

Beobachtungen beim Aufbau einer technischen Grosszucht der Kleidermotte (*Tineola biselliella*)

Autor(en): **Geigy, R. / Zinkernagel, R.**

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 4-5

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-400905>

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.

(Aus der Zoologischen Anstalt der Universität und dem
Biologischen Laboratorium der J. R. Geigy A.-G., Basel).

Beobachtungen beim Aufbau einer technischen Großzucht der Kleidermotte (*Tineola biselliella*).

Von

R. Geigy und R. Zinkernagel.

Als, vor jetzt mehr als acht Jahren, die wissenschaftlichen Mitarbeiter der Chemischen Fabrik J. R. Geigy A.-G., Basel, durch bestimmte Überlegungen dazu geführt wurden, sich auf dem Gebiet der Mottenschutzmittel forschend zu betätigen, da ergab sich bald die Notwendigkeit, die von den Chemikern laufend hergestellten Präparate am lebenden Objekt auf ihre Wirksamkeit zu prüfen und bestimmte biologische Testverfahren auszuarbeiten.

Die Wirkungsweise des Mottenschutzmittels, an dessen Ausarbeitung man herangetreten war und das dann im Jahre 1939 unter dem Namen « Mitin » auf den Markt gekommen ist, geht von einem andern Prinzip aus als die landesüblichen volatilen Stoffe wie Campher, Naphtalin, Paradichlorbenzol usw. Während diese als Kontaktgifte auf das Tracheensystem einwirken, ist das neue Mittel ein Fraßgift. Es wird also das Larvenstadium von *Tineola*, das allein Nahrung aufnimmt, damit getroffen. Ohne weiter auf das chemische Prinzip eintreten zu wollen, das dabei zur Anwendung gelangte und welches an anderer Stelle eingehender behandelt werden soll, sei lediglich mitgeteilt, daß dem Keratin der Wollfaser, d. h. jenen kettenförmig aneinandergereihten Eiweißmolekülen auf chemischem Wege bestimmte Stoffgruppen angelagert werden. In dieser neuen Kombination behält die tierische Faser unverändert (Abb. 1) sämtliche von der Technik geforderten qualitativen Eigenschaften bei (Elastizität, Färbbarkeit, Geruchlosigkeit, Giftlosigkeit für Säuger usw.), hat aber dazu noch eine weitere erworben, diejenige der Mottenechtheit. Werden nämlich Mottenraupen aller Stadien auf so behandelte Wolle gesetzt, so versuchen sie abzuwandern, indem bei ihnen eine wohl sinnesphysiologisch bedingte Fluchtreaktion ausgelöst wird (Abb. 2). Andererseits aber können zwangsweise auf solcher Wolle gehaltene Raupen dort nicht gedeihen, denn die behandelten Wollfaserstückchen, die sie in ihren Darmtraktus aufnehmen, üben auf den Organismus eine Giftwirkung aus, so daß der Tod aller Versuchstiere eintritt.

Ein Unternehmen, das sich in so hohem Maße für die Bearbeitung eines solchen Gebietes, wie es die Mottenausrüstung von Wolltextilien darstellt, einsetzt, muß auch über die nötigen Prüfungsmöglichkeiten für derartige Produkte verfügen. Die Prüfungs-

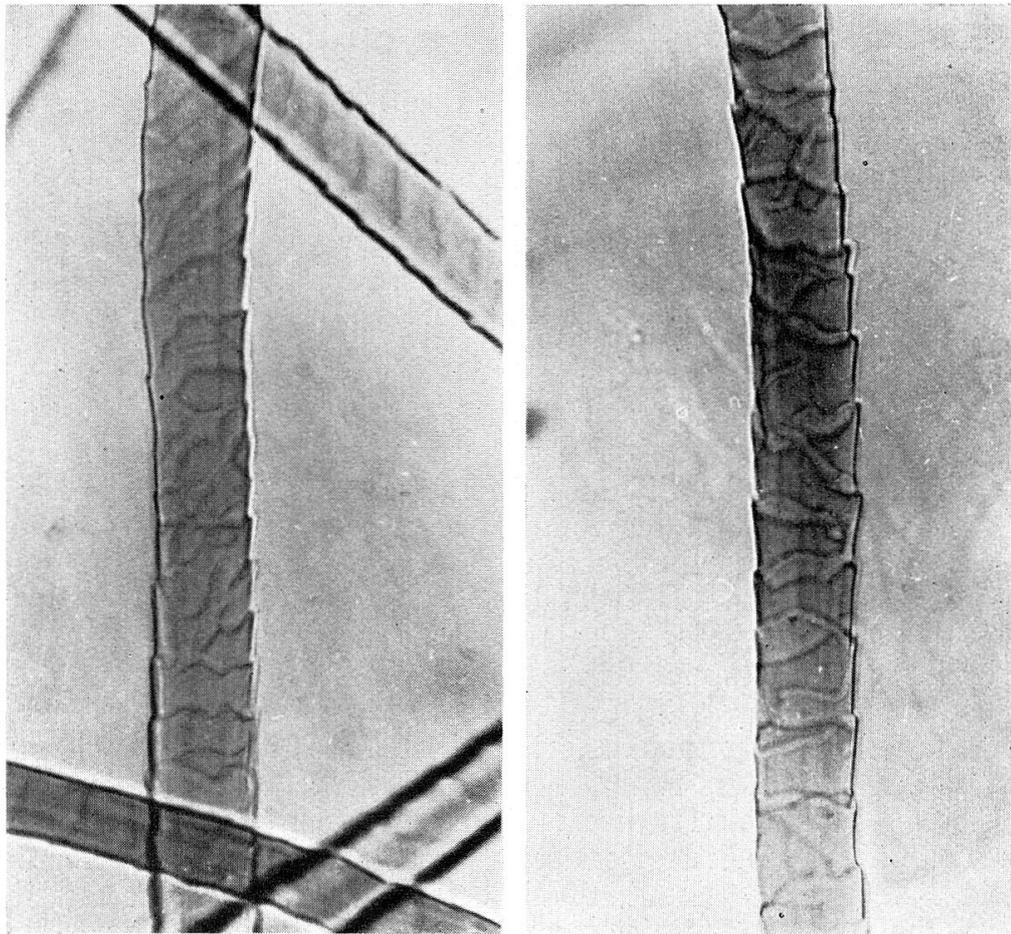
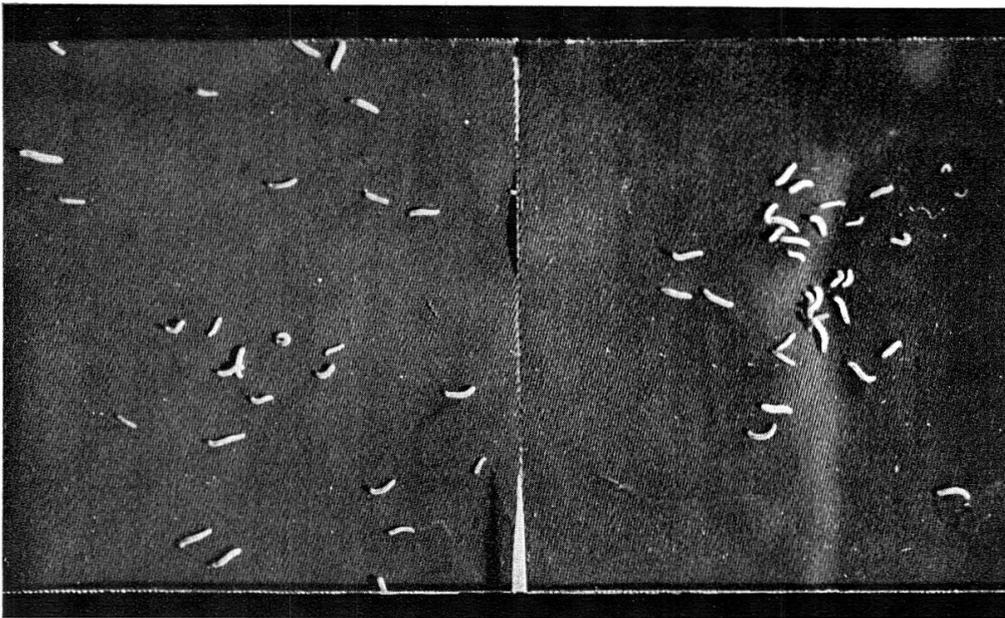


Abb. 1 a) unbehandelte
b) mit Mitin behandelte Wollfasern (Vergrößerung zirka 80×).

bedingungen stellten sich im Vergleich zu den üblichen chemisch-koloristischen Verfahren für das neue Gebiet in ganz anderer Weise. Es wurden biologische Untersuchungen mit Motten und anderen Keratinfressern nötig, um alle die vielen Punkte, die für die Mottenausrüstung verlangt werden, systematisch bearbeiten zu können. Aus dieser praktischen Forderung entstand die Großzucht der Kleidermotte *Tineola biselliella* in der Firma J. R. Geigy A.-G.

