

Aus dem Zoologischen Institut der Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

Direktor: Prof. Dr. Wolfgang v. Buddenbrock

## Beitrag zur Kenntnis der Biologie des Speckkäfers *Dermestes vulpinus* F.

Von

HANS HELMUT GABEL (Heidesheim/Rh.)

Mit 36 Abbildungen

D 77

Inhalt: I. Allgemeine Vorbemerkungen: 1. Einleitung S. 153. — 2. Material und Methodik S. 154. — II. Untersuchungen: 1. Das Ei. Beschreibung S. 157. — Unbefruchtete Eier S. 161. — Feinde S. 162. — 2. Entwicklung. Embryonalentwicklung S. 163. — Larvenschlupf und Schlupfprozente S. 168. — Verhalten der verpuppungsreifen Larve S. 169. — Puppe und Imaginalschlupf S. 171. — 3. Imago. Größe und Geschlechtsverhältnis S. 173. — Begattung S. 174. — Eiablage S. 175. — Lebensdauer S. 179. — 4. Ernährung. Nahrung und Nahrungsmenge S. 180. — 5. Abhängigkeit der Häutungszahlen von äußeren Faktoren. Temperatur S. 184. — Ernährung S. 186. — Zusammenfassung S. 187. — Literaturverzeichnis S. 189.

### I. Allgemeine Vorbemerkungen

#### 1. Einleitung

Der Dornspeckkäfer, *Dermestes vulpinus* F., ist biologisch bisher nur lückenhaft bearbeitet worden. Die Morphologie, insbesondere die der Larve und Puppe, war schon im vorigen Jahrhundert Gegenstand eingehender Untersuchungen. Biologische Einzelbeobachtungen sind in der Literatur weit verstreut und beziehen sich fast sämtlich auf die große Schadwirkung, welche der Käfer unserer Wirtschaft zufügt.

In der nachstehenden Arbeit soll eine eingehende Darstellung der Biologie des *Dermestes vulpinus* F. gegeben werden. Dabei wurde besonders Gewicht auf das Studium der Lebenserscheinungen gelegt, weil diese in ihrer Gesamtheit grundlegend für eine eventuelle spätere Bearbeitung der Fragen dienen können, die sich mit den Möglichkeiten der Bekämpfung des Dornspeckkäfers auseinandersetzen.

Für die Anregung zu dieser Dissertation bin ich den Herren Professor Dr. W. v. BUDDENBROCK und Dozent Dr. W. MADEL (Ingelheim) dankbar. Ebenso danke ich Herrn Dozent Dr. F. SCHALLER für die Durchsicht und Übernahme des 2. Referates der Arbeit.

Die Untersuchungen selbst konnte ich in den Laboratorien der wissenschaftlichen Abteilung der Firma C. H. Boehringer/Sohn, Chemische Fabrik, Ingelheim ausführen, wofür ich dem Vorstand des Unternehmens auch an dieser Stelle danke.

## 2. Material und Methodik

Bevor ich über die Materialbeschaffung berichte, sei einiges über das Vorkommen der Tiere vorangeschickt.

Der Dornspeckkäfer wird nicht selten in Gebäuden gefunden, in denen tierische Produkte hergestellt oder gelagert werden. Sein Vorkommen ist aber nicht nur auf Häuser beschränkt. Auch im Freien ist der Käfer anzutreffen. Hierbei hält er sich entweder in Vogelnestern, an Tierleichen oder an Abfällen auf. Doch ist sein Aufenthalt im Freien (abgesehen von den Vogelnestern) weitgehend vom Klima abhängig.

Daß der Dornspeckkäfer erst später bei uns eingeschleppt wurde, ist mehrfach vermutet worden.

### Vorkommen in Wohnstätten und Lagerhäusern

Eine quantitative Untersuchung über schädliches Auftreten von Dermestiden in Häusern hat KEMPER (1939) angestellt. Von insgesamt 973 Fällen entfielen auf den Dornspeckkäfer 16 Tiere, die in Häusern und 11 Tiere, die in Nestern gefunden wurden. ZACHER (1939) berichtet uns, daß der Dornspeckkäfer neben dem gemeinen Speckkäfer (*Dermestes lardarius* L.) in einem Lager in Berlin an Schweinegrießenbrocken auftrat. Auch in zoologischen Handlungen hat man den Schädling an Futtermitteln (Fischmehl und Garnelenschrot) gefunden (KRUEL, 1940).

### Vorkommen im Freien

#### a) in Vogelnestern

Daß Speckkäfer auf Taubenböden vorkommen und dort durch „Anfressen junger Tauben“ schädlich werden können, berichtet schon DÖBNER (1862). Daneben liegen bis heute eine ganze Reihe von Meldungen vor, welche sich mit der Schädlichkeit des Speckkäfers in Geflügelställen beschäftigen. Interessanterweise wurde einmal dabei ermittelt, „daß das eigentliche Brutnest der Käfer auf dem Taubenboden im Taubendung war“. (Zeitschr. f. angew. Ent., Berlin 1919). Eine ausführliche Darstellung der zur Nidicolonfauna zählenden Hausschädlinge hat KEMPER (1938) gegeben. Dabei wurde untersucht, für welche Hausschädlinge die Nester als Überwinterungsort in Betracht kommen. Für *Dermestes vulpinus* F. sind die Nester von Haussperling, Feldsperling und Kohlmeise angegeben.

#### b) an Tierleichen

Daß Speckkäfer durch Auslegen von Kadavern angezogen werden, ist längst bekannt. ZACHER (1941) berichtet, daß *Dermestes cadaverinus* F. und *Dermestes vulpinus* F. in den Sommermonaten äußerst häufig an Kadavern gefunden werden. „In einem halben Schafkopf, der 4 Tage ausgelegt war, fanden sich 466 Larven“. Trotz zahlreicher Bemühungen während zweier Sommer (1952 und 1953) gelang es in Ingelheim nicht, *Dermestes vulpinus* anzulocken (Begründung s. u.).

#### c) an Abfällen

WEIDNER (1952): „*Dermestes vulpinus* F. in einigen Straßen der Hafengegend (Hamburg), z. B. Kehrweier, in der warmen Jahreszeit stets zu finden (WIMMEL 1907), in einem Mühlenfegselhaufen am Bullerdeich (GEBIEN 1896), eingeschleppt mit Häuten, Kuhhaaren, Entenfedern, Knochen, Fischmehl . . .“.

Zur Frage der Einschleppung des Dornspeckkäfers möchte ich folgendes zitieren (WEIDNER, 1952): „Besonders zahlreich sind die Insektenarten, die in den Seronen der Sassaparilwurzel eingeschleppt werden. Die Arzneidroge *Radix sassaparillae* ist die Wurzel der amerikanischen Sassaparil-Stechwinde (*Smilax sassaparilla*), einer Liliacee, die aus Honduras, Veracruz und Jamaika nach Deutschland importiert wurde. In Hamburg wurden die zu Puppen gebundenen Wurzeln, die meistens in Rinderhäute eingnäht als 80—100 kg schwere Pakete, die sog. Seronen, ankamen, auseinandergenommen, gereinigt und neu verpackt. Diese Seronen boten den Insekten Unterschlupf und Nahrung für eine Seereise. WIMMEL (1891) hat ihnen sein besonderes Augenmerk gewidmet“. — Neben einer Reihe anderer Dermestiden wurde in ihnen auch *Dermestes vulpinus* F. gefunden.

Diesem Bericht könnte man noch zahlreiche andere hinzufügen. Oft schon wurde die Meinung vertreten, daß die Heimat des Dornspeckkäfers Amerika sei (ZACHER, 1938). HERTER vermutet eine Einschleppung aus Südamerika (Mitt. Ges. Vorratsschutz,

18. Jhg. Nr. 6, 19. Jhg. Nr. 1—4). Daß eine Einschleppung der Tiere auch heute laufend erfolgt, beweisen erstens die Tatsachen, daß der Dornspeckkäfer in Hafenstädten viel häufiger als im Binnenland angetroffen wird und zweitens die vielen Meldungen über beschädigte Waren, welche auf dem Schiffswege zu uns kommen. So können wir bei ZACHER (1927) lesen, daß er *Dermestes vulpinus* „sowohl in Darmsendungen wie in ungegerbten Rinderhäuten in größter Anzahl“ fand. Über das frühere Fehlen des Dornspeckkäfers in der „alten Welt“ möchte ich ZACHER (1938) zitieren: „Der Dornspeckkäfer (*Dermestes vulpinus* F.) ist in Mumien und Grabbeigaben bisher noch nicht gefunden worden. Es scheint also, daß diese Art im alten Ägypten noch nicht vorhanden war (1500 v. Ch.) und erst später eingeschleppt worden ist“.

Mir selbst war es leider versagt, den Dornspeckkäfer an seinem Aufenthaltsort zu beobachten. Daß Anlockungsversuche mit Tierkadavern erfolglos blieben, wurde schon erwähnt. Man kann dies nur dahingehend begründen, daß zunächst einmal die geographische Lage (Binnenland) und zum anderen das Fehlen größerer Lagerhäuser, in denen zuweilen importierte Produkte lagern, verantwortlich zu machen sind. Eine Exkursion zur Abdeckerei Sprendlingen (Rheinhessen) verlief ebenfalls negativ. Bei einem Besuch des Schlacht- und Viehhofes Mainz wurde eine Larve von *Dermestes Frischii* KUGEL gefunden.

Diese Verhältnisse zwangen mich, die Tiere aus schon bestehenden Zuchten von Instituten und Firmen schicken zu lassen.

So erhielt ich von Herrn Professor KEMPER (Berlin) aus Berlin-Dahlem (Robert-Koch-Institut) Larven, Puppen und Imagines (die Tiere stammten aus einer Berliner Wurstfabrik).

Ferner wurden mir von Herrn Dr. ESTHER (Chemnitz) Larven und Imagines zugesandt (genauer Fundort unbekannt; die Käfer wurden von Häuten aus der Chemnitzer Häutesammelstelle abgelesen).

Herrn Dr. DROHSIN (Hamburg) verdanke ich ebenfalls Larven und Imagines von *Dermestes vulpinus*. (Die Insekten wurden mit befallener Ware — es handelte sich um getrocknetes Schildkrötenfleisch — zugeschickt).

Schließlich erhielt ich noch eine Sendung von Larven, Puppen und Imagines durch Frl. Dr. WAEFFLER (Basel, Schweiz).

Zwei Hamburger Firmen bedachten mich mit Materialproben, welche bei uns eingeführt und durch Speckkäfer befallen waren. Es handelte sich einmal um Peru-Blößen, d. h. geschorene Schaffelle, die kurz vorher in Hamburg eingetroffen waren. Die Felle waren durch *Dermestes vulpinus*-Larven befallen. Ebenfalls Larven und Imagines des Dornspeckkäfers lieferte mir die andere Firma, deren Leute die Tiere bei der Sortierung einer Partie trockener Rindshäute aus Uruguay gefunden hatten.

Die Züchtung der Käfer erfolgte in Gefäßen verschiedener Größe. Zunächst galt es, eine Stammzucht anzulegen, aus der dann im weiteren Verlauf der Arbeit beliebige Tiere entnommen werden konnten. Dazu diente ein rundes Glasaquarium (Durchmesser 30 cm, Höhe 24 cm). Ich bot den Tieren zunächst reichlich Versteckmöglichkeiten und Material zum Einbohren der verpuppungsreifen Larven. Als Futter verwendete ich meistens Tierkadaver; gelegentlich fütterte ich auch Schweine-, Kalbs- und Rinderblasen sowie -Därme. Mit welcher Geschwindigkeit beispielsweise eine Maus oder Ratte abgenagt wurde, war erstaunlich. Ebenso verblüffend war die Genauigkeit, mit der die Insekten die Knochen benagten. Außer den Knochen blieben fast sämtliche Haare übrig. So entstand innerhalb kurzer Zeit eine etwa 10 cm hohe Schicht, bestehend aus Larvenhäuten, Haaren, Knochen, Kot und Bohrmehl am Boden des Zuchtglases. Um das Abfliegen der Käfer zu verhindern, wurde der Behälter mit einem Drahtgaze-Deckel verschlossen.

Beobachtungen und Versuche erforderten oft entweder eine paarweise oder eine Einzelhaltung der Käfer. Hierzu dienten kleinere Petrischalen (Durchmesser 5—7 cm). Der Schalenboden war mit einem Rundfilter bedeckt, damit die Tiere besser laufen konnten. Bei Weibchen, die auf ihre Eiablage geprüft werden sollten, verwendete ich schwarz gefärbte Rundfilter; so waren die weißen Eier ohne weiteres zu erkennen. Das Be-

streben der Weibchen, ihre Eier in kleinste Zwischenräume abzulegen, machte ich mir dadurch zunutze, daß ich die betreffenden Schalen mit einem Deckglas versah. Die Tiere schoben nun ihre Eier unter den Deckglasrand. Dadurch war ein eingehendes Studium der Gelegeformen möglich geworden.

Die Feuchtigkeitsregulation in der Schale besorgte ein Filtrierpapierstück  $1 \times 2$  cm, das innen am Schalendeckel durch tägliches Anfeuchten befestigt wurde (MADEL 1940). Beim Arbeiten über  $28^\circ \text{C}$  wurde die Schale durch Verdoppelung der angefeuchteten Fläche (4 qcm) mit höherer Feuchtigkeit ausgestattet. Daß die Tiere unbedingt Feuchtigkeit benötigen, konnte ich des öfteren beobachten. So waren beim Einlegen frischer Tierkadaver nach kurzer Zeit die noch feuchten Teile dicht besiedelt. Es fanden sich Larven und Imagines ein. Besonders die Innenseite des Felles übte eine starke Anziehungskraft aus.

Laufende Versuche wurden täglich kontrolliert, wobei die Einhaltung einer bestimmten Kontrollzeit (vormittags zwischen 9 und 12 Uhr) angestrebt wurde.

Gegen Licht waren die Versuchsschalen durch Pappe abgeschirmt.

Mehrere Versuche verlangten bestimmte Entwicklungsstadien, deren genaues Alter bekannt sein mußte. Wurden z.B. Eilarven benötigt, so machte ich mir den zeitlich einheitlichen Schlupf eines Eigeleges zunutze. Für Puppen wurden Larven im Präpupalstadium separat gehalten und täglich kontrolliert. Auf diese Weise konnten Puppen beschafft werden, deren Schlupftag festlag. Bei Imagines kam die gleiche Methode zur Anwendung, indem der Imaginalschlupf der Puppen kontrolliert wurde. Für die Beschaffung von Eiern hielt ich mehrere Weibchen, denen jeweils ein Männchen beigegeben war. Auch hier war es möglich, Eier zu erhalten, deren Abblazezeitpunkt bekannt war. Dies wurde durch stündliches Kontrollieren der betreffenden Weibchen erreicht.

Die Skizzen zur Erläuterung der Eiformen entstanden unter Zuhilfenahme eines Zeichenspiegels, der das mikroskopische Bild auf eine Zeichenfläche projizierte.

Zur Messung der Eigröße fand ein Okularmikrometer Verwendung.

Wägungsversuche (Ei- und Puppengewichte sowie Nahrungsverbrauch) wurden mit Hilfe einer Torsionswaage durchgeführt.

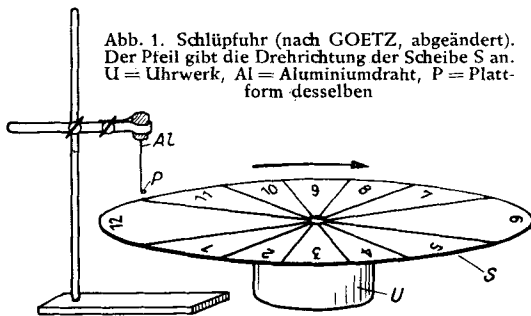


Abb. 1. Schläpffuhr (nach GOETZ, abgeändert). Der Pfeil gibt die Drehrichtung der Scheibe S an. U = Uhrwerk, Al = Aluminiumdraht, P = Plattform desselben

Zur genauen Festlegung der Embryonalentwicklungsdauer wurde eine Schläpffuhr herangezogen. Die Wirkungsweise war folgende: (Fig. 1). Eine Scheibe aus Kunststoff (Vinidur) mit einem Durchmesser von 26,7 cm und einer Stärke von 0,2 cm drehte sich mit Hilfe eines Uhrwerkes einmal in 12 Stunden um die eigene Achse. Auf der Scheibe

waren 12 Hauptsektoren (12 Stunden) abgeteilt. Die Eier, deren Schlupf zeitlich erfaßt werden sollte, kamen auf eine kleine Plattform, die aus einem

dünnen Aluminiumdraht durch Aushämmern hergestellt war. Letztere wurde ca. 2—3 cm über die Scheibe gebracht. Dann wurde die Zeit eingestellt. Schlüpften die Larven aus, so fielen sie binnen kürzester Frist auf die Scheibe in einen bestimmten Stundensektor. Ein Entrinnen der Larven wurde dadurch verhindert, daß die Scheibe mit Fliegenleim bestrichen wurde. Auf diese Weise konnte die genaue Stunde des Larvenschlupfes abgelesen werden.

Eine thermokonstante Kammer, sowie zwei Brutschränke gestatteten ausgedehnte Untersuchungen in verschiedenen Temperaturstufen.

Zum Arbeiten mit tieferen Temperaturen diente ein elektrischer Kühlschrank.

Zur Herstellung verschiedener Feuchtigkeitsbereiche wurden bestimmte Salze in der Hygrostatenschale nach ZWÖLFER (1932) verwendet.

## II. Untersuchungen

### 1. Das Ei

#### Beschreibung

Die Eier des Dornspeckkäfers haben eine länglich ovale Form. Sie sind unmittelbar nach der Ablage polarisiert. Der Kopfpol ist durch feine Härchen gekennzeichnet (Fig. 2). Außerdem ist er im gewöhnlichen Falle auch etwas verdickt. Letzteres braucht nicht immer der Fall zu sein, was besonders bei abnormen Eiformen in Erscheinung tritt, da dort manchmal die Verhältnisse umgekehrt liegen (s. u.).



