

# Das Mitteldarmepithel von *Tineola biselliella* (Kleidermotte) während der Metamorphose

Autor(en): **Lotmar, Ruth**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **18 (1940-1943)**

Heft 9-10

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-400924>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ostpyrenäen, die betreffende Fauna der Macrolepidopteren durchaus nicht so homogen ist, wie dies bislang stillschweigend vorausgesetzt wurde. Es zeigt sich eben immer wieder, daß nur die minutiöse Durchforschung eines Gebietes ein richtiges Bild seiner Subfauna vermittelt, und daß die kritische Durchsicht der vorhandenen Literatur auch dort, wo sie aus der Feder anerkannter Forscher stammt, immer wieder zu Entdeckungen, Korrekturen und letzten Endes zur Wahrheit führt.

B e r n , den 14. März 1942.

### **Das Mitteldarmepithel von *Tineola biselliella* (Kleidermotte) während der Metamorphose.<sup>1)</sup>**

Von  
R u t h L o t m a r.

Zoologische Anstalt der Universität Basel.

In einer früheren Arbeit (1941) wurde über das Mitteldarmepithel der Raupe von *Tineola* und sein Verhalten während der Häutungen berichtet. Die jetzige Mitteilung ist als Ergänzung hierzu gedacht und befaßt sich mit den Veränderungen des Mitteldarmepithels während der Metamorphose. — Einleitend soll noch einmal eine kurze Beschreibung des Raupendarmes gegeben werden, besonders während der Häutungsperiode, und anschließend daran eine ausführlichere Darstellung des Mitteldarmes während der Metamorphosezeit. (Die zur Untersuchung gelangenden verpuppungsreifen Raupen, Puppen aller Alterstadien und frischgeschlüpften Imagines wurden in Duboscq fixiert. Färbung Azan oder Haematoxylin Böhmer-Eosin, gelegentlich Eisenhaematoxylin Heidenhain.)

Das Epithel des Raupendarmes besteht aus drei Zellarten: den Becherzellen, den Zylinderzellen und den in kleinen Nestern an der Basis der erstgenannten liegenden Regenerationszellen. Kurz vor jeder R a u p e n h ä u t u n g wird das gesamte Epithel, mit Ausnahme der Regenerationszellen, in das Darmlumen abgestoßen. Gleichzeitig weichen die Regenerationszellen auseinander und bilden ein niedriges neues Epithel, in welchem sich sogleich wieder Becherzellen und Zylinderzellen differenzieren. Die Zellen des neuen Epithels nehmen dann rasch an Größe zu und erreichen etwa zur selben Zeit, wie die Raupe sich häutet, ihre normale Höhe. Dadurch daß das aus den Regenerationszellen neugebildete Epithel

<sup>1</sup> Ermöglicht durch die Basler Stiftung für experimentelle Zoologie.

eine größere Zellenzahl aufweist als das alte abgestoßene Epithel, wird das Wachstum des Raupendarmes gewährleistet.

Der Beginn der Metamorphose läßt sich bei der verpuppungsreifen Raupe (abgesehen vom Bau eines Verpuppungsköchers) äußerlich vorerst nicht vom Beginn einer Raupenhäutungsperiode unterscheiden: bei beiden wird zuerst die Nahrungsaufnahme durch die Raupe eingestellt. Nachdem die letzten Nahrungsreste den Darm passiert haben, zeigen die Zylinderzellen in beiden Fällen zahlreiche, mit der beginnenden Degeneration in Zusammenhang stehende, abgeschnürte oder sich eben abschnürende Plasmaballen; die der Basalmembran anliegenden Regenerationszellen haben sich leicht aufgebläht und treten deutlich in Erscheinung (Abb. 1 und 1941 Abb. 4). Einzig an den intensiven Zellteilungen in den Imaginalscheiben der Bein- und Flügelanlagen und an der starken Vermehrung der Zellelemente des Blutes kann man