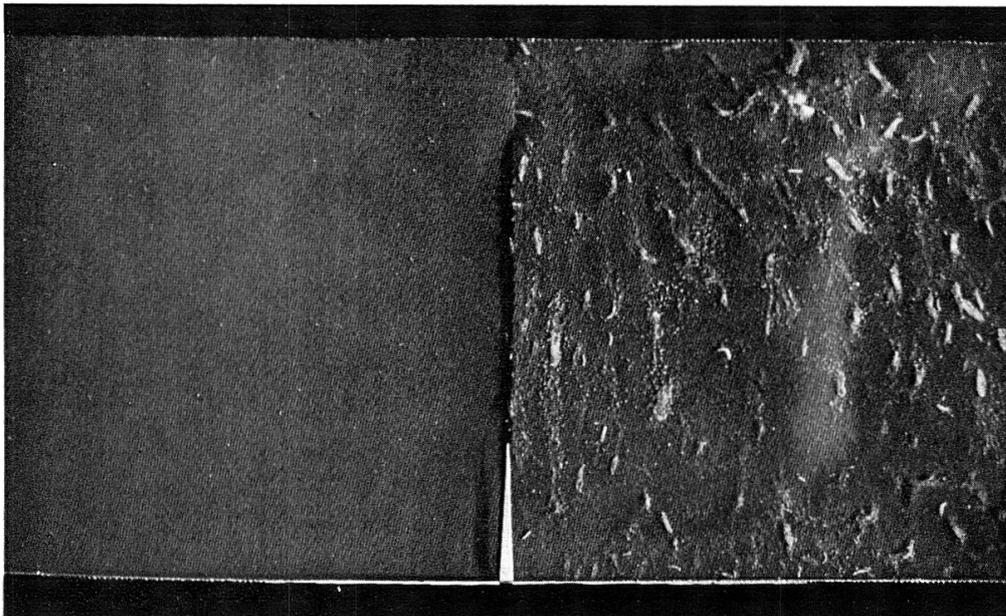
Es läßt sich aus dem Gesagten leicht erkennen, daß die Mottenprüfstation, welche von den beiden Verfassern dieser Mitteilung im Laufe der Jahre aufgebaut wurde, täglich über Tausende von Raupen verfügen muß, um den vielen Anforderungen der Chemiker, Techniker und Kunden gerecht zu werden. Da gewisse Erfahrungen, die bei der Schaffung dieser Mottengroßzucht gemacht wurden, für die angewandte Entomologie von einigem Interesse sein dürften, seien hier, soweit es die Interessen der Firma erlauben, einige mitgeteilt.



behandelt

a

unbehandelt



behandelt

b

unbehandelt

- Abb. 2 a) 60 Raupen sind zu gleichen Teilen auf zwei sich frei berührende Wollmuster gebracht worden, von denen das linke Mitin-behandelt, das rechte unbehandelt ist.
- b) Die Raupen haben sich auf dem unbehandelten Muster gesammelt und ihre Wohnröhren gebaut. Die Mitin-behandelte Seite wird gemieden.

Unser Bestreben richtete sich naturgemäß darauf, die Bedingungen ausfindig zu machen, unter denen in kürzester Zeit maximale Mengen gesunder Mottenraupen gezüchtet werden konnten. Zu diesem Zwecke mußte man über das Verhalten von *Tineola* in ihrem natürlichen und im Zuchtmilieu, über die Art der Eiablage und über ihre Fruchtbarkeit, über die Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit von äußeren und inneren Faktoren orientiert sein. Wie wir bald einsahen, wurde außerdem unerläßlich, der Großzucht einen besonderen Schutz gegenüber den verschiedensten Parasiten angedeihen zu lassen und zu diesem Zwecke möglichst viele Daten über deren Biologie zu sammeln. Die Arbeiten von T i t s c h a c k , H e r f s u. a. Autoren (vergl. Literaturverzeichnis), die sich mit praktischer Mottenzucht beschäftigt haben, boten uns in vielen Fragen wertvolle Anhaltspunkte, doch galt es immer wieder, die verschiedensten Lücken durch eigene Erfahrungen und Versuche auszufüllen.

1. Verhalten gegenüber dem Licht.

Die Mottenraupen jeden Alters, außer die vor der Verpuppung stehenden, fliehen die Helligkeit und suchen in die Tiefe der wollenen Objekte einzudringen; handelt es sich um flach ausgebreitete Teppiche oder Decken, so begeben sie sich regelmäßig auf deren Unterseite, in eine Falte oder in einen Saum. Die Raupen können mit den Kriechbewegungen ihres wurmförmigen Körpers diese tief gelegenen Zonen besser erreichen als die reifen Schmetterlingsweibchen, welche für das Ablegen der Eier mehr oder weniger auf die Oberfläche der Objekte angewiesen sind. Diese Tiefenwanderung der Raupen steht allerdings in einer gewissen Abhängigkeit zum Material. Handelt es sich z. B. um mit Roßhaar gepolsterte Matratzen oder Möbelstücke, so werden sich die 1—2 mm langen Junglarven in der ersten Zeit in der zwischen Roßhaar und Überzug befindlichen wollenen Abpolsterung aufhalten. Ihre Mandibeln sind noch nicht stark genug, die dicken Roßhaarfasern durchzubeißen; erst später, als 3—6 mm lange Larven, rücken sie in der Tiefe dem gröberen Material zu Leibe.

Obschon im Versuch diese Lichtscheu der Raupen einwandfrei demonstriert werden kann und sich erfahrungsgemäß auch unter natürlichen Verhältnissen bestätigt, haben wir doch zeigen können, daß für die beschriebene Tiefenwanderung nicht nur der Faktor Helligkeit maßgebend ist. Läßt man nämlich Mottenweibchen ihre Eier an der Oberfläche von mit Wolle gefüllten Kissen ablegen, so werden sich die schlüpfenden Jungraupen auch dann durch den Überzug hindurch in das Innere hineinarbeiten, wenn die Kissen vollkommen verdunkelt aufbewahrt werden. Man möchte deshalb eher von einer sich auch in voller Dunkelheit auswirkenden « Ober-

