

Zur Morphologie und Biologie des Luzernemarienkäfers *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* L.

(Coleoptera: Coccinellidae)

Von

NIKOLA TANASIJEVIĆ

Entomologisches Institut der Landwirtschaftlichen Fakultät, Zemun (Jugoslavien)

(Mit 28 Textfiguren)

Einleitung

Der Luzernemarienkäfer (*Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* L.) ist eine der seltenen schädlichen Arten aus der Familie der Marienkäfer (*Coccinellidae*), deren Vertreter sonst als nützliche Insekten bekannt sind, da sie sich von Blattläusen, Milben und anderen kleinen Schädlingen nähren. In unserem Lande stellt diese Art ein bedeutendes Problem für den Anbau der Luzerne (*Medicago sativa* L.) dar.

Das kleine Areal der Schadwirkung des Luzernemarienkäfers ist im allgemeinen auf die Steppen Südosteuropas beschränkt; dies war der Grund, daß die Entomologen anderer europäischer Länder, in denen die Art seltener ist, keine Möglichkeit hatten, sich ihrer Erforschung zu widmen. Deshalb finden wir in der Literatur dieser Länder nur einige kurze Hinweise auf ihren Entwicklungsverlauf (SCHMIDT, 1918; MARRINER, 1927; BALACHOWSKY & MESNIL, 1936), neben einer Studie von GRANDI (1913) über bestimmte morphologische Merkmale der Imagines und einer Beschreibung der erwachsenen Larve von KAPUR (1950).

Aber selbst in Ländern, wie Ungarn, Jugoslavien und Bulgarien, in denen der Schädling in Massenvermehrung auftritt und in denen ein unmittelbares Interesse für das Problem seiner Bekämpfung besteht, ist er mit Ausnahme von Hinweisen auf seine wirtschaftliche Bedeutung von Seiten bekannter Entomologen dieser Länder (JABLONOWSKY, 1909; KOVAČEVIĆ, 1929; POPOV, 1952), bisher nicht zum Untersuchungsgegenstand geworden.

In der Literatur unseres Landes bestehen nur einige Angaben über diesen Schädling. SCHLOSSER, 1879; KOČKA, 1900; NOVAK, 1950 geben die ersten bei uns festgestellten Lokalitäten an. Sein verstärktes Auftreten wurde von NOVAK (1925) und KOVAČEVIĆ (1929) sowie später von GRADOJEVIĆ (1950) vermerkt. Das zeigt, daß der Käfer schon seit langem bei uns festgestellt worden ist, daß aber erst in neuerer Zeit Angaben über seine wirtschaftliche Bedeutung veröffentlicht wurden. Höchstwahrscheinlich kam es auch früher oft zu verstärktem Auftreten; dies wurde aber erst in den letzten 2—3 Dezennien beachtet, und zwar seitdem bei uns Luzerne auf größeren Flächen angebaut wird, was offensichtlich sehr günstige Bedingungen für das Massenauftreten dieser Schädlingsart bietet.

Mit Hinsicht auf die Wichtigkeit eines eingehenden Studiums der Lebenserscheinungen des Schädling für die Wirtschaft unseres Landes übernahm ich auf Anregung des Herrn GUIDO NONVEILLER, Chef des Entomologischen Instituts der Landwirtschaftlichen Fakultät, Zemun—Jugoslavien, die Aufgabe, Morphologie und Biologie des Luzernemarienkäfers zu untersuchen.

Die Arbeit wurde 1950 begonnen und nach einer Unterbrechung im Jahre 1951 im Laufe der Jahre 1952—1955 fortgesetzt.

Die Laboratoriumsuntersuchungen wurden im Entomologischen Institut der Landwirtschaftlichen Fakultät in Zemun und im Institut für Pflanzenschutz in Beograd durchgeführt, die Freilandversuche aber in ganz Serbien und einem Teil Mazedoniens.

Systematische Stellung

Die Art wurde schon 1758 von LINNÉ als *Coccinella vigintiquatuorpunctata*, beschrieben. Die Beschreibung lautet: „Coleopteris rubris punctis nigris viginti quatuor“. SCHNEIDER gab im Jahre 1792 der Art den Namen *Epilachna globosa*. Am Ende des 18. Jahrhunderts bekam die Art zwei weitere Namen: ILLIGER (1798) nannte sie *Coccinella globosa* und SCHRANK (1784) *Coccinella hemisphaerica*.

HUBER (1842) stellte eine neue Gattung *Subcoccinella* für alle Marienkäferarten auf, die Pflanzennahrung einnehmen und verkümmerte Flügel und Oberkiefer mit vier Zähnen besitzen, obwohl er kein klares Bild über die morphologischen Unterschiede hatte, die unter den einzelnen phytophagen Marienkäfern bestehen. Trotz seiner ungenauen Charakterisierung erhielt sich der Name der Gattung, aber nur für die Art, die Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist. Die anderen herbivoren Marienkäfer wurden später von REDTENBACHER (1843), wie auch von MULSANT (1850) und WEISE (1879) in folgende Gattungen geordnet: *Epilachna*, *Cynegetis*, *Ballida* und *Solanophila*, die sich bis heute erhalten haben.

Im Jahre 1846 setzte MULSANT an Stelle der vorhandenen Gattung *Subcoccinella Huber* eine neue Gattung *Lasia* und gab der Art den Namen *Lasia globosa*. Allein, trotzdem eine große Anzahl von Autoren diesen Namen annahm (BOUILLON, 1858; SEDLITZ, 1872; BACH, 1956; u. a.) hat er sich in der neuen Literatur nicht erhalten. Definitiv wurde nach WEISE 1885 in der Unterfamilie *Epilachninae*, neben anderen, auch die Gattung *Subcoccinella Huber* mit der Art *vigintiquatuorpunctata* L. als einzige bisher bekannte Art der genannten Gattung beibehalten.

Morphologie

Methodik

Für die morphologischen Untersuchungen wurde das Material in 10% KOH bis zur Zersetzung der Innenorgane und Aufweichung des Chitins gekocht, dann gereinigt, gespült, getrocknet, nach Bedarf mit Fuchsin gefärbt und in Kanadabalsam eingebettet.

Für die anatomischen Untersuchungen wurden die Imagines und Larven 24 Stunden lang in der Lösung Dubosq-Brasil (LANGERON, 1949) fixiert, danach in 80%-igem Alkohol bis zur restlosen Entfernung der Pikrinsäure gewaschen und bis zur Verwendung in 80%-igem Alkohol verwahrt.

Die Färbung innerer Organe wurde mit Fuchsin und Toluidin durchgeführt.

Die ganze Arbeit wurde unter dem Binokular bei Vergrößerungen bis 200-fach durchgeführt.

Morphologie der Entwicklungsstadien

Imago

Der Luzernemarienkäfer hat einen konvexen, fast halbkugeligen Körper mit platter Unterseite. Die Farbe ist rötlich gelb bis rötlich braun mit 24 schwarzen Punkten auf den Deckflügeln und mit drei Punkten am Halschild (Fig. 1). Auf der ganzen Oberfläche ist er dicht und fein punktiert und mit feinen quer am Körper liegenden Härchen bedeckt. Der Kopf ist doppelt so breit wie lang. Wenn der Käfer ruht, ist der Kopf in den Prothorax

eingezogen. Der Halsschild ist dreimal breiter als lang. Seine Basis ist schmäler als die der Flügeldecken, und von der Seite her gegen die Mitte schwach eingeengt und abgerundet. Seine vorderen und hinteren Ecken sind scharfkantig. In der Mitte hat er gewöhnlich 1—3 schwarze Punkte, die oft zusammenlaufen und einen länglichen querlaufenden Fleck bilden. Das Schildchen hat eine dreieckige Form und ist meistens dunkler als die Flügeldecken. Diese haben schwach ausgeprägte Schulterbeulen, die in kurzem Bogen abgerundet und vom Rand her gegen die Naht an der Oberseite stark gewölbt sind.

Am Kopf sind die Nahtlinien nicht deutlich zu erkennen. In der Scheitelmitte, über der Augenlinie, befindet sich gewöhnlich ein schwarzer Fleck von unregelmäßiger Form. Die Stirn ist schwach konkav. An beiden Kopfseiten befinden sich die nierenförmigen, von winzigen sechseckigen Facetten zusammengesetzten Augen. Dicht vor den Augen gegen den inneren Stirnteil hineingezogen, über den Oberkiefern (Mandibeln), sind die Fühler eingelenkt. Sie bestehen aus je 11 Gliedern. Das erste Glied sowie die drei letzten sind breiter, die anderen dagegen fast gleich dick und unterscheiden sich nur etwas der Länge nach. Der Kopfschild hat die Form eines kurzen, breiten, etwas chitinisierten Plättchens, das durch die Stirnnaht mit dem Stirnteil verbunden ist. Auf denselben folgt über einem engen membranartigen Teil die Oberlippe, eine mit Borsten versehene Chitinplatte von unregelmäßig ovaler Form. Die Mundgliedmaßen hat GRANDI (1913) eingehend beschrieben, so daß wir ihre Beschreibung hier nicht anführen. Man kann nur sagen, daß die Oberkiefer stark an ihrer Basis erweitert, an der Spitze eingeengt und mit 4 charakteristischen chitinisierten Zähnen nebst einer Menge kleiner Einkerbungen auf der Innenseite versehen sind. Die Unterkiefer (Maxillen), sind mit dreieckigem gut ausgeprägtem, mit Haaren bedecktem Cardo und Stipes sowie viergliederigen Tastern versehen. Die Unterlippe ist mit dem viereckigen Unterkinn verwachsen und mit dreigliederigen Tastern ausgerüstet.

Der Brustteil weist charakteristische gegen die Vorderseite quer abgeschnittene Episterna an der dritten Bauchplatte auf.

Die Beine sind verhältnismäßig kurz. Die Hüften sind verlängert beim vorderen wie auch beim hinteren Beinpaar, nur sind sie bei letzterem etwas breiter. Die Form der Subcoxen ist dreieckig. Der Schenkelring hat

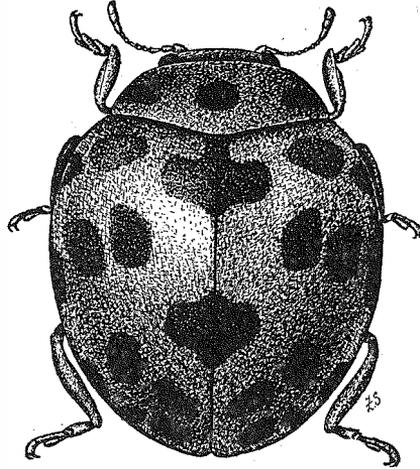


Fig. 1. Luzernemarienkäfer, *Subcoccinella vigintiquatuorpunktata* L.

nur ein trapezförmiges Glied. Der Schenkel ist gegen die Mitte erweitert und an beiden Enden eingeengt. Auf seiner Oberfläche befindet sich in der Mitte eine Rinne. Die Schiene ist verlängert, beim Schenkelende schmal und am Fußende erweitert, an seinem Ende aber an der Innenseite ist er mit zwei Borsten versehen. Der Fuß ist viergliederig. Die Krallen sind an der Spitze ausgeschnitten und basal ungezähnt.

Das Abdomen besteht aus 10 Rücken- und 9 Bauchplatten, von denen die ersten zwei verkümmert sind. Ihrer Form nach sind die ersten 6 Bauch- und die 7 Rückenplatten fast gleich. Die letzten Platten sind aber bei beiden Geschlechtern anders geformt.

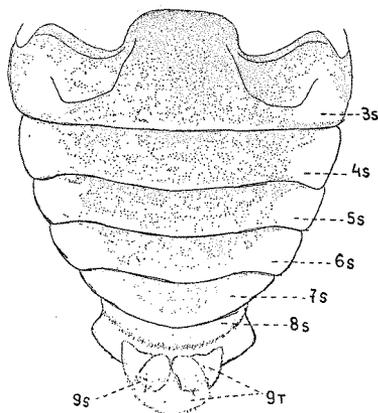


Fig. 2. Sternite des Weibchens

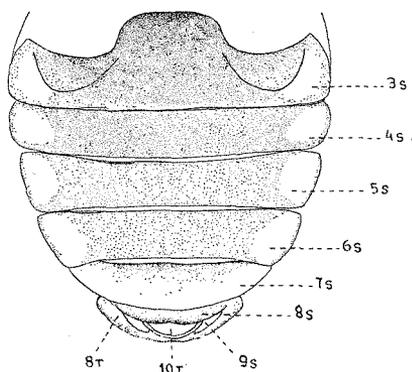


Fig. 3. Sternite des Männchens

Geschlechtlicher Dimorphismus

Die Männchen sind in der Mehrzahl kleiner als die Weibchen. Die Länge der Männchen variiert von 3,1 bis 4,4 mm, die der Weibchen von 3,7 bis 5,1 mm. Mit Sicherheit sind die Geschlechter nur nach dem Bau der letzten Abdominalsegmente zu unterscheiden, die nach ihrer Form wie auch nach der Zahl der Plättchen (aus denen sie gebildet sind) beim Männchen anders sind als beim Weibchen.

Auf der Ventralseite sind beim Weibchen 7 Sternite ganz und das achte nur zum Teil sichtbar. (Fig. 2). (In den Figuren 2—5 sind die hinteren Sternite und Tergite bei beiden Geschlechtern schematisch dargestellt, um die Unterschiede zu zeigen.) Unter dem achten Sternit, in die Bauchhöhle hineingezogen, liegt das neunte Sternit, gleichsam den Vaginalteil ventral umfassend. Es ist aus zwei Plättchen von unregelmäßig ovaler Form, die gleichzeitig auch die Genitalien des Weibchens (Coxite) sind, gebildet. Beim Männchen sind, ebenso wie beim Weibchen, ventral sieben Sternite sichtbar (Fig. 3). Das siebente Sternit ist an seinem unteren Rande etwas sanfter abgerundet. Diese Unterschiede sind aber bei Käfern verschiedener Größe

nicht immer konstant. Das unter dem siebenten liegende achte Sternit des Männchens ist nur mit seinem untersten, in der Mitte konkaven, Ende sichtbar. Das neunte Sternit ist in das achte hineingezogen und ist einem an seinen Enden erweiterten, in der Mitte aber sehr schmalen halbrunden Plättchen ähnlich.

Die im Bau der Rückenplatten (Tergite) bestehenden Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen sind viel schwieriger zu erkennen, weil sie eine membranartige Struktur haben und erst nach Färbung und starker Vergrößerung sichtbar werden.

Das achte Tergit ist beim Weibchen an seiner Endkante halbkreisförmig und völlig chitinisiert (Fig. 4). Das neunte, unter dem achten eingezogene Sternit ist durch eine Membrane mit fast parallel laufenden abgerundeten und an ihren Endkanten etwas chitinisierten Flankenseiten dar-

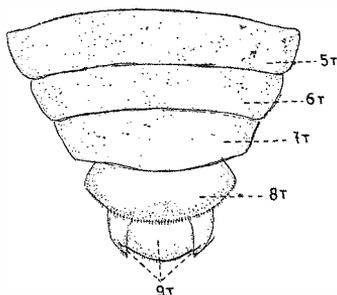


Fig. 4. Tergite des Weibchens

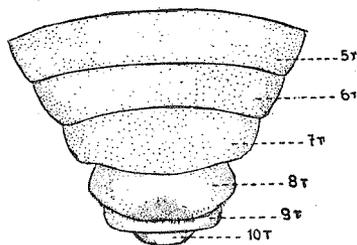


Fig. 5. Tergite des Männchens

gestellt. Diese Membrane deckt dorsal den Vaginalteil und ist mit ihm fest verbunden (Proctiger). Im Pleuralteil befindet sich an beiden Seiten je ein membranartiges Häutchen, das die Vagina lateral umfaßt (Paraproct), und das, wie SHARP & MUIR (1912) festgestellt haben, bei Marienkäfern, dem neunten Tergit entspricht. Das zehnte Tergit ist verkümmert und seine Reste sind unter dem neunten Tergit in der Form einer etwa 10μ großen Membrane zu finden.

Das achte Tergit ist beim Männchen völlig chitinisiert. (Fig. 5). Seine Endkante ist wie beim Weibchen oval, unterscheidet sich aber von diesem dadurch, daß es in der Mitte eine kaum sichtbare Senkung aufweist. Das neunte Tergit hat die Form eines schmalen an den Flanken etwas erweiterten Bandes, daß mit einer Membrane mit dem achten Tergit verbunden ist. Das zehnte Tergit folgt aus dem neunten. Es ist halbkreisförmig und auf seiner Endkante mit Härchen versehen.

Variabilität

In der Familie der Marienkäfer ist die Abweichung in der Farbe wie auch in der Anordnung und der Zahl der Punkte an den Deckflügeln und dem Halsschild innerhalb derselben Art eine sehr häufige Erscheinung. Es besteht sogar die Meinung, daß

es in dieser so artreichen Familie nur einige Arten mit beständigen Zeichnungen gibt, oder was noch wahrscheinlicher ist, daß bei ihnen noch keine von der typischen Form abweichende Exemplare aufgefunden wurden.

Viele Autoren haben pedantisch jedes auch unbedeutendste Abweichen von der typischen Form beschrieben, so daß bei den Marienkäfern heute eine große Anzahl beschriebener Aberrationen besteht. Daß diese Anzahl noch nicht größer ist, ist, wie MADER (1926) sagte, der ebenfalls zahlreiche Aberrationen der Marienkäfer beschrieb, allein dem Zufall zu verdanken, daß nicht alle von der typischen Form abweichenden Formen in die Hände von Entomologen gelangten, die ihnen sofort einen neuen Namen gegeben hätten.

Beim Luzernemarienkäfer, der auf den Flügeldecken 24 und am Halsschild 3 Punkte aufweist, sind Abweichungen ebenfalls sehr häufig, sei es in der Verminderung der Punktzahl oder sei es im Zusammenlaufen der Punkte, die einen größeren Fleck bilden. Alle Autoren, die bisher diese Art beschrieben haben, hatten die typische Form mit 24 Punkten auf den Flügeldecken vor sich und benannten alle in der Zahl, Größe oder Anordnung der Punkte abweichenden Exemplare als Aberrationen.

In der Figur 6 sind die charakteristischen Abweichungsfälle der in der Umgebung von Beograd und Debar (Mazedonien) gefundenen Imagines wiedergegeben, die sich untereinander nach Zahl und Anordnung der Punkte unterscheiden. Wir schreiben diesen Aberrationen keine besondere Wichtigkeit zu und geben ihnen auch keinen besonderen Namen. Wir wählten sie nur, um die verschiedenen Kombinationen in der Anordnung der Punkte auf den Flügeldecken und am Halsschild bei der genannten Art zu zeigen.

Setzen wir nun voraus, daß die Flecken auf den Flügeldecken und dem Halsschild nicht ineinander fließen und einzeln stehen.

Ist am Halsschild nur ein Fleck und auf der Flügeldecke keiner, so haben wir zwei mögliche Kombinationen. Wenn am Halsschild zwei oder drei Flecken sind, dann haben wir vier, bzw. sechs solcher Möglichkeiten. Flügeldecken mit je einem Fleck und Halsschild mit drei Flecken geben 24 Möglichkeiten. Flügeldecken mit je zwei Flecken und Halsschild mit drei Flecken geben 90 Möglichkeiten usw. Ziehen wir dazu auch noch jene Fälle in Betracht, in denen die Flecken zusammenfließen und dadurch die Zeichnung auf den Flügeldecken oder am Halsschild ändern, dann wird die Zahl der möglichen Kombinationen noch viel größer.

Wollte jemand diese möglichen Kombinationen ermitteln, würde er viel Zeit dazu brauchen, gar nicht zu sprechen von dem Raum, den die Veröffentlichung der Beschreibungen solcher Aberrationen einnehmen würde.

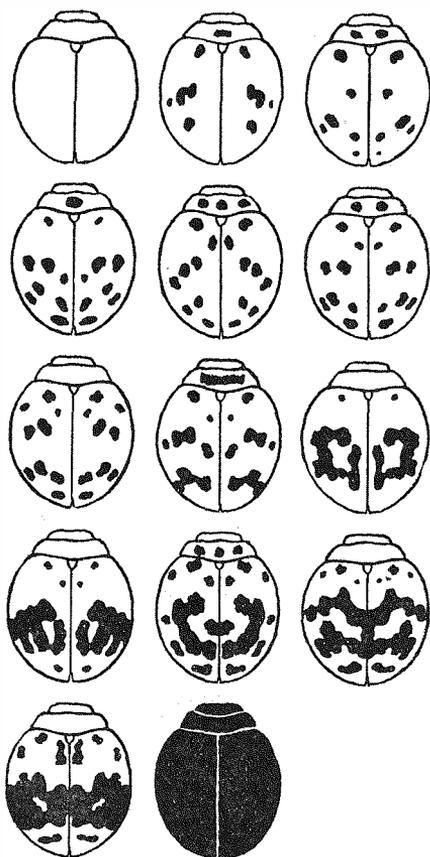


Fig. 6. Variabilität von *Subcoccinella vigintiquatuorpunktata* L.