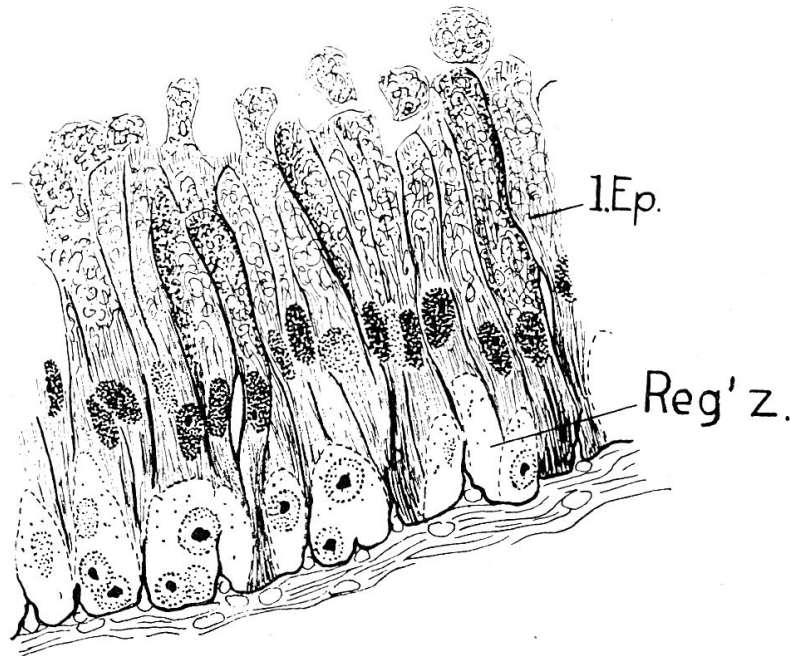


Abb. 1. Beginn der Metamorphose.

Mitteldarm-Längsschnitt. Die Raupe hat die Nahrungsaufnahme eingestellt. Regenerationszellen (Reg'z.) blähen sich auf.

Technik: Fix. Duboscq. Färbung Azan. Zeichenokular, 550  $\times$  vergr. Darmmuskulatur und Bindegewebe nur angedeutet.

erkennen, daß die Raupe verpuppungsreif ist und die Metamorphose begonnen hat. Im folgenden Stadium zeigen sich dann die ersten Abweichungen gegenüber einer gewöhnlichen Raupenhäutungsperiode, indem sich die Regenerationszellen weiter stark aufblähen (Abb. 2, rechts außen). Hierdurch wird die Ablösung des larvalen Epithels von der Basis gefördert und es kommt als so-

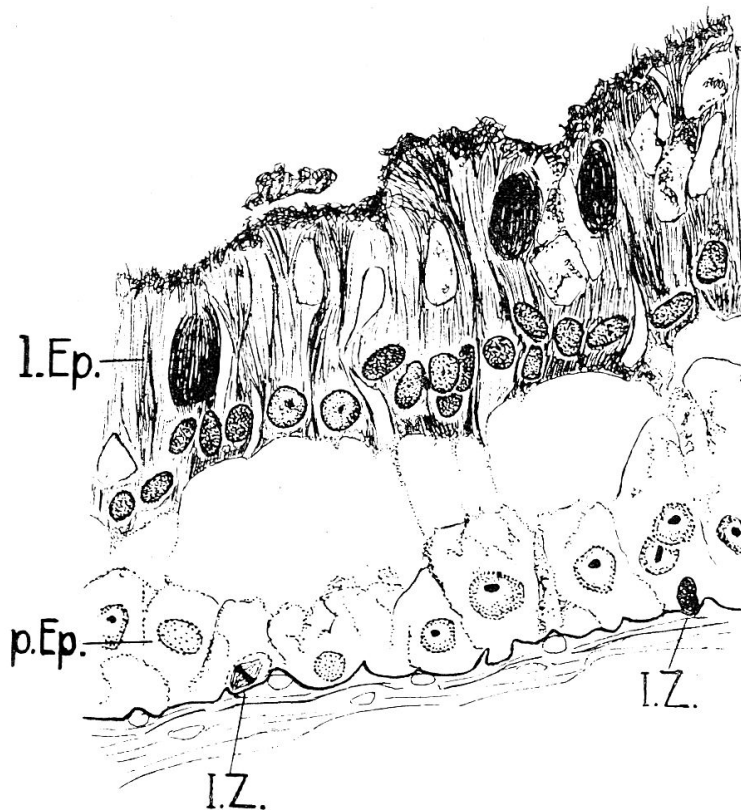


Abb. 2. Vor der Verpuppung.

Mitteldarm-Längsschnitt. Das larvale Epithel (l. Ep.) hat sich von der Basalmembran gelöst. Die Regenerationszellen (Reg'z.) sind auseinandergewichen und bilden ein neues — pupales — Epithel (p. Ep.). Auftreten vereinzelter Imaginalzellen (I. Z.), zum Teil in mitotischer Teilung.

Technik: wie Abb. 1.

genannter « gelber Körper » in das Darmlumen zu liegen. Die nach der Ablösung wieder zusammenfallenden Regenerationszellen haben sich unterdessen zu einem niedrigen, aus gleichförmigen Zellen bestehenden Epithelverband zusammengeschlossen: pupales Epithel (Abb. 2). (Im Gegensatz hierzu besteht, wie oben ausgeführt wurde, das sich anlässlich der Raupenhäutungen aus den Regenerationszellen neubildende Epithel aus zwei Zellarten: Becherzellen und Zylinderzellen, die nachträglich durch starkes Wachstum die endgültige Größe des normalen Larvenepithels erreichen.)