Abb. 2. Eier des Dornspeckkäfers. Die am Kopfpol befindlichen Härchen sind gut sichtbar

Die Farbe der Eier ist glänzend weiß. Mit bewaffnetem Auge sind am Ei der gesamten Länge nach Schrammen zu erkennen, die beim Passieren des weiblichen Legeapparates entstehen.

Man kann normal geformte Eier von solchen mit abnormer Form unterscheiden.

Was die abnormen Eiformen betrifft, so kann man hier eine Unterteilung in einzelne Typen vornehmen. Vier verschiedene Typen sind zu unterscheiden: 1. „gekrümmt“, 2. „zugespitzt“, 3. „sohlenartig“ und 4. „gehakt“. Das Sammeln der abnormen Eier gestaltete sich recht schwierig, da deren Vorkommen unter 10 % liegt, wie durch längeres Auszählen festgestellt wurde. Es konnten daher täglich nur wenige entnommen werden. Fig. 3 veranschaulicht die so gewonnenen Eier. Der Kopfpol ist bei allen Eiern nach oben gerichtet. Interessant sind in dieser Hinsicht die zugespitzten Eiformen. Von insgesamt 22 haben 12 den Kopfpol (dem Normalfall entsprechend) am stumpfen Ende. Die übrigen 10 jedoch sind am Kopfpol merkwürdigerweise zugespitzt. Bei den gehakten Eiern fällt auf, daß

das Kopfende meistens an der Hakenbildung liegt. Fig. 4 zeigt je ein Exemplar der abnormen Eitypen.

Bemerkenswert ist auch die prozentuale Verteilung auf die einzelnen Typen. Von den insgesamt 97 Eiern entfallen 43 (44,3 %) auf den Typ „gekrümmt“, 22 (22,7 %) auf den Typ „zugespitzt“, 15 Eier (15,4 %) sind „sohlenartig“, 12 Eier (12,4 %) „gehakt“ und 5 Eier (5,2 %) konnten in keiner der vorgenannten Kategorien untergebracht werden.

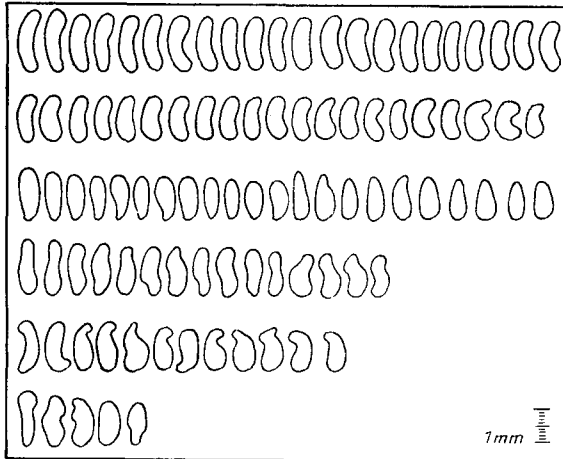


Abb. 3. Abnorme Eiformen, nach Typen geordnet; Reihe 1 und 2 = gekrümmt, Reihe 3 = zugespitzt, Reihe 4 = sohlenartig, Reihe 5 = gehakt und Reihe 6 = Sonstige

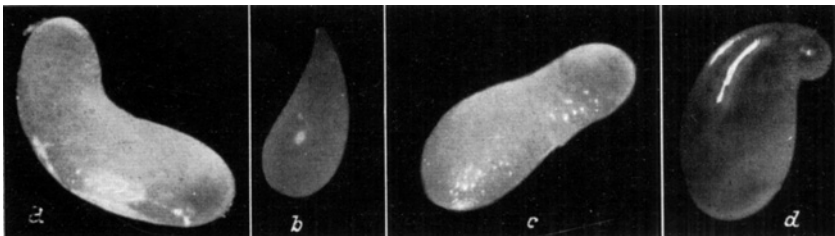


Abb. 4. Abnorme Eitypen. a) gekrümmt, b) zugespitzt, c) sohlenartig, d) gehakt

Die Frage, ob abnorm gestaltete Eier neben ihrem habituellen Unterschied auch physiologische Besonderheiten zeigen, kann auf jeden Fall bejaht werden. So wurden z. B. die Schlupfprozente von normalen und abnormen Eiformen verglichen.

Die Haltung der beiden Eiformen geschah dabei unter gleichen Bedingungen. Um einen gut gesicherten Wert zu erhalten, wurden in 12 Versuchen insgesamt je 143 Eier vergleichend geprüft. Unterschiede in der Entwicklungsdauer konnten nicht beobachtet werden. Normale und abnorme Eier schlüpften zu dem der Temperatur entsprechenden Termin. Für jede Parallele wurde die gleiche Anzahl angesetzt.

Es ergab sich, daß die abnorm gestalteten Eier ganz erheblich hinter den normal geformten zurückstehen. Der Mittelwert der Schlupfprozente lag für die normalen Eiformen bei 84,1 %, für die abnormen bei 53,6 %.

Wie es zur Bildung abnormer Eiformen kommt, konnte ich nicht feststellen. Interessant ist jedoch, daß erstens Weibchen, die sonst normale Eiformen hervorbringen, auch gelegentlich Eier abnormer Gestalt legen können, ferner zweitens unbefruchtete Weibchen fast nur Eier mit abnormer Form ablegen, die nicht zur Entwicklung befähigt sind. Dies hat aber mit der angestellten Prüfung auf die Schlüpfbarkeit abnormer Eiformen nichts zu tun. Die zur Untersuchung gelangten Eier stammten alle von befruchteten Weibchen.

In der seitherigen Literatur war für die Eilänge 1,8 mm, für die Eibreite 0,5 mm angegeben (ZACHER 1927, KREYENBERG 1928). Außerdem finden wir bei letzterem den Vermerk: „Abweichungen kommen vor“.

Es wurden jeweils die Länge und die Breite gemessen, und zwar sowohl bei normal, als auch bei abnorm geformten Eiern. Bei der Längenmessung dienten als Meßpunkte die beiden Pole. Die Messung der Eibreite erfolgte stets an der dicksten Stelle.

Der rechnerische Mittelwert der Messungen lag für die Länge der Eier bei 1,53 mm und für deren Breite bei 0,57 mm. Diese Mittelwerte sagen uns aber nichts über die Verteilung der Eigrößen. Tabelle 1 zeigt eine stufenförmige Verteilungstafel der Eilängen, in denen die Längenwerte in Abschnitte von je 0,1 mm unterteilt sind. Für die Breitenwerte wurde dasselbe Verfahren angewandt. Hier mußte das Intervall von Gruppe zu Gruppe auf 0,03 mm herabgesetzt werden (Tabelle 2).

Tabelle 1  
Stufenförmige Verteilungstafel der Eilängen

Länge in mm	1,20— 1,29	1,30— 1,39	1,40— 1,49	1,50— 1,59	1,60— 1,69	1,70— 1,79	1,80— 1,89	1,90— 1,99	2,00— 2,09
Anzahl Eier	2	17	24	21	16	10	6	3	1

Tabelle 2  
Stufenförmige Verteilungstafel der Eibreiten

Breite in mm	0,47— 0,49	0,50— 0,52	0,53— 0,55	0,56— 0,58	0,59— 0,61	0,62— 0,64	0,65— 0,67	0,68— 0,70	0,71— 0,73
Anzahl Eier	7	15	16	20	28	3	2	8	1

Schwieriger liegen die Verhältnisse bei abnormen Eiformen. Hier kommt hinzu, daß eine Messung von Pol zu Pol, besonders bei den Typen „gekrümmt“ und „sohlenartig“, nicht ohne weiteres möglich ist. In Wirklichkeit wird in diesen Fällen eine Gerade, welche die kürzeste Verbindung zwischen den beiden Polspitzen darstellt, gemessen. Die Ermittlung der Eibreite erfolgte wie bei den normalen Eiformen jeweils an der dicksten Stelle. Die Mittelwerte der einzelnen Eitypen sind folgende:

„gekrümmt“	Länge = 1,50 mm,	Breite = 0,54 mm
„zugespitzt“	„ = 1,33 mm,	„ = 0,59 mm
„sohlenartig“	„ = 1,46 mm,	„ = 0,56 mm
„gehakt“	„ = 1,37 mm,	„ = 0,61 mm

Eine Gegenüberstellung der Größenwerte normaler und abnormer Eiformen zeigt, daß abnorm geformte Eier im Durchschnitt der Länge nach kleiner sind als normal gestaltete:

Normale Eiformen: Mittl. L. = 1,53 mm, mittl. B. = 0,57 mm

Abnorme Eiformen: Mittl. L. = 1,42 mm, mittl. B. = 0,58 mm

Abschließend drängt sich die Frage auf, ob die Eigröße durch irgendwelche Faktoren beeinflussbar ist. In Frage kommen die verschiedensten Einflüsse: Habitus des Weibchens, dessen Alter, Ernährungsweise usw. Von diesen Möglichkeiten wurde die Beziehung der Eigröße zum Alter des Weibchens näher untersucht. Der Versuch erforderte die Messung aller Eier, die ein Weibchen im Laufe seines Lebens ablegte. Um Zufallsergebnissen auszuweichen, erstreckte sich die Untersuchung auf 10 Weibchen.

Während nachgewiesen wurde, daß die Eilänge eine deutliche Reduktion erfährt, konnte eine solche der Eibreite nicht beobachtet werden. Die Breite der Eier schwankt vielmehr während der Lebensdauer des Weibchens um einen bestimmten Wert. Die Schwankungen sind dabei gering; bei einer mittleren Breite von 0,57 mm betragen sie meist rund 0,02 mm, das sind etwa 3,5 %. Bei der Eilänge hingegen ist ein deutlicher Abfall der Meßwerte festzustellen.

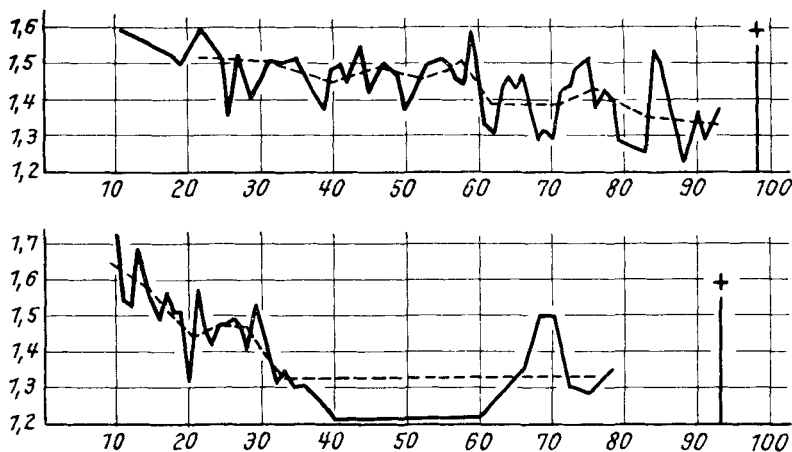


Abb. 5. Abnahme der Eilänge während der Lebensdauer der Weibchen; graphisch dargestellt (Ordinate = Eilänge, Abszisse = Lebensdauer)

Man vergleiche dazu 2 charakteristische Kurven (Fig. 5). Ordinate = Eilänge, Abszisse = Lebensdauer. Die Weibchen waren mit je einem Männchen zusammengesetzt worden. Der Tod ist in Fig. 5 durch eine senkrechte Linie mit einem darüberstehenden + angegeben. Es sind jeweils 2 Kurven dargestellt, eine ausgezogene und eine gestrichelte Kurve.

Bei der täglichen Kontrolle wurden die abgelegten Eier gemessen und die erhaltenen Werte gemittelt. Diese Mittelwerte stellen die Punkte der ausgezogenen Kurve dar. Die Punkte der gestrichelten Linie erhielt ich aus dem Mittelwert von je 20 Eiern (die Mittelwerte der anderen Kurve sind aus der täglichen und daher kleineren Eizahl gewonnen).



Abschließend kann gesagt werden, daß die Eilänge mit dem Alter des Weibchens bei einem Längen-Mittelwert von 1,43 mm um 0,103 mm, d. h. um rund 7 % abnimmt.

Zur Feststellung des Eigewichts untersuchte ich in 10 Wägungen insgesamt 1000 Eier, die nicht älter als 24 Stunden sein durften, da Eier im vorgeschrittenen Alter an Gewicht verlieren (s. u.). Bei den Wägungen kam es besonders darauf an, möglichst individuelle Gleichheiten auszu-schalten. Daher wurden die Eier von 34 Weibchen verwendet. Die Eiproduzenten hatten ein Alter von etwa 7 Wochen, lebten bei einer Temperatur von etwa 26° C und wurden mit Schweinsblase gefüttert. Ich halte diese Angaben für wesentlich, da das Eigewicht durch die genannten Faktoren beeinflusbar sein könnte. Das Gewicht eines Eies wurde im Mittel zu 0,231 mg bestimmt.

### Unbefruchtete Eier

Die unbefruchteten Eier wurden ebenfalls genauer studiert. Zur Gewinnung derselben setzte ich getrennt in 10 Petrischalen je ein Weibchen an. Ich ließ die Puppen bereits separat schlüpfen, so daß jeglicher Verkehr mit Männchen ausgeschlossen war. Durch die Einzelhaltung war es möglich, gleichzeitig von jedem Weibchen die Gesamteiblage und die Lebensdauer festzustellen. Diese Punkte werden weiter unten noch ausführlicher behandelt werden. Von den 10 Weibchen legten zwei keine Eier ab. Die übrigen acht begannen alsbald mit der Eiproduktion.

Unbefruchtete Eier unterscheiden sich von befruchteten:

- a. durch ihr Aussehen
- b. in der Art, wie sie zur Ablage kommen.

#### a. Aussehen

Bereits oben wurde ein Unterschied zwischen normal und abnorm geformten Eiern getroffen. Bei der Kontrolle der unbefruchteten Eier stellte sich nun heraus, daß weitaus die Mehrzahl abnorm geformt war.

Die Weibchen hatten zusammen 328 Eier gelegt. Nur 54 waren normal gestaltete Eier, die übrigen 274 setzten sich aus den verschiedensten Arten abnormer Eiformen zusammen. Die schon erwähnten vier „Typen“ waren auch wieder zu finden, wobei die zugespitzten Eier den größten Anteil aus-machten. Es folgten die gehakten, dann die gekrümmten und schließlich die sohlenartigen Eiformen. Hinzu kommen noch drei weitere Kategorien, welche ich ebenfalls unter den Hauptbegriff „abnorme Eiformen“ einreihe.

Es handelt sich dabei erstens um Eier, deren Eiweiß eine Zusammen-ziehung erfährt, so daß nicht mehr das gesamte Eivolumen von ihm erfüllt wird und dadurch an den Polen wasserhelle, durchsichtige Stellen entstehen (Fig. 6). Daß diese Zentralisation nicht immer in der Eimitte erfolgen muß, zeigt das Ei in Fig. 7, bei dem das Eiweiß ca  $\frac{2}{3}$  des Eies ganz ausfüllt. Das andere Drittel ist vollkommen durchsichtig. Hierzu muß bemerkt werden, daß auch bei befruchteten Weibchen (allerdings sehr selten) diese Eier be-obachtet wurden. Zur Entwicklung kamen sie aber niemals. Zum zweiten sind eine Reihe von Eiern zu erwähnen, die durch außerordentliche Klein-heit auffallen. Ihre Länge ist oft kaum größer als ihre Breite, so daß sie zuweilen kugelförmig erscheinen. Bei Messung dieser Eier stellte ich Län-

genwerte von rund 0,6—0,7 mm fest, während die Breite wie üblich ca. 0,5 mm maß.

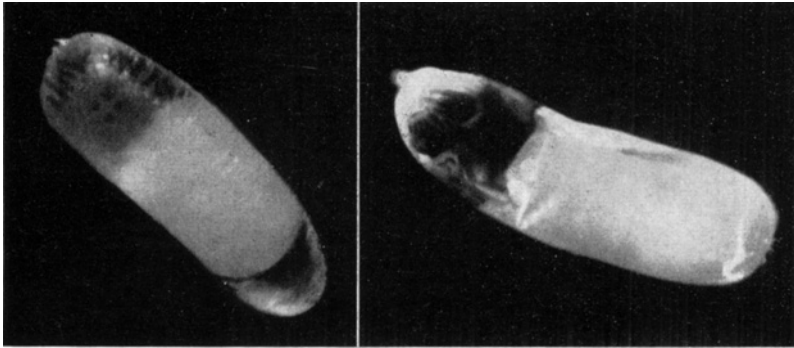


Abb. 6. Unbefruchtetes Ei mit zentral gelegenen Eiweiß

Abb. 7. Unbefruchtetes Ei mit einseitig plazierte Eiweiß

Schließlich sind drittens noch die eingetrockneten Eier zu erwähnen. Sie gleichen ihrem Aussehen nach den durch Hitzeeinwirkung geschädigten Eiern (Fig. 13).

#### b) Ablage unbefruchteter Eier

Die Art, in der unbefruchtete Weibchen ihre Eier zur Ablage bringen, ist gänzlich verschieden von der Eiablage eines befruchteten Weibchens. Ein befruchtetes Weibchen klebt seine Eier im Gegensatz zum unbefruchteten Weibchen nicht an. Die Eier kommen gewöhnlich lose, und zwar meistens in Form von Gelegen zur Ablage. Diese Gelege können 20 oder mehr Eier enthalten. Daneben werden auch einzeln Eier abgelegt.

Unbefruchtete Weibchen setzen niemals Gelege ab. Die Eier kamen stets einzeln zur Ablage. Von diesen waren über die Hälfte an ihrer Unterlage angeklebt. Darin unterscheiden sich zuweilen, wie oben erwähnt, ebenfalls unbefruchtete Eier von befruchteten. Das Ankleben der Eier erfolgte zumeist so, daß die Eier aufrecht standen. Die übrigen waren flach angeklebt. Beim Versuch, diese Eier von ihrer Unterlage zu lösen, wurden die meisten so stark beschädigt, daß sie ausliefen.