Wahrscheinlich haben Systematiker all das oben Erwähnte eingesehen, so daß man mit Beschreibungen der Abweichungen in Zahl und Anordnung der Punkte von typischer Form, wenigstens was die Familie der Marienkäfer anlangt, aufgehört hat.

Ei

Die Eier sind länglich, oval, breiter am befestigten als am freien Ende (Fig. 7). Ihre Farbe ist zitronengelb. Im Vergleich zum Körper sind sie sehr groß. Die Länge beträgt im Mittel 1,25 mm, die Breite 0,40 mm. Das Chorion ist lederartig und stark. Auf seiner Oberfläche weist es eine feine Skulptur in Form regelmäßiger mehreckiger Flächen auf, von denen die sechs- und fünfeckigen die häufigsten und die viereckigen die seltensten sind.

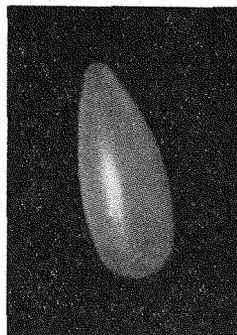


Fig. 7. Ei

Das Weibchen legt die Eier in Form von Gelegen ab oder auch einzeln, was seltener der Fall ist. Das Ankleben der Eier erfolgt immer so, daß die Eier aufrechtstehen bleiben. Sie sind am breiteren Ende auf ihre Unterlage geklebt und deshalb immer an diesem Ende abgeplattet. Sehr selten sind zu ihrer Unterlage querliegende, und noch seltener die mit Flanken geklebten und übereinander liegenden Eier zu finden. Die Eiablagestellen sind Blätter, selten Stengel der Wirtspflanze. Im Laufe der Embryonalentwicklung geht die zitronengelbe Eifarbe in graugelb über. Vor dem Schlüpfen der Larven werden durch das Chorion am Kopfende Ocellen und Oberkiefer sichtbar. Auf der Rückenseite des Embryos werden durch das Chorion vier dunkle Striche, die Borsten der künftigen Larve sichtbar, eine für die von uns untersuchte Art charakteristische, sonst aber bei den Käfern sehr seltene Erscheinung.

Larve

1. Larvenstadium

Die Larve hat einen länglich-ovalen, auf der Rückseite konvexen, auf der Bauchseite etwas konkaven und gegen den Hinterleib eingeeengten Körper. Die Durchschnittslänge ist 1,7 mm, die Breite 0,6 mm (Fig. 8). Auf der Rückseite der Brust und des Abdomens ist sie mit verzweigten Stacheln versehen. Ihre Farbe ist hellgelb, jedoch sind die Kopfkapsel und die Körperzeichnung braun.

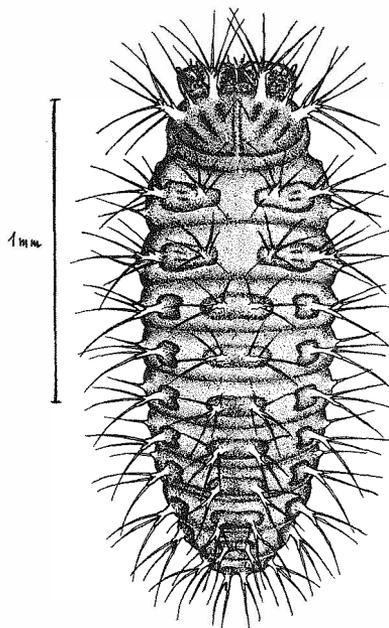


Fig. 8. 1. Larvenstadium

Der Kopf ist verhältnismäßig groß, etwas breiter als lang und an der Hinterseite abgerundet (Fig. 9). Die Stirn und die Schädelnähte sind farb-

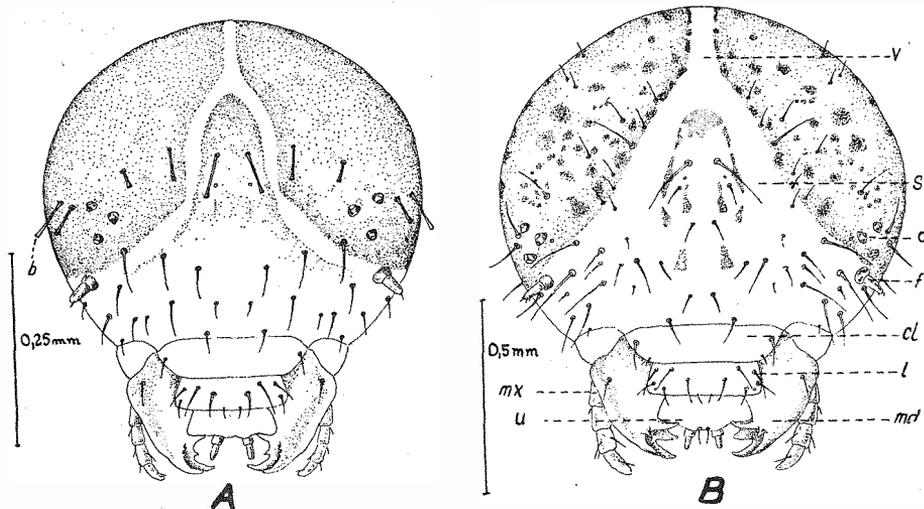


Fig. 9. Die Kopfkapsel des 1. (Fig. 9 A) und 4. (Fig. 9 B) Larvenstadiums
 v — Scheitelnah; s — Stirnnaht; o — Ocellen; f — Fühler; cl — Clipeus; l — Oberlippe;
 md — Mandibeln; mx — Maxillen; u — Unterlippe, b — verdickte Borsten

los und stechen deutlich von der braunen Kopfkapsel ab. Am Scheitel und auf dem Stirnteil befinden sich Borsten nach der in Fig. 9A gegebenen Anordnung, die für das erste Larvenstadium charakteristisch sind. Die Scheitelborsten sind von ungewöhnlichem Bau. Jede von ihnen hat auf der Spitze eine Erweiterung, die beim Schlüpfen zum Durchschneiden der Eischale dient. An beiden Kopfseiten, oberhalb der Fühler, der Mittellinie etwas

näher, befinden sich je dunkle Ocellen in dreieckiger Anordnung. Die Fühler sind zweigliederig. Das eingelenkte Glied ist breiter als lang, das andere ist schmal und länger. Der Kopfschild ist trapezförmig und fast dreimal breiter als lang. Die längste Seite ist am Stirnteil. Die Oberlippe hat fast rechtwinklige Form und ist durch eine Naht deutlich vom Schild getrennt. Die Oberkiefer sind sehr kräftig, breit in ihrer Basis und gegen die Spitze

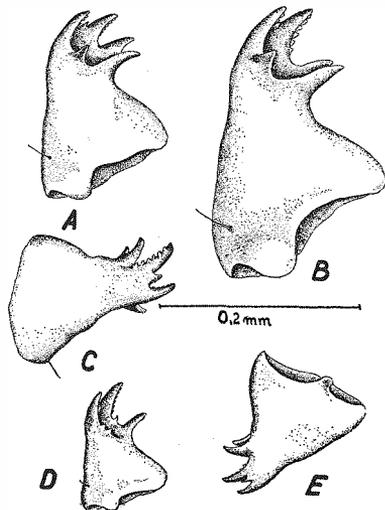


Fig. 10. Mandibeln der vier Larvenstadien
 A — 3. Larvenstadium, linke Mandibel oben;
 B — 4. Larvenstadium, linke Mandibel oben;
 C — 3. Larvenstadium, linke Mandibel unten;
 D — 1. Larvenstadium, linke Mandibel unten;
 E — 2. Larvenstadium, rechte Mandibel unten

schmäler. Darin befinden sich drei gut entwickelte scharfe, zugespitzte Zähne, von denen zwei an ihren inneren Rändern fein gezackt sind. Neben diesen großen sind noch vier kaum angedeutete Zähne (Fig. 10d) vorhanden. Zwischen den Oberzähnen und Unterzähnen besteht eine ziemlich tiefe Rinne. Die Kiefer sind auf ihrer Oberfläche glatt und an der Basis von oben mit kurzen Borsten versehen.

Beim Unterkiefer sind Cardo und Stipes an der Basis völlig verwachsen und mit der Unterlippe verschmolzen (Fig. 11). Die Taster haben gut entwickelte Glieder, die von ihrer Basis nach der Spitze zu immer enger und mit Borsten verschiedener Größe bewachsen sind.

Die Unterlippe weist keine Einteilungen auf. Sie wird vielmehr durch eine von der Basis her erweiterte und abgerundete schwach chitinisierte Membran gebildet. Die Taster der Unterlippe sind zweigliederig, kurz und nur mit je einer Borste auf der Innenseite versehen.

Die Brust der Larve ist nach vorne etwas eingengt mit deutlich getrennten Segmenten, die dorsal mit Borsten, ventral aber mit Warzen versehen sind.

Das erste Brustsegment ist schmaler und länger als das zweite und dritte. Auf seiner Rückenseite befindet sich das in Fig. 8 dargestellte Zeichen. Querüber sind sechs Stacheln, von denen zwei an der Segmentkante ganz einfach, die übrigen vier verzweigt sind. Am zweiten und dritten Segment, die annähernd gleich breit und lang sind, befinden sich je zwei rechteckige Flecken an den Wurzeln verzweigter Stacheln sowie je ein lateraler Stachel. Jeder Stachel auf der Rückenseite der Tho-

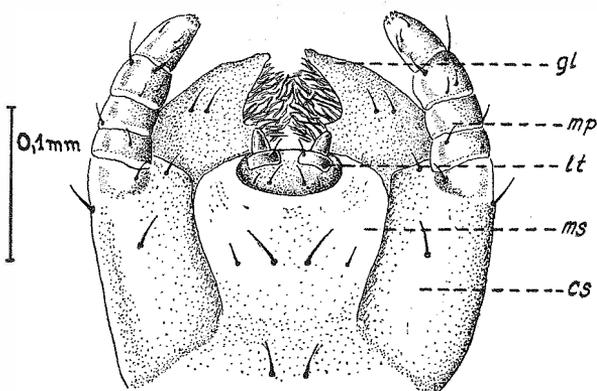


Fig. 11. Maxillen und Unterlippe des 2. Larvenstadiums
gl — Galea und Lacinia; mp — Maxillartaster; cs —
Cardo und Stipes; lt — Unterlippentaster; ms —
Mentum und Submentum

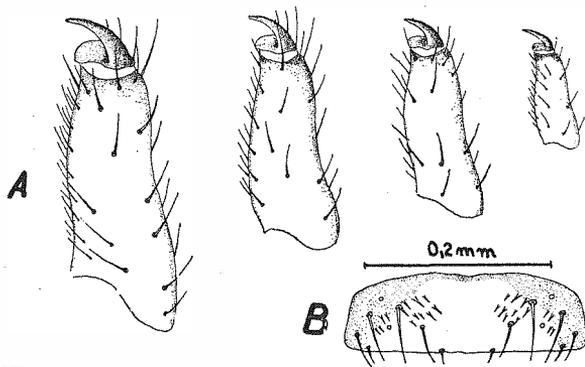


Fig. 12. Tibiotarsal-Teil der Larven (A). Oberlippe der
Larve im 2. Stadium (B)

rax ist in 5—6 Zweige geteilt, die dünne Borsten tragen. Die verzweigten Stacheln sind länger als die Segmente. Auf der Bauchseite des Thorax befinden sich querlaufende Warzenreihen. Jede Warze trägt 2—3 kurze Härchen.

Die Beine sind normal entwickelt. Der Schenkel hat dreieckige Form. Der Tibiotarsal-Teil ist stark mit Borsten bewachsen und mit Krallen versehen, deren Spitzen gegen die Basis gerichtet sind (Fig. 12 A). Das Abdomen besteht aus 10 Segmenten, von denen das letzte nur von der Bauchseite sichtbar ist. Der breiteste Teil des Abdomens sind die ersten drei Segmente, die gegen den Hinterleib immer enger werden. Auf den ersten acht Segmenten befinden sich in querlaufenden Reihen je 6 verzweigte Stacheln in etwas anderer Anordnung als am zweiten und dritten Brustsegment. Gegen das letzten Segment nimmt die Länge wie auch die Zahl der Stacheln und Borsten ab. Das erste Stachelpaar seitwärts von der Mittellinie des Abdomens ist mit je 4 Borsten versehen, das zweite Paar mit je 3, und das dritte (das sich lateral erstreckt) mit je einer Borste. Am neunten Segment gibt es keine verzweigten, sondern nur einfache Stacheln, das zehnte Segment ist überhaupt stachellos.

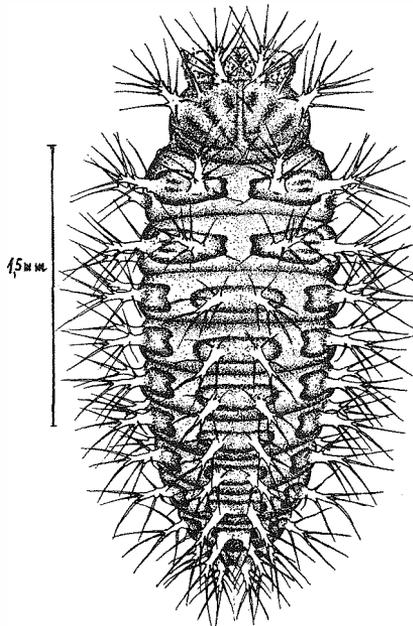


Fig. 13. 2. Larvenstadium

(Fig. 13). Im zweiten Larvenstadium verschwinden gleich nach der ersten Häutung die Stumpfborsten am Scheitel und in gleicher Anordnung erscheinen hier gewöhnliche Borsten. In der Stirnmitte und am Scheitel treten dunkle Flecken auf. Bei den Oberkiefern erscheint an der Dorsalseite noch ein größerer Zahn an der Stelle, an der im ersten Stadium nur eine winzige Schwellung vorhanden war.

Auf den Brustsegmenten nimmt die Zahl der Zweige und Borsten an den Stacheln zu. So beträgt die Stachelzahl an den Brustsegmenten 7—10, an den Bauchsegmenten gegen die Mitte 7 und lateral 3. Auf dem Halsschild erscheinen je 4 Flecke an jeder Seite der Mittellinie und zwar jeder am Grund einer Vertiefung. In der Mitte jeder ovalen Abdominalzeichnung schimmern dunkle Flecken durch, die im ersten Stadium fehlten. Die Rückenseite des neunten Abdominalsegmentes, die im ersten Stadium wie ein blaßgefärbtes Plättchen aussah, bekommt eine dunkle Farbe und eine weit größere Zahl

2. Larvenstadium
Die Durchschnittslänge der Larve beträgt 2,7 mm und die Breite 0,8 mm

Härchen. Am zehnten Dorsalsegment zeigt sich auch deutlich die dunkel gefärbte Endkante.

3. Larvenstadium

Die Durchschnittslänge der Larve im dritten Stadium ist 3,4 mm, die Breite 1,4 mm (Fig. 14). Scheitel- und Stirnteil tragen mehr Borsten als im vorigen Stadium, wie auch eine größere Zahl dunkler Flecke, deren Anordnung nicht konstant ist und deshalb nicht als ein Merkmal des Stadiums dienen kann.

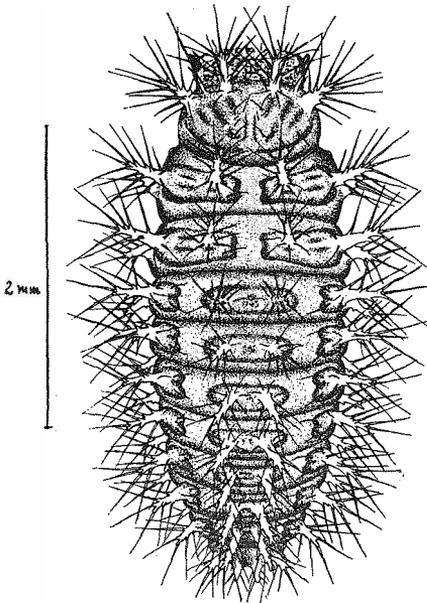


Fig. 14. 3. Larvenstadium

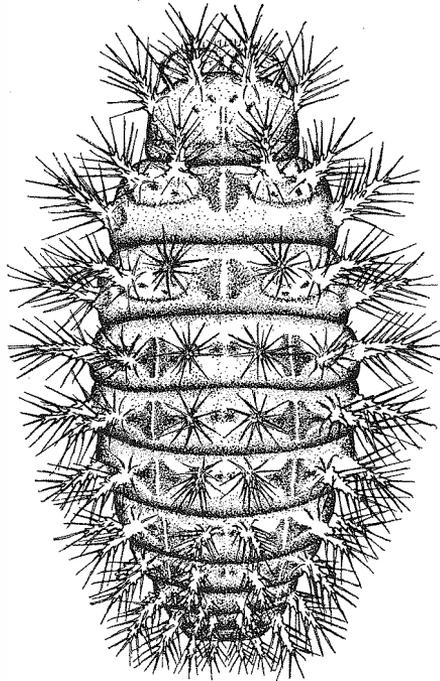


Fig. 15. 4. Larvenstadium, dorsal

Auf den Brustsegmenten beträgt die Zahl der Zweige 12—17 und an den Bauchsegmenten 7—12. Neben den verzweigten Stacheln erscheinen am Halsschild an jeder Seite der Mittellinie je 7—9 Borsten. Sie sind alle außer einem Borstenpaar, das ein Drittel der Länge der verzweigten Stacheln erreicht, sehr kurz.

Auf den Abdominalsegmenten zwischen zwei mittleren Stachelreihen befinden sich jetzt deutlich dunkle Flecke, die im vorigen Stadium nur schwach sichtbar waren.

4. Larvenstadium

Dieses Stadium wurde bereits von KAPUR (1950) beschrieben. Die erwähnte Beschreibung enthält hinsichtlich der Zahl der Stacheln am Körper und ihrer Anordnung am Kopfe ungenaue Angaben, was wahrscheinlich dem Umstand, daß nur sehr wenige Exemplare dem Autor zur Verfügung standen, zuzuschreiben ist.

Die Larvenlänge erreicht 6,9 mm, die Breite 2,8 mm (Fig. 15 & 16). Das 4. Stadium unterscheidet sich sehr deutlich vom vorigen durch eine weit größere Borstenzahl an der Kopfkapsel, insbesondere aber durch die Zahl der Borsten am Scheitelrand der Stirnnaht. Infolge der charakteristischen Flecke auf der Rückenseite kann das vierte Stadium mit keinem anderen verwechselt werden, was man schon mit bloßem Auge feststellen kann. Auf den Brustsegmenten sind die verzweigten Stacheln mit 20—27 und auf den Bauchsegmenten mit 15—22 Zweigen und Borsten versehen.

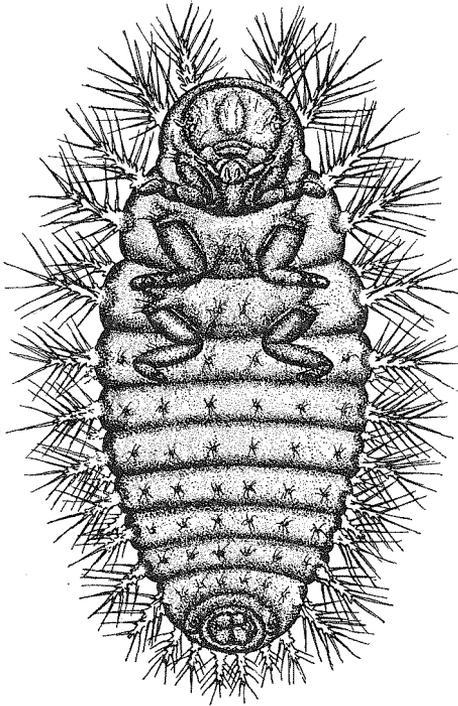


Fig. 16. 4. Larvenstadium, ventral

Am zweiten und dritten Segment zeichnen sich dorsal in der Mitte zwei dreieckige Flecke und um die Stachelbasis an ihrer Vorder- und Hinterseite je zwei schwarze Punkte ab. Die Stachelbasis an jedem Bauchsegment ist mit einer rechtwinkligen Linie umrandet, an deren Kurzseiten sich dunkle Dreiecke abheben. In der Mitte des Parallelogramms befinden sich je zwei dunkle rundliche Flecke, die bei manchen Exemplaren zusammenlaufen. Die an beiden Seiten befindlichen Stacheln sind jede für sich von einer dreieckigen dunklen Fläche umrahmt, die an den Flanken der Larve einen rundlichen Fleck und daneben gegen den Kopf und den Hinterleib hin je eine Borste aufweist. Die Stacheln an den Flanken stehen in der Mitte viereckiger, dunkel gefärbter, Flächen.