An der Basis der pupalen Epithelzellen finden sich unvermittelt vereinzelt kleine und kleinste Zellen verstreut, die sich durch ihr stark anfärbares Plasma deutlich von den eigentlichen Epithelzellen abheben (Abb. 2). An anderer Stelle wird noch ausführlicher auf die Rolle dieser sogenannten Imaginalzellen eingegangen werden. — Kurze Zeit nach Abstoßung des larvalen Epithels wirft die Raupe ihre Haut ab und verpuppt sich (Abb. 3).

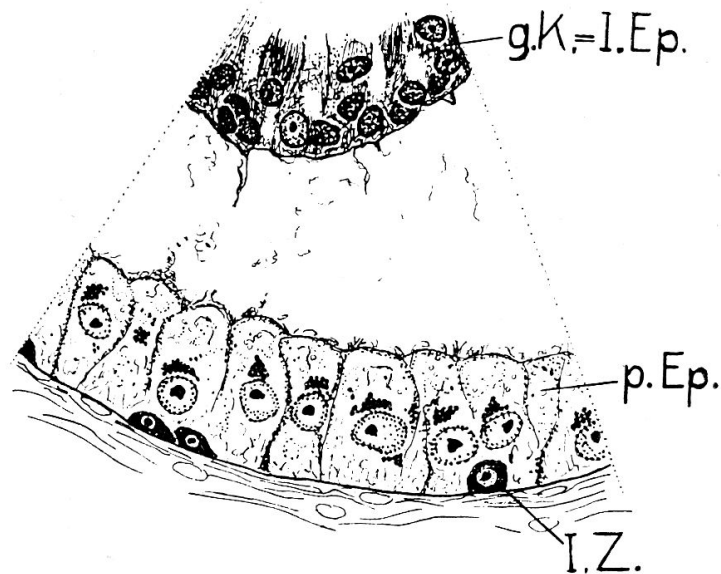


Abb. 3. Die Raupe hat sich eben verpuppt.

Mitteldarm-Querschnitt. Das larvale Epithel liegt als ziemlich kompakter Körper (sog. «gelber Körper») im Darmlumen. Zellgrenzen und Kerne desselben noch zu unterscheiden.

Technik: wie Abb. 1.

Von Beginn der Metamorphose bis zu diesem Zeitpunkt verfließen etwa 1—1½ Tage. Die Zellen des vollausgebildeten pupalen Epithels, wie es vom ersten Puppentage an zu finden ist, zeichnen sich durch einen deutlichen Stäbchensaum aus. Der pupale Mitteldarm ist wesentlich kürzer als der larvale Darm und enthält weniger und viel niedrigere Zellen als jener.

Einige Zeit nach der Verpuppung setzt eine mehr oder weniger intensive Sekretion der Zellen des pupalen Epithels ein (Abb.4); sie tritt nicht in allen Teilen des Mitteldarmes gleichzeitig auf und ist etwa am zweiten Puppentage beendet. Eine solche Sekretionsphase kurz nach der Verpuppung ist auch bei anderen Insekten beobachtet und in Zusammenhang gebracht worden mit der Verdauung des larvalen «gelben Körpers» und seiner Wiederverwertung im Puppenkörper (Deegener, Ruß, van Leeuwen, Hufnagel, Bushnell). Auch bei *Tineola* scheint die Sekretion des pupalen Epithels mit der Verdauung des «gelben Körpers» in Beziehung zu stehen; denn während vor der Sekretabgabe die Kerne und einzelnen Zellen des abgestoßenen larvalen Epithels noch recht gut zu unterscheiden waren, liegen nachher (etwa vom zweiten bis dritten Puppentage an) nur noch undefinierbare, kaum anfärbbare Schollen im Darmlumen. — Das nächste Stadium ist charakterisiert durch die Ausstoßung gewisser Granula aus dem pupalen Epithel. Diese Abgabe von Zellbestandteilen (die ebenfalls nicht in allen Darmteilen gleichzeitig auftritt) kann mehr oder