Vor allem waren es „zugespitzte“ Eier, welche aufrecht angeklebt waren, wobei sie auf dem spitzen Pol ruhten. Auch eine Reihe „gehakter“ Eier wurden aufrecht abgelegt, wobei das Ei mit dem „Haken“ angeklebt war.

#### F e i n d e

Feinde der Eier sind in erster Linie Milben. Sie fanden sich oft in den Zuchtgläsern eierlegender Weibchen. Nicht selten habe ich Milben an Eiern fressen sehen (Fig. 8). Solche Beobachtungen waren wegen der großen Lichtscheue der Milben nur im Halbdunkel möglich.

Ein Ei, das durch Milbenfraß beschädigt ist, kommt nicht mehr zur Entwicklung. Oft bildet sich an der Fraßstelle durch Verletzung des Chorions ein dunkelbrauner Fleck. Durch Milben beschädigte Eier trocknen binnen kurzer Zeit aus. Sie zeigen dann ein Aussehen, das dem der durch Hitze geschädigten Eier etwa gleicht.

Eine Reihe kleiner Insekten können ebenfalls Speckkäfereier durch Fraß vernichten. Diese Beobachtungen verdanke ich dem Umstand, daß neben den *Dermestes*-Zuchten noch Vorrats-schädlinge in größerem Umfang gehalten wurden. Auf dem Arbeitsplatz waren daher morgens oft einige Tiere, die aus den Zuchtgläsern entkommen waren, zu finden. Mit ausgelegten *Dermestes*-Eiern wurden dann diese Tiere „angelockt“.



Abb. 8. Milbe an *Dermestes*-Eiern

Außer den Milben hatten sich Reismehlkäfer (*Tribolium castaneum* L.) und Getreideschmalkäfer (*Oryzaephilus surinamensis* L.) eingefunden.

Bei mehrmaligen Wiederholungen des Versuches stellte ich stets dieselben Tiere fest.

Zweimal fand ich eine Larve der deutschen Schabe (*Phyllodromia germanica* L.) beim Fressen der Eier.

Stubenfliegen können die Eier mit ihrem Rüssel betasten. Es tritt dann eine Schädigung des Chorions durch Abgabe des Speichelsekretes ein.

Als Feinde der Dornspeckkäfer—Eier sind auch die eigenen Artgenossen zu bezeichnen. Frisch geschlüpfte Eilarven können schon nach kurzer Zeit viele Eier durch Fraß vernichten. Eier, die nicht versteckt abgelegt wurden, sind den größeren Larven und den Imagines ausgeliefert. Einmal konnte ich ein Weibchen beobachten, das zwischen seinen Mandibeln ein *Dermestes*-Ei umhertrug, um es alsbald zu verspeisen.

## 2. Entwicklung

### Embryonalentwicklung

Die Embryonalentwicklung ist von verschiedenen äußeren Erscheinungen begleitet.

Bei einer Temperatur von rund 25° C sieht man am ersten bis zweiten Tag nach der Ablage an den beiden Polen eine kappenartige Abgrenzung, in deren Bezirk die Eiweißmasse sich wässrig trübe aufhellt; am dritten Tag erscheinen am Kopfpol beiderseitig je sechs rotbraune Punkte, die larvalen Punktaugen (Ozellen). Sie sind im Anfang noch undeutlich sichtbar, später jedoch heben sie sich von ihrer Umgebung gut ab. Dasselbe gilt von den ventral gelegenen Mandibeln. Nunmehr beginnen auch die ersten Bewegungen des jungen Embryo. KREYENBERG (1928): „Die Ozellen werden seitwärts und rückwärts, die Mandibeln gegeneinander und auseinander geführt. Die Bewegung der Ozellen und der Mandibeln ist höchst ungleichmäßig und findet in verschiedenen Intervallen statt“.

Bald darauf erscheinen auf der Dorsalseite der Eihülle, ebenfalls zunächst noch unscheinbar, dann aber immer deutlicher werdend, quer zur Längsrichtung 12 rotbraune Bänder. Diese stellen „die zu Büscheln angeordneten Haarborsten der einzelnen Tergite“ dar.

Die Eihülle erfährt ebenfalls im Laufe der Embryonalentwicklung eine Veränderung. Die schon erwähnten Schrammen, die der gesamten Eilänge nach auftreten, verschwinden alsbald. Das Chorion wird zuletzt sehr spröde, eine Vorbedingung für das erfolgreiche Schlüpfen der Junglarven.

Am dritten bis vierten Tage setzen die Schlüpfwehen ein. „Das Chorion ist infolge des Wachstums des Embryo jetzt außerordentlich straff gespannt. Die Konturen des Embryo treten plastisch auf dem Chorion hervor. Es beginnen die Vorwehen durch eine starke Einkrümmung der Ventralseite, so daß sich das Ei auf der Unterlage bewegt. Nach jeder Vorwehe folgt eine verschieden lange Ruhepause. Meistenteils erst kurz vor dem Schlüpfen treten die Hauptwehen ein. Hierbei spielen Kopf- und Beinpaare eine besondere Rolle. Der Kopf wird auf das Prosternit gesenkt und die drei Beinpaare bis an die Mundwerkzeuge angewinkelt. Die Extremitäten stemmen sich so kräftig gegen das Cho-

tion, daß sie sich in ihren Konturen deutlich abheben. Gleichzeitig ziehen sich die einzelnen Segmente von hinten nach vorn teleskopartig infolge Muskelwirkung auseinander. Das schon spröde Chorion wird dadurch am Kopf stark beansprucht. Jetzt wird der gesenkte Kopf langsam nach oben gehoben, wobei die Mandibeln gespreizt sind. Dieser Vorgang wiederholt sich drei bis fünf mal, bis schließlich das Chorion über der Stirn einreißt. Damit ist die Eihülle durchbrochen, und das Schlüpfen der Larve beginnt“ (KREYENBERG).

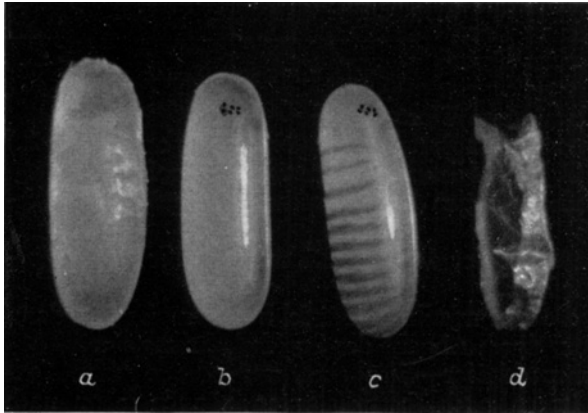


Abb. 9. Eientwicklung

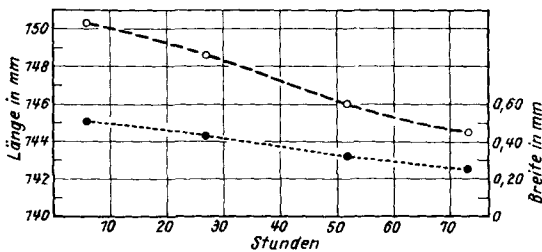


Abb. 10

Zur Untersuchung gelangten 50 Eier, die in bestimmten Zeitabständen gemessen wurden. Die einzelnen Messungen (insgesamt vier) lagen so, daß die erste kurz nach der Eiablage und die letzte kurz vor dem Larvenschlupf stattfand. Fig. 10 legt die Verhältnisse in einzelnen dar.

Die gestrichelte Kurve verbindet die einzelnen Meßpunkte der Eilänge, die punktierte Linie gilt für die Breitenwerte der Eier. Auf den beiden Ordinaten sind einmal die Eibreite in mm (links) und zum anderen die Eilänge in mm (rechts) aufgetragen. Die Abszisse stellt die Zeit in Stunden dar. Die erste Messung erfolgte nach sechs Stunden. Die Eier hatten zu dieser Zeit eine Durchschnittsgröße von 1,503 mm Länge und 0,505 mm Breite. Bei der letzten Messung (nach 73 Stunden) waren diese Werte auf 1,445 mm bzw. 0,475 mm gesunken, so daß eine Größenabnahme von 0,058 mm für die Länge (etwa 3,9%) und 0,030 mm für die Breite (etwa 5,9%) zu verzeichnen war.

Hinzuweisen wäre noch auf den s-förmigen Verlauf der Längenskurve, der uns sagt, daß die Größenabnahme nicht mit gleicher Geschwindigkeit, sondern im Anfang und besonders am Ende der Embryonalentwicklung

In Fig. 9 sind die am Ei bei der Embryonalentwicklung wahrnehmbaren Veränderungen dargestellt. Fig. 9a zeigt ein Ei am zweiten Tag nach der Ablage. 9b veranschaulicht das Ei nach drei Tagen. Jetzt sind bereits die Ozellen zu erkennen. 9c gibt das Ei kurz vor dem Schlupf wieder. Außer den Ozellen treten nun auch die Segmente deutlich in Erscheinung. 9d zeigt die leere Eihülle.

Im Laufe der Embryonalentwicklung ist ein meßbarer Größen- und Gewichtsverlust am Ei festzustellen.

Zur Größenabnahme der Eier konnte folgendes gemessen werden:

langsamer als in der Mitte verläuft. Der Larvenschlupf erfolgte nach rund 82 Stunden.

Der Gewichtsverlust entsteht, weil die sich entwickelnde Larve einen erheblichen Teil der Eimasse veratmet. Dazu wurde folgender Versuch angestellt:

100 Eier, die mit einem Zeitintervall von drei Stunden aus verschiedenen Zuchtbehältern abgesammelt worden waren, brachte ich auf einem Deckglas in die Torsionswaage. Dort wurden sie bis zum Schlupf in verschiedenen Zeitabständen gewogen. Besondere Sorgfalt wurde dabei auf die Gleichmäßigkeit der äußeren Bedingungen gelegt. Die Temperatur bewegte sich zwischen 25,9 und 26,3° C, die relative Luftfeuchte betrug 61—66 %.

Eine sofortige Wägung der Eier nach deren Absammeln brachte ein Gewicht von 24,50 mg, d. h. ein Ei wog im Durchschnitt 0,245 mg. Von den 100 Eiern blieben 8 unentwickelt. Der bei den Wägungen sich einstellende Gewichtsverlust bezog sich demnach nur auf die übrigen 92 Eier. Das anfänglich festgestellte Gesamtgewicht mußte also um das Gewicht der 8 Eier ( $8 \times 0,245$  mg) vermindert werden, d. h. für die übrigen 92 Eier verblieb ein Gewicht von 22,540 mg. Insgesamt wurden 9 Wägungen durchgeführt. Fig. 11 gibt eine Kurvendarstellung der ermittelten Werte. Die Punkte stellen die einzelnen Wägungen dar. Auf der Abszisse ist die Zeit in Stunden, auf der Ordinate das Gewicht in mg angegeben.

Wie man sieht, bleibt das Eigewicht etwa die ersten 25 Stunden konstant. Von da ab beginnt ein gleichmäßiges Fallen, das gegen Ende der Entwicklung stark zunimmt. Der Larvenschlupf erfolgte nach etwa 80 Stunden. Sobald die erste Larve geschlüpft war, wurden die Wägungen eingestellt.

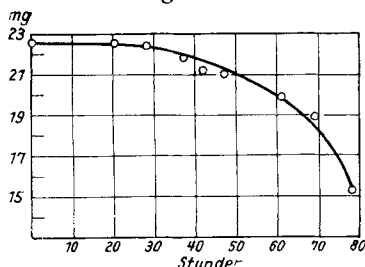


Abb. 11. Graphische Darstellung des Gewichtsverlustes der Eier während der Embryonalentwicklung

Die Gesamtgewichtsabnahme betrug 7,20 mg. Auf das einzelne Ei umgerechnet bedeutet dies einen Gewichtsverlust von 0,078 mg. Ein Ei verliert somit bei seiner Entwicklung rund  $\frac{1}{3}$  seines Anfangsgewichtes. Ob es sich dabei um einen reinen Wasserverlust handelt, sei dahingestellt.

Die Dauer der Embryonalentwicklung ist von der umgebenden Temperatur abhängig. KREYENBERG (1928) hat bei 26—27° C drei Tage, bei 23—24° C vier Tage und bei 22—23° C fünf Tage für die embryonale Entwicklungsdauer von *Dermestes vulpinus* festgestellt. Die Angaben stimmen mit den vorliegenden Untersuchungen überein und wurden durch weitere ergänzt.

Die verschiedenen Temperaturstufen wiesen einen Abstand von je etwa 2° C auf. Die Ablagezeit der Eier und der Larvenschlupf konnten auf die Stunde genau ermittelt werden.

Das Kurvenbild in Fig. 12 zeigt die festgestellte Abhängigkeit. Die Abszisse ist in Wärmegrade eingeteilt, auf der Ordinate ist die Zeit in Stunden aufgetragen. Aus der Kurve ist folgendes zu entnehmen:

Bei 20° C vergehen 227 Stunden, das sind rund 9½ Tage von der Eiablage bis zum Larvenschlupf. Mit zunehmender Temperatur nimmt die Entwicklungszeit ab. Man kann auf diese Weise die Entwicklung bei

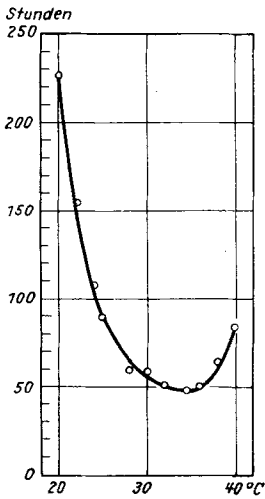


Abb. 12. Embryonalentwicklung des Dornspeckkäfers in Abhängigkeit von der Temperatur

32—36° C auf rund 50 Stunden abkürzen. Bei höheren Wärmegraden nimmt die Dauer der Embryonalentwicklung wieder zu, da sich jetzt die schädlichen Einflüsse hoher Temperaturen bemerkbar machen. Dieser Wendepunkt liegt für die Eier des Dornspeckkäfers bei einer relativen Feuchte von etwa 56 % bei 34° C.

Die beiden letzten Temperaturstufen (38 und 40° C) brachten zur Durchführung des Versuchs große Schwierigkeiten mit sich. Die Eisterblichkeit war sehr hoch. Von rund 50 Eiern konnten nur 8—10 Eier bei Aufrechterhaltung einer genügenden Feuchtigkeit (50—60 % im Brutschrank zur vollständigen Entwicklung gebracht werden.

Schließlich wurde eine Temperatur erreicht, die für die Eier abtötend wirkte. Bei 41° C gelang es nicht mehr, Eier zur Entwicklung zu bringen.

Die Entwicklung der Dornspeckkäfer-Eier kann durch extreme Umweltbedingungen negativ beeinflusst werden. Besonders empfindlich reagieren die

Eier auf zu hohe und zu tiefe Temperaturen.

Oben wurde festgestellt, daß bei einer Temperatur von 41° C eine Entwicklung der Eier nicht mehr möglich war. Dies veranlaßte mich, Beobachtungen mit verschiedenen Entwicklungszeiten anzustellen, um so nähere Angaben über den Prozentsatz der Abtötung bei bestimmten Zeiten machen zu können.

Die Versuche wurden in einem Brutschrank, der die gewünschte Temperatur (41° C) genau einhielt, durchgeführt. Um das Austrocknen der Eier zu verhindern, stellte ich sie in geschlossenen Petrischalen, welche zuvor mit feuchtem Filtrierpapier versehen wurden, in den Brutschrank. Dauerte die Hitzeeinwirkung länger als acht Stunden, so wurde das Filtrierpapier erneut angefeuchtet. Die Feuchtigkeit in den Schalen betrug 60—65 %. Die Nachbeobachtung der Eier vollzog sich unter normalen Bedingungen bei rund 25° C.

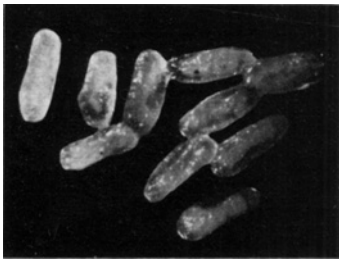


Abb. 13. Schädigung auf Eier des Dornspeckkäfers durch hohe Temperaturen

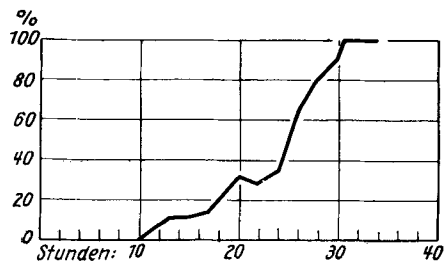


Abb. 14. Schädigung auf *Dermestes vulpinus*-Eier bei 41° C. Abszisse = Einwirkungszeit in Stunden, Ordinate = Absterbeprozente

Durch Hitzeeinwirkung geschädigte Eier sind in Fig. 13 abgebildet. Zum Unterschied von den durch Kälteeinfluß geschädigten Eiern (s. u.) gibt es hier nur eine Art der Schädigung, nämlich Schrumpfung.

Die Annahme, daß ein verhältnismäßig kurzer Aufenthalt in der Untersuchungstemperatur den Eiern nicht wesentlich schadet, bestätigte sich. Fig. 14 zeigt, daß bei 20—24 Stunden Einwirkungszeit nur etwa 30 % der Eier soweit geschädigt wurden, daß eine Weiterentwicklung nicht mehr stattfand. Der zunächst ruhige Verlauf der Kurve wird durch ein sprunghaftes Ansteigen derselben abgelöst. Dies besagt, daß oberhalb einer bestimmten Einwirkungsdauer (20—30 Stunden) eine 100 %ige Schädigung der Eier durch Eiweißgerinnung verursacht wird.

Beobachtungen dieser Art haben für die Beantwortung der Frage nach der Bekämpfungsmöglichkeit von *Dermestes vulpinus* — etwa in Rohfellen — besonderes Interesse. Hitzeeinwirkung ist ein vielfach angewandtes Bekämpfungsverfahren, dessen Zuverlässigkeit von der genauen Kenntnis der Reaktion aller Entwicklungsstadien des betreffenden Schädlings abhängig ist.