Am neunten Segment, das die Form eines schmalen halbkreisförmigen Plättchens hat, stehen an der Endkante etwa 20 Borsten, die in zwei Reihen angeordnet sind.

Ventral befinden sich am neunten Segment je 6 mit Borsten versehene Warzen, deren Zahl auf den Abdominalsegmenten zwischen 1 und 6 variiert. Die in der Körpermitte befindlichen Warzen sind gewöhnlich farblos, die auf den Flanken aber pigmentiert.

Puppe

Die Puppe (Fig. 17) hat ovale Form und ist 3,1—4,9 × 2,3—3,0 mm groß. Ihr Körper ist vorn abgerundet, hinten dagegen zugespitzt (Fig. 17). Der Hinterleib ist vom dritten Sternit und vom zweiten Tergit ab von der

Haut des letzten Larvenstadiums bedeckt, welche die Larve beim Schlüpfen nicht völlig abstreift. Diese Haut bleibt gewöhnlich an den Schwellungen des letzten Segmentes haften. Die Farbe der Puppe ist anfangs gelb und wird im Laufe der Entwicklung immer dunkler rotbraun.

Dorsal ist die Puppe stärker chitinisiert als ventral. Sie ist besonders in der Region der künftigen Flügeldecken und des Halsschildes der Imago mit langen, dünnen, gegen den Körper senkrecht liegenden Borsten bedeckt.

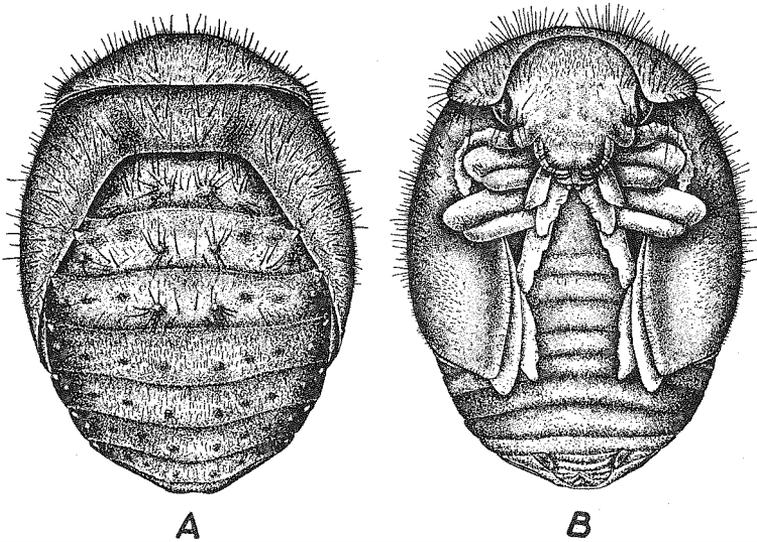


Fig. 17. Puppe, dorsal (A), ventral (B)

Der Kopf ist von oben nicht sichtbar, da er völlig vom Halsschild verdeckt ist. Er ist aber mit etwas dichteren und kürzeren Borsten als am Halsschild und an den Flügeldecken versehen. Am Kopfe ist die Naht zwischen der Kopfkapsel, der Stirn und der Oberlippe nicht deutlich markiert. Alle diese Teile bilden ein teilweise chitinisiertes Plättchen, daß am vorderen Kopfteil etwas verlängert ist. Diese Verlängerung stellt die Oberlippe dar. Die Fühler schmiegen sich seitlich eng an den Kopf. Sie haben ein deutlich getrenntes Glied, das am Kopf eingelenkt ist; ihr übriger Teil aber hat die Form einfacher Stäbchen, an deren Ende künftige Gelenke mit verstärkten Endteilen angedeutet sind.

Von den Mundgliedmassen sind besonders die unsegmentierten Oberkiefer und die Taster der Unterkiefer, wie auch die Unterlippe ausgeprägt. Galea und Lacinia sehen wie zwei stoppelartige Anschwellungen aus. Die Galea ist an der Spitze erweitert. Nach GRANDI (1913) sind bei *Epilachna chrysomelina* F., die der untersuchten Art verwandt ist, die Galea und Lacinia im Puppenstadium nicht getrennt, wie es hier der Fall ist. An der Unter-

lippe zeichnen sich die unsegmentierten Taster stark aus, die Paraglossa aber und die Einstellung in Kinn und Unterkinn sind nicht ausgeprägt. Cardo und Stipes sind verwachsen.

Der Halsschild ist seiner Größe und Form nach dem der Imago ähnlich. Die zweite und die dritte Rückenplatte sind trapezoid und mit je 6 borstigen Warzen versehen. Die Sternalplatten der Brustregion sind unchitinisiert und vom Kopf und den Extremitäten verdeckt.

An den Beinen sind die Einlenkteile, die den Schenkeln entsprechen, wie auch die den Schienen und Tarsen entsprechenden Teile erkennbar. Die Tarsen sind nicht gegliedert, jedoch bestehen an den Stellen der künftigen Glieder Verdickungen. Die Schienen, Schenkel- und teilweise auch die Tarsenteile sind behaart.

Das Abdomen besteht aus acht sichtbaren Segmenten. Die Dorsalplatten sind chitinisiert und mit kurzen Borsten bedeckt, während die Ventralplatten membranartig sind. Auf der letzten Ventralplatte befindet sich an jeder Seite je ein Zünglein, an dem die Larvenhaut haftet. Die Dorsal- und Ventralplatten sind an den Flanken durch die viereckigen, gut entwickelten, Pleuren verbunden.

Die Flügeldecken und die Unterflügel sind wie bei allen Käfern so angebracht, daß sie die Flanken und den Bauch umfassen.

Anatomie der Imago und der Larve

Männliche Geschlechtsorgane

Die Geschlechtsorgane des Männchens liegen unter dem Darmkanal und nehmen den größeren Teil der Bauchhöhle ein. Sie bestehen aus den Hoden, der Samenblase, dem unpaaren und den paarigen Samenleitern und den Sekretdrüsen (Fig. 18 A).

Die Hoden bestehen aus Follikeln ovaler Form, deren Zahl nicht konstant ist und in einem Hoden zwischen 36—38 variiert. Ihre Farbe ist gelb. Jeder Follikel hat einen Ausgangskanal, der sich mit anderen Kanälchen verbindet und mit ihnen zusammen in den paarigen Samenleiter mündet. Die Samenblasen befinden sich anschließend an die Hoden als Erweiterungen der paarigen Samenleiter. Ihre Form ist oval, am Hodenende etwas erweitert. Die paarigen Samenleiter sind kurze enge Röhren, die nach ihrer Verbindung einen doppelt so langen und etwas breiteren unpaaren Samenleiter bilden. Drei Drüsenpaare münden in die Samenleiter (Fig. 23B): Ein Paar basalwärts neben der Samenblase und zwei Paar an der Stelle, an der sich die paarigen Samenleiter verbinden. Alle Drüsen haben die Form kurzer verschlossener Röhren.

Bei den Imagines, und zwar bei jenen in labiler Diapause, kommt es oft im Laufe des Sommers als Folge bestimmter physiologischer Veränderungen zur Erweiterung der Samenblase und zur Abnahme der Hodenfollikel (Fig. 18B), die bis zum Tode des Insektes inhaltslos und oft an die übrigen Teile der Geschlechtsorgane angeklebt bleiben.

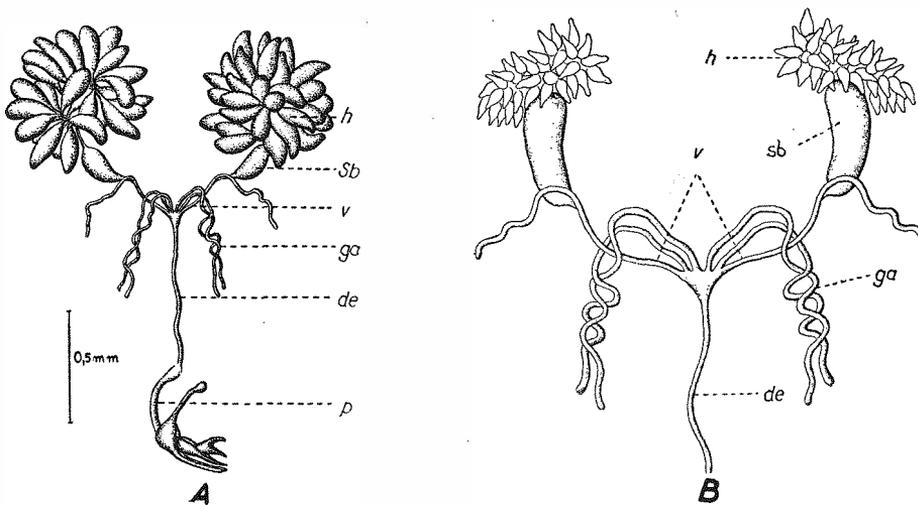


Fig. 18. Männliche Genitalorgane (A). Teil derselben Organe bei den in Diapause begriffenen Imagines (B) h — Hoden; sb — Samenblase; v — Paarige Samenleiter; ga — Anhangsdrüse; de — Unpaarer Samenleiter; p — Penis

Der chitinisierte Teil der Geschlechtsorgane liegt in der Bauchhöhle im Raum zwischen der Geschlechtsöffnung und dem dritten Bauchsegment. Er besteht aus einer Mittlröhre und einem Tegmen.

Die Mittlröhre ist eine chitinisierte halbkreisförmig gebogene Röhre, in welche der unpaare Samenleiter mündet. Ihre Basis ist etwas erweitert (Fig. 19 B). Von dieser Erweiterung gehen viele Muskeln aus, welche die ganze Mittlröhre mit dem Tegmen verbinden. An ihrem Distalende gabelt sie sich in zwei Arme, von denen der eine die Form eines halbkreisförmigen Zahnes hat; der andere ist kurz und stellt eigentlich nur eine unbedeutende Erweiterung der Mittlröhre dar. Von der Innenseite des zahnartigen Auswuchses an ist die Röhre

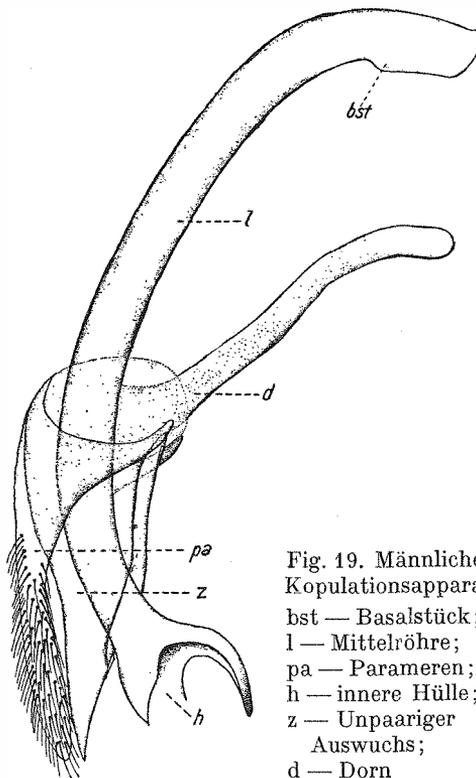


Fig. 19. Männlicher Kopulationsapparat bst — Basalstück; l — Mittlröhre; pa — Parameren; h — innere Hülle; z — Unpaariger Auswuchs; d — Dorn

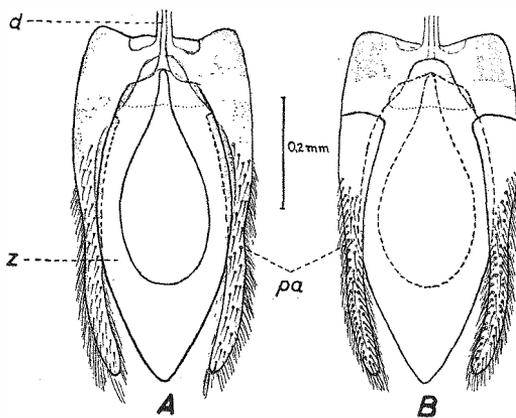


Fig. 20. Männlicher Kopulationsapparat, Tegmen ventral (A) und dorsal (B). Erklärung Fig. 19

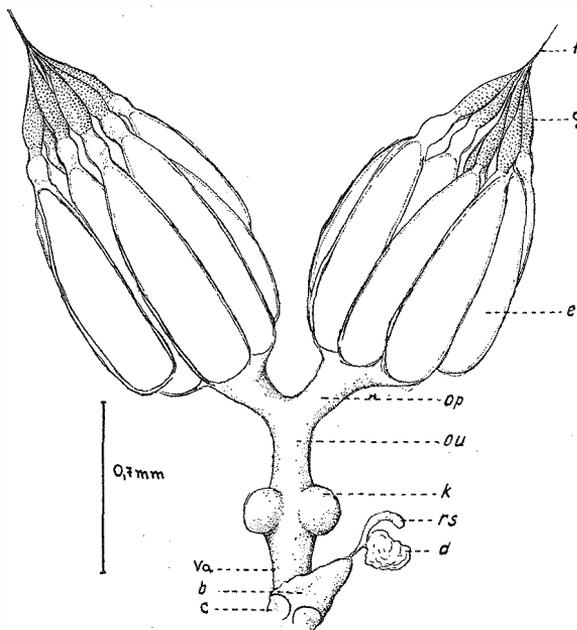


Fig. 21. Weibliche Geschlechtsorgane, reif
 f — Terminalfilament; g — Germarium; e — Reifes Ei; op — Paariger Ovidukt; ou — Unpaariger Ovidukt; k — Drüse; rs — Receptaculum seminis; d — Drüse des Receptaculum seminis; b — Bursa copulatrix; c — Coxit; va — Vaginalteil

offen. An dieser Öffnung befindet sich eine membranartige Hülle, die bei der Begattung das Sperma in die Vagina des Weibchens befördert. Die Mittelröhre ist ein Drittel ihrer Länge von den Tegmenten umgeben. Durch Muskeln, welche die Basis der Mittelröhre mit der des Tegmens verbinden, vermag sie sich bei der Begattung gegen die Geschlechtsöffnung zu bewegen und später in ihre vorherige Stellung zurückzukehren.

Das Tegmen besteht aus Parameren, unpaarem Mittelstück und Basis (Fig. 20). Die Tegmenbasis umfaßt die Mittelröhre. Sie ist teilweise chitinisiert. Ihr unterer Teil wird umfaßt vom chitinisierten, an seiner Spitze etwas erweiterten, durch Muskeln mit der äußeren Membran, wie auch mit der Basis der Mittelröhre verbundenem Mittelstück.

Die Parameren sind verlängerte, an ihren Spitzen abgerundete Plättchen. Basalwärts sind sie erweitert und miteinander verbunden. Bis zu zwei Dritteln ihrer Länge sind sie mit dichten, langen Borsten bewachsen.

Das Mittelstück ist chitinisiert, an der Spitze verengt und am Basalende erweitert. In seinem hohlen Inneren bewegt sich die Mittelröhre.

Das ganze Tegmen, wie auch die Mittelröhre, sind von zwei durchsichtigen Membranen bedeckt.

Der Bau des Kopulationsorgans, insbesondere der des Tegmens, ist für die einzelnen Arten der Marienkäfer sehr charakteristisch. Selbst eng verwandte Arten zeigen deutliche Unterschiede im Bau des Tegmens. Unserer Meinung nach könnte bei den Marienkäfern, wie dies auch bei anderen Insektengruppen der Fall ist, die Kenntnis der Kopulationsorgane der Männchen eine große Bedeutung für die Bestimmung der Arten haben.

Das gilt insbesondere für einzelne Gattungen (z. B. *Scymnus* und anderen), bei denen die äußeren Merkmale sehr veränderlich sind.

Weibliche Geschlechtsorgane

Die Geschlechtsöffnung des Weibchens befindet sich zwischen dem neunten Tergit und dem neunten Sternit, die beide fest dem Vaginalteil anliegen und die sogenannten Genitalien des Weibchens darstellen.

Die Geschlechtsorgane des Weibchens bestehen aus durchschnittlich 18 Paar Ovariolen, dem unpaarigen und den paarigen Eileitern und dem Vaginalteil. Das ganze Organ befindet sich unter dem Darmkanal vom Abdomenende ausgehend bis zur inneren Kante des Vorderteils der Hinterbrust.

Die Zahl der Ovariolen ist nicht konstant und variiert von 15—22 pro Eierstock. Jedes besitzt einen Abschlußfaden, der an seinem Ende mit den Abschlußfäden anderer Ovariolen verbunden ist. Die so verknüpften Ovariolen-Enden sind durch Muskelgewebe mit den vorderen Abdomen- und hinteren Brustseiten verbunden.

Unter dem Abschlußfaden liegt das Germarium, das eine fast zylindrische Form aufweist und etwas gegen die Basis des Abschlußfadens enger wird. Seine ganze Oberfläche hat eine granuliert Struktur (Fig. 23 A).

In seiner Verlängerung zeigt das Germarium die ersten Occytenkammern und die beim geschlechtsreifen Weibchen reifen Eier (Fig. 21). Beim unreifen Weibchen aber weisen die Ovariolen die Form eines schmalen, fast fadenartigen Gebildes auf, an dem überhaupt keine Quereinteilung sichtbar ist (Fig. 22). Bei der geschlechtlichen Reifung kommt es zuerst zu einer raschen Entwicklung des Germariums, woraufhin sogleich unter demselben die Eier erscheinen.

Der Typus der Ovariolen ist telotrophisch. Es bestehen keine für die Ernährung der Eier bestimmte Zellen in den Ovariolen, da die Nahrung aus dem Germarium bezogen wird.

Die paarigen Ovidukte sind kurze und beim unreifen Weibchen verhältnismäßig enge Röhrchen, während sie sich beim geschlechtsreifen Weibchen, besonders gelegentlich des Eidurchgangs, bedeutend erweitern. Bei der Sektion der Weibchen kann man verschiedene Formen der Ovidukte beobachten, was von der Lage der Eier in denselben abhängt. Der unpaarige Ovidukt ist länger als die paarigen; er erweitert sich in seiner Mitte und

bildet an jeder Seite eine rundliche Anschwellung (Fig. 21 R). Da bei den bisher beschriebenen weiblichen Geschlechtsorgane der Marienkäfer in keinem Fall etwas über den Bau des unpaarigen Ovidukt erwähnt wurde, hatten wir keinen Hinweis auf die Funktion dieser Anschwellungen, die ihrem anatomischen Bau nach offensichtlich besondere Organe darstellen.