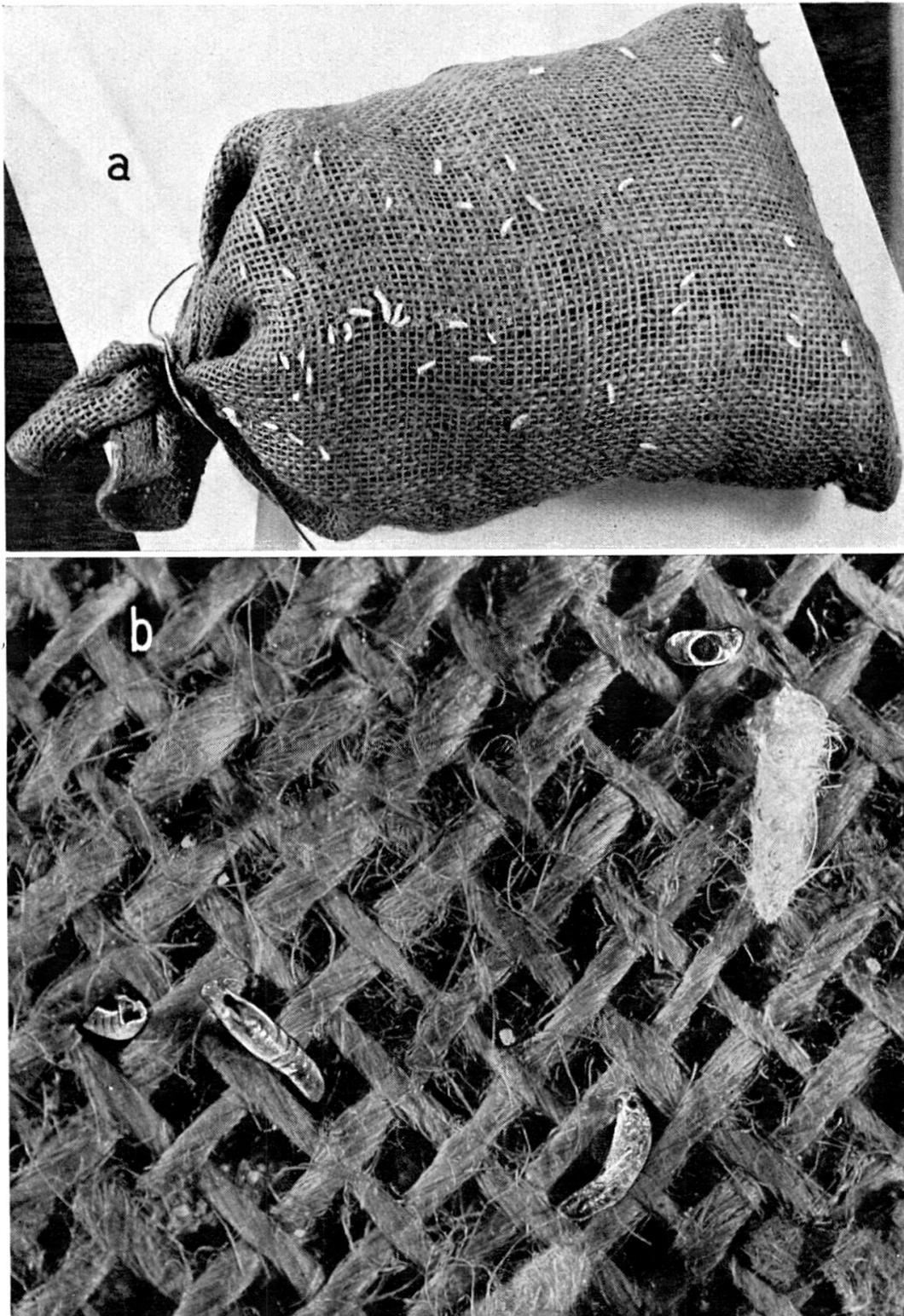


Abb. 3 a) Anordnung der Puppenröhren an der Oberfläche eines mit Wolle gefüllten und mit Raupen infizierten Jute-Sackes.
 b) Motten-Exuvien in den Maschen des Sacktuches mit nach außen gekehrten Schlüpföffnungen (starke Vergrößerung).

flächenscheu » sprechen, von einem Bestreben, nicht nur das Licht zu fliehen, sondern auch die Wohnröhren wenn immer möglich in Distanz von der Außenfläche zu bauen. So erklärt sich die häufig gemachte Beobachtung, daß befallene Wollpartien « von innen heraus » zerfressen und Schäden oft erst nach weit vorgeschrittenem Zerfall bemerkt werden.

Dieses typische Verhalten ändert sich und kehrt sich gewissermaßen ins Gegenteil, wenn die Altraupen verpuppungsreif werden. Dann macht sich, wie dies ja bei vielen Insekten vor der Metamorphose der Fall ist, ein « Wandertrieb » geltend, der die Raupen veranlaßt, irgendwo an der Oberfläche ihre Puppenröhren zu spinnen, deren für die schlüpfende Imago bestimmte Ausflugsöffnung meistens nach außen gerichtet ist (Abb. 3). Es sind in unserem Laboratorium bei Tag sogar wiederholt Wanderungen ganzer Züge verpuppungsreifer Raupen über mehrere Meter lange Strecken außerhalb des wollenen Milieus beobachtet worden. Wenn dies auch Ausnahmefälle sind, so zeigen sie doch, wie sehr sich das Verhalten vor Metamorphosebeginn ändert.

Die frisch geschlüpften Imagines zeigen ebenfalls keine ausgesprochene Flucht vor Helligkeit, so daß man beide Geschlechter im freien Flug antreffen kann. Die Männchen sind sofort begattungsfähig und vollziehen die Copula, die Weibchen legen unter günstigen Bedingungen etwa nach zwei Tagen die ersten Eier (siehe Aufstellung S. 220). Kurz vor der Eiablage zeigt sich bei den Weibchen wieder verstärkt der Trieb nach Dunkelheit und geschützten, möglichst abgeschlossenen Legeorten (in unbenützten Wohnräumen, Kleiderkästen, Truhen usw.), wodurch die Unterbringung der Eier an einem für das Gedeihen der Nachkommenschaft günstigen Platz mit gewährleistet wird.

2. Eiablage und Fruchtbarkeit der Weibchen.

Während dem Legeakt betastet das Weibchen die Oberfläche der Wolle mit seiner Legeröhre und schiebt dieselbe zwischen die obersten Fasern, so daß das hervorquellende, zirka 0,5 mm lange Ei in denselben verankert wird (Abb. 4). Werden frisch gelegte Eier auf eine glatte Unterlage gebracht, so haften sie daran fest. Obwohl die Motten ihre Eier nur feststecken, aber nicht ankleben, und die Eiablage auf glatter Oberfläche, wie z. B. einer Glasplatte, unter normalen Bedingungen nicht vorkommt, läßt sich dieses Festkleben wohl dahin deuten, daß das durch den Ovidukt und Ovipositor gleitende Ei nicht trocken sein kann, sondern mindestens in ein Gleitmittel, das möglicherweise von den Epithelien der Geschlechtsgänge abgesondert wird, gehüllt ist. Daß diese Gleitflüssigkeit an der Luft trocknet und unter Umständen mit der Unterlage starke Adhäsion aufweist, darf nicht verwundern. Auf Ausscheidung eines eigent-

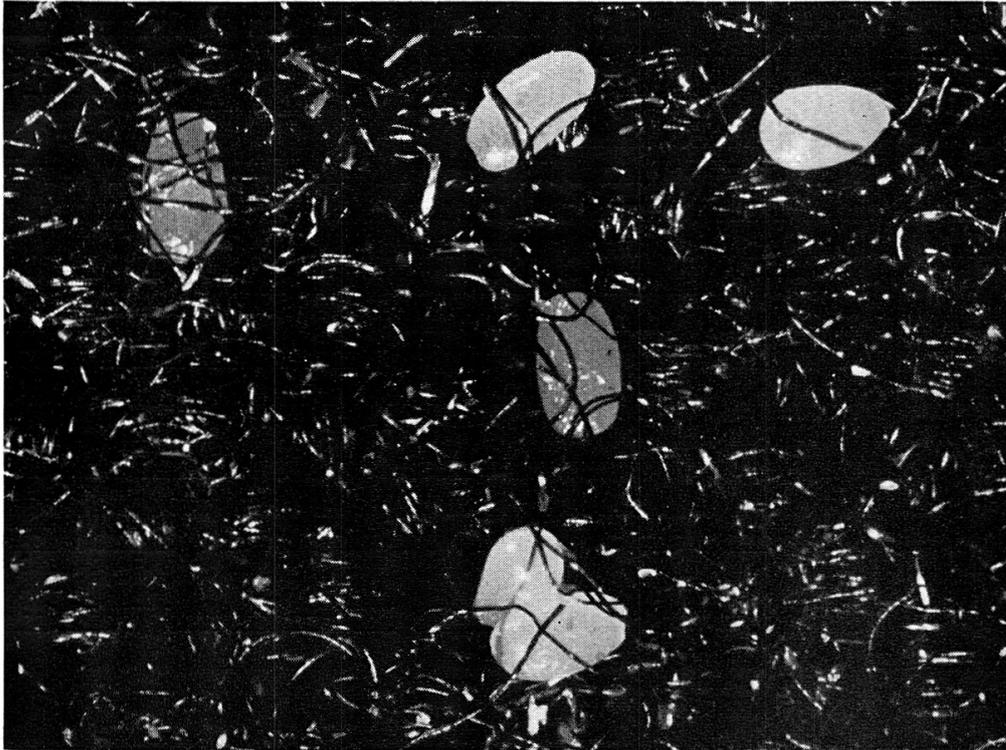


Abb. 4. Frisch gelegte Motteneier.



Abb. 5. Eihüllen nach dem Schlüpfen der Raupen am Kopfpol durchlöchert.

lichen Klebstoffes, wie er bei andern Lepidopteren vorkommt, kann daraus nicht geschlossen werden, zumal der natürliche Boden der Eiablage, tierische Fasern, solche Adhäsionsmöglichkeiten nur in ganz schwachem Maße bietet.