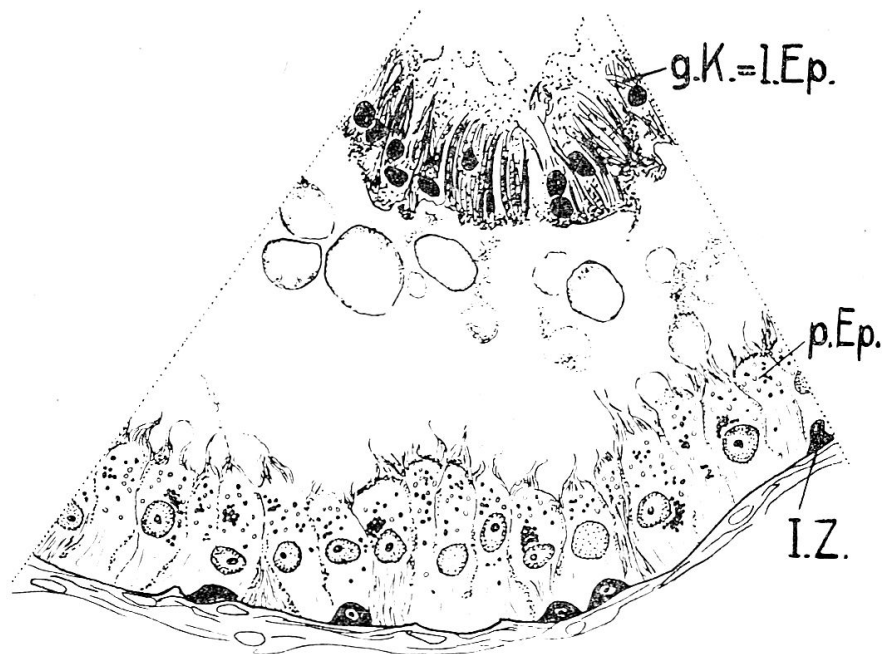


Abb. 4. Puppe 2 Tage alt.

Mitteldarm-Querschnitt. Pupales Epithel in Sekretion (Verdauung des « gelben Körpers »).

Technik: wie Abb. 1.

weniger ausgeprägt sein. Auch diese Erscheinung ist bei anderen Insekten während der Metamorphose schon beobachtet worden. Über die Bedeutung der Granula-Ausstoßung bei *Tineola* läßt sich nichts Näheres aussagen. Mit Abgabe der Zellbestandteile ist die Lebenstätigkeit des pupalen Epithels offenbar beendet. Etwa vom dritten bis fünften Puppentage an beginnt das Epithel zu degenerieren; die ersten Anzeichen dafür zeigen sich im allmählichen Un- deutlichwerden der Zellgrenzen und einem Verfallen des Stäbchen- saumes (Abb. 5).

Das degenerierende pupale Epithel wird nun seinerseits ersetzt durch ein neues Epithel, dessen Ursprung auf die Imaginal- zellen — von denen früher schon kurz die Rede war — zurück- zuführen ist. Wie wir sahen, findet man sie zu Beginn der Meta- morphosezeit einzeln an der Basis der eben zu dem pupalen Epithel zusammengeschlossenen Regenerationszellen liegen.

Die Herkunft dieser plötzlich auftretenden Imaginalzellen war für *Tineola* anhand der Schnittbilder nicht eindeutig zu ermitteln. Es konnte weder für die Ansicht, daß es sich dabei um Schwesterzellen der larvalen Epithel- oder Re- generationszellen handelt (analog etwa *Malacosoma*, *Deegener*, oder *Hyp- onomeuta*, *Hufnagel*), ein sicherer Beweis erbracht werden, noch auch dafür, daß es eingewanderte Mesodermzellen seien (analog etwa *Isosoma*, *van Leeuwen*, *Vespa*, *Polistes*, *Anglas*, verschiedene Insekten, *Ber- lese*). Heute neigt man im allgemeinen eher dazu, solche Imaginalzellen nicht

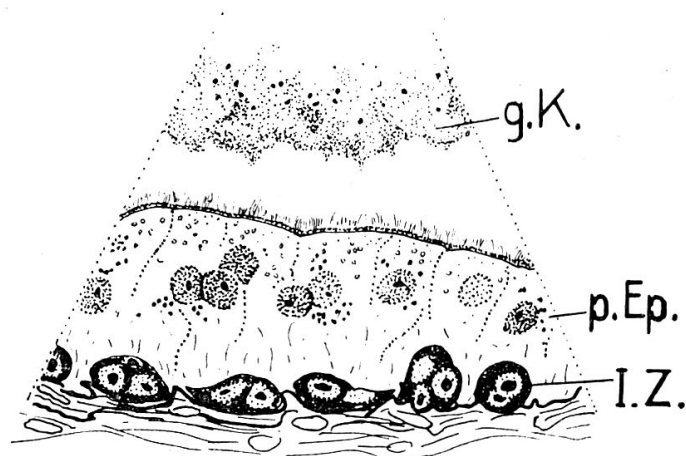


Abb. 5. Puppe 4 Tage alt.

Mitteldarm-Querschnitt. « Gelber Körper » weitgehend aufgelöst. Das pupale Epithel beginnt zu degenerieren; Zellgrenzen werden undeutlich. Die Imaginalzellen haben an Größe zugenommen und liegen in kleinen Zellnestern zusammen.