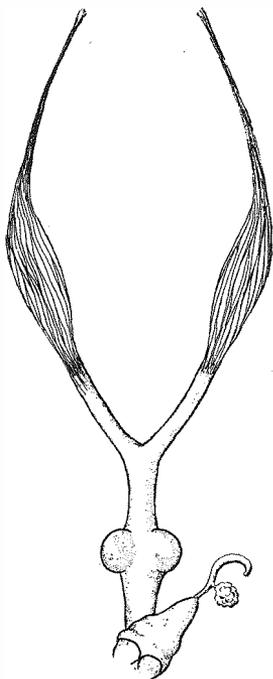


Fig. 22. Weibliche Geschlechtsorgane, unreif

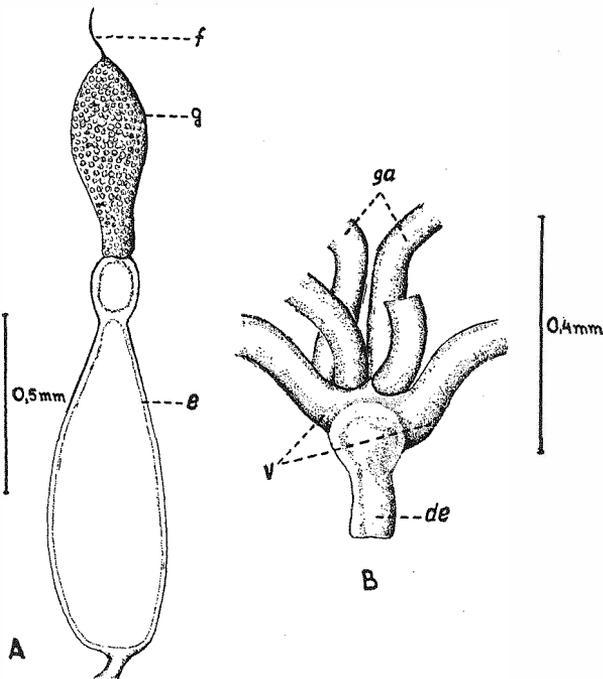


Fig. 23. Anatomische Details bei weiblichen und männlichen Geschlechtsorganen

A — Eiröhre; B — Mündungsstelle der Drüsen in die Samenleiter; f — Terminalfilament; g — Germarium; e — reifes Ei; v — Paarige Samenleiter; de — Unpaariger Samenleiter; ga — Anhangsdrüse

Bei einer großen Anzahl der Sektionen wurde im Gewebe dieser Organe eine gewisse gallertartige Masse festgestellt. Wir setzen voraus, daß es sich hier um Drüsen, die eine klebrige Materie ausscheiden, handelt, obwohl ihre definitive Funktion noch festzustellen ist.

Basalwärts erweitert sich der unpaarige Ovidukt und bildet den Vaginalteil, in den ventral die Begattungstasche mündet. Diese ist ein Organ von glockenartiger Form, dessen breites Ende mit der Basis der Vagina zusammengewachsen ist, dessen schmales Ende sich in eine kurze schmale Röhre fortsetzt, die mit dem Receptaculum seminis verbunden ist. Letzteres hat die Form einer hakenartig gebogenen Röhre, deren Wände verdickt und

chitinisiert sind. Die Drüse des Receptaculum seminis besteht aus einem Muskelgewebe runder Form.

Die chitinisierten oder membranartigen Teile der weiblichen Geschlechtsorgane umfassen die Basis der Vagina und der Begattungstasche und sind eigentlich die schon beschriebenen, in ihrer Form abgeänderten, neunten Tergite und neunten Sternite.

Bau des Darmkanals und Vergleich mit dem entsprechenden Organ bei den karnivoren Marienkäfern

Der Luzernemarienkäfer ist eine der sehr wenigen pflanzenfressenden Marienkäferarten, während der größte Teil der Arten aus derselben Familie karnivor ist. Wegen des großen Unterschiedes in der Ernährungsweise bei diesen sonst so sehr verwandten Arten, war es interessant festzustellen, welche anatomischen Änderungen in ihrem Darmtrakt bestehen. Als Untersuchungsobjekte wurden neben der Larve und der Imago des Luzernemarienkäfers, als Vertreter der phytophagen Insekten, Larven und Imagines von *Coccinella septempunctata* L., als Vertreter der Zoophagen, gewählt. Das Untersuchungsmaterial wurde während des intensiven Ernährungsraßes, wie auch während des Hungerns der erwähnten Stadien gesammelt. Bei der Fixierung des Materials erwies sich, daß bei jenen Exemplaren, bei denen vorher das Abdomen geöffnet wurde, die inneren Organe am besten erhalten blieben.

Der Darmkanal des Luzernemarienkäfers besteht aus drei deutlich getrennten Regionen, dem Vorder-, Mittel- und Enddarm. Die Länge des Darmtraktes beträgt ungefähr zwei Körperlängen. Der Vorderdarm, der beim Schlund in der Kopfkapsel beginnt, ist, verglichen mit den beiden übrigen Abschnitten, der kürzeste. Sein Vorderteil bildet eine enge Muskelröhre, die nach rückwärts etwas eingeengt ist. Von seinen Wänden gehen in der Kopfkapsel endende Muskeln strahlenartig aus. Auf den Schlund folgt die enge, an ihrem Ende erweiterte, in den Kaumagen endende Speiseröhre und zwar an der Stelle, an der Kopf und Brustsegment verbunden sind. Der Vordermagen ist birnenförmig. An seinem Ende, über einen Muskelring, der die Vorderdarmvalvula darstellt, geht er in den Mitteldarm über.

Der Mitteldarm ist der größte Teil des Darmkanals. Er ist etwa 12mal länger als der Vorderdarm und mehr als zweimal so lang wie der Enddarm. Um 5—6mal ist er breiter als die Speiseröhre; jedoch ist diese Breite nicht konstant und hängt von der An- oder Abwesenheit der Nahrung darin ab, wie auch von den peristaltischen Erweiterungen, die periodisch vorkommen. Der Mitteldarm verläuft gerade durch die Mitte des Körpers, vom Vorderteil des ersten Brustsegments bis zum vierten Bauchsternit. An ihm unterscheiden sich zwei Teile: Der erste breitere von sehr zarter Struktur, fast völlig gerade und der zweite engere mit etwas dickeren Wänden. Letzterer liegt spiralförmig im vorderen Teil der Bauchhöhle

und trägt an seinem Ende sechs Malpighische Gefäße. An der Stelle, an der der Mitteldarm in den Enddarm übergeht, ist eine Muskulatur vorhanden, die der Valvula des Pylorus entspricht. Der Enddarm nimmt den Raum vom dritten Bauchsegment bis zur Analöffnung ein. Sein Vorderteil, Ileum, setzt den Mitteldarm fort und ist auch ebenso breit wie der Endteil desselben. Es ist ein kurzes Rohr mit relativ starken Wänden, halbkreisförmig, der rechten Körperseite zugebogen. Der Mittelteil des Enddarmes, Colon, ist eine etwas längere, birnenförmig an ihrem Ende erweiterte Röhre. An der Stelle, an der das Ileum in das Colon übergeht, münden die 6 Malpighischen Gefäße. Das Rectum, der kürzeste Teil des Enddarmes, ist eine gerade mit der Analöffnung endende Röhre mit stark verdickten Wänden.

Die Malpighischen Gefäße beginnen an der Stelle, an der der Mitteldarm endet. Ihre Ausgangskanäle sind symmetrisch paarweise um den Darm gruppiert. Zwei Röhren ragen aus dem Darm seitlich hervor. Sie sind nach vorne gerichtet und reichen bis zum Kopfteil, um dann einen Bogen zu machen und sich weiter nach rückwärts zu richten bis an das Ende des Colon, wo sie sich noch einmal biegen und mit dem inneren Ende zusammenfließen. Unterhalb des Darmtraktes befinden sich zwei weitere Röhrechen. Sie sind etwas kürzer als die vorher beschriebenen und beginnen schon beim letzten Brustsegment; sie richten sich sodann nach rückwärts und verbinden sich mit dem Enddarm. Zwei, sich dorsal streckende, Röhrechen haben einen den vorhergehenden ähnlichen Verlauf, sind aber kürzer als die anderen.

Im Laufe der vergleichenden Untersuchungen des oben beschriebenen Darmtraktes des Luzernemarienkäfers sowie von *Coccinella septempunctata* (als Vertreter der karnivoren Marienkäfer), kamen wir zu interessanten Ergebnissen, die den großen Unterschied zeigen, der im Bau dieses Organs zwischen den zwei Arten derselben Familie besteht (Fig. 24). Vor allem ist die Darmlänge bei den karnivoren Marienkäfern im Verhältnis zur Körperlänge bedeutend kürzer: während der Darmtrakt des Luzernemarienkäfers ungefähr zweimal so lang wie der Körper ist, ist er bei der karnivoren Art nur körperlang. Dieser Längenunterschied bezieht sich auf den mittleren, adsorptiven Darmteil. Während das Längenverhältnis zwischen Mittel- und Enddarm beim Luzernemarienkäfer 1:12:5 (Fig. 24A) beträgt, ist es bei der karnivoren Art 1:7:4 (Fig. 24B). Dies zeigt, daß keine größere Differenz in der Vorder- und Enddarmlänge zwischen den zwei untersuchten Arten besteht. Außer der Längendifferenz besteht aber auch ein Unterschied im Aussehen. Während der Darmtrakt der herbivoren Art einen deutlich ausgeprägten geraden und breiteren Vorder- und einen engeren gebogenen Endteil aufweist, ist er bei der karnivoren Art nur eine verhältnismäßig breite, in ihrer ganzen Länge gerade verlaufende Röhre. Der erwähnte Unterschied ist zweifelsohne infolge der verschiedenen Nahrung entstanden. Die konzentrierte tierische Nahrung (Blattläuse und andere Insekten) verlangt auch einen kürzeren Darm, in dem

der ganze Verdauungsprozeß viel intensiver vor sich geht, während die Pflanzennahrung, deren Menge größer, deren Konzentration aber kleiner ist, einen längeren Darm beansprucht. Die erzielten Resultate stellen im Tierreich keine Neuigkeit dar, beweisen aber, daß auch bei den unter-

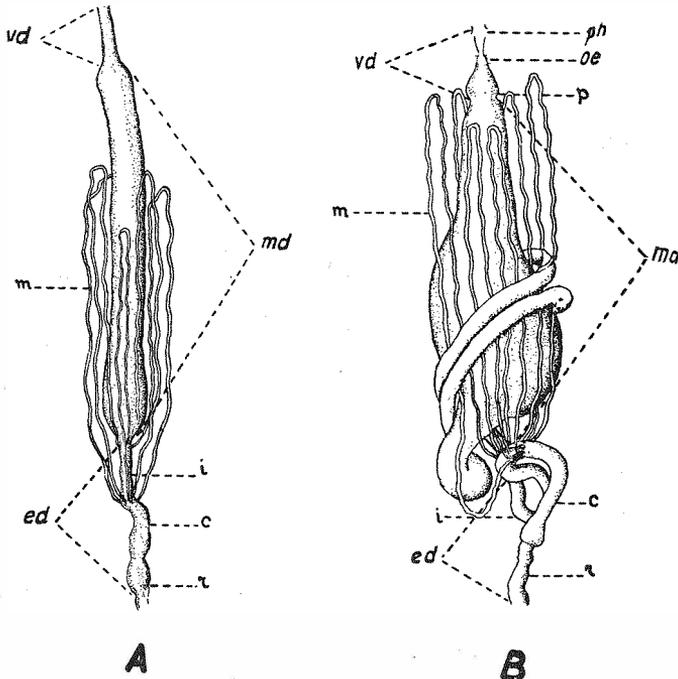


Fig. 24. Darmkanal: A — Luzernemarienkäfer; B — Karnivorer Marienkäfer
 vd — Vorderdarm; md — Mitteldarm; ed — Enddarm; ph — Pharynx; oe — Oesophagus; p — Proventriculus; m — Malpighigefäße; i — Ileum; c — Colon; r — Rectum

suchten Arten die Nahrung die anatomische Differenz des Darmtraktes bedingt. Der zweite festgestellte Unterschied sind die bedeutend kürzeren Malpighischen Röhren, bei der karnivoren Art.

Zu ähnlichen Resultaten ist auch PRADHAN (1939) gekommen, der den Darmtrakt der Imagines von *Epilachna indica* Muls. untersucht und mit dem Darmtrakt bei *Coccinella septempunctata* L. verglichen hat.

Biologie

Methodik

Zur Laboratoriumzüchtung der Imagines und Larven sind 12 × 22 cm große Glaszylinder verwendet worden. Sie wurden auf Töpfe mit Luzerne, auf die vorerst die Insekten gesetzt wurden, gestülpt, und die oberen Zylinderenden mit einem Drahtnetz versehen.

Zur Bestimmung der Fruchtbarkeit der Art wurden die Zuchten in Thermostaten durchgeführt, in denen statt der Töpfe Gefäße mit Wasser benutzt wurden, die mit Kartondeckeln mit je einer Öffnung von 1,5 cm \varnothing . bedeckt waren. Durch diese Öffnungen wurde die Nährpflanze ins Wasser gesteckt und der leere Raum zwischen Stengel und Öffnungskante sodann mit Watte verstopft. Auf die Pflanze wurden die Insekten gesetzt, darüber ein etwa 8 \times 8 cm großer Glaszylinder gestülpt und das obere Zylinderende mit Tüll zugebunden. Im Laufe des Versuches wurden die Pflanzen täglich erneuert und dabei die Eier ausgezählt.

Zur Prüfung der Einwirkung von relativer Luftfeuchtigkeit und Temperatur auf die Dauer des Eistadiums wurden die Eier in 5 \times 8 cm großen Gläsern gehalten, in denen verschiedene Luftfeuchtigkeit herrschte. Die Arbeitstechnik bestand darin, daß die Eier gleich nach der Ablage in Gläser mit Schwefelsäure verschiedener Konzentration und mit darüber ausgespanntem Tüllnetz gebracht wurden (Methode von SOLOMON, 1951). Die Gefäße wurden mit Uhrgläsern zugedeckt. In jedem Versuch wurde im Laufe der Arbeit ständig das spezifische Gewicht der Schwefelsäure geprüft und auf diese Weise die relative Feuchtigkeit kontrolliert.

Bei der Untersuchung der Einwirkung von Temperatur und relativer Feuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer der Larve wurde dieselbe Arbeitsmethode angewandt, jedoch insoweit modifiziert, als alle 24 Stunden konzentrierte Schwefelsäure bis zum entsprechenden spezifischen Gewicht in die Gefäße zugegeben wurde. So gelang es uns, die Larve bei verschiedenen Luftfeuchtigkeitsstufen zu züchten, bei denen die Schwankungen nie 10% überstiegen.

Zur Feststellung neuer Nährpflanzen wurden Pflanzen aus dem Institut für Selektion der Pflanzen in Zemun benutzt. Das Ziel war, jene Pflanzenarten, welche eine normale Ernährung gewähren, festzustellen. Die Insekten wurden zu diesem Zweck während ihres ganzen Entwicklungsverlaufs auf den Pflanzen gehalten.

Die Arbeitsmethode bei allen übrigen Experimenten wird in den einzelnen Kapiteln angegeben.

Nährpflanzen

Der Luzernemarienkäfer ist ein polyphages Insekt, das sich von Pflanzen aus mehreren Familien ernährt, am häufigsten aber an den Schmetterlingblütlern (*Papilionaceae*) zu finden ist.

Nach Angaben von HUBER (1841), NÖRDLINGER (1862), SAJÓ (1895), HACKER (1918), SCHMIDT (1918), MARRINER (1927), KOVAČEVIĆ (1952), hat diese Art folgende Nährpflanzen: *Saponaria officinalis* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium pratense* L., *T. repens* L., *Vicia* sp., *Beta vulgaris* L., *Solanum tuberosum* L., *Gypsophila paniculata* L., *Lychnis dioeca* L., *Silene inflata* Sm., *S. maritima* With., *S. cucubalus* Wib., *Atriplex nitens* S., *Cucubalus baccifer* L., *Chenopodium album* L., *Lathyrus pratensis* L., *Triticum littorale* Schum., *Matricaria inodora* L.

Im Laufe unserer Untersuchungen haben wir außer den angeführten noch einige, bisher nicht erwähnte, Nährpflanzen festgestellt, an denen der ganze Entwicklungszyklus der untersuchten Art verfolgt wurde. Das sind: Kichererbse (*Cicer arietinum* L.), Erbse (*Pisum sativum* L.), Spinat (*Spinacia oleracea* L.), *Melandrium album* Bar., *Galega officinalis* L., *Xanthium saccharatum* Wallr., *Bromus* sp., *Amarantus retroflexus* L., *Chenopodium hybridum* L., *Ch. polyspermum* L., *Setaria viridis* L. Außerdem zeigte eine Anzahl von Serien unserer Versuchsreihen, in denen ungefähr 150 Pflanzenarten verwendet wurden (vorwiegend aus den Familien, aus welchen schon einzelne Pflanzen als Hauptnährpflanzen des Luzernemarienkäfers bekannt waren), daß er sich eine Zeitlang, sei es als Imago oder als Larve, von einer Reihe von Pflanzen ernähren kann, an welchen sonst seine volle Entwicklung nicht möglich ist. Dies hat eine besondere Bedeutung, wenn es zur Mahd oder zum Umpflügen der Luzernebestände kommt.

Diese Pflanzen, nach Familien geordnet, sind untenstehend angeführt:

- Fam. *Papilionaceae*: *Medicago aculeata* Gaertn., *M. maculata* Sibth., *M. falcata* L., *Trifolium incarnatum* L., *T. stellatum* L., *Soja hispida* var. *lutea* und var. *nigra*., *Soja max* Piper, *Vicia grandiflora* Scop., *V. ervilia* Willd., *V. calcarata* Desf., *V. faba* L., *V. hybrida* L., *V. narbonensis* L., *V. sativa* L., *V. pannonica* L., *Lathyrus albus* Kittel, *L. cicera* L., *L. clymenum* L., *L. sativus* L., *L. odoratus* L., *Lupinus albus* L., *L. angustifolius* L., *Lotus corniculatus* L., *L. ornithopodioides* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Ervum ervilia* L.
- Fam. *Solanaceae*: *Solanum tuberosum* L., *Atropa belladonna* L.
- Fam. *Malvaceae*: *Hibiscus trionum* L., *H. cannabinus* L., *Hibiscus* sp.
- Fam. *Polygonaceae*: *Polygonum aviculare* L., *P. fagopyrum* L., *P. tataricum* L.
- Fam. *Compositae*: *Carthamus tinctorius* L.,
- Fam. *Caryophyllaceae*: *Agrostemma bicolor*.

Wie bereits erwähnt, nährt sich der Luzernemarienkäfer von einer großen Anzahl von Pflanzen; für uns hat aber seine Ernährung an den Ackerpflanzen, insbesondere an Luzerne und Klee, als wichtigste Futterpflanzen, die größte Bedeutung.

Überwinterungsort

Zur Feststellung der Überwinterungsorte der Imago wurden von 1950 bis 1955 Beobachtungen über das Verhalten der Imago im Herbst, Winter und Frühling angestellt und eingehende Untersuchungen der Luzernebestände und ihrer nächsten Umgebung in verschiedenen Orten der Volksrepublik Serbien, insbesondere aber in der Umgebung von Belgrad vorgenommen.

Angaben über die Versuchsstationen der Landwirtschaftlichen Fakultät in Zemun und im Pantschewarschki Rit:

I. Der Luzernebestand der Versuchsstation im Pantschewatschki Rit Nr. 1 grenzt an drei Seiten an landwirtschaftliche Kulturen, an der vierten Seite an ein lichtiges Pappelgehölz. Im Laufe des Jahres 1952 war die Anzahl des Luzernemarienkäfers sehr groß; während der ganzen Vegetation befanden sich Imagines an der Luzerne. Der erste Flug der Imagines aus den Winterquartieren wurde am 28. August beobachtet. In kurzen Flügen von ungefähr je 10 m flogen die Käfer aus der Luzerne in Waldrichtung. In den folgenden Tagen wurde die Waldstreu eingehend untersucht, besonders aber der Waldsaum am Luzernebestand. In der Waldstreu, an der Baumrinde und unter der geborstenen Baumrinde wurden einzelne Exemplare gefunden. Die letzten Flüge in Waldrichtung wurden Ende September beobachtet. An den übrigen Stellen, an die das Luzernefeld mit den verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen grenzte, gelang es uns trotz täglicher eingehender Prüfung nicht (weder im Fluge, noch an den Pflanzen), ein einziges Exemplar außerhalb des Luzernebestandes zu finden. Im Laufe des Winters 1952/53 wurden die meisten Imagines im Luzernebestand und zwar an der Erdoberfläche und noch häufiger am Fußende der Luzernestengel gefunden, in Gruppen von 2 bis 5 Exemplaren. Die größte Zahl der Imagines in einer Gruppe betrug 37 Exemplare. Im Laufe des Winters wurden im Walde, in dessen Richtung der Flug beobachtet wurde, nur wenige Exemplare unter der Rinde in den Stammanläufen, in der Bodenstreu und unter Steinen gefunden (etwa 1% der in dieser Zeit in den Luzernebeständen gefundenen Exemplare). In der ersten Märzhälfte waren die Käfer noch immer an den genannten Stellen. Ihr Rückflug zum Luzernefeld konnte nicht festgestellt werden; sie waren aber im Mai 1953 im Walde nicht mehr zu finden.