Die fertig entwickelten Räumchen liegen U-förmig in der Eihülle eingerollt und öffnen dieselbe beim Schlüpfen mit ihren Mandibeln durch einen kreisförmigen Einschnitt am Kopfpol (Abb. 5).

Das Mottenweibchen legt seine Eier örtlich und zeitlich verzettelt und oft mit längeren Unterbrechungen. Es gibt also in seiner Existenz weder einen bestimmten Legetag, noch kommt ein zusammenhängendes Gelege zustande. In der Natur kann sich dieser Vorgang wohl über Wochen hinziehen, während er sich durch günstige Zuchtbedingungen zeitlich zusammendrängen läßt. Dann ist die Eierreserve verbraucht und das Weibchen geht bald ein. Folgender Protokollauszug mag einen Begriff von der Art der Eiproduktion vermitteln:

- a) 10 Imagines (frisch geschlüpfte Männchen und Weibchen),
am 13. Mai angesetzt, legen
 - am 15. V. 203 Eier
 - „ 17. V. 119 „
 - „ 19. V. 51 „
 - „ 22. V. 25 „
- b) 10 Imagines, am 13. Mai angesetzt, legen
 - am 15. V. 102 Eier
 - „ 17. V. 103 „
 - „ 19. V. 51 „
 - „ 20. V. 39 „
- c) 10 Imagines, am 13. Mai angesetzt, legen
 - am 15. V. 136 Eier
 - „ 17. V. 113 „
 - „ 19. V. 60 „
 - „ 22. V. 57 „
- d) 10 Imagines, am 13. Mai angesetzt, legen
 - am 15. V. 138 Eier
 - „ 17. V. 56 „
 - „ 19. V. 51 „
 - „ 22. V. 40 „

Die Summe der Eier, welche ein einziges Mottenweibchen hervorzubringen vermag, ist in der Natur sehr verschieden und hängt in erster Linie von den Ernährungs-, Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen ab, welche während der Larvenperiode des betreffenden Tieres vorgeherrscht haben (später soll gezeigt werden, daß die gesamte Entwicklungsgeschwindigkeit, sowie die Körpergröße der Imago von eben denselben Bedingungen abhängt). Zwar beträgt nachgewiesenermaßen die Anzahl der Eiröhren, aus welchen

sich die Eierstöcke zusammensetzen, stets vier, jedoch variiert die Zahl der darin heranreifenden Eier, ihre Größe und damit das Gesamtvolumen der weiblichen Gonaden beträchtlich, je nach den Bedingungen, unter welchen sich die larvale Entwicklung vollzogen hat. Es werden Rekordzahlen von 230 Eiern pro Weibchen angegeben (Titschack 1922), während unter ungünstigen Verhältnissen die Eiproduktion auf 10—20 Stück heruntergehen kann. Dies hängt, wie wir in zahlreichen Versuchsserien feststellen konnten, einmal mit der Menge der zum Aufbau der Eier, speziell ihres Dotters, disponiblen Körperreserven zusammen, d. h. also indirekt mit der von der Larve seinerzeit aufgenommenen und assimilierten Nahrungsquantität und -qualität (vergl. 3 b). Des weiteren aber ist die Temperatur, in der sich die Larven entwickeln, von großer Bedeutung für die spätere Eiproduktion der Imagines. Bei einer Zuchttemperatur von 23°C wird erfahrungsgemäß die Entwicklung forciert, während dagegen die Eiproduktion trotz guter Ernährung mit 50—80 Eiern pro Weibchen relativ gering bleibt. Andererseits verläuft bei $18\text{—}20^{\circ}\text{C}$ die Entwicklung langsamer, dafür erhöht sich aber die individuelle Eiproduktion auf 100—120 Stück.

3. Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit und der Körpergröße von Temperatur und Ernährung.

a) Temperatur. Die Motte kann in larvalem, pupalem und imaginalem Zustand bis -8°C Kühltemperatur und bis etwa $+35^{\circ}\text{C}$ Wärme ertragen. Bei weniger als $+10^{\circ}$ entwickeln sich die Eier nicht weiter. Gegen rasche Temperaturwechsel sind die Motten empfindlich.

Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zur Imago ist in hohem Maße von der Umgebungstemperatur abhängig. Da dieselbe im natürlichen Lebensraum starken Schwankungen unterworfen sein kann, ist die Entwicklungsdauer freilebender Motten von sehr verschiedener Dauer und kann nachgewiesenermaßen etwa zwischen drei und zehn Monaten variieren. Die maximale Entwicklungsgeschwindigkeit wird nach unseren Feststellungen bei einer konstanten Temperatur von $+26^{\circ}$ erreicht, dann dauert (bei geeigneter Ernährung) die Embryonalentwicklung zirka eine Woche, die larvale Periode vier Wochen, die Puppenruhe zehn Tage, was eine Gesamtdauer von annähernd zwei Monaten ergibt. Allerdings bleibt bei dieser forcierten Entwicklung die Körpergröße merklich hinter dem Maximum zurück (in gleicher Weise, wie wir dies schon für das Volumen des Ovariums festgestellt haben). Trotz besonders guter Ernährung kann der Fettkörper der Raupe in der relativ kurzen larvalen Periode wohl nicht ein Maximum an Reservestoffen aufspeichern, was sich in einer Beeinträchtigung der imaginalen Wachstumsprozesse äußert. Um Imagines von maximaler Körper-

größe zu erhalten, muß sich die Aufzucht langsamer, bei einer Temperatur von 18—20° C vollziehen (Abb. 6, a und b).

b) E r n ä h r u n g. Wie schon mehrmals betont, bildet die Ernährung einen der Temperatur an Bedeutung mindestens ebenbürtigen Faktor. Ja, es kann wohl gesagt werden, daß das Gedeihen

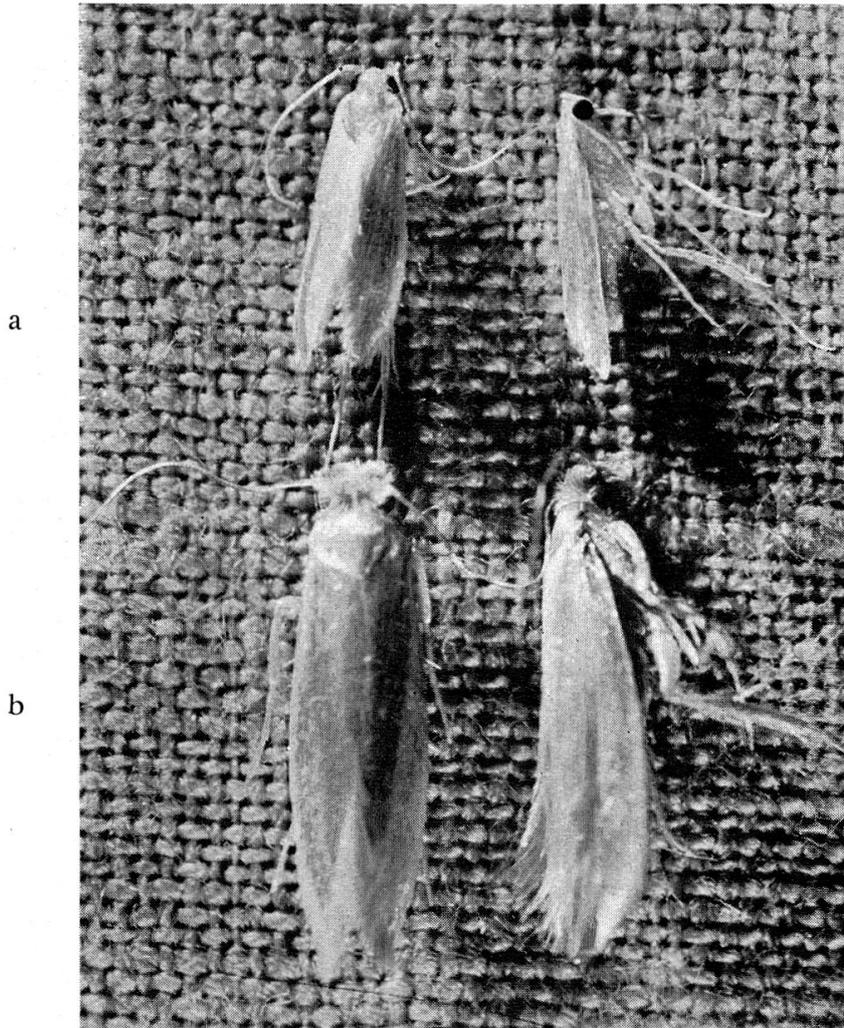


Abb. 6 a) Imagines, die sich unter schlechten, b) solche, die sich unter optimalen Bedingungen entwickelt haben. (Länge Scheitel—Abdomenspitze 3,5 resp. 6 mm.)

