der Apikalzelle und dessen runder Form. Die nächstliegenden Spermatogonien haben mit Körnchen durchsetzte Plasmaschweife. Im Plasma der Apikalzelle finden sich Körnchen.

Fig. 5. Männliche Raupe von 8 mm Grösse. Die Apikalzelle enthält in Auflösung begriffene Kerne und Nahrungskörner. Der Kern scheint sich durchschnüren zu wollen. Das Chromatin des Schnittes ist nicht gefärbt.

Fig. 6. Die Raupe war 9 mm lang. Die Apikalzelle ist deutlich gegen die Nachbarzellen abgegrenzt.

Fig. 7. Raupe von 11 mm Grösse. Die innere Hülle zeigt eine Einstülpung.

download www.zobodat.at

Fig. 8. Raupe von 11 mm Grösse. Hantelförmig gebogener Kern der Apikalzelle, der ein Stück abschnürt.

Fig. 9. Raupe von 14 mm Grösse. Die innere Hülle zeigt nur eine flache Vorwölbung. Der Kern der Apikalzelle ist sehr klein.

Fig. 10. Abermals Hoden einer 14 mm grossen Raupe. Eine dunkle, streifige Partie erstreckt sich von der inneren Hülle in die Apikalzelle.

Fig. 11. Die Raupe war 15 mm. Der Kern der Apikalzelle liegt z. T. in einer dunklen Körnchensammlung.

Fig. 12. Hoden einer 14 mm langen Raupe. In der inneren Hülle sind die Sekrettröpfchen reihenförmig angeordnet. Die Hülle selbst ist mit Vakuolen stark durchsetzt.

Fig. 13. Hoden einer männl. Imago. Die beiden Testikel sind soeben verwachsen. Die Einstülpung der inneren Hülle ist sehr schwach. Der Kern der Apikalzelle ist auf seinem oberen Ende undeutlich konturiert.

Fig. 14. Hoden einer älteren männl. Imago. Spermatogonien degenerieren, und zwar vom Testikelinnern nach der Apikalzelle zu.

Fig. 15. Ovar einer 4,5 mm grossen Raupe.

Fig. 16. Ovar einer 8 mm grossen Raupe.

Fig. 17. Apikalzelle des Hodens einer erwachsenen männlichen Raupe von Pyrausta nubilalis.

download www.zobodat.at

Tafel VI.

az

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 8.

download www.zobodat.at

Tafel VII.

Fig. 11.

Fig. 12.

az

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen und Berichte aus dem Museum für Naturkunde und Vorgeschichte in Magdeburg

Jahr/Year: 1909-1914

Band/Volume: II

Autor(en)/Author(s): Krafft Wilhelm

Artikel/Article: Die Versonsche Zelle der Mikrolepidopteren. 331-369