Ebenso wie hohe Temperaturen schädliche Einflüsse auf die Eier ausüben, so schaden auch tiefe Temperaturen, wenn sie lange genug einwirken.

Der Regler des Kühlschranks war so eingestellt, daß die Temperatur zwischen  $-2$  und  $-6^{\circ}\text{C}$  schwankte. Die relative Feuchte bewegte sich um etwa 70 %. In 10 Versuchen wurden jeweils 50 Eier einem Kälteeinfluß von eins bis zehn Tagen ausgesetzt. Zur Nachbeobachtung kamen die Eier in eine thermokonstante Kammer ( $26^{\circ}\text{C}$  und 58 % relative Luftfeuchte).

Tabelle 3  
Übersicht zu dem Versuch über den Einfluß niederer  
Temperaturen auf *Dermestes vulpinus*-Eier

Versuchsnummer	Eizahl	Kälteeinfluß in Tagen	Larve geschlüpft	Eier eingeschrumpft	z.-Eier	u.-Eier
1	50	1	40	8	1	1
2	50	2	39	9	—	2
3	50	3	36	11	—	3
4	50	4	31	14	2	3
5	50	5	22	16	5	7
6	50	6	21	19	4	6
7	50	7	16	26	6	2
8	50	8	22	14	5	9
9	50	9	19	15	9	7
10	50	10	18	12	7	13
Kontrolle	100	—	95	5	—	—

Ein Gradmesser für die Schadwirkung war der Prozentsatz des Larvenschlupfes. Die Übersicht in Tabelle 3 zeigt, daß bei langem Kälteeinfluß die Eier sehr in Mitleidenschaft gezogen werden, was sich durch niedrige Schlupfprozente äußerst (30—40 %). Nach nur einem Tag Kälte war ein weit besserer Larvenschlupf zu verzeichnen (80 %). Ein gleichzeitig laufender Kontrollversuch mit 100 Eiern bei  $26^{\circ}\text{C}$  ergab einen 95 %igen Larvenschlupf.

Die durch Kälteeinfluß beschädigten Eier boten ein charakteristisches Aussehen. Sie waren entweder eingeschrumpft oder das Eiweiß hatte sich in der Eimitte bzw. einseitig konzentriert (zentralisiert), wobei das übrige Eivolumen von einer wasserklaren Flüssigkeit erfüllt war. Diese Beobach-

tung habe ich auch bei unbefruchteten Eiern oft gesammelt (Fig. 6 und 7). In Tabelle 13 ist die Anzahl der so geschädigten Eier verzeichnet: „z.-Eier“ (Eier mit zentralisiertem Eiweiß). Zu diesen Schädigungen kommt noch, daß das Ei kurz vor dem Larvenschlupf abstirbt. Die Entwicklung dieser Eier läßt sich auf Grund der äußeren Veränderungen genau verfolgen. Zu einem Larvenschlupf kommt es aber nicht mehr. Auch diese Art der Schädigung ist auf die Kälteeinwirkung zurückzuführen. Je länger nämlich die Eier der Kälte ausgesetzt waren, desto mehr konnten sich nicht mehr fertig entwickeln (26 % bei 10 Tagen Kälte). Die Anzahl dieser Eier sind in der letzten Kolonne als „u.-Eier“ (unvollständig entwickelte Eier) zu finden.

Es liegen mithin drei Arten von Schädigungen auf Eier durch niedere Temperaturen vor:

1. Schrumpfung
2. Eier mit zentralisiertem Eiweiß
3. Eier mit unvollständiger Entwicklung.

### Larvenschlupf und Schlupfprozente

Das Schlüpfen der Junglarve konnte häufig beobachtet werden. Besonders geeignet hierzu erschienen Gelege, deren Eier innerhalb weniger Stunden nacheinander ausschlüpften. Den Schlüpfvorgang selbst beschrieb KREYENBERG (1928). Danach „erscheinen zuerst die Antennen, dann folgen die Mundwerkzeuge und der Kopf. Durch Einkrümmen des Hinterleibes bekommt die Larve ihre Gliedmaßen nach und nach frei“. — Die rotbraunen Haare richten sich im Augenblick des Verlassens der Eihülle senkrecht auf. KREYENBERG schreibt, daß die Chorionhülle meist noch für kurze Zeit am Abdomen hängen bleibt. Dies gilt nach meinen Beobachtungen hauptsächlich für Eier, die nicht an glatten Flächen, z. B. Glas abgelegt sind. Da die Weibchen die in die Zuchtbehälter gelegten mikroskopischen Deckgläser mehrfach benutzten, um ihre Eilegege darunterzuschieben (s. u.), waren die Eier am Glase durch Antrocknen ganz leicht angeheftet. Dies genügte aber zur sofortigen Befreiung der Larve aus der Eihülle, welche am Glas haftend zurückblieb (Fig. 15).

Bei Larven, die aus Eiern schlüpften, welche auf Papier oder Holz abgelegt waren, konnte dagegen ein Hängenbleiben des Chorions am Abdomen beobachtet werden. Der Enddarm wird sofort fleißig als Nachschieber benutzt. Nach KREYENBERG bleibt die Larve bis zur Ausfärbung und Erhärtung des Chitins verborgen. Im Dunkeln dauert dies bei 18° C ein bis zwei Tage, im direkten Tageslicht bei 20—23° C fünf bis sechs Stunden.

Der Prozentsatz der schlüpfenden Larven beträgt S. 158 zufolge 84,1 %. Bei obiger Untersuchung waren normal und abnorm geformte Eier bezüglich ihrer Schlupfprozente geprüft worden.

Folgender Versuch beschäftigte sich mit der Frage, wieviel Prozent Larven aus der Gesamteiablage eines Weibchens ausschlüpfen. Die Weibchen, deren Eier geprüft werden sollten, wurden unter gleichen Bedingungen gehalten (Futter: Schweinsblase und täglich eine frisch getötete Fliegenmade, Temperatur: 26° C, relative Luftfeuchte: 60 %). Es wurden 10 Weibchen untersucht und ihre Eiablage bis zum Larvenschlupf beobachtet.



Damit konnte gleichzeitig die Frage nach der Schlüpfähigkeit der Eier von älteren bzw. jüngeren Weibchen beantwortet werden; es ergab sich, daß kein Unterschied der Schlupfprozente zwischen Eiern von älteren und solchen von jüngeren Weibchen besteht. Tabelle 4 gibt Aufschluß über die Ei-Schlupfprozente der untersuchten Weibchen. Der errechnete Mittelwert (86,4 %) dürfte als allgemein gültig angesehen werden können.

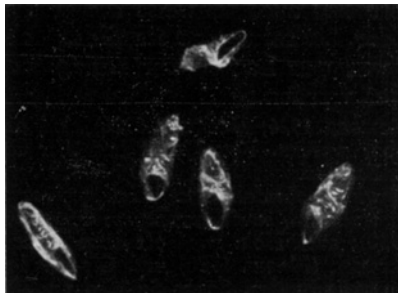


Abb. 15. Eihüllen des Dornspeckkäfers, auf Glasunterlage haftend

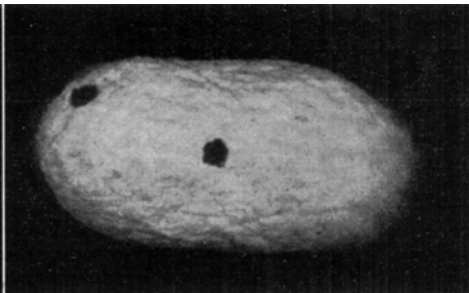


Abb. 16. Seidenraupenkokon. Durch *Dermestes vulpinus*-Larven beschädigt

Betrachtet man die Tabelle, so fällt auf, daß die Schlupfprozente bei den Weibchen am höchsten liegen, welche auch die höchsten Eizahlen hatten. Demnach dürfte hier ein direkter Zusammenhang zwischen der Vitalität der betreffenden Weibchen und den Schlupfprozenten bestehen.



Abb. 17. Stück aus der Bleimantelhülle eines Telefonkabels. Durch *Dermestes vulpinus*-Larven beschädigt

Tabelle 4  
Eischlupfprozente von  
10 Weibchen

Nr.	Eizahl	Schlupf- zahl	Schlupf- prozent
1	179	164	91,6
2	220	206	93,7
3	121	96	79,4
4	107	66	61,7
5	439	405	92,4
6	488	457	93,8
7	129	111	86,0
8	269	245	91,2
9	433	395	91,3
10	182	150	82,4
Mittel	257	230	86,4

### Verhalten der verpuppungsreifen Larve

Die Morphologie der Larve des Dornspeckkäfers ist schon mehrmals beschrieben worden (LETZNER 1880, ROSENHAUER 1882, RILEY 1885, KARSCH 1887, REY 1889, KREYENBERG 1928).

Ihre Lebensweise wurde nur zum Teil studiert. Hier soll das letzte Larvenstadium einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

Die Anzahl der Larvenhäutungen, die dem letzten Stadium vorangehen, ist nicht immer gleich, sondern von inneren und äußeren Faktoren abhängig. 5—11 Häutungen kann die Larve bis zum letzten Stadium durchmachen. Dieses Stadium ist gleichzeitig der längste Abschnitt des Larvenlebens. Seine Dauer ist unterschiedlich und wird von bestimmten Faktoren beeinflusst. Bei niederen Temperaturen ist es z. B. im allgemeinen

länger als bei höheren, Beziehungen, die trotz ihrer allgemein bekannten Zusammenhänge genau beobachtet und im Abschnitt 5 der Arbeit niedergelegt sind.

Sobald die Larve sich zur Verpuppung anschickt, zeigt sie ein verändertes Verhalten. Sie unterscheidet sich dabei von den vorhergehenden Stadien durch geringere Nahrungsaufnahme, einen ausgeprägten Wandertrieb und das Bestreben, in festen Materialien durch Einbohren eine Puppenwiege zu schaffen. Letzteres Verhalten kommt allen Angehörigen der Gattung *Dermestes* L. zu, und hierauf beruhen auch teilweise die großen wirtschaftlichen Schäden. Wir finden in der Literatur eine stattliche Zahl von Schadensmeldungen an Waren, die von den Larven zur Anlage der Puppenwiege angebohrt und damit wertlos wurden.

Kork (WAGNER 1921) und Tabakballen (ANDRES 1926, DECKERT 1926) sind oft genannte Stoffe, die durch Speckkäfer unbrauchbar werden. REH (1927) hat über beschädigte Zigarren berichtet; Stoffballen, z. B. Kunstseide (HERFS 1940), Wollwaren (REH 1927) und Baumwollballen (WEIDNER 1938) wiesen ebenfalls Beschädigungen durch Speckkäfer-Larven auf. Einmal hatten Larven in trockenem, stark gesalzenem Schweinefleisch Puppenwiegen angelegt (v. Lengerken 1930); auch Holz wird oft dazu benutzt (PFEFFER 1927, ZACHER 1928/29, 1939); in Mauerwerk (MADEL 1938) und Gipswänden (ZACHER 1938) hat man ebenfalls Puppenwiegen vorgefunden. Sogar Schäden an Blei (Anz. f. Schädlingssk. 1931) wurden durch Speckkäfer verursacht. Diese Aufzählung könnte man beliebig fortsetzen. Nur die hauptsächlich befallenen Stoffgruppen wurden genannt.

Zuerst glaubte man wohl, die Larven würden die Stoffe als Nahrung verwenden. Dem ist aber nicht so, wie durch Darmuntersuchungen einwandfrei bewiesen wurde. Das abgenagte Material wird nach außen befördert und bleibt vor der Puppenwiege liegen. Die Gänge können beträchtliche Länge aufweisen, da meistens alte Gänge noch weiter ausgebaut werden. Man hat solche bis zu  $1\frac{1}{2}$  m Länge gefunden (DAY 1922).

Zur Festlegung einer bestimmten Härtestufe oberhalb der das Material von verpuppungsreifen Larven des *Dermestes vulpinus* nicht mehr angebohrt wird, wurden nacheinander eine Reihe von Stoffen verschiedener

Tabelle 5

Materialien, durch *Dermestes vulpinus*-Larven angebohrt; nach der zeitlichen Reihenfolge der Beschädigung geordnet

Torfplatten . . . . .	nach	1 Tag angebohrt
Preßkork . . . . .	"	1 " "
Seidenraupenkokon . . . . .	"	1 " "
Wachs (Kerzen) . . . . .	"	1 " "
Zigarren . . . . .	"	1 " "
Naturkork . . . . .	"	1 " "
Kopra (alt, trocken) . . . . .	"	1 " "
Esche . . . . .	"	2 Tagen "
Deutsche Kiefer . . . . .	"	3 " "
Papier (Kalenderblock) . . . . .	"	5 " "
Blei . . . . .	"	5 " "
Lärche . . . . .	"	6 " "
Tanne . . . . .	"	6 " "
Linde . . . . .	"	6 " "
Teak . . . . .	"	7 " "
Schildkrötenfleisch (getrocknet) . . . . .	"	15 " "
Pechkiefer . . . . .	"	17 " "
Brasilkiefer . . . . .	"	17 " "
Weymouthskiefer . . . . .	"	19 " "
Franziskuskiefer . . . . .	"	19 " "

Härte geprüft. Die Versuche wurden in großen Schalen (Durchmesser 15 cm, Höhe 6 cm) ausgeführt. Die Materialproben kamen nacheinander getrennt in die Schalen, die gleichzeitig mit je 15 großen Larven beschickt waren. Dann stellte ich die Schalen bei 25° C unter einen umgestülpten Pappkarton. Nun wurde jeden Tag nachgesehen, welche Stoffe von den Larven angebohrt waren. Es stellte sich

dabei heraus, daß nicht alle Stoffe sofort beschädigt wurden, sondern einige erst nach längerer Zeit. In Tabelle 5 ist eine Aufstellung der untersuchten Materialien nach der zeitlichen Reihenfolge ihrer Beschädigungen gegeben.

Bei folgenden Stoffen wurden keine Bohrspuren festgestellt:

Pappel, Ulme, Weiß- und Rotbuche, Kastanie, Akazie, Nußbaum, Eiche, Pockholz, Vinidur (Kunststoff).

Für die Holzproben wurde stets junges, gesundes Holz herangezogen. Es wäre denkbar, daß auch ausgesprochene Harthölzer (Eiche, Buche, Nußbaum) in älterem, trockenem Zustand den *Dermestes*-Larven keinen Widerstand mehr bieten können.

Nach den Ergebnissen liegt also die gesuchte „Härtestufe“ etwa bei mittelharten bis harten Hölzern. Alle weicheren Stoffe können durch die

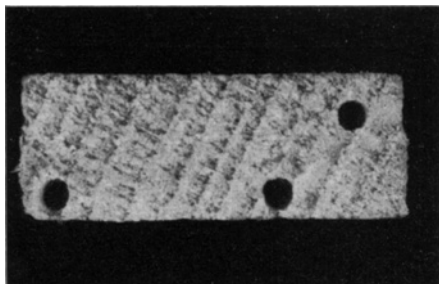


Abb. 18. Tannenholz.  
Durch *Dermestes vulpinus*-Larven beschädigt

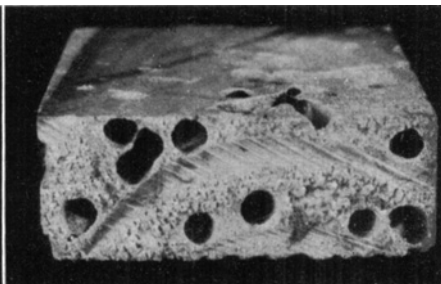


Abb. 19. Lärchenholz.  
Durch *Dermestes vulpinus*-Larven beschädigt

Larven beschädigt werden. In den Figuren 16 bis 19 sind verschiedene Stoffproben abgebildet, welche im einzelnen die Schadwirkung der *Dermestes*-Larven demonstrieren.

### Puppe und Imaginalschlupf

Über die Morphologie der Puppe von *Dermestes vulpinus* hat REY 1889 berichtet.

Die Größe der Puppe ist von der Lebensweise der Larve abhängig und bestimmt die Körpermaße der Imagines. Gemäß den Feststellungen auf S. 173 ist die weibliche Imago im allgemeinen größer als die männliche. Dasselbe gilt für die Größe der Puppe. Die männliche Puppe mißt nach KREYENBERG (1928) 7 bis 7,5 mm in der Länge und 2,5 bis 2,7 mm in der Breite. Die weibliche Puppe ist dagegen 9 bis 9,5 mm lang und 3 mm breit. Die Farbe der Puppe ist elfenbein bis hellgelb.

Das Schlüpfen der Puppe geht gewöhnlich, sofern die Larve Gelegenheit zum Einbohren hatte, in der Puppenwiege vor sich. Frei liegende Puppen bleiben häufig in der letzten Larvenhaut stecken (Fig. 20). Dies ist nach GÜNTHER (1900) bei *Dermestes lardarius* L. eine Maßnahme gegen die Austrocknung der Puppe. Während die Puppe gewöhnlich in der letzten Larvenhaut ruht, wird dieselbe abgestreift, wenn man die Tiere etwas feucht hält. Derselbe Versuch wurde bei *D. vulpinus* durchgeführt.

In zwei Hygrostatenschalen, von denen die eine 16 % relative Luftfeuchte aufwies, und die andere eine solche von 96 % hatte, wurden je 12 verpuppungsreife, unbewegliche Larven gebracht. Die Temperatur betrug 27,5° C. Bei Kontrolle des Versuches stellte sich folgendes heraus: Von den Puppen, welche in der trocknen Umgebung geschlüpft waren, verblieben 6, also die Hälfte, in der letzten Larvenhaut. In der Schale mit

hoher Luftfeuchte hatten sich weit über die Hälfte der Puppen (10 Stück) aus der letzten Larvenhaut befreit.

Einen weit größeren Schutz gegen Austrocknung verschafft sich das Tier aber durch Herstellung einer Puppenwiege in festem Material. Dazu folgender Versuch:

Im Thermostaten wurden bei 30° C 20 in der Puppenwiege (Kork) befindliche und 25 freiliegende Puppen einer großen Trockenheit (5 % relative Luftfeuchte) ausgesetzt. Beim Auszählen der geschlüpften Imagines wurde festgestellt, daß von den freiliegenden Puppen 12 % nicht ausschlüpfen, während der Imaginalschluß der durch die Puppenwiege geschützten Puppen 100 % war.