unserer Mottengroßzucht mit einer Monatsproduktion von durchschnittlich 1 $\frac{1}{2}$ Millionen Larven, erst möglich wurde, nachdem es gelungen war, die Ernährungsfrage einigermaßen befriedigend zu lösen. Noch heute ist dies ein Kapitel, dem wir unsere volle Aufmerksamkeit schenken, indem wir stets bestrebt sind, weitere Verbesserungen einzuführen. Wenn sich frei lebende Motten oft sehr langsam entwickeln, so ist dies nicht nur den schon erwähnten Tem-

peraturschwankungen, sondern oft auch einer wenig geeigneten Ernährung zuzuschreiben. Versuche haben nämlich gezeigt, daß Raupen auf gewaschener, entfetteter Wolle sehr langsam und schlecht gedeihen und oft gar nicht imstande sind, sich zu vollwertigen Schmetterlingen umzuwandeln. Das Keratin, aus welchem sich die tierische Faser aufbaut, erweist sich somit als Mottennahrung erst geeignet, wenn ihm andere Substanzen beigegeben werden. Es bleibe dahingestellt, ob jene Hypothese zutrifft, nach welcher die Motte oder ihre Vorfahren in entlegenen Zeiten, als der Mensch die Verarbeitung der Wolle noch nicht gekannt hat und somit dieses Insekt noch kein Nutznießer unserer Zivilisation sein konnte, vornehmlich in den Fellen von Tierkadavern gelebt habe und demnach ihre Raupen neben dem Keratin der Haare, des Gehörns, der Haut, der Sehnen, am verwesenden Leib zusätzlich noch alle möglichen andern organischen Stoffe finden konnte. Doch gewinnt jedenfalls die Vermutung, daß das Regime dieser Larven einst weniger eintönig gewesen sei, einige Wahrscheinlichkeit, wenn wir feststellen, daß sie an Kleidungsstücken, Teppichen usw. vorzugsweise solche Stellen angreifen, die Flecken tragen oder einmal auf irgendeine Weise beschmutzt worden sind.

In Verwertung dieser Beobachtung erfährt die von uns zur Zucht verwendete Wolle eine besondere Behandlung. Die verschiedensten Arten von Nährsubstanzen können in Kombination zur Anwendung kommen. Auf Grund dieser Überlegungen ist die von uns verwendete sogenannte Zuchtwolle entstanden. Es mag in diesem Zusammenhang interessant sein, zu erwähnen, daß es, den Angaben der Biologischen Reichsanstalt Berlin folgend, gelingt, Motten ohne Wollsubstrat rasch zur Entwicklung zu bringen. Der Nährboden, der hierbei Verwendung findet, setzt sich zusammen aus: Ovomaltine, Garnelenschrot, Fischmehl, Roggenmehl, Trypsin und Diastase (G ö ß w a l d 1937).

Zum Schluß soll hier noch eine Beobachtung erwähnt werden, die offenbar in einem gewissen Zusammenhang mit dem Ernährungszustand der Zuchten steht. Das Geschlechterverhältnis bei *Tineola* ist, wie bei großen Auszählungen immer wieder festgestellt wurde, normalerweise 50:50. Wir beobachten nun häufig, daß sich dieses Verhältnis in «alternden», mit Raupenkot stark angereicherten und mit Zuchtwolle spärlich beschickten Zuchten zu Ungunsten der Weibchen verschiebt. Dies zeigt folgende Aufstellung:

a) Normalzuchten:

von 755 Imagines sind 380 Männchen und 375 Weibchen	
„ 616	„ 313
„ 759	„ 392
„ 624	„ 309

b) Alternierende Zuchten :

von 192 Imagines sind	146	Männchen und	46	Weibchen
„ 147	„	„ 108	„	„ 39
„ 252	„	„ 179	„	„ 73
„ 316	„	„ 214	„	„ 102

Vielleicht kann der Männchenüberschuß, resp. das Abnehmen der Weibchen, dadurch erklärt werden, daß die weiblichen Larven in dem verarmten Milieu die Stoffe, die zum Aufbau der imaginalen Organe (speziell Eibildung) notwendig sind, nicht in genügender Menge finden und deshalb vor der Metamorphose absterben, während die Männchen bezüglich der Anlage von Reservestoffen weniger anspruchsvoll wären und die Entwicklung eher beenden können. Doch ist es noch nicht gelungen, diese Frage experimentell zu klären.

4. Parasiten der Zuchtmotten.

Die freilebenden Motten sind in sehr wechselnder Dichte beieinander zu finden. Je nach Umständen ist möglich, daß an einem Wollartikel die Nachkommen nur eines oder einiger weniger Mottenweibchen zur Entwicklung gelangen und daß diese kleine « Kolonie » schon nach kurzer Zeit entdeckt und vernichtet wird. Es kann aber ebensogut vorkommen, daß schon der anfängliche Befall stärker ist und daß sich dieser Bestand während zwei oder mehr Generationen ungestört vermehren kann, wodurch mit der Zeit eine eigentliche Massenbevölkerung des betreffenden Wollobjektes zustande kommt. Nie aber wird in der Natur ein so massenweises, dichtes Zusammenleben von Motten erreicht werden, wie in den verhältnismäßig engen Behältern einer technischen Großzucht. Je mehr aber die Dichte einer Bevölkerung anwächst, ein desto günstigeres Wirkungsfeld finden Parasiten und Krankheitserreger aller Art, da sie epidemisch große Mengen von Individuen befallen und so in kürzester Zeit überhandnehmen können. Diese Erfahrung wird immer wieder bei sozial lebenden und besonders auch bei domestizierten Tieren gemacht, wobei unter den Insekten speziell an die Bienen und Seidenspinner erinnert sei.

Wie zu erwarten stand, wurde auch unsere Mottenzucht von den verschiedensten tierischen Parasiten heimgesucht, und zwar von Ichneumoniden, Acarinen und einem Mikrosporidier.

a) Ichneumonidae.

Die von Ferrière (London) als *Apanteles carpata* bestimmte, zirka 4 mm große Braconide (Abb. 7) war bis jetzt nur für die Vereinigten Staaten nachgewiesen. Sie führt pro Mottenraupe je ein Ei ein. Die Gegenwart dieses relativ großen Insekts fällt sofort auf, die Bekämpfung konnte deshalb gleich wirksam einsetzen, so daß

uns durch *Apanteles* nie größere Schäden im Mottenbestand erwachsen sind.

Anders stand es um eine nur 1,5 mm große Chalcidide, die von Ferrière als *Tetrastichus* spec. bestimmt worden ist und von der angenommen werden muß, daß es sich um eine neue Art handelt (Abb. 8). Sie soll in einer besonderen Publikation besprochen werden.

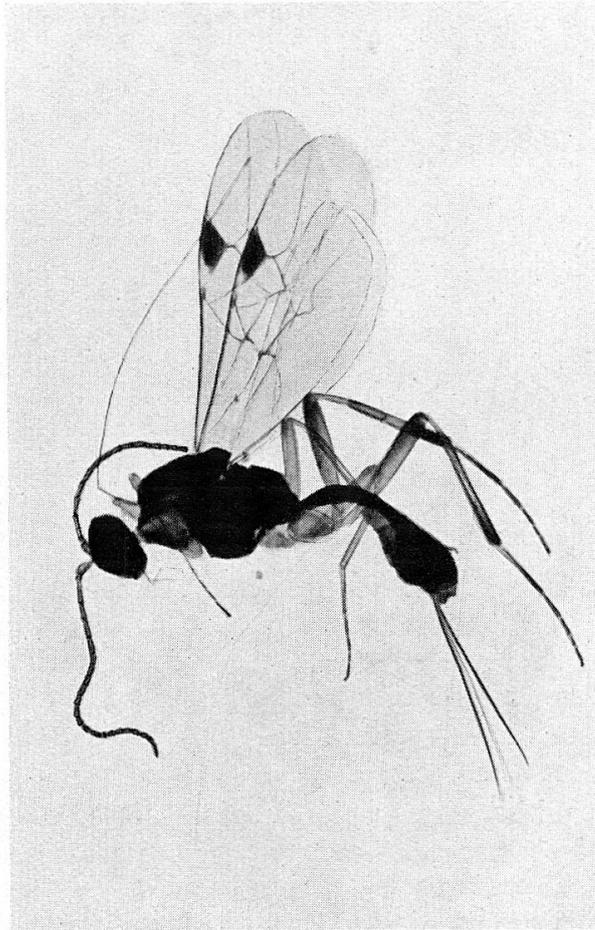
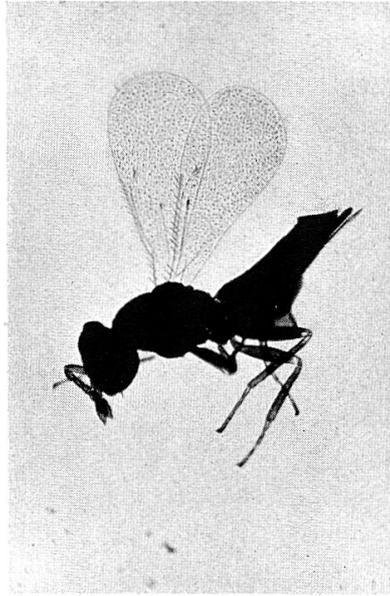


Abb. 7. *Apanteles carpata*.