Technik: wie Abb. 1.

von Mesodermelementen herzuleiten. — Eine weitere Möglichkeit für die Herkunft von Imaginalzellen, wie sie beispielsweise für *Galerucella*, *Poyarkoff*, *Calandra*, *Mansour*, *Murray and Tiegs*, und andere Insekten beschrieben worden ist (Imaginalring am larvalen Mitteldarm oder Vorder- und Hinterdarm), kann für *Tineola* nach den hier vorliegenden Schnittbildern ausgeschlossen werden.

Die Imaginalzellen sind zu Beginn der Metamorphose verhältnismäßig häufig in mitotischer Teilung begriffen (Abb. 2), was auf eine intensive Vermehrung schließen läßt. Die endgültige Anzahl der später benötigten Imaginalzellen scheint noch vor der Verpuppung erreicht zu werden; denn bei jungen Puppen konnten, mit einer Ausnahme, keine Mitosen mehr gefunden werden. Dagegen nimmt die Größe der Zellen — die nun nicht mehr einzeln, sondern in kleinen Nestern zusammen liegen — einige Tage nach der Verpuppung deutlich zu (Abb. 5). — Das folgende Stadium (bei 5 bis 6 Tage alten Puppen) zeichnet sich aus durch zunehmenden Verfall des pupalen, und eigentliche Bildung des imaginalen Epithels. Die Imaginalzellen wachsen weiter heran, das Zellplasma lockert sich auf, die Zellen weichen auseinander und bilden allmählich ein zusammenhängendes Epithel (Abb. 6). Auch dieser Vorgang vollzieht sich nicht völlig gleichzeitig im ganzen Mitteldarm. Gelegentlich bleiben auch einzelne Zellgruppen gegenüber benachbarten in der Entwicklung etwas zurück, wie es beispielsweise auf Abb. 6 dargestellt ist. Die Degeneration des pupalen Epithels ist unterdessen weiter fortgeschritten; die von der Basis gelösten Zellen sinken zusammen, die Kerne werden nekrotisch und bald danach heben sich



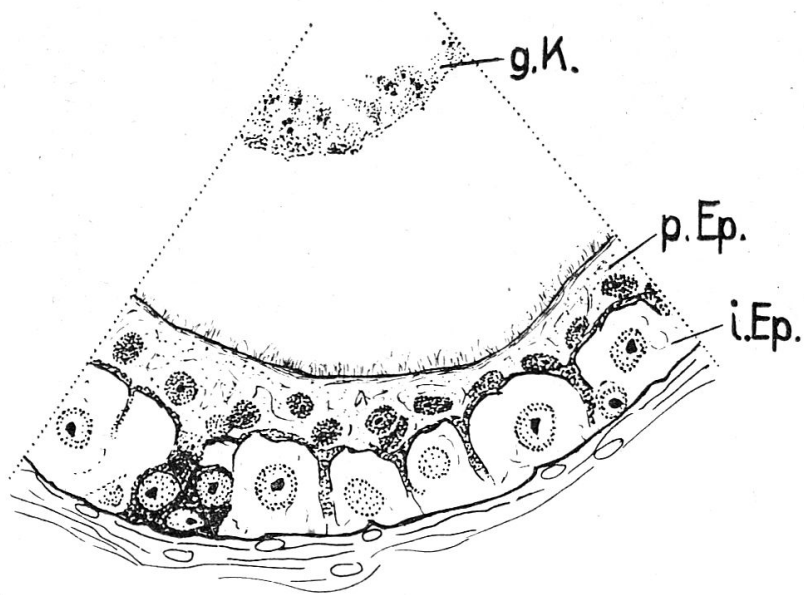


Abb. 6. Puppe 6 Tage alt.

Mitteldarm-Querschnitt. Pupales Epithel von der Basis gelöst, degenerierend. Imaginalzellen herangewachsen und auseinandergewichen. Sie sind im Begriff, sich zu einem gleichförmigen — imaginalen — Epithel anzuordnen.

Technik: wie Abb. 1.