II. Luzernebestand der Versuchsstation im Pantschewatschki Rit Nr. 2.

Das Luzernefeld umgaben verschiedene landwirtschaftliche Kulturen. In der Entfernung von etwa 200 m in Ostrichtung befand sich ein Waldgürtel. Am 27. August 1952 wurde der Flug der Imagines in Waldrichtung beobachtet. Im Laufe der Herbstmonate wurden die Käfer im Walde und an verschiedenen Pflanzen zwischen Wald und Luzernefeld gefunden. In anderen Richtungen konnte aber das Ausfliegen der Imagines nicht festgestellt werden. Die größte Anzahl der Alt-Käfer überwinterte im Luzernefeld, wie dies auch im vorigen Fall geschah. Im Laufe des Monats April wurden die Käfer zur Zeit der Eiablage an *Chenopodium album* L. und Spinat im Raum zwischen Wald und Luzernefeld aufgefunden. Da später im Laufe des Sommers an den genannten Pflanzen keine Käfer mehr zu finden waren, sind sie offensichtlich in die Luzerne übergeflogen.

III. Luzernebestand der Versuchstation in Zemun.

Der Luzernebestand war von Gebäuden und Brachfeld umgeben. Im Laufe des Herbstes 1952 und des Winters 1953/54 wurde die Bewegung der Käfer weiter verfolgt. In den beiden Jahren wurde der Flug der Imagines in der ersten Septemberhälfte in der Richtung zu den nahen Baumanlagen beobachtet und bei deren näherer Untersuchung einzelne Käfer in den dünnen Blättern der Birnen am Baume wie auch unter dem abgefallenen Laub gefunden. Der größte Teil der Käfer überwinterte im Luzernefeld. Aus den erwähnten und anderen im Laufe der letzten 5 Jahre angestellten Beobachtungen an verschiedenen Luzernefeldern in Serbien kann man schließen, daß die meisten Käfer im Luzernefeld selbst überwintern, in dem sie sich im Laufe der Vegetation weiter entwickeln. Die bevorzugten Überwinterungsstellen sind am Fuße der Luzernestengel oder unter verschiedenen Pflanzenresten. Die Imago überwintert am häufigsten in Gruppen.

Ein kleines Prozent der Altkäfer fliegt im Laufe des Herbstes aus dem Luzernefeld in seine nächste Umgebung und überwintert an verschiedenen geschützten Stellen. Befindet sich in der Nähe des Luzernefeldes ein Wald, so überwintert eine gewisse Anzahl der Käfer darin, unter dürrer Laub, unter der Baumrinde oder sogar unter Steinen. Im Frühjahr fliegen dann die überwinterten Käfer ins Luzernefeld zurück. Sie halten sich unterwegs meistens an verschiedenen Pflanzen auf, an denen sie sich nähren können.

Beginn der Aktivität im Frühling

Im Winter, in der Periode der niederen Temperaturen, ist die Imago inaktiv. Mit der Temperaturerhöhung, im Frühjahr, beginnen die ersten

Tabelle 1. Erstes Erscheinen der Imagines im Frühling in der Umgebung von Belgrad

Jahr	Datum des Erscheinens	Mittlere Tagestemperatur
1950	18. III.	11,3° C
1953	26. III.	11,0° C
1954	19. III.	12,7° C
1955	21. III.	11,0° C

Bewegungen und der Käfer ist dann oft an den Pflanzen zu sehen. Im Laufe der letzten vier Jahre wurde täglich von den ersten Frühlingstagen an das Auftreten der Imagines beobachtet. In der Tab. 1 sind die Daten ihres Erscheinens in den Jahren 1950, 1953, 1954, 1955 in der Umgebung von Belgrad aufgestellt.

Da die mittlere Temperatur beim Auftritt der Altkäfer in den erwähnten Jahren über 8° C betrug, auf welcher Temperatur sich gewöhnlich die ersten Bewegungen der Imago zeigen, so kann man mit Sicherheit behaupten, daß das erste Auftreten der Imagines früher zu erwarten ist in

den Jahren, in welchen der Frühling früher beginnt, das heißt, in denen die Temperatur im Frühjahr über 8°C eher eintritt.

Wenn die Temperatur nach dem Auftreten der Imagines zunimmt und die Grenze von 13°C überschreitet, beginnen die Insekten mit der Eiablage. Wenn aber nach dem Auftreten der Altkäfer eine Periode niedrigerer Temperaturen einsetzt, hört die Aktivität wieder auf: sie bewegen sich immer weniger und setzen sich gewöhnlich am Fuße der Stengel fest. Bei Temperatur unter 7°C sind sie völlig unbeweglich. Bei den an ungünstigen Stellen überwinterten Käfern, denen keine Nahrung zur Verfügung steht (Waldstreu, Baumrinde, verschiedene geschützte Stellen) beginnt mit dem Eintritt höherer Temperatur (über 8°C) die Suche nach Kulturpflanzen oder Unkräutern, die zur Ernährung dienen können. Wenn die Temperatur über 15°C steigt, setzt das Überfliegen auf die nahen Luzernefelder ein.

Einfluß der Temperatur auf den Aktivitätsgrad der Imagines

In einer großen Anzahl von Versuchen, deren Resultate in der Tab. 2 zusammengestellt sind, wurde die Aktivität der Imagines bei verschiedenen Temperaturen untersucht. Festgestellt wurde, daß bei Temperaturen über

Tabelle 2. Einfluß der Temperatur auf die Aktivität der Imagines

Temperaturen in $^{\circ}\text{C}$	Verhalten der Imagines
—1,5 bis 1,5	Die Insekten sitzen festgekrallt an unebenen rauhen Stellen.
1,5 bis 3,5	Schwache Bewegungen mit den Tarsen, die Käfer bewegen sich aber nicht von der Stelle.
3,5 bis 7,5	Sie halten sich mit den Tarsen fest an die Glasplatte. Aufgestört bewegen sie sich langsam.
8	Die Käfer bewegen sich sehr langsam und fressen sehr wenig.
9,0 bis 13,0	Die Hauptmasse bewegt sich, jedoch langsamer als bei höherer Temperatur.
um 13 herum	Begattung und vereinzelte Eiablage findet statt.
15,0 bis 23,0	Rege Bewegungen, Flug und Eiablage.
28,0 bis 32,0	Die Fruchtbarkeit nimmt ab.
34,0 bis 35,0	Die Weibchen werden steril.
35,0 bis 42	Sehr rasche Bewegungen, Ernährung schwach, kurzes Leben.
43	Der Tod setzt in 1—3 Stunden ein.

42°C die Imagines absterben, während sie unter 8°C unbeweglich bleiben. Bei Temperaturen unter $-1,5^{\circ}\text{C}$ stellt sich Kältestarre ein. Bei 8°C bewegen sich die Imagines in vereinzelten Exemplaren sehr langsam und erst über 9°C zeigt sich die Massenbewegung; aber noch immer sind die Käfer nicht so lebhaft wie bei 13°C .

Der Flug, der ein sehr seltenes Ereignis im Leben dieser Insekten ist, konnte bei einer Temperatur unter 15°C nicht beobachtet werden.

Die unterste Temperatur, bei der es zur Paarung kam, betrug 13°C .

Die Temperatur spielt eine wichtige Rolle in der Ernährung, wie sie auch den Beginn derselben beeinflusst. Die niedrigste Temperatur, bei der noch Nahrungsaufnahme der Imagines festgestellt wurde, ist 8° C. Von 13—32° C ist die Ernährung normal, obwohl die größte Menge pflanzlichen Gewebes bei 20 bis 28° C aufgenommen wurde. (Die Untersuchungen wurden bei relativer Luftfeuchtigkeit zwischen 70 und 80% durchgeführt.)

Zahl der Generationen

An Hand langjähriger Beobachtungen in der Natur wie auch in Laborzuchten wurde festgestellt, daß die untersuchte Art in unserem Lande jährlich in zwei Generationen erscheint und daß sie nur zu einem geringen Teil keine zweite Generation aufweist. Die erste Generation, die sich zwischen April und Juni entwickelt, haben wir Frühjahrgeneration genannt, und die zweite, die im Juli und August erscheint und deren Imago überwintert, Sommergeneration. Laut Angaben von MENOZZI (1930) hat die Art in Italien 2—3 Generationen jährlich, in Ungarn aber nach GRAF (1937) 2 Generationen. BALACHOVSKY & MESNIL (1936) geben an, daß es unbekannt ist, ob der Schädling zwei oder mehrere Generationen im Laufe des Jahres hat.

Frühlingsgeneration

Mit dem Aktivwerden der Imagines im Frühjahr beginnt auch ihre intensive Nahrungsaufnahme und die Eiablage. Da die Geschlechtsreife bei der größten Zahl der Käfer noch im Laufe des vorigen Sommers begann, so ist auch die Periode ihres Reifungsraßes im Frühling kürzer als bei der Frühjahrgeneration, und dauert etwa 10—16 Tage bei 15 und 20° C. In Serbien kommt es Ende März oder noch häufiger Anfang April zur ersten Eiablage der überwinterten Imagines, wenn die Tagestemperatur über 13° C beträgt. Die allerfrüheste Eiablage in freier Natur wurde in der Periode 1950—1955 am 7. April 1953 festgestellt.

Treten im Frühling frühzeitig warme Tage mit Maximaltemperaturen über der oben genannten Grenze ein, so kommt es um so rascher zur Geschlechtsreife der Imagines.

Die im April begonnene Eiablage dauert mit gewissen Unterbrechungen, die wegen Temperaturabnahme einsetzen können, bis Mitte Mai. Bei Temperaturabnahme zur Zeit der Eiablage, besonders wenn sie bis unter 9° C fällt, tritt eine Unterbrechung der Eiablage ein. Ein solcher Fall wurde in den Jahren 1954 und 1955 verzeichnet, als die Tagestemperatur in der zweiten Aprilhälfte bis zu 6 bzw. 4° C abnahm. Infolgedessen wurde die Eiablage unterbrochen und nachher bis Maiende und Anfang Juni fortgesetzt. Die längste Eiablageperiode überwintertter Imagines wurde in der Umgebung von Belgrad im Jahre 1954 beobachtet, als einzelne Weibchen, am 2. Juni im Feld eingefangen, im Laboratorium bis zum 17. Juni vereinzelt Eier legten und danach eingingen. Nach unseren bisherigen

Beobachtungen kommt es bei uns in der zweiten und dritten Aprildekade zur Masseneiablage. Nur in Jahren, in denen in den einzelnen Aprildekaden die Maximaltemperatur unter 13°C liegt, kann sich die Eiablage auch bis in die erste Maidekade hinziehen. Nach diesem Zeitabschnitt sind im Felde Eier nur sporadisch zu finden. Infolge solch verzögerter Eiablageperiode sind im Laufe des Monats Mai im Feld gleichzeitig alle Stadien des Käfers und Anfang Juni auch die Imagines beider Generationen zu finden.

Ein wichtiger Faktor, der einen anormalen Lauf der Eiablage hervorruft, ist die Luzernemahd. Fällt sie in die Zeit der Masseneiablage, oder, was für die Population der Art noch ungünstiger ist, gerade vor derselben, so kommt es wegen plötzlichen Nahrungsmangels oder infolge raschen Temperaturwechsels (da die Tagestemperatur sehr zunimmt und die Feuchtigkeit abnimmt) zu einer gewissen Stockung in der Bildung der Eier sowie auch zur Sterilität der Weibchen. Weit regelmäßiger, länger und nach der Anzahl der gelegten Eier viel intensiver, ist die Eiablage auf den ungemähten Parzellen. Um in diesem Sinne zu richtigen Zahlangaben zu kommen, wurde am ersten Mai 1954 z. Z. der Eiablage eine Luzerne-parzelle in der Versuchsstation in Pantschwatschki Rit abgemäht, und die Eiablage auf ihr mit einer Parzelle verglichen, die bis zum Ende der Eiablage nicht gemäht wurde. Am ersten Tag nach der Mahd wurde an den Stoppeln eine weit größere Zahl Eier als auf der ungemähten Parzelle gefunden, aber schon in den folgenden Tagen zeigten sich an den Stoppeln viel weniger Eier als in den ungemähten Parzellen. Am 4. Mai betrug die Temperatur im Stoppelfeld über 37°C . Die Imagines wurden in großer Zahl an den beschatteten Parzellenrändern, auf denen sie bessere Temperaturbedingungen fanden, gefunden. An den hervorspringenden Pflanzen gab es Eier in sehr geringer Zahl, während ihre Zahl auf der ungemähten Parzelle weit größer war. Bei der Sektion der Weibchen von beiden untersuchten Feldern, im Zeitabschnitt vom 4.—10. Mai, wurde in den Eiröhren der von gemähten Parzellen gesammelten Weibchen eine sehr geringe Zahl ausgereifter Eier gefunden. So wurde von 100 Weibchen, die am 8. Mai auf der gemähten Parzelle gesammelt wurden, nur bei 4 Weibchen ein bis sieben Eier im Ovarium gefunden, während bei der gleichen Zahl Weibchen von der ungemähten Parzelle 43 mit reifen Eiern, deren Zahl sogar bis 23 pro Weibchen stieg, festgestellt wurden.

Eine größere Anzahl Weibchen von der gemähten Parzelle hatte, in das Laboratorium gebracht, auch unter optimalen Bedingungen um etwa 50% weniger Eier gelegt als die Weibchen vom ungemähten Luzernefeld. Außerdem war auch in diesem zweiten Falle die Dauer der Eiablage im Mittel um etwa 11 Tage länger. Die angeführten Angaben zeigen sehr deutlich, daß die Mahd der Luzerne, insbesondere wenn sie unmittelbar vor oder gerade zur Zeit der Masseneiablage fällt, eine Verkürzung oder sogar Unterbrechung der Eiablage hervorrufen kann.

Die bevorzugte Stelle für die Eiablage ist das Blatt der Nährpflanze, selten auch ihr Stengel (Fig. 25). Von 1070 Eigelegten, gesammelt im Laufe des Monats Mai im Luzernefeld in der Umgebung von Belgrad, waren 865 auf die untere Blattseite, 197 an die obere Blattseite und nur 8 an die Stengel gelegt. Diese geringe Zahl der an die Stengel gelegten Gelege ist in allen Versuchen, in welchen die Entwicklung des Schädlings beobachtet

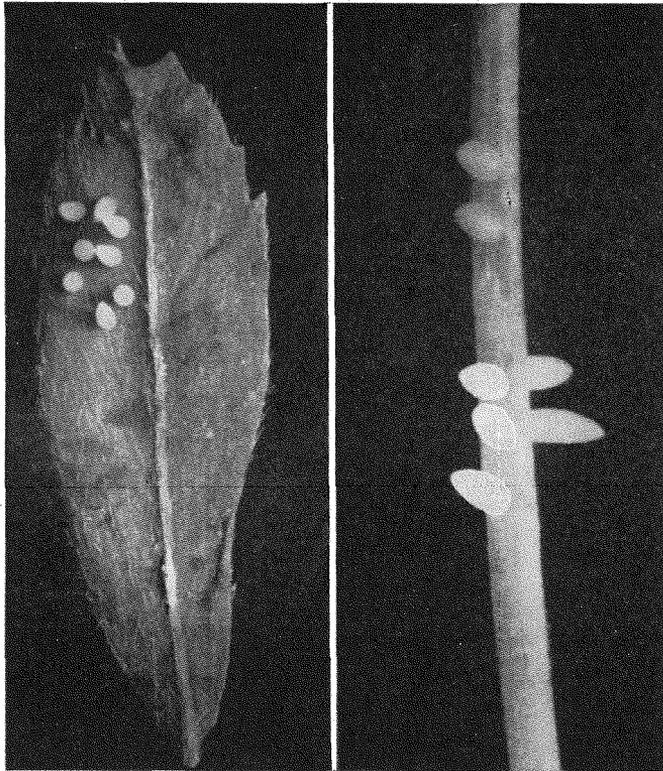


Fig. 25. Eier am Blatt (links) und Luzernestengel (rechts)

wurde, festgestellt worden. Ausnahmsweise erfolgte eine Vergrößerung dieser Zahl nur nach der Mahd, insofern diese zur Zeit der Eiablage fiel; obgleich auch in diesen Fällen das Höchstprozent der an die Stengel gelegten Eier niemals 10% von der Gesamtzahl der gelegten Eier überstieg.

In der Art und Weise der Eiablage zeigen die Käfer keine besonderen Eigenschaften. Das Weibchen hält sich während der Eiablage mit den Tarsen fest an die Unterlage und klebt die Eier mit ihrem breiteren Ende an diese. Sodann bewegt sie sich nach vorne und legt das nächste Ei. Das Weibchen legt alle Eier im Rahmen eines Geleges nebeneinander ohne eine bestimmte Ordnung zu verfolgen und meistens in einem Abstände

von der Breite einer Eibasis oder etwas größer. Die Zahl der gelegten Eier in einem Gelege ist sehr verschieden und bewegt sich von 2—27. Jedoch ist die häufigste Zahl der Eier 5—8. Sehr selten sind Gelege mit flach an die Unterlage gelegten Eier und noch seltener solche, in denen die Eier übereinandergelegt wären, zu finden. Im Laboratorium ist solche Art der Eiablage nur bei jenen Weibchen festgestellt, die während der Eiablage gestört wurden.

Embryonale Entwicklung

Im Laufe der embryonalen Entwicklung geht die zitronengelbe Farbe der Eier langsam in eine blaßgraue Farbe über. Mit dem Farbwechsel verschwindet gleichzeitig der Glanz des Chorions. Gerade vor dem Schlüpfen der Larve werden auf der durchsichtig gewordenen Eischale auf der Rückseite des Embryos vier parallele dunkle Linien sichtbar, welche die zusammengezogenen, an den Körper geschmiegt Stacheln der künftigen Larve darstellen. Am Kopfpol der Larve werden an der Stirnseite die schwarzen Ocellen und am vorderen Kopfteil die dunklen Oberkiefer sichtbar.

Über die Dauer der Embryonalentwicklung bestehen in der Literatur Orientierungsdaten von MARRINER (1927), nach denen Eier, die von Weibchen gezüchtet an *Silene maritima* L., gelegt wurden, ihre Embryonalentwicklung in 3—6 Tagen bei einer Temperatur zwischen 54—62° F beenden.

Aus den in der Tab. 3 aufgestellten Angaben geht hervor, daß zugleich mit der Temperaturerhöhung von 16 auf 32° C die Dauer der Embryonalentwicklung um 10 oder mehr Tage verkürzt wird. Die Schwankungen der Feuchtigkeit üben einen weit geringeren Einfluß auf die Entwicklungsdauer des Embryos aus, als dies bei der Temperatur der Fall ist. Dieser Einfluß ist größer, wenn es sich um niedrigere Temperaturen handelt; mit dem Steigen der Temperatur wird er immer weniger ausgeprägt. So dauert die embryonale Entwicklung bei Temperatur von 16° C und relativer Feuchtigkeit von 90% 13,5 Tage, jedoch beträgt sie bei gleicher Temperatur und

Tabelle 3. Dauer des Eistadiums in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit

Relativfeuchte in %	Durchschnittsdauer der Stadien in Tagen bei Temperaturen in °C				
	16	20	24	28	32
100	14,7	8,5	6,3	5,0	4,5
90	13,5	7,6	5,8	4,5	4,2
70	14,3	7,1	6,1	4,8	4,1
30	15,7	9,4	7,1	5,5	4,7
20	17,0	9,8	7,4	5,7	5,0

20% relativer Feuchtigkeit 17,0 Tage. Bei Temperaturzunahme bis zu 32° C ist der Unterschied in der Entwicklungsdauer des Embryos bei relativer Feuchtigkeit von 90 und 20% viel geringer und beträgt 0,8 Tage.