Diese Schlupfwespe legt nach unseren Feststellungen pro Raupe 4—20 Eier, vermehrt sich schnell und ist wegen ihrer geringen Größe schwerer auffindbar. Man beobachtet in der Regel, daß im Laufe der Legeperiode von *Tetrastichus* mehrere Raupen angestochen werden, daß jedoch nur in einer derselben der gesamte Eivorrat deponiert wird. Das kann damit in Zusammenhang gebracht werden, daß die Wespe schreckhaft auf die Abwehrbewegungen der Raupe reagiert und dadurch Fehlstiche tut, und daß außerdem nach vollbrachtem Legegeschäft der Stechinstinkt noch einige Zeit anhält.

Abb. 8. *Tetrastichus* spec.

Die kleine Schlupfwespe konnte unbemerkt in die Zuchtbehälter einfliegen, wenn dieselben zum Herausfangen der Motten geöffnet wurden. Es gelang ihnen, ihre Wirte auch auf einem anderen Wege zu erreichen, indem sie nämlich mit ihrem feinen Legestachel imstande waren, die Mottenraupen durch die mit Metallgaze überzogenen Durchlüftungsfenster der Zuchtbehälter anzustechen. Ein einziger geglückter Anstich genügte aber, um den ganzen Behälter für die weitere Verwendung unbrauchbar zu machen, woraus die Gefährlichkeit dieses Parasiten leicht ersehen werden kann. Durch radikale Säuberung aller parasitierter Behälter und peinliche Überwachung des Zuchtraumes konnten wir aber bald der Schlupfwespengefahr Herr werden.

Wir besitzen Unterlagen dafür, daß die genannten und vielleicht noch andere Schlupfwespenarten auch freilebende Motten gelegentlich befallen. Man könnte daraus die Vermutung ableiten, daß vielleicht mit Hilfe dieser Parasiten in gewissen Fällen eine biologische Bekämpfung von *Tineola* möglich wäre. Ein Großversuch hat uns gezeigt, daß ein solches Unternehmen, auch wenn es unter besonderen Umständen vielleicht praktisch durchführbar wäre, wohl kaum Erfolg haben dürfte.

Unser Versuch wurde zwar nicht im freien Raum, aber in einer großen Reservezuchtkiste (Größe 80 cm lang und breit, 50 cm hoch) — also unter für die Parasiten noch günstigeren Bedingungen, als sie das Freileben bieten würde — durchgeführt. Im Juli 1936 wurden in dieser Reservezucht die ersten *Tetrastichus* festgestellt und die Kiste ungestört weiter aufbewahrt. Im September desselben Jahres hatte der Chalcididenbestand beträchtlich zugenommen, doch waren immer noch reichlich Motten aller Sta-

dien vorhanden. Die Zucht wurde nun weitere vier Jahre, d. h. bis auf den heutigen Tag, aufbewahrt, ohne daß sich das Mengenverhältnis zwischen Wirt und Parasit in dieser ganzen Zeit wesentlich verändert hätte. Trotz 4 $\frac{1}{2}$ jährigem Zusammenleben auf relativ engem Raum, wo es jedenfalls für die Raupen kein Entweichen durch Abwanderung und für die Schmetterlinge keine Neubesiedlung parasitenfreier Legeorte gab, und wo viele Chalcididengenerationen in ständiger Gegenwart ihres Wirtes aufwuchsen, kam es zu keiner Ausrottung der Motten. Obschon die herrschenden Bedingungen den Parasiten scheinbar in den Vorteil setzten, bildete sich auch hier, wie in der Natur, eine Art Gleichgewichtszustand heraus, der ein dauerndes Nebeneinanderleben von Wirt und Parasit ermöglichte. Es war uns nicht möglich, die dabei wirksamen Faktoren im einzelnen experimentell zu analysieren, jedoch kann Folgendes festgestellt werden: Wenn jeweils eine legereife Chalcididengeneration auf den Plan tritt, so kommen alle zu jenem Zeitpunkt vorhandenen Motteneier, Puppen und Imagines für die Parasitierung nicht in Frage, weil ja nur Raupen angestochen werden. Aber auch viele Raupen, besonders die in tieferen Schichten der Zuchtwolle lebenden, werden den Parasiten entgehen. Alle diese verschonten Individuen garantieren aber jeweils für die Erhaltung der Wirtsart und sorgen immer wieder für das Vorhandensein eines gewissen Mottenbestandes.

b) A c a r i n a.

Den Ichneumoniden stehen einige kleinere Ectoparasiten gegenüber. Es sind dies, wie bis dato festgestellt werden konnte, ausschließlich die Acarinen: *Pediculoides ventricosus*, *Typhlodromus tineivorus* und *Typhlodromas spec.*

Die hier angeführte Reihenfolge ist weder systematisch, noch soll sie einen Maßstab für die Gefährlichkeit dieser Parasiten für Mikrolepidopteren-Zuchten bieten. Sie gibt nur die Folge an, in der die Parasiten in unseren Zuchten aufgetreten sind.

Aus der Familie der Tarsonemiden fand sich *Pediculoides ventricosus* (Newp.). Da wir punkto Acarinen jeder Erfahrung bar waren, dauerte es einige Zeit, bis wir diese Invasion gewahrten. Einige Tage bevor der Schädling erkannt worden war, brach die Zucht zusehends zusammen. Als der Parasit festgestellt und bestimmt war, hatte dieses überfallartige Auftreten der Milbe einen derartigen Umfang angenommen, daß wir mit den üblichen Methoden der Lage nicht Herr werden konnten.

Die Bekämpfung von *Pediculoides ventricosus* gestaltet sich wegen der biologischen Eigenheiten des Tieres recht kompliziert. *Pediculoides* entwickelt sich haploid parthenogenetisch, d. h. die Milbe vermehrt sich unter « normalen » Bedingungen sexuell, bei Mangel der Männchen aber kann sie sich parthenogenetisch ver-