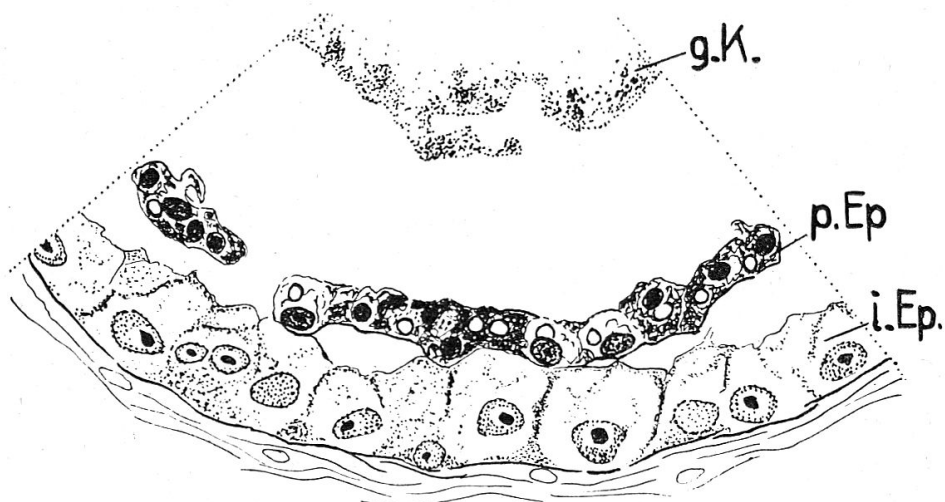


Abb. 7. Puppe 8 Tage alt.

Mitteldarm-Querschnitt. Das pupale Epithel ist völlig degeneriert und löst sich in Schuppen von dem darunterliegenden imaginalen Epithel ab.

Technik: wie Abb. 1.



die Überreste des abgestorbenen Epithels schuppenartig vom darunterliegenden neuen, imaginalen Epithel ab (Abb. 7); sie kommen außen an die restlichen Schollen des larvalen «gelben Körpers» zu liegen und werden nach dem Schlüpfen des Schmetterlings mit diesen aus dem Darm entleert. Die Puppe ist mittlerweile etwa acht bis zehn Tage alt geworden.

Das fertige imaginale Epithel, wie es etwa vom 11. Puppentage an zu beobachten ist, zeichnet sich durch einen hohen Stäbchensaum aus; die Zellen sind zeitweise in leichter Sekretion begriffen (Abb. 8). Bis zum letzten Puppentage (13.—15. Tag)

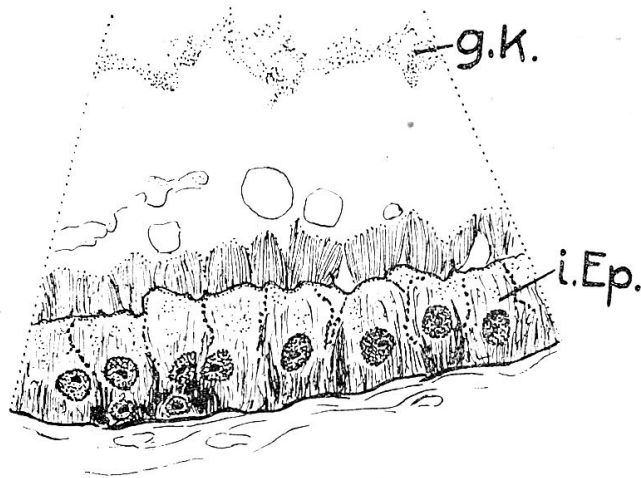


Abb. 8. Puppe 13 Tage alt.

Mitteldarm-Querschnitt. Imaginales Epithel fertig ausgebildet mit hohem Stäbchensaum; in leichter Sekretion begriffen.

Technik: wie Abb. 1.

sind dann keine wesentlichen Veränderungen mehr zu beobachten. Auch bei der jungen Imago bietet sich derselbe Anblick. Zu erwähnen sind noch einzelne an der Basis des Epithels liegende Zellen, die wohl als Ersatzzellen angesprochen werden können. Da aber der Schmetterling von *Tineola* während seiner verhältnismäßig kurzen Lebensdauer keine Nahrung aufnimmt, so kommt diesen Zellen vermutlich nur eine untergeordnete Bedeutung zu. (Ähnliche als Ersatzzellen gedeutete Zellen fand Blaustein bei der Imago von *Ephestia*, die ebenfalls keine Nahrung zu sich nimmt.)

Der Mitteldarm der Imago ist nur etwa ein Drittel so lang wie derjenige der verpuppungsreifen Raupe. Eine erste Verkürzung tritt, wie früher erwähnt wurde, nach Abstoßung des Larvenepithels ein, während die weitere und endgültige Verkürzung im Zusammenhang mit der Ausbildung des imaginalen Epithels steht. Wie weit an diesen Vorgängen eine Kontraktion der Darmmuskulatur beteiligt ist, wurde nicht näher verfolgt.