Die Puppenwiege bietet daneben weiteren Schutz gegen allerlei Gefahren. Wie unten auszuführen sein wird, ist die freiliegende Puppe gegenüber den eigenen Artgenossen (besonders gegen die Larven) völlig wehrlos. Die Puppenwiege hat also hier die Aufgabe, den Zutritt nahrungsuchender Insekten zu verwehren.

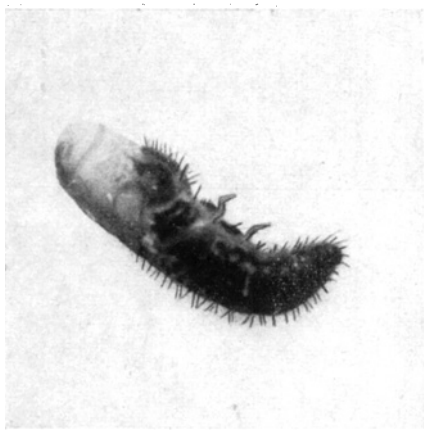


Abb. 20. Puppe von *Dermestes vulpinus*, in der letzten Larvenhaut ruhend

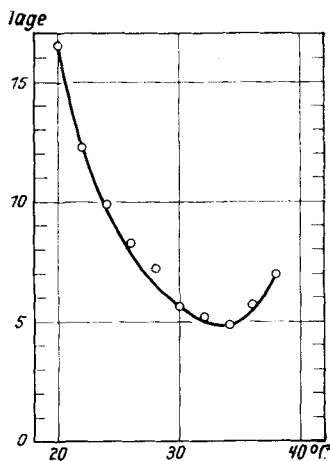


Abb. 21. Dauer der Puppenruhe in Abhängigkeit von der Temperatur

Die Dauer der Puppenruhe schwankt mit der Temperatur (Fig. 21). Im Abstand von je 2° C wurden die Puppen verschiedenen Temperaturstufen von 20° C aufwärts ausgesetzt (relative Luftfeuchte 50–60 %). Die Kurve zeigt eine große Übereinstimmung mit der Kurve in Fig. 12, welche die Temperaturabhängigkeit der Embryonalentwicklung wiedergibt. Die Dauer der Puppenruhe wird mit steigender Temperatur abgekürzt. Am Wendepunkt (bei 34° C) nimmt sie mit weiter steigender Temperatur zu. Merkwürdig ist, daß bereits bei 38° C der Endpunkt der Kurve erreicht wird, obwohl die Puppen unter den gleichen Bedingungen wie die Eier geprüft wurden. Die Puppen reagieren also auf hohe Temperaturen empfindlicher als die Eier (Die Kurve der Embryonalentwicklung endete erst bei 40° C). Auch beim Puppenversuch war die Sterblichkeit bei 38° C sehr hoch und es kamen hier nur einige Exemplare zum Imaginalschluß.

Während der Puppenruhe wird das Puppengewicht reduziert. Fünf Puppen, die während ihrer Entwicklung bei 24° C täglich gewogen wurden, hatten 4 bis 8 % ihres Anfangsgewichtes verloren.

### 3. Imago

#### Größe und Geschlechtsverhältnis

Die Körpermaße des Dornspeckkäfers können durch mancherlei Einflüsse recht unterschiedlich sein. Schlechte Ernährung der Larve kann Kümmerformen der Imago hervorrufen. So traten bei Fütterung von feuchtem Schweinedarm und damit verbundener längerer Entwicklungsdauer Kümmerformen der Imagines auf. Bei Hungerversuchen kann man dasselbe beobachten. „Mit der Verlangsamung der Entwicklungsdauer läuft Zwergwuchs parallel“ (KREYENBERG 1928).

Auch die Temperatur spielt eine wichtige Rolle. Bei hohen Wärmegraden (über 30° C), die ebenfalls eine Verlängerung der Entwicklungsdauer verursachen, treten viele Kümmerformen auf.

Ein grundlegender Unterschied besteht zwischen den Geschlechtern, und zwar ist das Weibchen im allgemeinen etwa 6 % länger und 9 % breiter als das Männchen.

Neben kleinen Körperdimensionen kommen auch Tiere mit überdurchschnittlichen Maßen vor.

Zur Festlegung eines Mittelwertes wurden 50 Männchen und 50 Weibchen gemessen, wobei die Körperlänge von der Frons bis zur Nahtspitze der Elytren und die Körperbreite in Höhe der Elytrenansätze gemessen wurde. Die Tiere waren aus dem großen Zuchtbehälter wahllos entnommen worden.

Die Meßergebnisse waren folgende:

Länge: Männchen 7,2 mm, Weibchen 7,7 mm im Mittel

Breite: Männchen 3,0 mm, Weibchen 3,3 mm im Mittel.

Abweichungen, durch oben genannte Faktoren verursacht, können erheblich sein. Z. B. wurde ein Riesen-Männchen mit folgenden Maßen gefunden: Länge 8,2 mm, Breite 3,5 mm. Demgegenüber wurde ein sehr kleines Tier mit einer Länge von 5,4 mm und einer Breite von 2,6 mm gemessen. Sein Längen-Breiten-Verhältnis war also knapp 2 : 1. Sonst ist das Verhältnis Länge — Breite bei Männchen und Weibchen etwa 2,4 : 1.

Bei den Weibchen fanden sich folgende Abweichungen:

großes Exemplar: Länge 9,7 mm, Breite 4,0 mm

kleines Exemplar: Länge 6,0 mm, Breite 2,5 mm.

In der Literatur finden wir die Körpergröße (Länge) von *Dermestes vulpinus* F. mit 5,5—10 mm angegeben (REITTER 1911). Der relativ große Spielraum dieser Angabe hat nach dem Festgestellten durchaus seine Berechtigung.

Zur Bestimmung des Geschlechtsverhältnisses wurden zwei Wege eingeschlagen.

Einmal wurde aus dem Großzuchtbehälter durch wöchentliches Herausnehmen der toten Imagines während drei Monaten insgesamt 925 Tiere gesammelt. Die Käfer wurden sodann nach Geschlechtern getrennt. Bekanntlich unterscheiden sich die Männchen mehrerer *Dermestes*-Arten von den Weibchen durch den Besitz eines Haarbüschels in einer nackten, runden Grube auf dem zweitletzten Hinterleibsring. Dieses Haarbüschel wurde bei *Dermestes Frischii* Kgl. von DOBKIEWICZ (1928) als „Duftdrüse“ bezeichnet.

Die Auszählung ergab 457 Männchen und 468 Weibchen. Daß die Weibchen dabei um wenige Tiere überwiegen, hat bei der Menge der geprüften Exemplare keine Bedeutung. Es scheinen sich also ebensoviel Männchen wie Weibchen zu entwickeln.

Die andere Methode beruhte darauf, das Geschlechtsverhältnis in einem Eigelege zu ermitteln. 10 Eigelege wurden geprüft. Sie sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6  
Ermittlung des Geschlechtsverhältnisses bei *Dermestes vulpinus* aus 10 Eigelegen

Eigelege Nr.	Eizahl	Datum der Ablage	Imagines	Männchen	Weibchen	Lebens- erwartung
1	8	4. 3.	13.—17. 4.	4	3	87,5 %
2	19	5. 3.	13.—16. 4.	8	6	73,7 %
3	12	5. 3.	13.—15. 4.	7	4	91,6 %
4	14	6. 3.	13.—17. 4.	7	5	85,7 %
5	7	22. 3.	5.— 9. 5.	3	4	100 %
6	15	24. 3.	7.—17. 5.	5	5	66,6 %
7	11	27. 3.	17.—19. 5.	4	5	81,8 %
8	16	9. 4.	26.—30. 5.	5	6	68,8 %
9	4	16. 4.	8.—15. 6.	—	3	75,0 %
10	12	19. 4.	1.—15. 6.	7	5	100 %
Eisumme	118			50	46	

Das größte Gelege umfaßt 19 Eier, das kleinste 4 Eier. Die geschlüpfen Junglarven wurden in größeren Schalen bei einer Temperatur von 26° C und einer relativen Luftfeuchte von 60—70 % herangezogen und mit Schweinsblase versorgt. Neben dem Datum der Eiablage ist der Imaginalschlupf (Streuung) und die Lebenserwartung eingetragen. Unter der Spalte „Lebenserwartung“ ist der Prozentsatz der zur Imago entwickelten Tiere vermerkt. Er stellt gleichzeitig ein Maß für die Sterblichkeit der Larven bei den angegebenen Bedingungen dar. Larven, die vorzeitig abstarben, waren meistens solche im ersten bis dritten Stadium. Nach der dritten Larvenhäutung (viertes Stadium) war die Sterblichkeit praktisch gleich Null. Puppen starben nicht ab.

Nach dem Imaginalschlupf konnte das Verhältniss Männchen/Weibchen ermittelt werden. Von den geprüften Eiern (118) entwickelten sich 96 bis zur Imago. Das sind etwa 81 %. 50 Imagines waren Männchen, 46 waren Weibchen. Demnach könnten die Männchen eine etwas größere Lebenserwartung haben als die Weibchen. Dies widerspräche aber der ersten Untersuchung, nach der die zahlenmäßige Stärke beider Geschlechter etwa gleich ist und zudem mehr Weibchen als Männchen gezählt wurden. Die geringe Abweichung hat vermutlich auch hier keine Bedeutung. Somit kann das Geschlechtsverhältnis bei *Dermestes vulpinus* mit 1 : 1 bezeichnet werden.

### B e g a t t u n g

Die Paarung der Dornspeckkäfer war bei den Tieren, die im Zuchttraum bei durchschnittlich 22—24° C gehalten wurden, das ganze Jahr über zu beobachten. Nach KREYENBERG beginnt die Kopulationszeit Ende April und dauert zwei Monate. Bei paarweiser Haltung reagieren die Tiere nach DOBKIEWICZ (1928) auf jede unerwartete Störung durch Kopulation.

Meist findet die Kopula im Halbdunkel statt. Zur Beobachtung wurde jeweils nur ein Pärchen zusammengesetzt. Die Kopulationsstellung ist die bei Käfern übliche. Das in der Regel kleinere Männchen sitzt dabei schräg

nach links etwas herunterhängend (von oben betrachtet) auf dem Rücken des Weibchens. Es benutzt die Endklauen der rechten Beine zum Einhaken in den rechten Außenrand der Elytren des Weibchens.

Begegnen sich die Partner, so kann es sofort zur Paarung kommen. Mehrmals wurden auch paarungsunwillige Tiere (zumeist Weibchen) angetroffen. Eingeleitet wird die Kopulation durch ein Betasten des weiblichen Abdomens durch die Fühler des Männchens. Dies kann sich mehrmals wiederholen, wobei es nicht selten zu einem „Nachlaufen“ der beiden Tiere kommt. Ist das Weibchen paarungswillig, so bleibt es entweder sofort oder nach kurzem Weiterlaufen stehen. Das Männchen klettert sodann rückwärts auf das Weibchen, dabei heftig das Halsschild desselben mit den Fühlern betrillernd. Dann erscheint der Penis und tastet sich zur Vagina des Weibchens hin. Die seitlichen Parameren werden dabei weit auseinandergeklappt. Ein mehrmaliges Einführen des Penis in die Vagina wurde, besonders am Anfang der Paarung, oft beobachtet. Sodann bleiben die Tiere ruhig sitzen. Dieses ruhige Verharren wurde bei 20 Pärchen abgestoppt. In der Mehrzahl der Fälle sind etwa 3,5 min gemessen worden. Werden die Tiere gestört, so beginnt das Weibchen gewöhnlich fortzulaufen, während das Männchen seinen Platz auf dem Rücken des Weibchens beibehält. Nach der Kopula trennen sich die Tiere sofort wieder.

### E i a b l a g e

KREYENBERG fand in seiner Arbeit (1928), daß die Zahl der Eier eines Weibchens bei *Dermestes vulpinus* F. um das achtfache größer ist als bei *Dermestes lardarius* L. Seine Angaben über die Gesamteiablage des Dornspeckkäfers stützen sich nur auf drei Zuchtweibchen. Er erhielt folgende Gesamteizahlen: 845, 648 und 198. Eizahlen wie 845 und 648 konnte ich nur bei einem Weibchen, das mit frisch getöteten *Tenebrio*-Larven gefüttert wurde, beobachten. Es legte 696 Eier. Leider ist nicht angegeben, womit KREYENBERG seine Käfer gefüttert hat. Was die Temperatur anbetrifft, so arbeitete KREYENBERG unter natürlichen Verhältnissen (mittlere Monatstemperaturen von Juli bis September, ca 22° C).

Ich hielt die Versuchstiere unter folgenden Bedingungen: Temperatur 27,4° C, relative Luftfeuchte 60—70 %, Futter: Schweinsblase, Haltung: paarweise in Petrischalen. Zur Beobachtung kamen 24 Pärchen. Bei täglicher Kontrolle wurden die Eier entnommen und, wenn nötig, das Futter erneuert.

Die Weibchen legten durchschnittlich 300 bis 400 Eier. Da ich das genaue Alter der Weibchen kannte, konnte ich auch die Dauer der *P r a e - o v i p o s i t i o n s p e r i o d e*, also die Zeit bis zur ersten Eiablage, ermitteln. Bei der gewählten Versuchstemperatur betrug sie durchschnittlich 7—8 Tage. Die Eiablageperiode (*O v i p o s i t i o n s p e r i o d e*) dauerte rund 90 Tage. KREYENBERG gibt eine Eiablageperiode „von Mitte Juli bis Mitte September“ an. Die Versuchswerte sind in Tabelle 7 angegeben.

Wie ist nun die Gesamteiablage der Weibchen auf ihre Lebensdauer verteilt?

Das einzelne Zuchtweibchen hat keinen bestimmten Ablagerhythmus, d. h. die tägliche Eiproduktion ist sehr verschieden. Hohe und niedrige Eizahlen wechseln ständig. Daneben ist die *G e s a m t*-Eiproduktion (auf die Lebensdauer bezogen) ebenfalls unterschiedlich. Die meisten Eier legt das Weibchen im ersten Drittel seines Lebens. Dann läßt die Eiproduktion rasch nach.

Tabelle 7

Lebensdauer und Eiablage von 24 *Dermestes vulpinus*-Pärchen. (Lebensdauer, Ovipositionsperiode und Praeovipositionsperiode in Tagen)

Nr.	Lebensdauer		Gesamteizahl	Ovipositionsperiode	Praeovipositionsperiode
	Männchen	Weibchen			
1	107	99	493	78	13
2	30	142	419	78	7
3	98	138	350	99	10
4	74	89	277	76	6
5	66	137	469	105	7
6	113	122	508	92	11
7	68	129	375	105	8
8	104	108	342	74	6
9	112	132	224	104	8
10	137	131	68	97	6
11	74	125	364	101	8
12	83	88	269	76	6
13	125	137	604	113	6
14	108	148	326	117	5
15	142	126	251	118	9
16	90	65	170	50	13
17	82	150	377	110	10
18	77	94	443	81	6
19	111	132	381	119	4
20	117	128	174	106	4
21	96	113	327	82	12
22	80	117	266	88	6
23	68	96	121	64	6
24	68	123	210	95	5

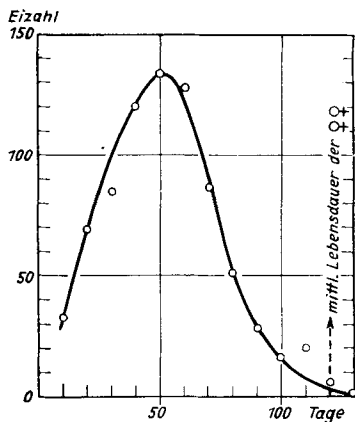


Abb. 22. Mittlere Eiablage von 24 *Dermestes vulpinus*-Weibchen auf die Lebensdauer bezogen

Die Kurve in Fig. 22 zeigt eine summarische Darstellung der Untersuchung. Aus den 24 Einzelversuchen wurde die dargestellte Kurve ermittelt.

Die einzelnen Punkte errechnete ich aus der durchschnittlichen Eizahl von je 10 Tagen. Die mittlere Lebensdauer der Weibchen (etwa 120 Tage) ist ebenfalls vermerkt.

In welcher Weise die Eiproduktion der Weibchen durch verschiedenes Futter beeinflusst wird, zeigen folgende Versuche:

Insgesamt sieben Futtersubstanzen wurden geprüft. Jeweils 10 Weibchen wurden mit einer Futterart ernährt. Außer der Gesamteiproduktion eines Weibchens konnte auch die Verteilung der Eiablage während des gesamten Lebens durch tägliche Kontrolle registriert werden.

Frisch getötete *Tenebrio*-Larven und -Puppen sowie getrocknete Schweinsblase hatten einen günstigen Einfluß auf die Eiablage. Die Mittelwerte unterscheiden sich nur geringfügig. Bei getrocknetem Rindfleisch als Futter wurde eine schlechtere Eiproduktion im Mittel erzielt. Frisch getötete Fliegenmaden und getrockneter Schweine-darm ergaben die kleinsten Mittelwerte. Bei Koprafütterung konnte keine Eiablage beobachtet werden.