Schlüpfen der Larve

Nach KLEMM (1930) geht bei *Epilachna chrysomelina* F., die der untersuchten Art eng verwandt ist, der Prozeß des Schlüpfens auf folgende Weise vor sich: Die Larve beißt in die Eischale eine kleine Öffnung und

zieht sogleich den Kopf durch, indem sie sich an dem Rand der Öffnung mit ihren Kiefern festhält und mit dem Vorderkörper die Öffnung zu erweitern sucht. Für das Schlüpfen der Larve der meisten bis jetzt untersuchten Marienkäferarten bestehen unseres Wissens keine anderen Angaben als die von KLEMM; sie werden in den wenigen Arbeiten, in denen die Biologie der Arten aus der Familie der Marienkäfer behandelt wurde, zitiert (AZIS & GHABN, 1951 u. a.). Wir konnten, indem wir diesen biologischen Prozeß bei dem Luzernemarienkäfer verfolgten, feststellen, daß das Schlüpfen der Larve auf eine andere Weise vor sich geht. Da wir voraussetzten, daß der genannte Prozeß bei diesen zwei verwandten Arten

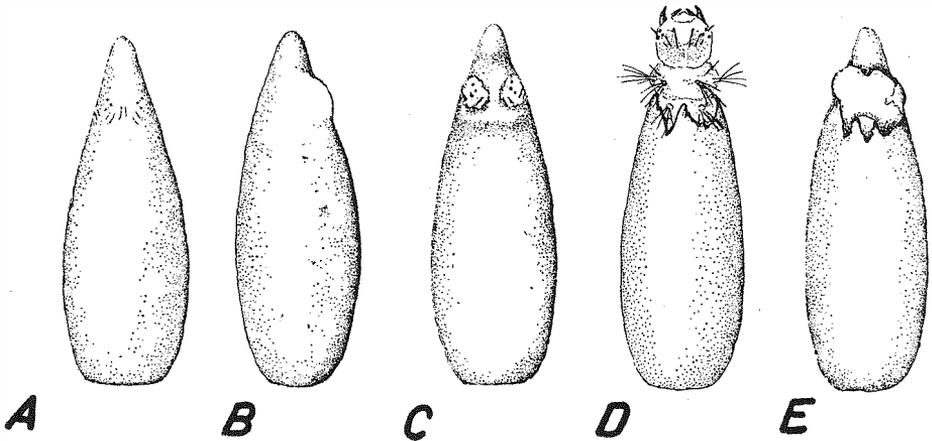


Fig. 26. Verlauf des Schlüpfens der Larven

A — Ei vor dem Ausschlüpfen; B — Ei mit Wölbung am Kopfpol (Lateralansicht); C — Zwei runde Öffnungen am Chorion; D — Ausschlüpfen der Larve; E — Leere Eischale

auf ähnliche Weise abläuft, beobachteten wir den Vorgang auch bei *Epilachna chrysolina* F. und konnten feststellen, daß er bei den beiden Arten identisch ist und auf folgende Weise vor sich geht (Fig. 26).

Unmittelbar vor dem Ausschlüpfen rückt die Larve durch ständiges Bewegen des Vorderleibes den Kopf nach oben und drückt infolgedessen mit dem Scheitel auf die innere Seite der Eischale. Dadurch dehnt sich die Eischale am Kopfpol und bildet eine Wölbung. Dies ist im Schlüpfprozeß der Larve die erste Phase, die sich von den folgenden klar unterscheidet (Fig. 26B). Während des ständigen Drückens des Kopfes gegen die Eischale erhärten die bei der Beschreibung der Larve erwähnten Borsten von speziellem Bau. In einem Augenblick stellen sie sich am Scheitel, an den sie sich schmiegen, auf und beginnen dank dem Druck des Kopfes an die Eischale, durch diese vorzudringen. Da am Durchschneiden der Eischale anfangs nur je drei Borsten an beiden Seiten teilnehmen, so bilden sich in der Wölbung zwei rundliche Öffnungen (Fig. 26C). Damit endet

die zweite Schlüpfphase. In der folgenden Phase bekommen die zwei mittleren, zwischen den Ocellen liegenden, Borsten eine gegen den Scheitel vertikale Stellung und durchbrechen bei den ständigen Kopfbewegungen die Eischale zwischen den schon gebildeten Öffnungen. Infolgedessen und unter ständigem Druck, den die Larve auf die Wölbung ausübt, vereinigen sich die beiden Öffnungen, indem sich eine einzige Öffnung von der Größe der Kopfkapsel bildet. Durch zeitweilige Körperbewegungen beginnt dann die Larve durch die Öffnung auszuschlüpfen. Der ganze Vorgang dauert bei Temperaturen 18 und 25° C 15—38 Stunden.

Das Verhalten der geschlüpften Larve

Gleichzeitig mit dem Erscheinen einzelner Teile der Larve aus der Eischale beginnen sich die bis daher an dem Körper geschmiegtten Borsten zu strecken und ihre hellgelbe Farbe bekommt eine dunklere Nuance, besonders am Kopf und den Dorsalplatten. Pigmentiert sind nur die Ocellen, der Oberkiefer und die Spitzen der Unterkiefertaster, wie auch die Scheitelborsten, die das Durchschneiden der Eischale vollbrachten. Im Laufe des ersten Tages behält die Larve dieselbe Farbe. Erst danach erscheinen die charakteristischen Merkmale an den Segmenten, wie auch an der Kopfkapsel.

Die eben geschlüpfte Larve ist positiv phototrop. Unmittelbar nach dem Schlüpfen beginnt sie nach einer kurzdauernden Reigungslosigkeit, die meistens nur 2—3 Stunden dauert, sich zu bewegen und Nahrung einzunehmen. Die Nahrung der zuerst geschlüpften Larve sind fast ausschließlich junge Blätter. Auf ältere Blätter wie auch auf die Stengel geht sie sehr selten. Jedoch sind an den Feldern, die gerade vor dem Auftreten der jungen Larven gemäht wurden, viele auch auf den Stengeln zu finden. Sie können sich aber an ihnen nicht erhalten. Ihr Nahrungsbedarf ist im Verhältnis zur Körpergröße gering, so daß die Beschädigungen, die sie verursacht, kaum merkbar sind.

Tabelle 4. Gewicht einzelner Stadien in mg

Stadium	Gewicht in mg
Ei	0,10—0,14
Larve I (eben geschlüpft)	0,07—0,12
Larve I (vor dem Schlüpfen)	0,32—0,41
Larve II (eben geschlüpft)	0,32—0,41
Larve II (vor dem Schlüpfen)	1,10—1,30
Larve III (eben geschlüpft)	1,15—1,36
Larve III (vor dem Schlüpfen)	3,75—4,02
Larve IV (eben geschlüpft)	4,02—4,10
Larve IV (vor der Verpuppung)	9,62—11,64
Puppe (soeben gebildet)	9,60—11,60
Puppe (vor dem Erscheinen der Imago)	10,02—10,56

Tabelle 5. Größen der Larvenstadien in mm gemessen je 20 Exemplare

Stadium	Larvenlänge	Larvenbreite	Breite der Kopfkapsel
I	1,39—2,12	0,61—0,71	0,33—0,41
II	2,16—2,74	0,78—0,94	0,47—0,55
III	2,81—4,16	1,25—1,55	0,66—0,78
IV	4,23—6,88	1,56—2,75	0,96—1,16

Bei Laborzuchten zeigte sich bei Ernährung mit älteren Blättern eine gewisse Verlängerung des Entwicklungsvorgangs und hohes Mortalitätsprozent.

Häutung und Zahl der Larvenstadien

Die Art hat normal vier Larvenstadien und nur unter außerordentlichen Umständen weist sie drei Stadien auf.

Vor jeder Häutung hört die Larve mit dem Fraß auf und ruht am Blatt der Nährpflanze. Indem sie sich fest mit den Tarsen hält, drückt die Larve das Abdomenende eng an die Unterlage und scheidet durch die Analöffnung ein klebriges Sekret aus.

Bei Berührung mit Luft wird das Sekret fest und das Abdomenende bleibt am Blatte haften. So bleibt die Larve ohne sichtbare Bewegungen bei Temperatur zwischen 20—32° C 13—18 Stunden. Danach kommt es zum Platzen der Haut auf der Rückenseite zwischen dem zweiten und dritten Segment. Die so entstandene Öffnung breitet sich längs des ganzen Körpers vom hinteren Rand der Kopfkapsel bis zum Vorderrand des dritten Bauchsegments aus. Daraus erscheint zuerst das erste Brustsegment und der Larvenkopf. Durch Körperbewegungen mit Hilfe der Beine schlüpft dann die ganze Larve aus. Am Blatt bleibt die ausgetrocknete Larvenhaut haften. Gleich nach dem Schlüpfen hat die Larve eine lichtgelbe Farbe mit feinen seidenartigen Borsten; jedoch bekommt sie schon nach einigen Stunden die charakteristischen dem Stadium entsprechenden Merkmale. In ihrem Entwicklungsverlauf häutet sich die Larve dreimal. Die vierte unvollkommene Häutung findet im Vorpuppenstadium statt.

Ernährung der Larve

In ihrem ganzen Entwicklungsverlauf bleibt die Larve ständig auf dem Blatt der Nährpflanzen. Nur wenn es zur Luzernemahd kommt, ist sie gezwungen, auf die Erde zu steigen und neue Nahrung zu suchen. In ihren Bewegungen zeigt sie aber nicht die Lebhaftigkeit, die den karnivoren Marienkäfern eigen ist. Ihr Gang ist langsam, die Bewegungen sind träge. Die Erklärung dafür ist in dem wesentlich verschiedenen Nahrungserwerb der erwähnten Arten zu suchen. Während die Beute der karnivoren Marienkäfer beweglich und nicht immer zu finden ist, haben die phytophagen Arten immer Nahrung in Überfluß; der Käfer ist nicht gezwungen nach ihr zu suchen, was sich in der Langsamkeit seines Ganges und Trägheit seiner Bewegungen spiegelt.

Im Laufe der Entwicklung weist die Larve ein sehr rasches Wachsen auf, und zwar dem Gewicht wie auch der Körperlänge nach (Tab. 4). Während die eben geschlüpfte Larve durchschnittlich 0,1 mg schwer ist, wiegt die ausgewachsene mit Luzerne genährte Larve auch bis 11,6 mgrm., was eine 116-malige Vergrößerung darstellt. Die erwachsenen Käfer sind im Mittel ungefähr 4,1mal länger als die eben aus dem Ei geschlüpfte

Larve und 4,6mal breiter (Tab. 5). Um die Differenz in der Nahrungsmenge, welche die Larve in ihren einzelnen Stadien genießen kann, feststellen zu können, wurden die von den Larven einzelner Stadien beschädigten Blattflächen gemessen und die Messungen erwiesen, daß die Larve im vierten Stadium eine weit größere Nahrungsmenge als in allen übrigen aufnimmt (Tab. 6). Hinsichtlich der Schädlichkeit ist aus den vorausgelegten Daten ersichtlich, daß die Larven im ersten und zweiten Entwicklungsstadium keine bedeutende Beschädigungen der Pflanzen verursachen können. Die größten Beschädigungen entstehen durch den Reifungsfraß der Larven im dritten und vierten Stadium, da sie von der Gesamtnahrungsmenge, die sie für ihre Entwicklung brauchen, 36,8 bzw. 61,1% nützen.

Was das Hungervermögen anbelangt, das eine praktische Bedeutung wegen der Mahd der Nahrungspflanzen des Schädlings hat, konnten wir feststellen, daß nicht alle Stadien die gleiche Widerstandsfähigkeit zeigen. Während die Larven im ersten Stadium ohne Nahrung bei 22—25° C schon nach zwei Tagen eingehen, stirbt die Larve im zweiten und dritten Stadium bei gleicher Temperatur nach drei bis vier Tagen; der ausgewachsene Käfer jedoch kann auch 5 Tage hungern ohne sichtbare Folgen für seine weitere Entwicklung.

Bei noch niedrigeren Temperaturen dauert die Hungerresistenz etwas länger. Die Laboruntersuchungen wurden durch eigene Beobachtungen in der Natur bestätigt. In allen Fällen, in denen im Sommer nach der Luzerne-mahd, als das halbtrockene Heu untersucht wurde, war der Höchstprozentsatz toter Larven aus dem ersten und der niedrigste aus dem zweiten und dritten Stadium. Die ausgewachsenen Larven, falls sie bis dahin die abgemähten Pflanzen nicht verlassen haben, konnten ihren normalen Ernährungsfraß fortsetzen. In einem Fall wurden im Luzerneheu 6 Tage nach der Mahd und dem Fortschaffen aus der Parzelle lebendige, ausgewachsene Larven gefunden, die weiter im Labor ernährt wurden, wo sie sich auch nach kürzerer Zeit verpuppt haben.

Die Menge des beschädigten Blattgewebes ist von der Größe der Larve und von der Temperatur abhängig. Bei höheren Temperaturen ist die Gefräßigkeit größer, allein nur bis zur Grenze von 28° C.

Die Ernährungsweise der Larven ist sehr charakteristisch. Sie zerdrücken das Gewebe mit ihren starken Oberkiefern, saugen den Saft aus

Tabelle 6. Größen der von Imago und Larve beschädigten Blattflächen
Durchschnitt von 20 Exemplaren bei Temperatur von 20—25° C

Stadium	Größe der beschädigten Blattflächen in mm ²	Zahl der beschädigten Blätter
Larve I	18	4
Larve II	82	13
Larve III	283	31
Larve IV	507	52
Imago-Männchen	427	33
Imago-Weibchen	779	41

und lassen die ausgepreßten festen Teile am Blatt liegen (Fig. 27). Da sie das Blattgewebe immer in Parallelreihen angreifen, so sind bei Beschädigungen, die diese Käferart am Blatt und am Stengel machen, die halbkreisförmigen Fraßspuren charakteristisch.

Beim Beginn der Nahrungsaufnahme sticht der Käfer die zwei Spitzenzähne seiner beiden Oberkiefer ins Blatt- oder Stengelgewebe. Dabei

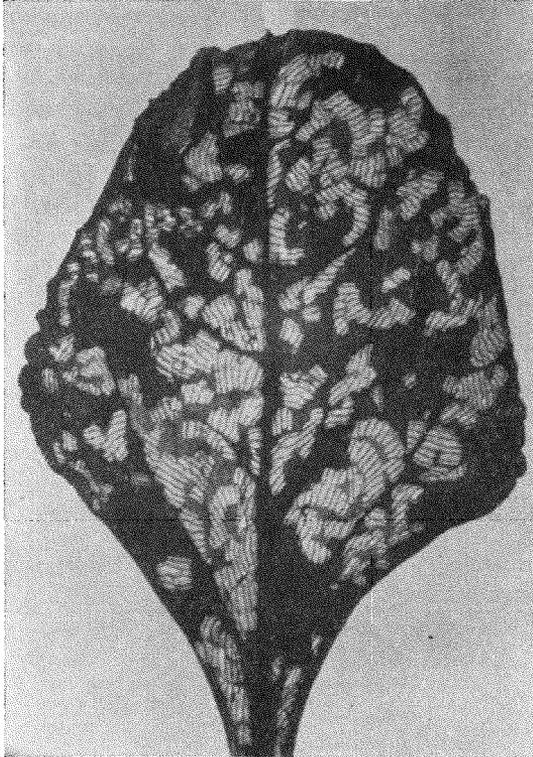


Fig. 27. Charakteristisches Fraßbild am Zuckerrübenblatt

schneiden die Zähne in je ein Stück des Gewebes ein. Beim Anschneiden dieser Gewebeteile greifen die Vorderzähne die Epidermis an der Gegenseite des Blattes nicht an, sondern schneiden nur in das obere Blattgewebe ein, so daß die Epidermis meistens unbeschädigt bleibt. Hat der Käfer auf diese Weise eine kleine Blattfläche angenagt, zieht er seine Zähne heraus und beginnt wieder auf dieselbe Weise ein neues Stück Gewebe anzunagen. Hat der Käfer 10—15 solcher Fraßstellen in gerader Linie nach vorne gemacht, so nagt er nicht weiter, sondern kehrt vielmehr den Kopf allmählich nach hinten bis zur ersten Fraßstelle zurück, wobei er das schon angenagte Blattgewebe auspreßt und den Saft daraus saugt. Beim Auspressen des Blattgewebes, das durch den Bau der Kiefer er-

möglicht wird, macht das Insekt von den vier Zähnen an beiden Oberkiefern Gebrauch. Zwischen je zwei Zähnen ist eine kleine Rinne vorhanden. Beim Zusammendrücken des Gewebes kommen die zwei Paar hinteren Zähne zwischen die anderen und so wird der unter ihnen bestehende Raum eingengt. Dadurch wird das Pflanzengewebe unter den Zahnspitzen eines Kiefers und der Rinne an der Gegenseite zerdrückt. Hat der Käfer auch den letzten Geweberest, den er zuerst angenagt hat, ausgepreßt, so bewegt er seinen Kopf links oder rechts von der zuerst ausgepreßten Reihe und beginnt gleich daneben auf dieselbe Weise das Blattgewebe anzunagen und auszupressen. So macht der Käfer im angenagten Blattgewebe 3—7,

manchmal auch mehr Parallelreihen. Da beim Annagen des Gewebes die Kiefer des Schädling die Epidermis an der Blattunterseite nicht beschädigen, so befinden sich an dieser Blattseite je eine Furche und zwar an beiden Seiten der Linie vom zusammengepreßten Gewebe, die an der Unterseite von der Epidermis begrenzt ist. Diese wird, sobald sie eintrocknet, weiß, so daß am beschädigten Blatt zwischen den von zusammengepreßtem Blattgewebe gebildeten Parallelreihen weiße Striche sichtbar werden. Beim stärkeren Befall ist auch aus größerer Entfernung die von der eingetrockneten Epidermis stammende weiße Farbe der Blätter bemerkbar. Hat das Insekt das Zernagen von 3—7 Reihen vollbracht, hört es für eine kurze Weile mit der Nahrungseinnahme auf, um darauf auf die obenerwähnte Weise seinen Ernährungsfraß auf einer anderen Blattstelle fortzusetzen. Manchmal, obzwar seltener, geschieht es auch, daß der Käfer auf die zuerst angenagte Stelle zurückkommt und hier den Fraß fortsetzt.

Entwicklungsdauer der Larve

Nach Angaben von BALACHOWSKY & MESNIL (1936) und MARRINER (1927) dauert die Entwicklung der Larve etwa 30 bzw. 22,5 Tage. Im letzten Fall wurde die Entwicklung an *Silene maritima* L. beobachtet.

Um die genaue Entwicklungsdauer der Larve wie auch die der einzelnen Stadien feststellen zu können, züchteten wir die Larven vom Schlüpfen bis zu ihrem Festsetzen beim Übergang in das Vorpuppenstadium bei konstanter und schwankender Temperatur von 14—35° C und bei Feuchtigkeit von 70—80%, wie auch bei anderer Feuchtigkeit und konstanter Temperatur von 24° C. Um soweit als möglich bei diesen Untersuchungen die Einwirkung der Nahrung als ökologischen Faktor auszuschalten, wurde den Larven ständig Luzerne von derselben Parzelle gegeben. An Hand dieser Angaben wurde die Tab. 7 aufgestellt, aus welcher ersichtlich

Tabelle 7. Entwicklungsdauer der Larvenstadien bei verschiedenen Temperaturen und Feuchtigkeit von 70—80% in Tagen

Stadium	Temperaturen in °C						
	14	20	24	28	32	34	35
Larve I	13,9	5,3	4,5	3,7	3,2	3,2	3,4
Larve II	10,7	4,9	3,7	3,4	3,3	3,2	3,3
Larve III	8,9	4,0	3,5	3,1	2,8	2,9	3,3
Larve IV	9,5	4,6	3,5	3,3	2,9	2,9	3,6
Gesamte Larvenentwicklung	43,0	18,8	15,2	13,5	12,2	12,2	13,6

ist, daß die Larvenentwicklung bei Temperaturen zwischen 14 und 35° C in Grenzen von 43,0 bis 12,2 Tage dauert. Am kürzesten dauerte die Entwicklung bei Temperatur von 32—34° C.

Bei höherer Temperatur, schon bei 35° C, dauert die Entwicklung länger und gleichzeitig nimmt das Prozent der Larven, die ihre Entwicklung beenden, rasch ab, so daß wir feststellen konnten, daß bei Temperaturen über 34° C bei relativer Feuchtigkeit zwischen 20 und 100% das Höchstprozent an Larven, denen die Festsetzung vor der Verpuppung gelang, höchstens 5% beträgt. Darüber war es überhaupt nicht möglich Larven zu züchten. Was den Einfluß niedrigerer Temperaturen betrifft, ist festgestellt worden, daß bei Temperatur von 14° C der Entwicklungsverlauf im Mittel 43 Tage dauert. Als die unterste Grenze der Entwicklungsmöglichkeit kann nach der Intensität der Nahrungseinnahme der bei Temperaturen zwischen 8—10° C gezüchteten Larven 8° C betrachtet werden.