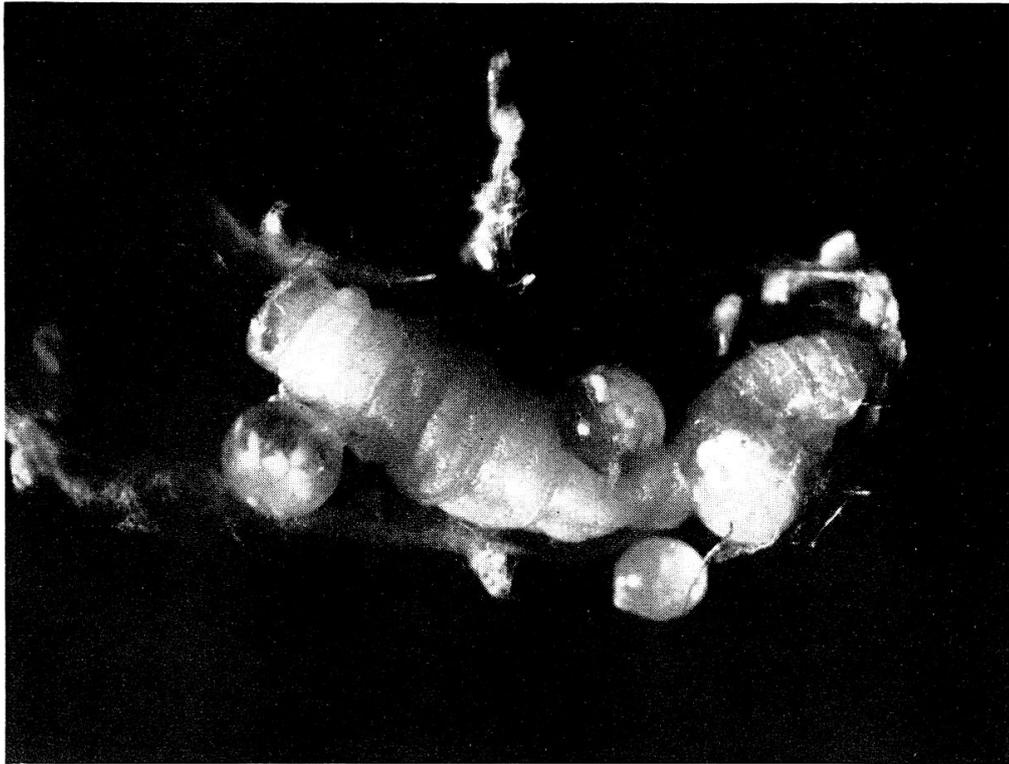


Abb. 9. Mutterkugeln von *Pediculoides ventricosus* auf einer *Tineola*-Raupe.

mehren. Welche Entwicklungsmöglichkeiten sich daraus ergeben, ist leicht ersichtlich. Fügt man nun hinzu, daß jedes Weibchen nach Angaben von Herfs (1926) 80—90 Junge gebärt, von denen nur vereinzelte Männchen sind und die jungen Weibchen zehn Tage nach ihrer Geburt schon die ersten Nachkommen ausstoßen, so ist wohl verständlich, daß dieses lawinenartige Auftreten in unserer Mottenzucht möglich war. Die Weibchen stechen mit Vorliebe Raupen inner- und außerhalb ihrer Röhren, aber auch Schmetterlinge an und entwickeln sich zu den sog. Mutterkugeln (Abb. 9). Die selteneren, nicht parasitischen Männchen bleiben klein und halten sich auf den Mutterkugeln auf. Dort erwarten sie die als fertige Imagines (freie Larven- und Nymphenstadien existieren nicht) schlüpfenden Weibchen zur Copula. Es sei erwähnt, daß *Pediculoides ventricosus* von Morgenthaler (1922) auch als Bienenlarvenparasit beschrieben worden ist.

Von der Gattung *Typhlodromus* sind zwei Arten in unserer Mottenzucht aufgetreten. *Typhlodromus*-Arten sind bis jetzt im allgemeinen als Bewohner von Bäumen bekannt, auf deren Blättern sie noch kleinere Milben und kleinste Insekten jagen. Als einzige Ausnahme galt bis vor kurzem *Typhlodromus tineivorus* (Oud.), der in Kleinschmetterlings- und Käfer-Zuchten gefunden wurde. Diese Vorstellung ist dann einerseits durch eine briefliche Mit-

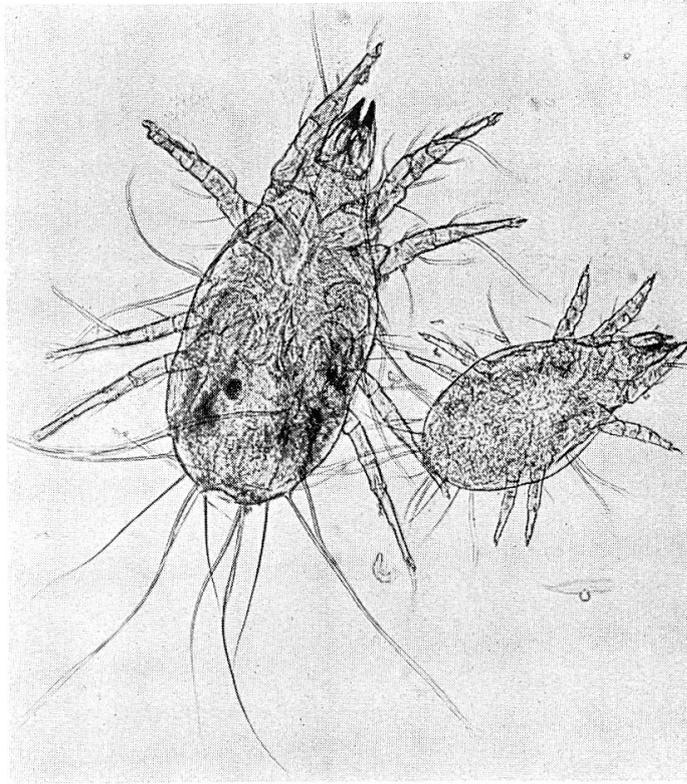


Abb. 10. *Typhlodromus tineivorus* (mit Jugendstadium).
Länge 400—450 μ .

teilung von Vitzthum (München), andererseits durch unsern Fund richtiggestellt worden. Vitzthum hat ermittelt, daß eine in Europa auf Bäumen vorkommende *Typhlodromus*-Art in Brasilien Bienenmaden befallt. Wir konnten eine *Typhlodromus*-Art in unseren Mottenzuchten finden, die von Vitzthum vorläufig nicht genau bestimmt werden konnte. Weitere Mitteilungen über diesen *Typhlodromus* behalten wir uns noch vor.

Typhlodromus tineivorus hat sich in größerer Anzahl in unseren Zuchten gefunden. Diese Art ist bekannt sowohl als Schädling in Kleinschmetterlingszuchten als auch vor allem auf *Dermestes lardarius*. In letzter Zeit konnte dieser *Typhlodromus* sowohl in der Westschweiz als auch in der Ostschweiz auf *Dermestes*-Larven, die aus großen Pelzlagern stammten, gefunden werden. *Typhlodromus tineivorus* fand sich auch in Massen auf *Tinea pelionella*.

Beide *Typhlodromus*-Arten durchlaufen Jugendstadien, ernähren sich von Eiern der Tineoliden und Dermestiden, kommen aber auch auf Imagines von *Tineola* und auf Larven von *Dermestes* und *Anthrenus* vor, was darauf hindeutet, daß sie auch die Körperflüssigkeiten dieser Entwicklungsstadien als Nahrung aufzunehmen imstande sind.

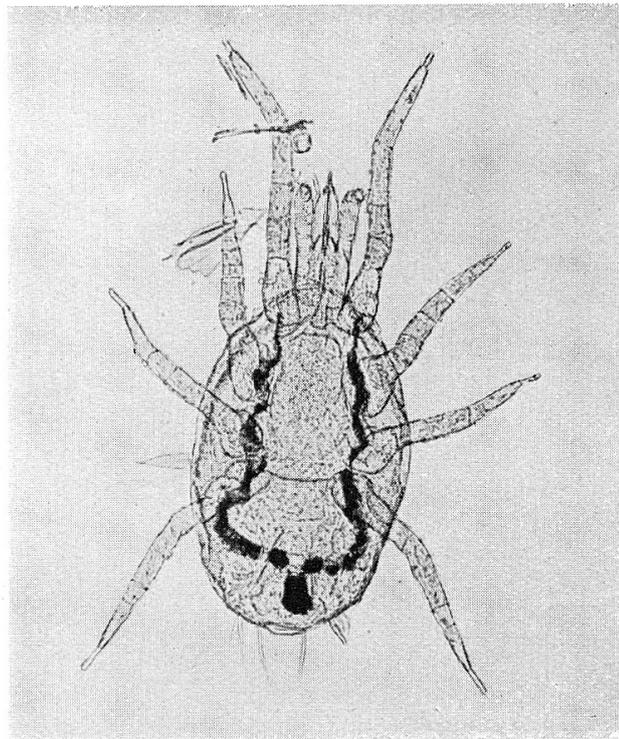


Abb. 11. *Typhlodromus* spec., Länge 300—400 μ .

c) Mikrosporidien.

Bei dem von Lotmar (1940 b) bei *Tineola bis* erstmals nachgewiesenen Mikrosporidium handelt es sich wahrscheinlich um die Gattung *Nosema*. Ob hier eine bereits beschriebene Form vorliegt, konnte noch nicht entschieden werden. Wir begnügen uns damit, daran zu erinnern, daß *Nosema*-Arten bei Bienen (Trappmann 1926, Zander 1930, Lotmar 1940 a), beim Seidenspinner (die bekannte Seidenraupen-Krankheit, Pasteur 1870, Stempel 1909 u. a.) und auch bei verschiedenen anderen Lepidopteren vorkommen und verweisen besonders noch auf die Arbeit von Schwarz (1929) und das dort zu findende Literaturverzeichnis.