In Fig. 23 ist die Verteilung der Gesamteiablage auf die Lebensdauer der Weibchen dargestellt. Die Abszisse gibt die Zeit in Tagen an, während die Ordinate die durchschnittliche Eizahl pro Tag wiedergibt. Der Übersicht-



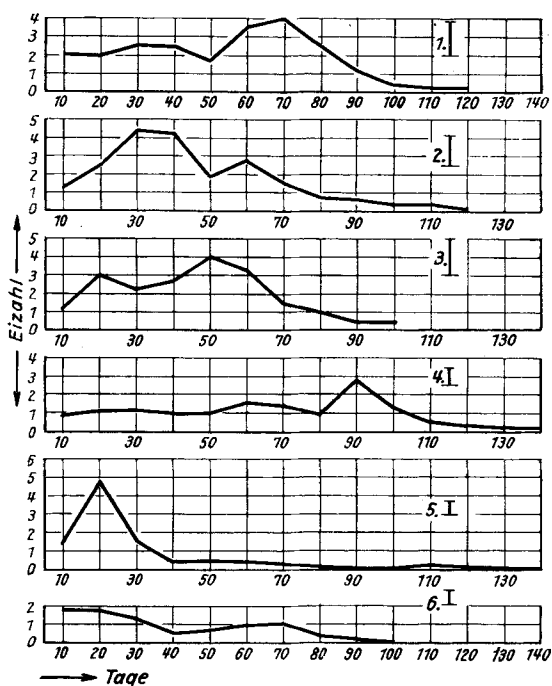


Abb. 23. Einfluß von 6 verschiedenen Futterarten auf die Eiablage der Imagines, 1 = *Tenebrio*-Larve, frisch getötet, 2 = *Tenebrio*-Puppe, frisch getötet, 3 = Schweinsblase, getrocknet, 4 = Rindfleisch, getrocknet, 5 = Fliegenmaden, frisch getötet, 6 = Schweinedarm, getrocknet

zu einer heftigen Eiablage angeregt. Aber schon nach etwa 30 Tagen sinkt die Kurve ab und läuft dann mit ganz niedrigen Werten sehr lange aus. Bei getrocknetem Schweinedarm (Nr. 6) haben wir einen flachen, langsam abnehmenden Kurvenzug ohne hervorstehende Spitzen.

Nach KREYENBERGS Beobachtungen sucht das Weibchen zur Eiablage einen dunklen Ort auf. Es soll sich kurz vor der Ablage vor dem Erscheinen der Legeröhre ein paarmal um sich selbst drehen.

Die Weibchen des Dornspeckkäfers sind bestrebt, ihre Eier bei der Ablage zu verstecken. In großer Zahl wurden Eier zwischen gefaltetem Papier, in den Poren von Kork, unter den Rundfiltern der Zuchtchalen und unter den absichtlich hineingelegten mikroskopischen Deckgläsern gefunden. Die Deckgläser ließen ein näheres Studium der Gelegeformen zu. Die Eier werden vom Rande her zwischen die Glasfläche und das darunterliegende Papier geschoben, so daß sie in eine Ebene zu liegen kommen.

Man kann drei Gelegeformen unterscheiden:

1. halbkreisförmige Gelege
2. reihenförmige Gelege
3. unregelmäßige Gelege.

Die halbkreisförmigen Gelege können entweder in einem Radius (Fig. 24) oder in zwei Radien (Fig. 25) angeordnet sein.

Die Anordnung der reihenförmigen Gelege kann in einer Reihe (Fig. 26) oder in zwei Reihen (Fig. 27) erfolgen.

lichkeit wegen sind jeweils 10 Tage zusammengefaßt und der Mittelwert der Eiablage daraus angegeben. Für jede Versuchsreihe ist eine Kurve dargestellt, die als Mittelwert aus den 10 Einzelkurven genommen wurde. Neben der jeweiligen Nummer (1—6) ist die durchschnittliche Höhe der Kurve als aufrechte Linie dargestellt. Man sieht sofort die Übereinstimmung der drei ersten Kurven, welche eine große Mächtigkeit aufweisen. Nr. 4 (getrocknetes Rindfleisch) ergibt im Vergleich dazu eine recht niedrige Kurve. Interessant ist, daß die Kurvenspitze, welche die höchste Eiablage pro Tag darstellt, erst im Alter von etwa 90 Tagen erreicht wird. Ganz anders ist das Kurvenbild bei Nr. 5 (frisch getötete Fliegenmaden). Hier werden die Weibchen offenbar sofort

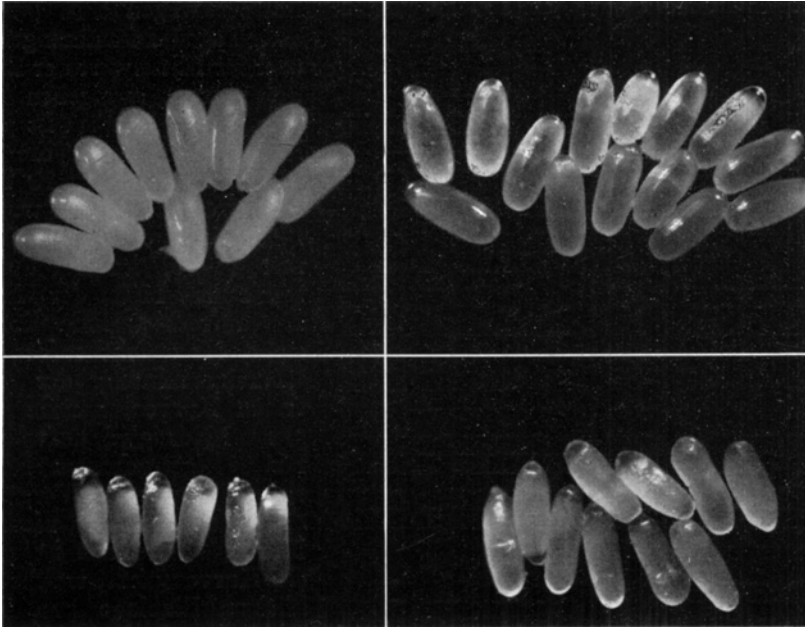


Abb. 24 (links oben). Halbkreisförmiges Eigelege mit einem Radius. Abb. 25 (rechts oben). Halbkreisförmiges Eigelege mit zwei Radien. Abb. 26 (unten links). Reihenförmiges Eigelege (Anordnung in einer Reihe). Abb. 27 (rechts unten). Reihenförmiges Eigelege (Anordnung in zwei Reihen)

Über die Häufigkeit der einzelnen Gelegeformen wurde folgendes ermittelt:

Von 30 näher untersuchten Gelegen waren 17 (57 %), also mehr als die Hälfte, halbkreisförmig, 7 Eigelege (23 %) wiesen eine Reihenform auf, während die übrigen 6 Eigelege (20 %) unregelmäßig waren.

Die Zahl der Eier, die in einem Gelege vereinigt sind, kann sehr verschieden sein. Es gibt Gelege mit drei und solche mit dreißig Eiern. Meistens jedoch sind etwa 10—15 Eier an einem Gelege beteiligt. KREYENBERG gibt für ein Gelege 6—8 Eier an.

Mehrmals konnte beobachtet werden, daß die Weibchen feuchte Plätze zur Eiablage bevorzugen. So wurde ein Gelege, das zwischen einem Streifen angefeuchteten Filtrierpapiers und Schalenboden gebracht war, beobachtet. Der Kopfpol der Eier war dem Papierrand zugewandt. Die unter den Deckgläsern abgelegten Eier wiesen stets dieselbe Lage auf (Kopfpol zum Deckglasrand gerichtet). Siehe dazu Fig. 28. Daraus kann man schließen, daß die Anordnung der Eier in der Legeröhre des Weibchens so ist, daß die Eier bei der Ablage mit dem hinteren Pol zuerst erscheinen.

Die Eier, welche ein Gelege zusammensetzen, zeigen eine Übereinstimmung in Form und Größe. Die Längen- und Breitendifferenz der Eier desselben Geleges sind äußerst gering.

Abschließend soll die Eiablage der unbefruchteten Weibchen beschrieben werden. Oben wurde bereits über unbefruchtete Eier berichtet. Diese waren von 10 Weibchen, die absichtlich unbefruchtet blieben, gewonnen worden. Die Weibchen wurden unter den gleichen Bedingungen wie die

24 Pärchen gehalten (Temperatur 27,4° C, relative Luftfeuchte 60 bis 70 %, Futter: Schweinsblase). In Tabelle 8 sind die untersuchten Weibchen einzeln aufgeführt. Neben der Lebensdauer ist die Gesamteizahl, Ovipositionsperiode und Praeovipositionsperiode angegeben. Ein Vergleich mit Tabelle 7 zeigt, daß unbefruchtete Weibchen kürzer leben als befruchtete. Die Gesamteizahl steht im Durchschnitt weit hinter derjenigen befruchteter Weibchen zurück (rund  $\frac{1}{10}$ ). Entsprechend der verkürzten Lebensdauer ist auch die Ovipositionsperiode reduziert. Die Praeovipositionsperiode ist dagegen unverändert.

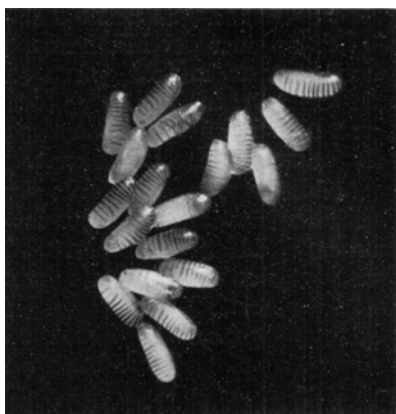


Abb. 28. Eigelege unter dem Deckglas. Der Kopfpol der Eier ist zum Deckglasrand gerichtet

Tabelle 8

Lebensdauer und Eiablage von 10 unbefruchteten *Dermestes vulpinus*-Weibchen (Lebensdauer, Ovipositionsperiode und Praeovipositionsperiode in Tagen)

Nr.	Lebensdauer	Gesamteizahl	Ovipositionsperiode	Praeovipositionsperiode
1	59	0	—	—
2	96	42	88	5
3	94	43	81	6
4	91	6	4	7
5	86	81	71	5
6	87	115	68	5
7	97	31	69	9
8	90	6	27	15
9	90	4	35	15
10	40	0	—	—

Vergleichend seien die Mittelwerte aus Tabelle 7 und 8 angegeben:

	Lebensdauer	Gesamteizahl	Ovipos.-Periode	Praeoviops.-Periode
Befruchtete Weibchen:	120 Tage	325	93 Tage	8 Tage
Unbefruchtete Weibchen:	83 Tage	33	55 Tage	8 Tage

Über die Art, in der unbefruchtete Weibchen ihre Eier ablegen, wurde ebenfalls schon berichtet.

### Lebensdauer

Die Lebensdauer der Imagines kann recht unterschiedlich sein, wobei mehrere Faktoren verschieden beeinflussend wirken.

Bei Züchtung der Tiere unter normalen Bedingungen erreichen die Männchen ein Durchschnittsalter von 93 Tagen, die Weibchen erreichen 120 Tage im Mittel (Vgl. Tabelle 7).

Über die Lebensdauer im Zusammenhang mit der Geschlechtsbetätigung der Tiere wurde folgendes ermittelt:

Die Männchen leben ohne Geschlechtsbetätigung länger. Oben wurde die Lebensdauer der Männchen, die zusammen mit je einem Weibchen gehalten wurden, mit 93 Tagen angegeben. Männchen, die dagegen separat gehalten wurden, lebten durchschnittlich 116 Tage (Mittelwert von 10 Tieren). Bei den Weibchen liegen die Zahlen umgekehrt. Hier leben die befruchteten Weibchen länger als die unbefruchteten.

Nahrungsentzug bewirkt eine erhebliche Verkürzung der Lebensdauer. Es interessiert die Frage, wie lange die Tiere ohne Futter auskommen. Es wurden 10 Männchen und 10 Weibchen untersucht. Die unmittelbar nach dem Schlüpfen in Einzelhaft verbrachten Käfer erhielten keinerlei Nahrung; sie lebten bei 27,0° C und 65 % relativer Luftfeuchte. Trotzdem keine Nahrung gegeben wurde, setzten die Käfer Kot ab, die Männchen nach drei bis vier Tagen, die Weibchen nach rund fünf Tagen. Die Männchen konnten im Mittel 25 Tage ohne Futter auskommen, die Weibchen gingen nach rund 27 Tagen ein. Letztere können also etwas länger hungern.

Das Verhalten der Käfer während der Hungerzeit unterscheidet sich nicht von dem normal gefütterter Tiere. Etwa 4—5 Tage vor dem Absterben macht sich jedoch ein „Stelzgang“ bemerkbar, d. h. der Lauf wird dabei hochbeinig und äußerst langsam. Kommt ein Käfer in diesem Stadium in die Rückenlage, so kann er sich allein nicht wieder aufrichten.

Bei niedriger Temperatur vermag der Dornspeckkäfer länger zu hungern. Er kann als Imago überwintern, wobei er geschützt liegende Stellen aufsucht; meistens alte Larvengänge und Puppenwiegen.

#### 4. Ernährung

##### Nahrung und Nahrungsmenge

Zur Klärung der Ernährungsbiologie des Dornspeckkäfers sind zwei Grundfragen wichtig:

- a) welche Nahrung wird angegangen?
- b) wieviel Nahrung wird verzehrt?

Diese Fragen stehen im engsten Zusammenhang mit der Frage des Biotopes. Wie bereits geschildert, lebt der Dornspeckkäfer hauptsächlich als Vorrats- und Materialschädling an Orten, an denen entweder Tiere verarbeitet (Schlachthöfe, Abdeckereien) oder in Gebäuden, in denen Tierprodukte (Knochen, Därme, Häute, Felle und dgl.) gelagert werden. Insbesondere üben trockene oder trocknende Rohhäute eine starke Anziehungskraft aus.

Verschiedene Ernährung ruft auch abgeänderte Lebensäußerungen hervor. So werden die Körpermaße, die Eiablage und die Anzahl der Häutungen verschieden beeinflusst.

##### a) Die Nahrung

In Massenzuchten verwendete ich neben Tierkadavern Därme und Tierblasen als Futter. Es werden aber auch noch andere Nahrungsstoffe angenommen. Von diesen soll im folgenden die Rede sein.

Speckkäfer zählen häufig zur Nidicolonfauna. Sie leben dort vom Nistmaterial, Excrementen und Federn der eigentlichen Nestbewohner. Eine durch Speckkäferfraß beschädigte Hühnerfeder zeigt Fig. 29. Man vergesse

dabei nicht, daß insbesondere die Speckkäferlarven auch den Vögeln selbst (besonders den Jungvögeln) schaden können. Eingebraachte oder aktiv zugewanderte Insekten, die später verenden, werden als willkommenes Futter angenommen.

Lebende Insekten werden sicher nur selten angegriffen. Es spielt hierbei die Beweglichkeit der in Betracht kommenden Tiere die ausschlaggebende Rolle.

Insbesondere dürfen bewegliche Käfer und Larven vor Fraß sicher sein. Inaktive Larven und Puppen werden dagegen angegangen (ZACHER 1940).

So hatten z. B. *Dermestes*-Larven (3. Stadium) eine *Tenebrio*-Puppe ausgefressen. Auch konnte ich in den Zuchten häufig durch Fraß beschädigte *Dermestes*-Puppen beobachten. Käfer werden dagegen erst nach dem Tode angegangen. Nach meinen Beobachtungen werden dabei zuerst die Fühlerkeulen abgenagt. Sodann wird das Abdomen des toten Käfers angefressen, später dann die anderen Körperteile. Je nach dem Hunger und der Anzahl der Speckkäferlarven geht dies mehr oder weniger schnell vor sich. Übrig bleiben z. T. die Elytren, Alae, Thorakalring, Kopfkapsel, z. T. die Abdominalsegmente und die Beine; d. h. der Chitinpanzer wird im großen und ganzen übriggelassen.

An dieser Stelle seien noch einige Versuche eingefügt, welche die kannibalische Lebensweise des Dornspeckkäfers näher beleuchten. KREYENBERG (1928) berichtet, daß bei unterernährten Larven des öfteren Kannibalismus beobachtet wurde. „Außerdem verzehren die Larven bei Nahrungsmangel ihre eigenen Exuvien“.

Um die Tiere zum Kannibalismus zu veranlassen, ließ ich in sieben Versuchen mit verschiedenen Entwicklungsstadien eine Anzahl Tiere hungern.

Versuch 1. Zehn große Larven (5. Stadium) auf Hunger gesetzt. — Nach sechs Tagen waren schon zwei Larven ausgefressen. Nach 13 Tagen fehlten bereits sechs Larven und nach 21 Tagen war schließlich noch eine Larve übrig.

Versuch 2. Fünf große Larven (5. Stadium) mit fünf kleinen Larven (3. Stadium) auf Hunger gesetzt. — Nach zehn Tagen fehlten die fünf kleinen Larven. Die übrigen fünf großen Larven fraßen sich sodann gegenseitig innerhalb weiterer zehn Tage bis auf zwei Exemplare auf.

Versuch 3. Zehn Imagines (fünf Männchen und fünf Weibchen) auf Hunger gesetzt. — Nach 17 Tagen waren alle Imagines verhungert, ohne daß Kannibalismus beobachtet wurde.

Versuch 4. Fünf große Larven (5. Stadium) und fünf Imagines auf Hunger gesetzt. — Die Imagines wurden von den Larven erst nach deren Verenden angegangen. Nach neun Tagen war eine Imago und eine Larve ausgefressen. Nach 16 Tagen fehlten zwei weitere Larven. Die übrigen zwei Larven fraßen noch zwei tote Imagines auf.

Versuch 5. Fünf kleine Larven (3. Stadium) auf Hunger gesetzt und zwei Puppen dazugegeben. — Schon nach zwei Tagen war die eine Puppe, nach weiteren zwei Tagen auch die andere Puppe ausgefressen.

Versuch 6. Fünf große Larven (5. Stadium) auf Hunger gesetzt und 2 Puppen dazugegeben. — Nach zwei Tagen fehlte eine Puppe, nach sechs Tagen war die zweite Puppe und eine Larve ausgefressen.

Versuch 7. Fünf Imagines auf Hunger gesetzt und vier Puppen dazugegeben. — Die Puppen werden von den Imagines nicht angegriffen.

Fig. 30 demonstriert neben einem ausgefressenen Dornspeckkäfer eine Puppe und eine Larve, die ebenfalls durch die eigenen Artgenossen ausgefressen wurden.