Aus den vorliegenden Beobachtungen geht somit hervor, daß bei *Tineola* den beiden Metamorphosehäutungen (Raupe zu Puppe, Puppe zu Imago) jedesmal auch eine « Mitteldarmhäutung », d. h. eine Abstoßung des Mitteldarmepithels und eine vollständige Neubildung desselben, entspricht. Es folgt, wie wir sahen, auf das dimorphe, larvale Raupenepithel zuerst das gleichförmige, niedrige pupale Epithel, welches ein paar Tage später seinerseits wiederum ersetzt wird durch das imaginale Epithel. Deegener (1904) war der erste, der bei der Insektenmetamorphose (im Hinblick auf die zweimalige Häutung) außer dem imaginalen Epithel theoretisch ein Puppenepithel verlangte und es bei *Cybister* (Coleopt.) auch tatsächlich feststellen konnte. Später fanden Poyarkoff (1910) und Bushnell (1936) bei *Galerucella* und *Acanthoscelides*, zwei weiteren Vertretern der Coleopteren, ebenfalls ein gut ausgebildetes Puppenepithel. Es erwies sich aber, daß diese Befunde nicht, wie Deegener ursprünglich erwartete, für alle holometabolen Insekten verallgemeinert werden dürfen; vielmehr wurden im Laufe der Zeit eine ganze Reihe von Insekten gefunden, bei denen auf das Raupenepithel sofort das imaginale Epithel folgt und keine Anzeichen eines Puppen-Epithels beobachtet werden konnten: z. B. *Tenebrio* (Coleopt.), Rengel 1897; *Malacosoma* (Lepidopt.), Deegener 1908; *Hyponomeuta* (Lepidopt.), Hufnagel 1918; *Pieris* (Lepidopt.), Henson 1930; *Ephestia* (Lepidopt.), Blaustein 1936; Culiciden (Dipt.), Samtleben 1929; *Drosophila* (Dipt.), Robertson 1936; *Isosoma* (Hymenopt.), van Leeuwen 1910; *Apis* (Hymenopt.), Oertel 1930.

Abgesehen von diesen beiden extremen Typen (voll ausgebildetes Puppenepithel — Fehlen eines Puppenepithels) gibt es noch eine dritte Gruppe von Insekten, bei denen ein mehr oder weniger primitives Puppenepithel zu finden ist. Es handelt sich dabei um die Ausstoßung gewisser Zellpartien, Zellgruppen oder einzelner Zellen aus dem eben gebildeten oder in Entstehung begriffenen imaginalen Epithel. Diese ausgestoßenen Zellelemente werden von den verschiedenen Autoren ganz allgemein aufgefaßt als Bildungen, welche einem Puppenepithel homolog sind. Bei den folgenden Insekten konnten solche als primitive Puppenepithelien gedeutete Zellelemente beobachtet werden: *Calandra* (Coleopt.), Mansour 1927, Murray and Tiegs 1935; *Bombix* (Lepidopt.), Verson 1905; *Calliphora* (Dipt.) Pérez 1910; Musciden (Dipt.), Kowalevsky 1885; *Formica* (Hymenopt.), Pérez 1903; *Anabolia* (Trichopt.), Ruß 1908; Trichoptera, Lübbers 1907.

Obwohl schon eine ganz ansehnliche Anzahl Arbeiten vorliegen, die sich mit der Metamorphose des Insektendarmes befassen, scheint es mir heute noch verfrüht, theoretische Erörterungen darüber anzustellen, worin die Gründe für das Fehlen oder Auftreten

eines Puppenepithels bei den einzelnen Insektenordnungen oder innerhalb derselben zu suchen seien. Vorläufig wird man sich mit der Feststellung begnügen müssen, ob dieses oder jenes Insekt ein Puppenepithel überhaupt besitzt, und wenn ja, ob es sich dabei nur um ein angedeutetes oder aber um ein voll ausgebildetes Epithel handelt. Nach meinen Beobachtungen muß *Tineola* ausgesprochen zum letzteren Typus gezählt werden. Dadurch erhöht sich die Zahl der bekanntgewordenen Insekten dieser Gruppe auf vier: *Cybister* (Coleopt.), *Galerucella* (Coleopt.), *Acanthoscelides* (Coleopt.), *Tineola* (Lepidopt.). Die Bildung eines voll ausgebildeten und funktionierenden Puppenepithels ist somit nicht, wie bisher vielleicht angenommen werden konnte, auf die Ordnung der Coleopteren beschränkt, sondern findet sich offenbar auch unter den Lepidopteren. Künftige Untersuchungen werden zeigen, ob es außer diesen beiden noch weitere Insektenordnungen gibt, unter deren Vertretern anläßlich der Metamorphose drei funktionierende Mitteldarmepithelien — das larvale, das pupale und das imaginale Epithel — unterschieden werden können.

#### Abkürzungen auf den Abbildungen 1—8.

- g. K. = « gelber Körper »  
 I. Z. = Imaginalzelle  
 i. Ep. = imaginale Epithel  
 l. Ep. = larvales Epithel  
 p. Ep. = pupales Epithel  
 Reg'z. = Regenerationszellen.