Unsererseits liegen folgende Beobachtungen vor. Bei frisch aus der Natur eingebrachten Motten haben wir, trotz verschiedenen Kontrollen, noch nie Befall feststellen können. Die Raupen und Schmetterlinge unserer Zuchtbehälter sind in wechselnder Zahl und unterschiedlicher Stärke von diesen Sporen befallen (von 725 untersuchten Raupen waren 202, also etwa 28 %, sicher infiziert). Diese finden sich entweder nur in einem oder mehreren Organen. In erster Linie in den Spinndrüsen und den Malpighischen Gefäßen, dann in den Ovarien, der Muskulatur, den Bauchganglien, den Tracheen, dem Herzschlauch, dem Fettkörper, dem Bindegewebe, der Hypodermis und gelegentlich im Darmepithel (Abb. 12).

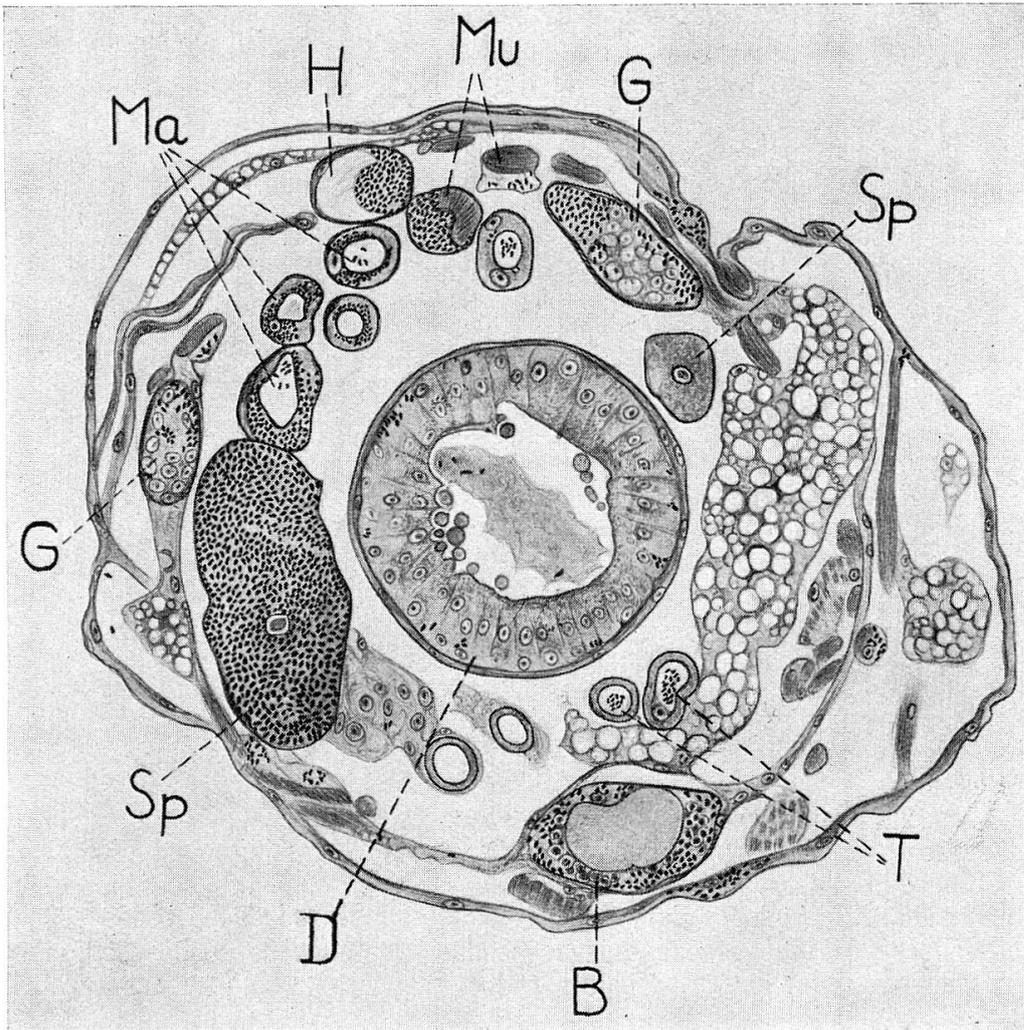


Abb. 12. Querschnitt durch eine *Tineola*-Raupe (B: Bauchganglion, D: Darm, G: Gonaden, H: Herzschlauch, Ma: Malpighische Gefäße, Mu: Muskulatur, Sp: Spinnstrüsen, T: Tracheen; alle diese Organe sind mit Sporen verseucht).

Auf welchem Wege die Infektion stattfindet, ist unbekannt. Die Gegenwart der Sporen in den Ovarien schließt eine Übertragung auf die folgende Generation schon im Ei nicht aus.

Irgendwelche äußerliche Krankheitssymptome konnten bei den befallenen Individuen nie festgestellt werden, ein Umstand, der auch von Schwarz (1926, S. 685 und 691) hervorgehoben wird. Vom praktischen Standpunkt aus kommt dieser Infektion wohl wenig Bedeutung zu, da sie keine direkte Beeinträchtigung der Zucht im Gefolge hat.

Beim oberflächlichen Betrachten des Titels dieser Zusammenfassung wird vielleicht der Eindruck erweckt, daß das Problem der Zucht der Kleidermotte eine derartige Beschreibung kaum verdiene. In den mitgeteilten Ausschnitten hoffen wir aber angedeutet zu haben, daß die Großzucht auf mancherlei Fragen und Schwierigkeiten stößt. Diese Schwierigkeiten enthalten in ihrer Komplexität eine derartige Fülle von Problemen und Aufgaben, daß durch diesen technischen Versuch der Großzucht der Kleidermotte für den Zoologen ein reiches und anregendes Arbeitsfeld eröffnet wird.

Literaturverzeichnis.

- Göb w a l d, K. Richtlinien zur Dauermassenzucht der Kleidermotte *Tineola biselliella* Hum. Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch., H. 55, S. 205—208, 1937.
- H a s e, A. Richtlinien zur biologischen Prüfung von Wollschutzmitteln. Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch., H. 55, 1937.
- H e r f s, A. Ökologische Untersuchungen an *Pediculoides ventricosus* Berl. Zoologica, 28, S. 1—68, 1926.
- L o t m a r, R. a) Beiträge zur Pathologie des Bienen Darmes. C. Über den Infektionsverlauf und die Vermehrung des Parasiten *Nosema apis*. Landwirtschaftl. Jahrb. d. Schweiz, S. 18—30, 1940.
— b) Das Mitteldarmepithel der Raupe von *Tineola biselliella* (Kleidermotte), insbesondere sein Verhalten während der Häutungen. Mitt. d. Schweiz. Entomolog. Ges., 18, S. 233—248, 1940.
- M o r g e n t h a l e r, O. Zum Kapitel « Bienen und Milben ». Archiv f. Bienenkunde, 4, S. 45—52, 1922.
- P a s t e u r, L. Etudes sur la Maladie des Vers à soie. Paris 1870.
- S c h w a r z, I. Untersuchungen an Mikrosporidien minierender Schmetterlingsraupen, den « Symbionten » Portiers. Ztschr. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere, 13, S. 665—705, 1929.
- S t e m p e l l, W. Über *Nosema bombycis* Naegeli. Arch. f. Protistenkunde, 16, 1909.
- T i t s c h a c k, E. Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte, *Tineola biselliella*. Ztschr. f. techn. Biol., S. 1—160, 1922.
— Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf die Kleidermotte (*Tineola biselliella* Hum.). Ztschr. f. wiss. Zool., 124, S. 213—251, 1925.
— Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung, II. *Tineola biselliella* Hum. Zeitschr. f. wiss. Zool., 128, S. 509—569, 1926.
— Der Einfluß der Bevölkerungsdichte auf das Einzeltier. Umschau, 42, S. 1055—1058, 1936.
- T r a p p m a n n, W. Die Nosemaseuche der Honigbiene unter besonderer Berücksichtigung des Erregers. Zentralbl. f. Bakt., Parasitenk. u. Inf. Kr., 68, 1926.
- Z a n d e r, E. Krankheiten und Schädlinge der erwachsenen Bienen. 3. Aufl., 1930.