Abb. 29. Durch Dornspeckkäferfraß beschädigte Hühnerfeder

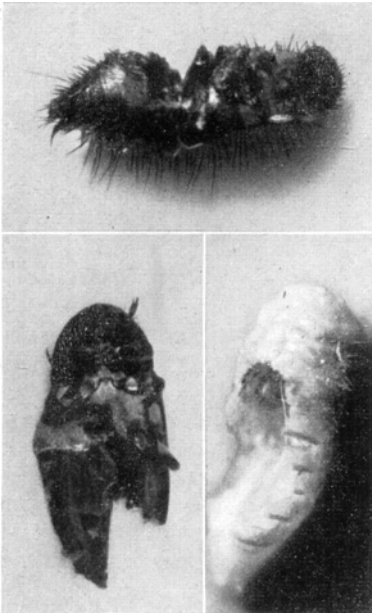


Abb. 30. Durch *Dermestes vulpinus*-Larven  
 ♂ ausgefressene Larve, Puppe und Imago

### Zusammenfassung der Versuche

Ausschließlich lebt die Larve kannibalisch, sofern sie unter Nahrungsmangel leidet. Die älteren Stadien überwältigen die jüngeren. Imagines werden erst nach dem Absterben angegangen. Puppen werden gleicherweise von großen und kleinen Larven gefressen. Hungernde Imagines sind weder sich selbst noch den Puppen gegenüber gefährlich.

Abschließend möchte ich noch auf einige Beobachtungen eingehen, die während der Fütterungsversuche gesammelt wurden. Ältere Tönchenpuppen der Stubenfliege und einiger Fleischfliegen werden durch die Speckkäfer nicht angegangen. Erst nachdem die Puppen durch Hineinstechen verletzt wurden, waren sie den Speckkäfern zugänglich (Fig. 31). Jüngere Tönchenpuppen, die noch nicht ausgefärbt waren, fielen den Speckkäfern schnell zum Opfer.

Analoges konnte ich bei Darreichung

von Eikokons verschiedener Schabenarten beobachten. So wurden die relativ harten Kokons der orientalischen und amerikanischen Schabe (*Blatta orientalis* L. bzw. *Periplaneta americana* L.) erst nach absichtlicher Verletzung ausgefressen. Dagegen verzehrten die Speckkäfer die viel weiche Kokons der deutschen Schabe (*Phyllodromia germanica* L.) in unverletztem Zustand (Fig. 31).

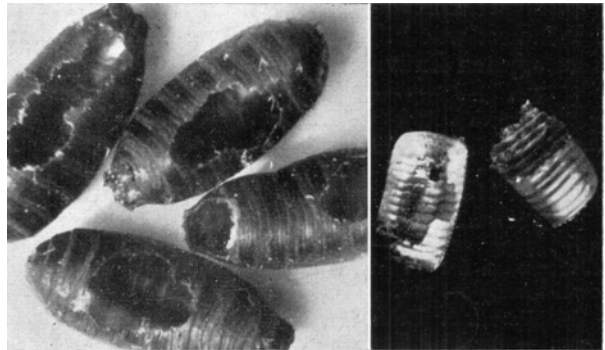


Abb. 31. Durch Larven des Dornspeckkäfers ausgefressene Tönchenpuppen von Fleischfliegen und Eikokons der deutschen Schabe

Ein angesprungenes Taubenei, abends zuvor in den großen Zuchtbehälter gelegt, wurde am nächsten Morgen völlig leergefressen vorgefunden.

Auch eine vegetabilische Ernährung der *Dermestes*-Larven (jedoch nur zusätzlich) ist nach KREYENBERG (1928) möglich.

Bei den von mir angelegten Auswahlversuchen wurde als „*Dermestes*-nahrung“ nur solches Futter anerkannt, das eine Entwicklung vom 1. Larvenstadium bis zur Imago gewährleistete. Hierher gehören folgende Stoffe:

frisch getötete Insektenpuppen und -larven  
 getrocknete Insektenpuppen und -larven  
 frisch getötete Imagines  
 Schweine-, Kalbs- und Rinderblasen  
 Schweine-, Kalbs- und Rinderdärme  
 Fischblasen.

Es kommen durch diese Einteilung eine ganze Reihe weiterer Stoffe in Wegfall, welche die Eilarve nicht zu ernähren vermögen. Erst ältere Larvenstadien können solche Nahrungsstoffe angehen, z. B. getrocknetes Schildrötenfleisch, getrocknetes Rindfleisch und frische Kopra. ZACHER (1940) berichtet, daß die Larven des Dornspeckkäfers an gesunder Kopra fressen können, „im Gegensatz zu mehreren anderen Insekten, die nur alte und schimmelige Kopra angreifen. Jedoch ist ihre (*Dermestes vulpinus*) Sterblichkeit sehr groß, wenn sie keine andere Nahrung haben“.

Bei ausschließlicher Fütterung mit Kopra konnte ich ein Hellerwerden der Larven beobachten. Dies beruht auf der mangelhaften Pigmentierung des Chitinpanzers, so daß der darunterliegende helle Fettkörper durchscheint.

#### b) Die Nahrungsmenge

Hier interessiert vor allem die Frage, in welchem Verhältnis die aufgenommene Nahrungsmenge zum Entwicklungszustand der Tiere steht.

Als Futter eignete sich in allen Versuchen getrocknete Schweinsblase. Dafür sind zwei Gründe maßgebend; zunächst ist getrocknete Schweinsblase als *Dermestes*-nahrung geeignet, unter sonst günstigen Bedingungen (Temperatur und relative Luftfeuchte), Larve und Imago ohne sonstige Zusätze vollständig zu ernähren. Zweitens verlaufen quantitative Untersuchungen mit diesem Futter praktisch ohne größere Fehler. Wägungen, die bei Kontrollstücken durchgeführt wurden, zeigten nur geringe Abweichungen. Feuchtes Futter (etwa frisch getötete Insektenlarven) hätten wegen des unvermeidlichen Wasserverlustes leicht zu Fehlresultaten führen können. Sämtliche Versuche liefen bei 26° C.

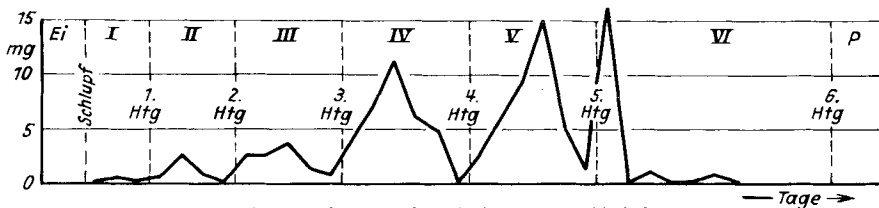


Abb. 32. Nahrungsverbrauch der Dornspeckkäferlarve.  
 (I, II . . = Larvenstadien, P = Puppe; Abszisse = Zeit in Tagen, Ordinate = Gewicht in mg)

Was zunächst die Frage nach der verbrauchten Nahrungsmenge in den einzelnen Larvenstadien angeht, so sei auf Fig. 32 verwiesen. Hier wird an Hand von einem Beispiel (aus einem Versuch mit 10 Tieren) der Nahrungsverbrauch der Larve während der einzelnen Larvenstadien gezeigt. Der mit dem Alter des Tieres wachsende Nahrungsbedarf ist sofort zu sehen. Weiter fällt auf, daß der Nahrungsverbrauch vor jeder Häutung (Htg) praktisch auf Null abfällt. Im Praepupalstadium stellt die Larve vier bis sieben Tage vor der letzten Häutung das Fressen ein.

In Fig. 33 sind die aus den 10 Einzelwerten ermittelten Mengen für jedes Larvenstadium angegeben.

Über den Nahrungsverbrauch der Imagines wurden je 10 Männchen und Weibchen untersucht. Die Frage, wie sich die Menge der aufgenommenen Nahrung über die imaginale Lebensdauer verteilt, ist nur schwer

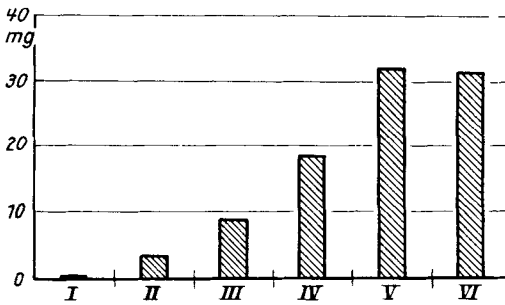


Abb. 33 (oben). Nahrungsverbrauch der Dornspeckkäferlarve (I—VI = Larvenstadien)

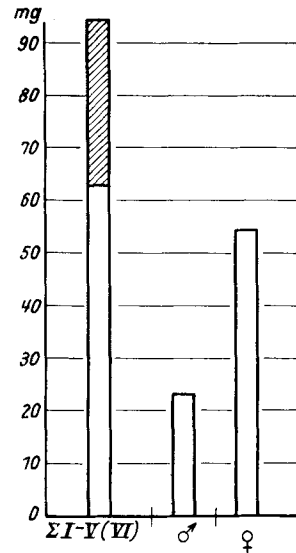


Abb. 34 (rechts). Nahrungsverbrauch des Dornspeckkäfers. (Summe I—V, VI = Nahrungsmenge, welche die Larve während ihrer Entwicklung, 5 oder 6 Stadien, aufnimmt)

zu beantworten. Der tägliche Nahrungsverbrauch ist oft sehr unterschiedlich. Sechs bis acht Tage vor dem Absterben nehmen die Tiere gewöhnlich keine Nahrung mehr auf. Doch gibt es auch hier Ausnahmen, d. h. manche Imagines nehmen noch kurz vor dem Verenden Nahrung zu sich.

Die nach Geschlechtern getrennten Imagines lieferten im Gesamtergebnis gute Resultate. Danach fressen die eierlegenden Weibchen im Durchschnitt mehr als das Zweifache, was die Männchen an Nahrung aufnehmen. Allerdings weisen die Weibchen im Mittel eine längere Lebensdauer als die Männchen auf (die Tiere wurden täglich zur Kopula kurze Zeit zusammengesetzt). Daß trotzdem die Eiproduktion der Weibchen für den größeren Nahrungsbedarf den Ausschlag gibt, konnte leicht dadurch festgestellt werden, daß ein Weibchen im gleichen Zeitraum mehr Nahrung aufnimmt als ein Männchen. In Fig. 34 ist der mittlere Nahrungsverbrauch der Männchen und Weibchen graphisch wiedergegeben. Zum Vergleich ist auch die Summe der Nahrungsmenge, welche die Larve aufnimmt, verzeichnet. Daraus ist zu sehen, daß die Larve des Dornspeckkäfers mehr Nahrung aufnimmt als das adulte Tier.

### 5. Abhängigkeit der Häutungszahlen von äußeren Faktoren

Die Inkonstanz der Häutungszahlen wurde bei *Dermestes vulpinus* F. und *Dermestes lardarius* L. von KREYENBERG (1928) auf ihre näheren Ursachen untersucht. Von den die Häutungszahl beeinflussenden Faktoren kann man innere und äußere Faktoren unterscheiden. Ein innerer Faktor ist z. B. das Geschlecht. Es wurde festgestellt, daß die Weibchen mehr Häutungen durchmachen als die Männchen. Von den äußeren Faktoren sind Temperatur, Feuchtigkeit und Ernährung zu nennen. Abgeänderte Feuchtigkeit hat keinen Einfluß auf die Zahl der Larvenhäutungen. Dagegen sind Temperatur und Ernährungsweise für die Anzahl der Larvenhäutungen wichtig. KREYENBERG beobachtete, daß bei heraufgesetzter Temperatur und sonst normalen Außenbedingungen Häutungsvermehrung eintritt. Was die Nahrung angeht, so wird berichtet, daß Nahrungsmangel die Häutungszahl nicht beeinflusst.

In den folgenden Versuchen wurden die beiden Faktoren Temperatur und Ernährung bezüglich ihres Einflusses auf die Häutungszahlen eingehend geprüft.



# Temperatur

Der gesamte Entwicklungsablauf, der Embryonalentwicklung, Larvenstadien und Puppenruhe umfaßt, wurde in seiner Beziehung zur Temperatur untersucht.

Ich wählte folgende Temperaturbereiche: 24, 26, 28, 30, 32 und 34° C. In jedem Bereich gelangten 24 Tiere zur Untersuchung. Sie wurden als Eier angesetzt und bis zum Imaginalschlupf täglich kontrolliert. Jedes Individuum wurde in einer eigenen Petrischale gehalten, in der in der üblichen Weise für Feuchtigkeit gesorgt war. Durch die Einzelhaltung waren Verwechslungen beim späteren Registrieren der Häutungszahlen ausgeschlossen. Starb ein Tier vorzeitig (z. B. als Larve), so wurde für die betreffende Nummer ein neues Ei angesetzt, die bereits erhaltenen Werte als unvollständig ausgeschieden.

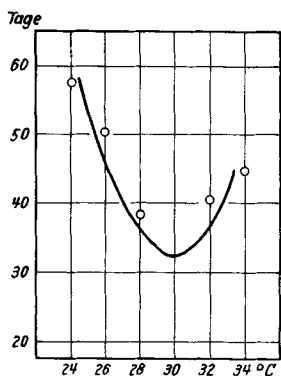


Abb. 35. Gesamtentwicklung (Ei-Imago) von *Dermestes vulpinus* in Abhängigkeit von der Temperatur)

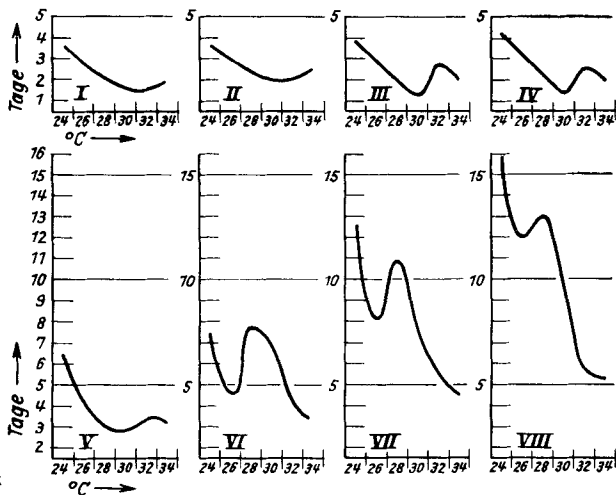


Abb. 36. Dauer der Larvenstadien von *Dermestes vulpinus* in Abhängigkeit von der Temperatur

Es sei zunächst auf Fig. 35 hingewiesen. Die Kurve gibt ein Bild der Gesamtentwicklung in Abhängigkeit von der Temperatur. Man vergleiche die Kurve mit denjenigen in Fig. 12 und 21. Die Übereinstimmung des Kurvenverlaufs rührt daher, daß das, was an obiger Stelle für die Embryonalentwicklung bzw. Puppenruhe festgestellt wurde, auch hier gilt. Mit steigender Temperatur nimmt die Entwicklungszeit ab. Bei bestimmter Wärme liegt ein Wendepunkt, die Entwicklungszeit nimmt wieder zu. Jetzt machen sich die hohen Temperaturen schädlich bemerkbar.

Bei 24° C dauert die Gesamtentwicklung etwa 58 Tage. Sie nimmt dann ab bis auf etwa 32 Tage bei 30° C um dann abermals anzusteigen.

Die einzelnen Larvenstadien haben ebenfalls je nach Temperatur unterschiedliche Dauer. Zeichnet man von jedem Larvenstadium eine Kurve: Ordinate = Zeit, Abszisse = Temperatur, so ergeben sich die Kurven der Fig. 36. Erstes und zweites Larvenstadium stimmen im Kurvenverlauf mit Fig. 35 überein. Alle übrigen Larvenstadien weichen dagegen insofern ab, daß nach dem üblichen Wendepunkt bei höherer Temperatur ein weiterer zu verzeichnen ist, der ein erneutes Absinken der Kurve bewirkt, d. h. die Dauer des Larvenstadiums ist bei höherer Temperatur im Mittel wieder

kürzer als bei niederer. Dies findet seine Erklärung darin, daß bei höherer Temperatur mehr Larvenstadien eingeschaltet werden und somit das Praepupalstadium, welches als längstes Larvenstadium gilt, eine höhere Ordnungszahl bekommt. Das bedeutet, die davorliegenden Stadien beanspruchen eine deutlich kürzere Zeit. Während z. B. unter 30° C niemals mehr als acht Larvenstadien gezählt wurden, konnten bei 32 und 34° C bis zu 12 Stadien beobachtet werden.

Ein Beispiel möge zur Erläuterung dienen. Bei 34° C häuteten sich von 24 Tieren 17 neunmal und 11 zehnmal. Dadurch konnte das achte Larvenstadium nur noch fünfmal und das siebente zweimal als Praepupalstadium

fungieren. So ist das Absinken der Dauer dieser Larvenstadien bei hoher Temperatur zu erklären.

Tabelle 9  
*Dermestes vulpinus*, Gesamtentwicklung  
(Ei—Imago) bei verschiedenen  
Temperaturen

Mittelwerte	Temperatur					
	24	26	28	30	32	34
Eistadium	4,0	3,1	2,9	2,0	2,0	2,0
1. Larvenstadium	4,6	3,9	3,0	2,6	2,6	2,9
2. "	4,6	4,1	3,3	3,0	3,0	3,5
3. "	4,6	4,3	2,9	2,3	3,7	2,9
4. "	5,0	4,4	3,3	2,3	3,5	2,9
5. "	6,4	3,9	3,4	2,9	3,5	3,2
6. "	7,4	4,6	7,8	7,0	3,9	3,5
7. "	12,6	8,1	10,9	7,5	5,4	4,4
8. "	15,7	12,0	13,0	9,7	5,5	5,4
9. "	—	—	—	—	7,9	5,9
10. "	—	—	—	—	7,5	6,9
11. "	—	—	—	—	6,0	8,6
12. "	—	—	—	—	10,0	9,0
Puppenstadium	9,9	8,2	7,3	5,7	5,3	4,9
Gesamtzeit	57,6	50,2	38,4	23,4	40,6	44,7

Die Mittelwerte der einzelnen Larvenstadien, der Puppenruhe und der Gesamtentwicklung sind in Tabelle 9 als Übersicht zusammengefaßt. Aus diesen Mittelwerten wurden die Kurven der Fig. 36 gezeichnet. Für das Puppenstadium in seiner Beziehung zur Temperatur verweise ich auf Fig. 21.