Hinsichtlich der Entwicklungsdauer verschiedener Stadien bei verschiedenen konstanten Temperaturen können wir sagen, daß eine gewisse Regelmäßigkeit in der Kürzung der Stadiendauer von jüngeren zu älteren besteht. So dauert bei allen Temperaturen zwischen 14—28° C das erste und das zweite Stadium länger als das dritte und vierte, und von den zwei letzteren ist das vierte etwas länger. Bei Temperaturen von 28° C und darüber ist das Verhältnis der Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien etwas geändert. So ist bei 28° C der Unterschied zwischen der Dauer der einzelnen Stadien sehr gering. Ab 28° C besteht eine Verlängerung der Entwicklungsdauer des dritten und vierten, insbesondere aber des vierten Stadiums im Verhältnis zu den ersten zwei Stadien. Die Ursache der Erscheinung, daß bei höherer Temperatur die Entwicklungsdauer des letzten Stadiums zunimmt und daß sie bei der für die Entwicklung der Larve höchstmöglichen Temperatur sogar länger als bei den übrigen Stadien ist, ist in dem sehr ungünstigen Einfluß der Temperaturen über 28° C auf die Festsetzung der Larve zu suchen. Hohe Temperatur verlängert die Periode vom Beenden des Ernährungsraßes erwachsener Larven bis zum Ausscheiden des Sekrets aus dem After und dem Ankleben des Abdomenendes an die Unterlage, nach dem das Stadium der Präpuppe beginnt. Außerdem wurde auch beobachtet, daß die Häutung der Larven im dritten Stadium bei Temperaturen über 28° C bedeutend länger dauert, als dies bei Larven im ersten und zweiten Entwicklungsstadium der Fall ist.

Auf die Entwicklungsdauer der Larve übt außer der Temperatur auch die relative Feuchtigkeit einen bedeutenden Einfluß aus. Die Optimalbedingungen hinsichtlich der Einwirkung der relativen Feuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer liegen zwischen 62 und 91%. Nach Untersuchungen, die in diesem Sinne durch Larvenzuchten bei konstanter Temperatur von 24° C und relativer Feuchtigkeit zwischen 19 und 100% durchgeführt wurden, ergibt sich, daß bei relativer Feuchtigkeit von 91% die Entwicklung am schnellsten vor sich geht (Tab. 8). Mit zunehmender bzw. abnehmender Feuchtigkeit steigt auch die Entwicklungsdauer, und zwar steigt sie schneller, wenn die Feuchtigkeit von 91% gegen 100% zunimmt als es bei Abnahme derselben von 91% gegen 75% der Fall ist. Bei Ab-

nahme der relativen Feuchtigkeit bis unter 75% verlängert sich die Entwicklungsdauer immer mehr, so daß bei einer relativen Feuchtigkeit von 19%, bei der auch eine hohe Mortalität der Larven eintritt, die Entwicklungsdauer sich um $\frac{2}{3}$ im Vergleich mit dem Optimum, das bei 91% liegt, verlängert.

Tabelle 8. Einfluß der relativen Feuchtigkeit auf die Entwicklungsdauer der Larve

Mittlere relative Feuchtigkeit in %	49	27	60	75	91	100
Entwicklungsdauer in Tagen	22,7	18,7	16,2	14,6	14,0	14,9

Neben den angeführten Faktoren wirkt auch die Art der Nährpflanze auf die Entwicklungsdauer der Larven. Nach Tab. 9, in welcher die Entwicklungsdauer einzelner Larvenstadien auf verschiedenen Pflanzenarten, auf denen die untersuchte Art in der Natur zu finden ist, dargestellt wurde, ist ersichtlich, daß die mit *Galega officinalis* L. ernährten Larven die schnellste Entwicklung hatten, die mit Erbsenblätter ernährten aber die längste Entwicklung zeigten. Bei Temperaturen zwischen 18 und 22,5° C betrug die Differenz 10,8 Tage. Da die Entwicklungsdauer in engster Verbindung mit der Mortalität der Larven steht, d. h. da die Mortalität um so größer ist, je länger die Entwicklung an einzelnen Pflanzen dauert, so kann man nach der Reihenfolge der genannten Pflanzen ihren Ernährungswert für die untersuchte Art beurteilen. Aus den gegebenen Angaben ist außerdem ersichtlich, daß auch die Dauer der einzelnen Larvenstadien von der Ernährung abhängig ist.

Tabelle 9. Einfluß der Nahrung auf die Entwicklungsdauer der Larvenstadien bei mittlerer Tagestemperatur von 21,5° C

Nahrungsart	Entwicklungsdauer in Tagen				Zusammen
	Larve I	Larve II	Larve III	Larve IV	
<i>Galega officinalis</i> L.	4,0	4,1	3,0	5,3	16,4
<i>Trifolium repens</i> L.	4,7	4,5	4,0	4,6	17,8
<i>Medicago sativa</i> L. ¹⁾	5,3	4,9	4,0	4,6	18,8
<i>Trifolium pratense</i> L.	5,1	5,1	4,1	4,7	19,0
<i>Chenopodium album</i> L.	6,0	4,2	4,3	4,9	19,4
<i>Beta vulgaris</i> L.	6,1	4,8	4,3	5,8	21,0
<i>Cicer arietinum</i> L.	7,5	5,0	5,0	7,2	24,7
<i>Pisum sativum</i> L.	8,0	7,1	5,9	6,2	27,2

¹⁾ bei konstanter Temperatur von 20° C.

Während bei Larven mit kürzerer Entwicklungsdauer in der Regel das zweite bzw. das dritte Entwicklungsstadium etwas kürzer ist als die vorhergehenden und das vierte etwa die gleiche Dauer wie das erste Stadium hat,

fällt bei Larven mit längerer Entwicklungsdauer die besonders lange Entwicklung des ersten und vierten Stadiums im Vergleich zum zweiten und dritten auf. Bei den mit Erbsenblätter ernährten Larven, bei welchen die Entwicklung am längsten dauert und von denen nur ungefähr 7% die Entwicklung beenden, sind das erste und zweite Stadium, in dem es auch zum größten Absterben kommt (54—82%), die längsten, während das dritte und vierte Stadium, im Vergleich mit der Dauer derselben Stadien bei Larven, die mit anderen Pflanzen ernährt wurden, bedeutend kürzer sind.

Vorpuppe

Die völlig ausgewachsene Larve sucht sich eine Stelle zur Verpuppung. Unter natürlichen Verhältnissen ist dies meistens (in über 80% der Fälle) die untere Blattseite der Nährpflanze. Vor dem Festhaften an das Blatt bekommt die Larve eine hellgelbe Farbe, heller als sie bisher war, wie auch eine Rückenwölbung. Der Ernährungsfraß hört auf, und das letzte Abdominalsegment wird wie bei vorherigen Häutungen an die Unterlage befestigt. Vom Augenblick der Festhaftung an bis zum Platzen der Larvenhaut ereignen sich in der Larve verschiedene physiologische Prozesse, die sich auch in ihren morphologischen Veränderungen spiegeln. Die Farbe der Vorpuppe wird dunkelbraun. Die Borsten an der Oberfläche des Körpers, insbesondere an der Stelle, an der sich der Riß zeigen wird, verlieren ihren eigenartigen hellen Knochenglanz, schrumpfen und rollen sich ein. Der Kopf wird ventral unter das erste Brustsegment eingezogen, während die Kopfkapsel sich vom weichen, gelblichen Gewebe in ihrem Innern trennt. Die Beinhaut wird dunkler und die Beinchen schmiegen sich eng an den Körper. Anfänglich sind an der Vorpuppe keine Bewegungen merkbar, jedoch ruft sie gleich nach der Bildung der Puppe durch ständige Bewegung des Vorderleibs das Platzen der Haut an der Dorsalseite hervor. Der Riß entsteht in der Mitte zwischen drittem und viertem Tergit und verbreitet sich gegen den Kopf immer mehr, so daß auch die Kopfkapsel längs der Scheitel- bis zur Stirnnaht platzt, der Riß sich gegen den Hinterleib bis zum vierten Bauchsegment erweitert und aus der Haut zuerst der Rücken- und dann der Kopfteil erscheint.

Puppe

Die Haut, aus der der Vorderleib der Puppe hervorgebrochen ist, legt sich in Falten dorsal bis zum zweiten, ventral aber bis zum dritten Segment, so daß während der ganzen Entwicklungsphase am Hinterleib der Puppe die Haut des Larvenstadiums haften bleibt. Die eben ausgeschlüpfte Puppe ist mit weichen glänzenden Härchen bewachsen, ihre Farbe ist hellgelb. Im Laufe der Entwicklung bekommt sie an der Dorsalseite dunkle, parallele, querlaufende Linien, welche die Kanten der Rückenplatten darstellen. An den Rückenplatten erscheinen schwarze Flecken, sechs an jeder Platte.

Die Ränder der künftigen Deckflügel und des Halsschildchens der Imago bekommen auch dunklere Pigmentierung. Ventral werden die Sternite und bestimmte Schattierungen der Mundgliedmaßen, der Kopfkapselteile, wie auch der Flügeldecken sichtbar. Gegen das Ende der Entwicklung wird die ganze Puppe dunkelgrau und die Härchen bekommen eine weiß-schimmernde Nuance.

Wie auch bei den übrigen Stadien, so auch im Stadium der Vorpuppe und Puppe, hat die Temperatur den entscheidenden Einfluß auf die Entwicklungsdauer. Die obere Grenze der Temperatur, bei der die Entwicklung noch möglich ist, ist niedriger als dies in den Stadien des Eies und der Larve der Fall ist. In dieser Hinsicht benehmen sich die Vorpuppe und die Puppe gleichmäßig. Der

kürzeste Entwicklungsvorgang der Vorpuppe und der Puppe wurde bei 28° C beobachtet und dauerte für die Vorpuppe 2, für die Puppe 3,5 Stadien. Bei Temperaturen über 28° C ist das Prozent der Mortalität höher als bei 26° C und darunter, so daß als die obere Temperaturgrenze für das Entwicklungsoptimum der Puppe 26° C angenommen werden kann. Über 30° C kommt es zu völliger Entwicklung der Puppe bei sehr hohem Mortalitätsprozent; allein die zur Entwicklung benötigte Zeit wird nicht gekürzt, sondern bleibt bei gleichen, für die Temperatur von 30° C festgestellten Werten. Einzelne Puppenexemplare wurden auch bei 32° C gezüchtet. Die aus solchen Puppen geschlüpften Imagines entwickelten sich aber nicht normal und sind meist bald nach dem Schlüpfen eingegangen.

Das Stadium der Vorpuppe wurde von der Festsetzung der Larve an der Unterlage bis zum Augenblick, in dem die Larvenhaut riß, gerechnet, das der Puppe von diesem Moment bis zum Platzen der Puppenhaut vor dem Schlüpfen der Imago.

Tabelle 10. Einfluß der Temperatur auf die Länge der Entwicklungsstadien der Vorpuppe und Puppe bei relat. Luftfeuchtigkeit von 70 bis 80%

Temperatur		Länge der Entwicklungsstadien in Tagen		
von — bis	mittlere	Vorpuppe	Puppe	Insgesamt
CONST.	14	6,0	13,5	19,5
17,1—18,6	17,5	4,5	9,0	13,5
CONST.	20	3,9	6,0	9,9
18,7—25,2	22,1	3,3	4,6	7,9
CONST.	24	2,7	3,8	6,5
24,8—27,6	25,9	2,2	2,9	5,1
CONST.	28	2,0	3,0	5,0
CONST.	30	2,0	3,5	5,5
CONST.	32	2,0	3,5	5,5

Auftreten neuer Imagines

Vor dem Erscheinen der Imago spaltet sich die Puppenhaut dorsal hinter dem Halsschildchen und an der Brustseite, worauf die Imago schlüpft. Die Länge der Schlüpfperiode vom Platzen der Puppenhaut bis zum Verlassen derselben steht in direkter Abhängigkeit von der Temperatur und

relativen Feuchtigkeit. Bei einer Temperatur von 25° C und relativen Feuchtigkeit von 70% verläßt die Imago die Puppenhaut in 1—2 Stunden. Bei Temperaturen über 28° C und relativer Feuchtigkeit unter 50% kann das Schlüpfen volle 24 Stunden dauern. Gleich nach dem Schlüpfen hat die Imago eine hellgelbe Farbe. Die Pigmentierung findet nach 1—3 Tagen, bei Temperaturen zwischen 20 und 30° C, statt. Nach 20—30 Tagen unterscheiden sich die neuen Imagines von den alten durch die etwas hellere braune Farbe der Sternite. Durchschnittlich vergeht vom Schlüpfen der Imago aus der Larvenhaut bis zum Beginn ihrer Nahrungsaufnahme bei einer Temperatur von 25° C ein ganzer Tag.

Hinsichtlich der Ernährungsweise unterscheidet sich die Imago nicht von der Larve. Form und Anordnung der Zähne sind völlig denen der Larve gleich, so daß auch das Annagen des Blattgewebes, das Aussaugen desselben und Stehenlassen der ausgepreßten harten Blatteilchen in Parallelreihen an den Pflanzen dem Ernährungsfraß der Larven gleich sind.

Wie die Larve ist auch der Käfer ziemlich träge. Er fliegt sehr selten und läßt auch in seinen Bewegungen die den karnivoren Marienkäfern eigene Lebhaftigkeit vermissen. Beim Berühren fällt das Insekt auf die Pflanzen und bleibt dort eine Weile mit eingezogenen Fühlern und Beinchen regungslos liegen. Aufgestört scheidet der Käfer an den Beingelenken eine gelblichrote Flüssigkeit aus.

Periode der Geschlechtsreife

Die Länge der Reifungsperiode der Imagines steht ebenfalls in direkter Abhängigkeit von der Lufttemperatur. Je höher die Temperatur desto kürzer ist die Reifungsperiode; je niedriger die Temperatur, desto mehr verlängert sie sich. Um genaue Angaben darüber zu erhalten, haben wir die Insekten im Laufe einer ganzen Generation bei verschiedenen, konstanten und veränderlichen, Temperaturen zwischen 14 und 32° C gezüchtet, indem wir bei jeder die Reifung der Geschlechtszellen bei den Imagines verfolgten. Dabei wurde festgestellt, daß die kürzeste Reifungsperiode bei 32° C eintritt. Hier beträgt sie im Mittel 13,6 Tage. Bei Temperaturen über 32° C, bei denen es unmöglich war, eine ganze Generation zu züchten, wurde die Dauer der Reifungsperiode an Imagines, die sich bis zu dieser Entwicklungsstufe bei 32° C entwickelt hatten, untersucht. Dabei konnten wir feststellen, daß bei Temperaturen über 32° C keine Verkürzung der Reifungsperiode vorkommt; sie ist vielmehr bei 32° und 34° C von gleicher Dauer. Darüber dauert sie länger oder bleibt überhaupt aus. Bei Sektion von Weibchen, die nach dem Schlüpfen bei 35° und 36° C und relativer Feuchtigkeit zwischen 70% und 100% gehalten wurden, wurden die Eiröhren ohne normal ausgebildete Eier gefunden. Bei einer größeren Anzahl Weibchen waren sogar die Eiröhren sehr schwach entwickelt und miteinander verschmolzen, d. h. daß die obere Temperatur-Grenze, bei der die Geschlechtsreife möglich

ist, um 34° C liegt und daß es bei höheren Temperaturen überhaupt nicht mehr zur Reifung kommt.

Die Weibchen der überwinterten Sommergeneration, bei der dies eine besondere praktische Bedeutung hat, dienen uns zur Feststellung der unteren Temperaturgrenze, bei der es noch zur Geschlechtsreifung kommt, da von der Temperatur im Frühling auch der Beginn der Eiablage abhängig ist.

Tabelle 11. Einfluß der Temperatur auf die Reifungsbeschleunigung bei überwinterten Weibchen

Temperaturen von — bis	mittlere	Eiablage nach...Tagen	Insekten eingegangen nach...Tagen	Bemerkung
6,3—9,8	8,2	0	47	Sehr schwache Ernährung,
8,6—11,5	10,7	0	78	unentwickelte Eiröhren
11,3—14	13,8	46	78	Normal entwickelte Eiröhren
const.	15	16	61	
const.	20	10	45	

Geschlechtlich unreife Weibchen wurden im Laufe Dezember 1953 im Feld gesammelt bei verschiedenen Temperaturen zwischen 8,2° und 20° C gezüchtet und bei ihnen der Ernährungsverlauf wie auch der Beginn der Eiablage beobachtet. Aufgrund der so durchgeführten Versuche (Tab. 11) wurde festgestellt, daß für die Geschlechtsreifung eine Minimaltemperatur von etwa 13,8° C nötig ist. Unter dieser kommt es praktisch zu keiner Reifung mehr, da die Imagines, noch bevor ihre Geschlechtsorgane reifen können, zu Grunde gehen. Dies ist auch durch Freilanduntersuchungen bestätigt worden.

Begattung

Bei der Paarung sitzt das Männchen auf dem Rücken des Weibchens mit fest an ihren Deckflügeln eingehakten Tarsen. Der Paarungstrieb ist beim Männchen stark ausgeprägt. Es sitzt sehr oft auf dem Rücken des Weibchens und bei einzelnen Exemplaren wurde 5—7mal im Laufe eines Tages Paarung mit verschiedenen Weibchen beobachtet. Die Kopulationsdauer ist sehr verschieden und schwankt von einigen Minuten bis zu einigen Stunden. Um auch nur annähernd die kürzeste Begattungszeit, bei der es zur Einspritzung des Sperma in die Vagina des Weibchens kommt, feststellen zu können, wurden die Partner beim ruhigen Verharren, das die eigentliche Paarung bezeichnet, alle 30, 60, 90 und 120 Minuten voneinander getrennt und bis an ihr Lebensende isoliert gehalten. Bei diesen Versuchen wurde die Feststellung gemacht, daß die Weibchen bei einmaliger Paarung von 60 Minuten für ihr ganzes Leben mit genügend Sperma versehen werden.

Da nach Literaturangaben bei Marienkäfern eine größere Zahl Paarungen im Laufe des Lebens eine größere Anzahl befruchteter Eier zur Folge hat (CLAUSEN, 1916), so wurde diesem Problem gebührende Aufmerksamkeit geschenkt. Es wurden deshalb isoliert Weibchen gezüchtet, die nach einmaliger Paarung vom Männchen getrennt wurden, wie auch solche, die Zeit ihres Lebens ein Männchen neben sich hatten. Dabei wurde die Zahl abgelegter Eier, Zahl der Eier, aus welchen Larven schlüpften, wie auch die Lebensdauer der Imagines festgestellt.

Nach den in der Tabelle 12 angeführten Versuchsergebnissen geht klar hervor, daß keine Abhängigkeit zwischen der Zahl der Paarungen und der Anzahl abgelegter befruchteter Eier bei den einmal begatteten und bei Weibchen, die im Laufe ihres ganzen Lebens begattet wurden, besteht. Es zeigte sich vielmehr, daß die einmal begatteten Weibchen eine größere Zahl befruchteter Eier legten, als jene, die zeitlebens begattet wurden. Außerdem legten einzelne von den nur einmal begatteten Weibchen auch eine größere Gesamtzahl Eier. Die Lebensdauer bei beiden untersuchten Gruppen zeigte keine Regelmäßigkeit hinsichtlich der Einwirkung mehrmaliger Paarungen.

Tabelle 12. Einfluß der Paarungszahl auf die Anzahl der gelegten befruchteten Eier (Temp. 19—26° C, mittlere 23,2, Durchschnitt 5 Weibchen)

Bemerkungen	Lebensdauer der Weibchen	Zahl der Eier	
		gelegte	befruchtete
Begattung	57	298	243
einmalig	65	208	195
mehrmalig	54	287	213
	42	221	203

Die Tatsache, daß die Männchen stets paarungswillig und immer auf der Suche nach einem Weibchen sind, hat wohl die biologische Bedeutung, daß alle Weibchen in jeder Jahreszeit das Spermaminimum erhalten können, das sie zur normalen Befruchtung bedürfen, besonders in Fällen, in denen im Luzernefeld die Zahl der Weibchen überwiegt (siehe Kapitel über den Sexual-Index). Das ist um so wahrscheinlicher, als festgestellt wurde, daß ein Männchen eine größere Anzahl Weibchen mit Samen versehen kann und daß diese nachher zeitlebens befruchtete Eier legen.

Bei Untersuchung der Temperatureinwirkung auf den Paarungsbeginn konnten wir feststellen, daß die Kopulation erst bei Temperaturen über 13° C stattfindet. Bei niedrigerer Temperatur wurde sie überhaupt nicht beobachtet. Über 32° C nimmt die Paarungswilligkeit rasch ab. Dabei muß betont werden, daß die Paarung in oben erwähnter Abhängigkeit vom Temperaturwechsel stattfindet, nur dann wenn auch genügend Nahrung vorhanden ist. Bei allen Exemplaren, bei denen die Hunger-Resistenz ge-

prüft wurde, kam es zu keiner oder nur in vereinzelt Fällen zur Paarung auch bei Temperaturen über 13° C.