#### Literaturverzeichnis.

1898. A n g l a s, J.: Sur l'histolyse et histogénèse du tube digestif des Hyménoptères pendant la métamorphose. C. R. Soc. Biol.  
 1900. A n g l a s, J.: Observations sur les métamorphoses internes de la Guêpe et de l'Abeille. Bull. Biol. France et Belg., Vol. 34.  
 1901. B e r l e s e, A.: Vorgänge, welche während der Nymphosis der metabolischen Insekten vorkommen. Zool. Anz., Bd. 24.  
 1936. B l a u s t e i n, W.: Histologische Untersuchungen über die Metamorphose der Mehlmotte *Ephestia Kühniella* Zeller. Zschr. Morph. u. Oek. der Tiere. Bd. 30.  
 1936. B u s h n e l l, R. S.: The development and metamorphosis of the mid-intestinal epithelium of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera). J. Morph., Vol. 60.  
 1904. D e e g e n e r, P.: Die Entwicklung des Darmkanals der Insekten während der Metamorphose. I. *Cybister roeseli* Curtis. Zool. Jahrb. Anat., Bd. 20.  
 1908. D e e g e n e r, P.: Dito. II. *Malacosoma castrensis* L. Zool. Jahrb. Anat., Bd. 26.

1930. Henson, H.: On the development of the mid-gut in the larval stages of *Vanessa urticae* (Lep.). Quart. J. micr. Sc., Vol. 73.
1918. Hufnagel, A.: Recherches histologiques sur la métamorphose d'un Lépidoptère (*Hyponomeuta padella* L.) Arch. d. Zool. exp. et générale. Tome 57.
1898. Karawaiew, W.: Die nachembryonale Entwicklung von *Lasius flavus*. Zschr. wiss. Zool., Bd. 64.
1885. Kowalevsky, A.: Beiträge zur nachembryonalen Entwicklung der Musciden. Zool. Anz., Bd. 8, oder: Zschr. wiss. Zool., Bd. 45, 1887.
1910. van Leeuwen, W.: Beiträge zur Kenntnis der Metamorphosen. Die mikroskopische Anatomie des Darmkanals und dessen Drüsen von *Isosoma graminicola* Giraud. Tijdschrift der Ned. Dierk. Vereen., 2 s. Bd. 11.
1941. Lotmar, R.: Das Mitteldarmepithel der Raupe von *Tineola biselliella* (Kleidermotte), insbesondere sein Verhalten während der Häutungen. Mitt. Schweiz. Entom. Ges., Bd. 18.
1907. Lübbers, H.: Über die innere Metamorphose der Trichopteren. Zool. Jahrb. Anat., Bd. 24.
1927. Mansour, K.: The development of the larval and adult mid-gut of *Calandra orycae*; the rice weevil. Quart. J. micr. Sc., Vol. 71.
1927. Müller, K.: Beiträge zur Biologie, Anatomie, Histologie und inneren Metamorphose der Thripslarven. Zschr. wiss. Zool., Bd. 130.
1935. Murray, F. V. and O. W. Tiegs: The metamorphosis of *Calandra orycae*. Quart. J. micr. Sc., Vol. 77.
1930. Oertel, E.: Metamorphosis in the Honeybee. J. Morph., Vol. 50.
1903. Pérez, Ch.: Contribution à l'étude des métamorphoses. Bull. Biolog. France et Belg., Vol. 37.
1910. Pérez, Ch.: Recherches histologiques sur la métamorphose des Muscides (*Calliphora erythrocephala* Mg.). Arch. Zool. Exp. et Gén., Tome 4.
1910. Poyarkoff, E.: Recherches histologiques sur la métamorphose d'un Coléoptère (La Galéruque de l'orme). Arch. d'Anat. micr., Vol. 12.
1889. van Rees, J.: Beiträge zur Kenntnis der inneren Metamorphose von *Musca vomitoria*. Zool. Jahrb. Anat., Bd. 3.
1897. Rengel, C.: Über die Veränderungen des Darmepithels bei *Tenebrio molitor* während der Metamorphose. Zschr. wiss. Zool., Bd. 62.
1936. Robertson, C. W.: The metamorphosis of *Drosophila melanogaster*, including an accurately timed account of the principal morphological changes. J. Morph., Vol. 59.
1908. Russ, E.: Die postembryonale Entwicklung des Darmkanals bei den Trichopteren (*Anabolia laevis* Zett.). Zool. Jahrb. Anat., Bd. 25.
1929. Samtleben, B.: Zur Kenntnis der Histologie und Metamorphose des Mitteldarms der Stechmückenlarven. Zool. Anz., Bd. 81.
1905. Thompson, M. T.: Alimentary canal of the mosquito. Proc. Boston Soc. Nat. Hist., Vol. 32.
1905. Verson, E.: Zur Entwicklung des Darmkanals bei *Bombyx mori*. Zschr. wiss. Zool., Bd. 82.