### Ernährung

Zur Untersuchung des Einflusses verschiedenartiger Ernährung auf die Dauer der Entwicklung und die Anzahl der Häutungen wurden pro Futter je zehn Larven, die gerade geschlüpft waren, angesetzt. Bei der täglichen Kontrolle wurden die Häutungen gezählt und die Toten registriert.

Maßgebend für die Entwicklungsdauer war die Zeit zwischen Larvenschlupf und Imaginalschlupf. Durch Abweichungen innerhalb der einzelnen Versuche, durch das Tiermaterial bedingt, kamen nicht alle zehn Tiere gleichzeitig zur Verpuppung. Dadurch unterlag auch die Zeit des Imaginalschlupfes einer gewissen Streuung. Aus Tabelle 10 können die Entwicklungszeiten mit der jeweiligen Streuung entnommen werden. Zur Abgrenzung dieser Streuung wurde die Zeit zwischen dem ersten und dem letzten Imaginalschlupf angenommen. Meistens konzentriert sich der Hauptschlupf auf eine relativ kurze Zeitspanne, die entweder zentral oder am Anfang bzw. am Ende gelegen ist.

Mit Ausnahme von getrocknetem Rindfleisch waren alle Auswahlfutter geeignet, die Larven bis zur Imago zu ernähren. Die längste Entwicklungsdauer benötigten die Tiere bei der Fütterung von feuchtem Schweinedarm während die kürzeste Zeit durch frisch getötete Fliegenmaden und Mehl-

käfer erreicht wurde. Die Entwicklungszeiten bei getrockneten und frisch getöteten Tenebriolarven sind fast gleich. Frisch getötete Tenebriopuppen sowie getrockneter Schweinedarm bedingen eine schnellere Entwicklungsdauer. Dagegen ist bei getrockneter Schweinsblase eine Verzögerung zu beobachten. Die beschleunigte Entwicklung bei Schweinedarm gegenüber Schweinsblase ist m. E. auf den größeren Fettreichtum des Darmes zurückzuführen.

Betreffend der Häutungszahlen wurde festgestellt, daß bei schlechtem Futter und längerer Entwicklungsdauer mehr Häutungen auftreten als bei gutem Futter und kürzerer Entwicklungsdauer. Es besteht somit eine direkte Abhängigkeit zwischen Entwicklungszeit und Häutungszahl. Wie oben bei der Angabe des Imaginalschlupfes, so unterliegen die Häutungszahlen ebenfalls kleineren Abweichungen. In Tabelle 11 wurden jeweils die höchst beobachteten Häutungszahlen eingetragen.

Die Art der Larvenernährung nimmt keinen Einfluß auf die Dauer der Puppenruhe. Sie betrug mit kleinen Abweichungen von  $\pm 0,75$  Tagen im Mittel 8,2 Tage (bei etwa 27° C). Dagegen ist zu erwähnen, daß die normale Elfenbeinfarbe der Puppe in ein tiefes Gelb übergeht, sofern die Larve mit Fliegenmaden ernährt wurde.

### Zusammenfassung

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, die Biologie des *Dermestes vulpinus* F. möglichst eingehend zu klären. In fünf Abschnitten wurden zunächst Ei und Entwicklungsstadien, dann die imaginale Lebensweise, weiterhin die Ernährung und schließlich die Abhängigkeit der Anzahl der larvalen Häutungen von äußeren Faktoren untersucht.

1. Die länglich ovalen Eier des Dornspeckkäfers können von der Normalform abweichen. Als „abnorme Eiformen“ wurden vier Typen gefunden und beschrieben. Die Häufigkeit abnorm gestalteter Eier liegt unter 10 %. Abnorme Eier zeigen eine geringere Schlüpfbarkeit als normal geformte.

2. Durchschnittliche Größe der Eier (normale Eiformen) ist 1,53 mm Länge und 0,57 mm Breite (Mittelwerte aus 100 Eimessungen). Die Eilänge nimmt mit dem Lebensalter des Weibchens um rund 7 % ab.

Tabelle 10

Dauer der Entwicklung von *Dermestes vulpinus*-Larven bei verschiedener Fütterung

Entwicklungszeiten	
1. Schweinedarm, feucht . . . . .	68—95 Tage
2. Rindfleisch, getrocknet . . . . .	rd. 73 "
3. Schweineblase, getrocknet . . . . .	55—64 "
4. Tenebrio-Larve, getrocknet . . . . .	40—55 "
5. Tenebrio-Larve, frisch getötet . . . . .	38—53 "
6. Tenebrio-Puppe, frisch getötet . . . . .	40—47 "
7. Schweinedarm, getrocknet . . . . .	36—46 "
8. Fliegenmaden, frisch getötet . . . . .	32—43 "
9. Tenebrio-Käfer, frisch getötet . . . . .	31—43 "

Tabelle 11

Abhängigkeit der Anzahl der larvalen Häutungen von der Art des Futters

Häutungszahlen	
1. Schweinedarm, feucht . . . . .	11 Häutungen
2. Rindfleisch, getrocknet . . . . .	8 "
3. Schweineblase, getrocknet . . . . .	7 "
4. Tenebrio-Larve, getrocknet . . . . .	5 "
5. Tenebrio-Larve, frisch getötet . . . . .	6 "
6. Tenebrio-Puppe, frisch getötet . . . . .	6 "
7. Schweinedarm, getrocknet . . . . .	6 "
8. Fliegenmaden, frisch getötet . . . . .	5 "
9. Käfer, frisch getötet . . . . .	5 "

3. Das Eigewicht beträgt 0,231 mg (Mittelwert aus 10 Wägungen mit je 100 Eiern).

4. Unbefruchtete Eier unterscheiden sich von befruchteten durch ihr Aussehen und in der Art, wie sie zur Ablage kommen. Abnorme Eiformen sind bei unbefruchteten Eiern stark vertreten. Die Ablage geschieht stets einzeln, niemals in Gelegen.

5. Feinde der Eier sind Milben und mehrere Insekten, die — besonders ungeschützt liegende — *Dermesteseier* durch Fraß zerstören. Hierzu zählen auch die eigenen Artgenossen.

6. Die Embryonalentwicklung geht unter äußerlich sichtbaren Veränderungen am Ei vor sich. Es konnte eine Größenabnahme der Eier während ihrer Entwicklung gemessen werden; dabei nimmt die Länge um 3,9 %, die Breite um 5,9 % ab. Gleichzeitig entsteht ein Gewichtsverlust, wobei das Endgewicht um ein Drittel gegenüber dem Anfangsgewicht differiert.

7. Die Dauer der Embryonalentwicklung ist temperaturabhängig.

8. Der Prozentsatz des Larvenschlupfes beträgt unter optimalen Bedingungen rund 86 %.

9. Die verpuppungsreife Larve sucht sich durch Einbohren in feste Stoffe eine Puppenwiege zu schaffen. Dadurch kann der Dornspeckkäfer sehr schädlich werden (viele Schadmeldungen!). Durch Auswahl einer Reihe von Stoffen verschiedener Härte wurde eine Härtestufe festgelegt, oberhalb derer ein Material nicht mehr durch Anbohren der Larve beschädigt werden kann.

10. Geht die Verpuppung in der durch die Larve hergestellten Wiege vor sich, so ist die frisch geschlüpfte Puppe gegen Gefahren der Außenwelt, besonders gegen Gefressenwerden, geschützt. Die Puppenwiege bietet außerdem einen vortrefflichen Schutz gegen Austrocknung und mechanische Verletzung.

11. Während der Puppenruhe, deren Dauer temperaturabhängig ist, nimmt das Gewicht der Puppe ab.

12. Die weibliche Imago ist gewöhnlich größer als die männliche.

13. Das Geschlechtsverhältnis ist 1 : 1.

14. Die Begattung ist unter günstigen Bedingungen (geheizte Räume) zu jeder Jahreszeit zu beobachten.

15. Die Eiproduktion wurde bei 24 Weibchen unter gleichen Bedingungen untersucht. Es kommen durchschnittlich 300 bis 400 Eier zur Ablage. Bei ca. 27° C dauerte die Praeovipositionsperiode sieben bis acht Tage, die Ovipositionsperiode rund 90 Tage. Das Weibchen legt im ersten Lebensdrittel die meisten Eier.

16. Die Weibchen reagieren auf verschiedenes Futter durch unterschiedliche Eiproduktion.

17. Die Eier werden versteckt abgelegt.

18. Ein Eigelege enthält bis zu 30 Eier. Man kann drei Gelegeformen unterscheiden: halbkreisförmig, reihenförmig und unregelmäßig.

19. Unbefruchtete Weibchen legen nur etwa den zehnten Teil Eier gegenüber befruchteten. Während die Ovipositionsperiode unbefruchteter

Weibchen abgekürzt ist, bleibt die Dauer der Pracovipositionsperiode gegenüber befruchteten Weibchen konstant.

20. Die Lebensdauer der Imagines kann erheblich differieren, wofür verschiedene Faktoren verantwortlich zu machen sind. Züchtet man die Tiere ohne daß sie Gelegenheit zur Kopula haben, so kann man beobachten, daß die Männchen länger, die Weibchen dagegen kürzer leben.

21. Die Nahrung des Dornspeckkäfers besteht in der Hauptsache aus tierischen Produkten.

22. Bezüglich der Nahrungsmenge wurde folgendes ermittelt: die Larve stellt unmittelbar vor jeder Häutung die Nahrungsaufnahme ein. Im Praepupalstadium wird vier bis sieben Tage vor der letzten Häutung keine Nahrung mehr aufgenommen. Der Nahrungsbedarf der eierlegenden Weibchen übertrifft den der Männchen um mehr als das Zweifache. Im ganzen nimmt die Larve mehr Nahrung auf als das adulte Tier.

23. Hunger löst bei der Larve Kannibalismus aus.

24. Die Anzahl der Larvenhäutungen ist inkonstant und von der Temperatur und der Ernährung abhängig. Allgemein gilt, daß bei verschlechterten Lebensbedingungen bezüglich Nahrung und Temperatur Häutungen eingeschaltet werden. Temperaturen über 30° C und Fütterung der Larve mit feuchtem Schweinedarm riefen eine deutliche Vermehrung der Larvenhäutungen hervor.

### Literaturverzeichnis

- ANDERSEN, K. Th., Der Einfluß der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit auf die Dauer der Eizeit. Z. Morph. und Ökol. d. Tiere 17, 1930.
- ANDRES, A., Zur Biologie von *Dermestes frischii* Kugel. Anz. f. Schädlingk., I, Heft 9, 1925.
- — Etwas über den Speckkäfer und ähnliche Schädlinge. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Nr. 1, Berlin 1926. Anzeiger für Schädlingkunde, Heft 4, 1931.
- BELAVSKY, E. und RASCHEK, J., Rohhäuteschädlinge. Collegium 1930. Verlag: Collegium Zeitschriften des internat. Vereins des Lederindustriechemikers, Darmstadt.
- BARGER and CARD, Diseases and Parasites of Poultry. Lea & Febiger, Philadelphia, 1950.
- DAY, F. H., *Dermestes lardarius* L., feeding on wood. Ent. Monthly Mag. London 1922.
- DECKERT, W., Befall einer Tabakpartie mit *Dermestes vulpinus* F. Anz. f. Schädlingk., II, Heft 1, 1926.
- DINGLER, M., Speckkäfer in Chlorammonium. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz 1930.
- DOBKIEWICZ, v., Zur Biologie der Speckkäfer, Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1928, Nr. 6.
- DÖBNER, Hdb. d. Zool., Berlin 1862.
- EMDEN, Fritz v., Über die Rolle der Feuchtigkeit im Leben der Speicherschädlinge. Anz. f. Schädlingk. 1929.
- ESCHERICH, K., Schädliche und nützliche Insekten in getrocknetem und verarbeitetem Tabak. Z. f. angew. Ent. I, 1914.
- GAY, F. J., A nutritional study of the Larva of *Dermestes vulpinus* F. J. Exp. Zool. 79, 1938.
- GÖTZ, B., Tageszeit und Insektenaktivität. Naturwiss. Rundschau, Heft 6, Juni 1949.
- — Der Einfluß von Tageszeit und Witterung auf Ausschlüpfen, Begattung und Eiablage des Springwurmwicklers *Sparganothis pilleriana* Schiff. Z. f. angew. Ent. 31. 1950.
- GRÜN, H. W., Der Speckkäfer, Diss. d. Vet.-med. Fakultät der Justus-Liebig-Hochschule, Gießen.
- GÜNTHER, Berl. Ent. Zeitschr. 45, 1900.
- HERFS, A., Insektenschäden an Kunstseide. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1940, Nr. 3.

- HERTER, K., Über den Temperatursinn von Vorratsschädlingen. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, 18. Nr. 6, 19. Nr. 1—4.
- ILLINGWORTH, J. F., The Leather-Beetle, a troublesome pest of dried fish in Hawaii. Proc. Hawaiian. Entom. Soc. III. Nr. 5 Honolulu 1918.
- KALANDADZE, L., Über die Biologie des Museumskäfers *Anthrenus verbasci* L. und seine Bekämpfung. Z. f. angew. Ent. 13.
- KARSCH, F., Bestimmungstabellen von Dermestidenlarven. Entom. Nachr. XIII. Berlin 1887.
- KEMPER, H., Schädlinge aus der Familie der Dermestiden. Z. f. Kleintierk. und Pelztierk. XI., Heft 4/5, 1935.
- — Hausschädlinge als Bewohner von Vogelnestern. Z. f. hyg. Zool. und Schädlingsbekämpfung. Heft 7—10, 1938.
- — Ökologisch-biologische Beobachtungen an schädlichen Dermestiden. VII. Intern. Kongr. f. Ent., Verh. 4, Berlin 1939.
- KREYENBERG, J., Experimentell-biologische Untersuchungen über *Dermestes lardarius* L. und *Dermestes vulpinus* F. Z. f. angew. Ent., Berlin 1928.
- KRUEL, W., Materialschädlinge in zoologischen Handlungen. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Nr. 1, Berlin 1940.
- KURIR, A., Vergrößerung der Zahl der Raupenstadien und Verlängerung des Raupenlebens durch die Nahrung. — Die Bodenkultur, Wien, 6., Heft 4, 1952.
- LENGERKEN, H. v., Speckkäfer in stark gesalzenem Schweinefleisch. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1930, Nr. 3.
- LEPESME, P., Contribution à l'étude systématique et biologique des Dermestes nuisibles. VII. Int. Kongr. f. Ent. Verh. 4. Berlin 1939.
- MADDEL, W., Speckkäferlarven als Zerstörer von Holz- und Mauerwerk. Anz. f. Schädlingsk., XIV., Heft 8, 1938.
- — Beobachtungen über die Eiablage des *Dermestes peruvianus*. Entom. Blätter, 26, 1940.
- — Beobachtungen über die Eiablage des *Dermestes haemorrhoidalis* Küster. Entom. Blätter, 38, 1942.
- — Über Speckkäferuntersuchungen im Hinblick auf ihre Lebensweise und praktische Bedeutung. Forschungsdienst, Organ der dtsh. Landwirtschaftswiss. 13, 1942.
- — Beobachtungen über die Entwicklung der Eier und der Larven von *Dermestes haemorrhoidalis* Küster. Entom. Blätter, 39, 1943.
- — Zur Kenntnis der Biologie einiger Dermestes-Arten. Anz. f. Schädlingsk. XXI., Heft 2, 1948.
- — Zur Kenntnis der Biologie einiger Dermestes-Arten. Anz. f. Schädlingsk. XXII., Heft 6, 1949.
- PFEFFER, A., *Dermestes lardarius* als Schädling der Holzbauten. Anz. f. Schädlingsk. Heft 6, 1927.
- REH, L., Eigenartige Schädigungen durch Speckkäfer (*Dermestes vulpinus* F.). Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1927, Nr. 3.
- REITTER, E., *Fauna germanica*. III. Bd. Stuttgart 1911.
- REY, Cl., De la description de la larve et de la nymphe des *Dermestes vulpinus* F. Ann. Soc. Ent. Fr. Bull. CCXXVI, 1889.
- ROSENHAUER S., Beschreibung der Larve von *Dermestes vulpinus* F. Stett. Ent. Ztg. 1882.
- TITSCHACK, E., Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung der Kleidermotte *Tineola biselliella* Hum. Gleichzeitig ein Beitrag zur Klärung der Insektenhäutung. Z. wiss. Zool. 128, Heft 3.
- WAGNER, H., Taschenbuch der Käfer des mitteleuropäischen Verbreitungsgebiets. J. F. Schreiber, Eßlingen und München, 1921.
- WEIDNER, H., Beobachtungen über das Vorkommen von Wohnungsungeziefer und Materialschädlingen in Hamburg. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1938, Nr. 2.
- — Die Insekten der Kulturwüste. Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst. 51. 1952.
- WIGGLESWORTH, W., The principles of insect physiology. London 1939.
- ZACHER, F., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin 1927.
- — Die Speckkäfer. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin. 1928 Nr. 5, 1929 Nr. 1, Nr. 3.
- — Über Fleischfliegen und andere Insekten in frischem Fleisch. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1941, Nr. 3.
- — Sonderbare Fraßgewohnheiten und merkwürdige Fraßbilder. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1938, 4.

- ZACHER, F., Verschleppung und Einbürgerung von Vorratsschädlingen. Verh. 7. intern. Kongr. f. Entomologie, 4, 1938.
- — Die Vorratsschädlinge Ägyptens. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1938, Nr. 6.
- — Bemerkenswerte Fälle des Auftretens von Vorratsschädlingen. 1937—1938. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, 1939, Nr. 1.
- — Bemerkenswerte Fälle des Schädlingsauftretens. 1936—1937. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1938, 2.
- — Schädlinge der Kopra auf der Malayischen Halbinsel. Mitt. d. Ges. f. Vorratsschutz, Berlin 1940, Nr. 2.
- ZEITSCHRIFT für angewandte Entomologie, V. Berlin 1919.
- ZWÖLFER, W., Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. f. angew. Entom. XIX, Berlin 1932.