Nach unseren Untersuchungen kann nicht mit Sicherheit behauptet werden, welches der erste Akt der überwinterten Imagines sein wird: die Suche nach Nahrung oder die Paarung. Wir trafen auf Exemplare, bei denen es gleich bei Temperaturen über 13° C zur Paarung kam, wie auch auf solche, die gleich, nachdem sie anfangen sich zu bewegen, Futter zu sich nahmen. Da aber bekanntlich die Temperaturen, welche die aktiven Bewegungen zum Nahrungsaufnehmen der Imagines hervorrufen, niedriger sind als die zur Paarung notwendigen, so kommt es bei allmählichen Temperaturerhöhungen im Frühling offensichtlich zuerst zur Nahrungsaufnahme und erst danach zur Paarung.

Sexualindex

Die Untersuchungen des Sexualindex wurden im Jahre 1953, 1954 und 1955 im Frühling, im Laufe des Sommers und Winters durchgeführt, damit auch die Sommergeneration während der ganzen Periode ihres Erscheinens wie auch die Frühlingsgenerationen umfaßt wurden. Die Bestimmung der Geschlechter wurde auf Grund der Unterschiede an den letzten Abdominal-Sterniten wie auch der Sektion der Imagines getroffen.

Tabelle 13. Geschlechtsverhältnis

Datum	Zahl der Imagines		Sexual- index	Bemerkung	
	insgesamt	Männchen			Weibchen
3. III. 53	45	17	28	0,607	Sommergeneration
15. IV. 53	157	70	87	0,804	Frühjahrgeneration
13. VIII. 53	198	93	105	0,885	Sommergeneration
4. IX. 53	100	48	52	0,953	Sommergeneration
23. IV. 54	32	17	15	1,133	Sommergeneration
16. VI. 54	61	35	26	1,445	Frühjahrgeneration
12. VII. 54	29	13	16	0,850	Frühjahrgeneration
4. VIII. 54	33	11	22	0,500	Sommergeneration
20. XI. 54	42	17	25	0,640	Sommergeneration
11. V. 55	92	18	74	0,680	Sommergeneration
23. VI. 55	269	101	158	0,639	Frühjahrgeneration
12. VII. 55	191	106	85	1,247	Frühjahrgeneration

Wie der Tabelle 13 entnommen werden kann, war das Verhältnis der Geschlechter zu Gunsten der Weibchen verschoben. Die größere Anzahl der Weibchen war besonders charakteristisch für die beiden Generationen im Laufe des Jahres 1953, in dem auch die größte Anzahl der Art während der letzten vier Jahre festgestellt wurde. Die Tatsache, daß die Weibchen die Männchen überwiegen, weist auf die Notwendigkeit hin, daß ein Männchen mehrere Weibchen mit Samen versorgt, was durch Experimente bestätigt wurde.

Tabelle 14. Zahl der abgelegten Eier eines Weibchens
(Anfang der Eiablage 7—VI—50)

Nr. des Weibchens	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7. VI.	10	3	—	—	—	21	19	—	—	26	4	—	3	10	11	9	—	—	12	10
8. VI.	13	1	—	—	—	—	4	22	—	24	—	—	12	10	9	18	—	—	11	21
9. VI.	17	16	—	—	—	4	22	—	13	11	23	—	21	10	14	5	—	—	19	12
10. VI.	17	17	—	—	—	5	15	—	19	13	20	—	23	31	14	19	—	8	5	18
11. VI.	15	21	—	—	—	15	13	7	7	9	21	—	—	7	16	12	—	5	4	12
12. IV.	18	6	20	—	—	7	13	18	5	20	12	—	8	20	23	—	—	22	20	9
13. IV.	5	12	17	—	13	8	24	19	8	10	10	—	3	17	7	—	16	7	18	17
14. VI.	10	7	21	6	8	12	25	10	5	10	12	5	3	16	—	—	24	7	8	16
15. VI.	8	1	13	23	11	—	10	15	19	17	10	4	9	5	13	—	23	5	22	9
16. VI.	20	7	—	19	5	12	3	10	2	5	17	35	5	11	31	—	12	—	19	24
17. VI.	16	9	20	17	16	12	17	1	7	12	5	3	22	15	6	—	23	—	4	14
18. VI.	19	—	6	15	10	12	11	3	5	—	13	7	15	21	—	—	15	23	10	15
19. VI.	11	71	22	13	3	12	5	17	16	8	20	16	4	18	—	—	10	19	15	18
20. VI.	14	11	21	30	28	7	6	11	3	15	5	8	15	9	—	—	38	5	13	17
21. VI.	23	21	13	5	21	14	—	11	14	9	23	8	16	8	—	—	29	25	3	21
22. VI.	15	12	23	7	22	7	10	9	1	10	11	13	9	5	—	—	33	14	17	—
23. VI.	25	15	22	18	15	11	7	10	5	9	13	15	—	—	—	—	37	21	10	—
24. VI.	6	14	16	21	13	8	5	8	2	7	17	23	4	14	—	—	29	6	12	—
25. VI.	28	28	15	14	15	—	11	22	6	1	4	1	1	3	—	—	11	18	17	—
26. VI.	13	—	—	5	14	8	11	15	6	—	12	7	9	—	—	—	10	9	13	—
27. VI.	19	13	18	4	7	24	3	8	3	—	—	4	10	—	—	—	8	11	14	—
28. VI.	12	—	28	11	22	5	9	6	9	—	10	4	7	—	—	—	—	5	9	—
29. VI.	15	27	16	27	11	9	3	7	13	—	9	18	2	1	—	—	—	7	7	—
30. VI.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1. VII.	7	28	13	14	13	19	5	13	13	—	16	24	11	—	—	—	3	4	13	—
2. VII.	9	9	13	17	12	18	—	8	12	—	3	13	—	—	—	—	—	—	7	—
3. VII.	10	21	—	1	—	20	10	9	4	—	5	9	5	—	—	—	—	1	22	—
4. VII.	11	7	13	—	5	10	6	5	10	—	—	15	—	—	—	—	2	—	—	—
5. VII.	12	7	15	2	9	13	3	7	15	—	8	3	—	—	—	—	—	—	—	—
6. VII.	16	12	17	—	—	17	15	—	19	—	8	12	—	—	—	—	—	—	—	—
7. VII.	18	11	—	—	6	7	9	4	7	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
8. VII.	13	12	—	—	—	8	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—
9. VII.	12	13	1	—	2	3	3	2	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. VII.	15	17	—	—	—	8	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
11. VII.	16	15	—	—	—	7	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—
12. VII.	13	18	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. VII.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14. VII.	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. VII.	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16. VII.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17. VII.	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18. VII.	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19. VII.	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20. VII.	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21. VII.	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22. VII.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23. VII.	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen:	473	433	362	259	291	397	307	257	251	216	316	272	218	231	142	63	190	260	278	422

Fruchtbarkeit

Die einzige aus der Literatur bekannte Angabe über die Fruchtbarkeit, nach der das Weibchen des Luzerne-Marienkäfers etwa 50 Eier legen kann, stammt von PICARD (1914).

Schon lange bevor wir eingehende Untersuchungen über die durch verschiedene ökologische Faktoren bedingte Fruchtbarkeit des Weibchens unternommen haben, konnten wir schon an Hand anatomischer Befunde hinsichtlich der Zahl der Eiröhren im Geschlechtsapparat der Weibchen wie auch nach der möglichen Zahl der Follikel darin schließen, daß die Fruchtbarkeit der Weibchen weit größer ist, als PICARD es annahm.

Nach unseren Untersuchungsergebnissen legen die Weibchen durchschnittlich 200 bis 300 Eier. Die Höchstzahl betrug 575. Die häufigste Zahl gelegter Eier bewegte sich zwischen 200 und 300 (Tab. 14).

Sommergeneration

Das Erscheinen der Imagines der Frühjahrgeneration wurde in unserem Lande Ende Mai, oder was noch häufiger der Fall ist in der ersten Junidekade, beobachtet. Ist die Tagestemperatur im Frühling höher, so tritt das Festsetzen der Larven der Frühjahrgeneration Mitte oder Ende Mai ein, im Juni schlüpfen schon die ersten Imagines aus. Das früheste Auftreten von Imagines wurde für die letzten 5 Jahre am 30. Mai 1952 beobachtet, als die mittlere Temperatur für die Monate April und Mai 15° C betrug. In Jahren, in denen die mittlere Tagestemperatur im April und Mai niedriger ist, verlängert sich die Larvenentwicklung der Frühjahrgeneration und die ersten Imagines werden dann erst am Ende der ersten Junidekade angetroffen. So erfolgte das erste Auftreten von Imagines im Jahre 1953, als die mittlere Temperatur im April und Mai 14,25° C betrug, am 8. VI. während 1954 bei mittlerer Temperatur von 12,6° C in den beiden erwähnten Monaten erst am 11. Juni (Tab. 15).

Tabelle 15. Erstes Erscheinen der Imagines aus der Frühjahrgeneration

Ort	Jahr	Datum der Erscheinung	Mittlere Monatstemperatur in		
			April	Mai	April—Mai
Pančevački Rit	1950	1. Juni	14,3	18,3	16,3
Pančevački Rit	1952	30. Mai	14,5	15,5	15,0
Pančevački Rit	1953	8. Juni	12,7	15,8	14,25
Pančevački Rit	1954	11. Juni	9,4	15,8	12,6
Veliko Gradište	1954	12. Juni	9,3	15,7	12,5
Pančevački Rit	1955	13. Juni	8,6	16,4	12,5
Veliko Gradište	1955	9.—26. Juni	8,0	16,3	12,2

Gleich nach dem Schlüpfen beginnt die Imago der Frühjahrgeneration mit intensivem Ernährungsraß. Bei mittleren Temperaturen zwischen 20° und 25° C, die gewöhnlich zu dieser Zeit bei uns herrschen, ist sie in 15 bis

22 Tagen geschlechtsreif. Die Eiablageperiode, die gleich danach eintritt, dauert bei uns gewöhnlich von der zweiten Junidekade bis Anfang Juli. Im Luzernefeld sind Mitte Juli Eier sehr selten zu finden, obwohl in den Laborversuchen bei niedrigen Temperaturen die Eiablage bedeutend länger dauert. Im Laufe des Jahres 1954, als das späteste Auftreten der Imagines der Frühlingsgeneration in den letzten Jahren beobachtet wurde, wurden einzelne Eigelege sogar bis Anfang August gefunden. Verglichen mit der Eiablageperiode der überwinterten Imagines, ist also die Eiablage-Periode der Frühlingsgeneration bedeutend kürzer. Der Grund dafür sind die höheren Temperaturen im Juni und Juli, die eine intensivere Ernährung der Käfer hervorrufen, wie auch raschere Geschlechtsreife. Die Laborversuche erwiesen, daß es bei höheren Temperaturen zur Erhöhung der Eiablagezahl in den Eigelegen kommt. Um diese Feststellung in freier Natur zu prüfen, wurden 1954 in Luzernebeständen Eigelege der Imagines aus der Sommer- und Frühlingsgeneration gesammelt, und zwar zwischen 31. III. und 10. IV., wie auch zwischen 11. VI. und 20. VI. Insgesamt waren 992 Eigelege gesammelt. Nach der Zahl der Eier im Gelege wurden diese in abgesonderte Gruppen für jeden Zeitabschnitt, in dem sie gesammelt wurden, geordnet und ausgezählt. Fig. 28. veranschaulicht alle Angaben über die Häufigkeit der Eizahl in den Gelegen. Aus derselben geht weiter hervor, daß die in der zweiten Junidekade gesammelten Eigelege mit 5—13 Eiern am zahlreichsten sind, während unter den zwischen dem 31. III. und 10. IV. gesammelten Eigelegen, solche mit 2—9 Eiern am häufigsten vorkommen. Der Grund zu dieser Differenz in der Zahl der Gelege mit kleinerer und größerer Zahl von Eiern, liegt in der jeweiligen Temperatur im Laufe der Sammelperiode. In der ersten Aprildekade schwankte die Temperatur zwischen 6° und 15° C, während sie vom 11.—20. VI. bedeutend höher war, zwischen 17° und 25° C.

Die Erscheinung, daß die Zahl der von den Imagines der Frühjahrgeneration gelegten Eier im Mittel bedeutend größer ist als die der überwinterten, wurde in allen Versuchsjahren beobachtet, so daß wir behaupten können, daß der Hauptgrund dafür in der gesteigerten Tagestemperatur liegt.

Im Laufe der Sommergeneration, besonders im Juli, und in all den Fällen, in denen bei der Luzernemahd einzelne Parzellenteile ungemäht blieben oder, was noch häufiger vorkommt, wenn die gemähten Parzellen an schon wieder nachgewachsene Luzerne-Kulturen angrenzen, kommt es zu einer Massenübersiedlung der Imagines. Der Grund dafür liegt in der allzustarken Erwärmung der Stoppeln infolge Steigerung der Temperatur und im Nahrungsmangel. Bei dieser Gelegenheit beginnt die Bewegung der Imagines und Larven durch die ungemähte Parzelle von ihrem Rande in mehr oder weniger gerader Linie — einer richtigen Front, — so daß man in solchen Fällen von einem Frontalanfall der Luzerne-Marienkäfer sprechen kann.

In einem etwas 2 m langen Gürtel, in der üblichen Breite einer gemähten Parzelle, konzentriert sich dann eine ungeheure Zahl Käfer und Larven, die sich fressend zum noch unbeschädigten Teil der Parzelle bewegen, in dem sie völlig zernagte Pflanzen hinterlassen, die infolge des Blattparenchym-Verlustes die charakteristische weiße Farbe bekommen.

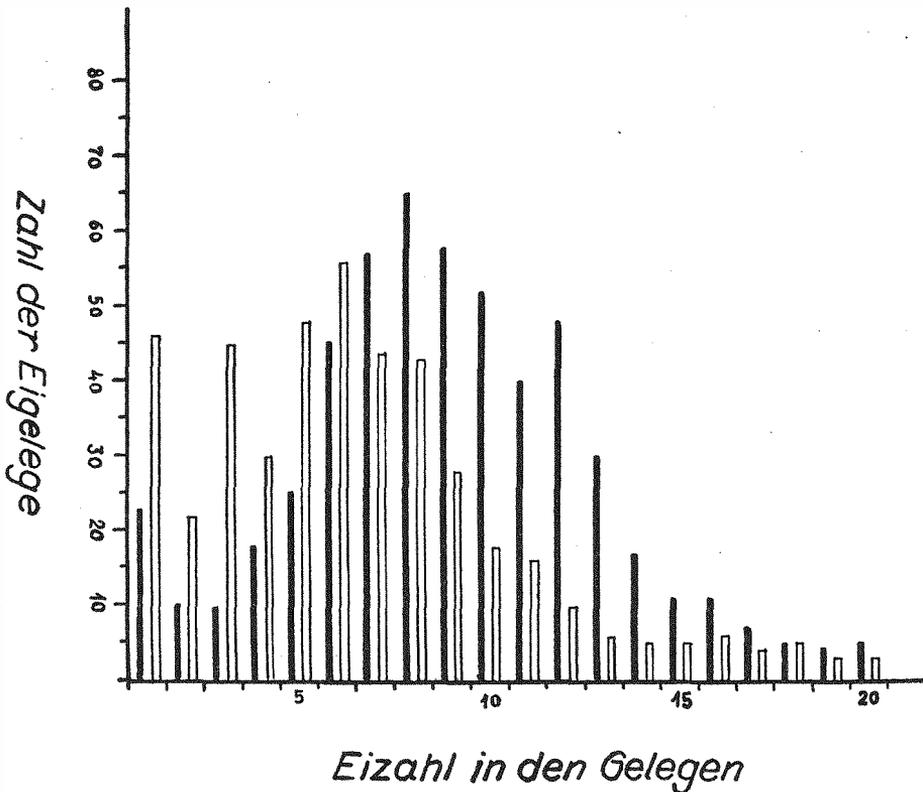


Fig. 28. Eizahl in den Gelegen. Schwarze Säulen: Gelege abgelegt bei 17—25° C; Weiße Säulen: Gelege abgelegt bei 6—15° C

Eine außerordentlich kurze Eiablageperiode der Sommergeneration kommt in dem Falle vor, in dem die Luzernemahd gerade zur Zeit der Eiablage stattfindet, infolgedessen dieselbe gewöhnlich unterbrochen wird. Dieser Augenblick ist im Sommer bei weitem bedeutender als im Frühling, weil wegen Nahrungsmangel im abgemähten Stoppelfeld plötzlich sehr ungünstige Temperatur-Bedingungen entstehen. Infolge starker Erwärmung der Stoppeln steigt die Temperatur im Laufe des Tages oft auch über 40° C, was die Eiablage völlig vereitelt und auch die Austrocknung der eventuell schon gelegten Eier verursacht. Dies ist im Laufe des Jahres der kritische

Zeitpunkt für die Entwicklung der Art, da die ganze Population dadurch einen enormen Rückschlag erleidet.

Ein besonders charakteristischer Fall dieser Art wurde an einigen Luzernefeldern in der Umgebung von Zemun im Sommer 1950 beobachtet. Die Luzernemahd war bis 28. Juni beendet, als gerade die Masseneiablage der Imagines aus der Frühjahrsgeneration stattfand. Die mittlere Tagestemperatur in den folgenden 10 Tagen war sehr hoch und stieg sogar bis 32°C (2. VII. 31°C , 7. VII. 32°C). Bei Untersuchungen an den abgemähten Pflanzen wurde eine sehr hohe Mortalität der Eier festgestellt, die in einzelnen Parzellen bis 100% betrug. Auf den Stoppeln wurde nicht ein einziges unverdorrttes Ei gefunden. In der nachgewachsenen Luzerne hatte die Zahl der Käfer aus der Frühlingsgeneration stark abgenommen, während die Larven- und später auch die Imagines-Zahl der Sommergeneration minimal war. Auf 100 Schlägen mit dem Kätscher wurden am 28. Juli ca. 7 Imagines gefangen, während auf derselben Parzelle im Juni die Zahl bis 87 betrug, bei gleicher Zahl der Schläge. Im Laufe des Sommers 1952 erfolgte am 25. Juni in einer Parzelle im Pančevački Rit nach der ersten Eiablage der Imagines aus der Frühlingsgeneration die Luzernemahd. Am abgemähten Felde konnte eine große Menge Käfer, die sich infolge sehr hoher Temperatur (bis 40°C) in der Sonne in der Suche nach Kühlung und Schatten auf die Hecken und nachbarlichen Kulturen zu bewegte, beobachtet werden. Eine sichtbare Gesamtmortalität wurde nicht festgestellt, doch waren bei der Sektion der Weibchen die Ovarien meistens leer. Eine kleinere Anzahl der gleich nach der Mahd gelegten Eier war auf den Stoppeln verdorrt. 10 Tage nach der Mahd, als die junge Luzerne schon hervorgesprossen war und normale Temperaturbedingungen wieder eingetreten waren, wurden sehr selten Eigelege an Luzerneblättern aufgefunden, was ein Beweis dafür ist, daß diese, in Hinsicht auf die Temperatur kurze Pessimum-Periode, möglicherweise aber auch die starke Wirkung der Sonnenstrahlen die Fruchtbarkeit der Art weitgehend vermindert und bei etlichen Exemplaren sogar völlige Sterilität hervorgerufen hat.

Die Periode, in der auf Luzernefeldern die Sommergeneration anzutreffen ist, dauert bei uns von Mitte Juli bis Ende August. Ausnahmsweise sind Larven auch im Laufe des ganzen Monats August zu finden, wie das 1954 der Fall war.

Das Entwicklungsstadium der Larve und der Puppe der Sommergeneration verläuft in weit kürzerer Periode, als dies bei der Frühlingsgeneration der Fall ist. Während die Vollentwicklung der Larve der Frühlingsgeneration bei mittleren Tagestemperaturen im April und Mai zwischen 14° und 20°C volle 19,5 — 43 Tage dauert, bedarf es zur Entwicklung desselben Stadiums der Sommergeneration bei mittleren Tagestemperaturen in der dritten Junidekade und im Juli, zwischen 22° und 25°C , nur etwa 15 Tage. Ähnlich ist der Fall auch bei den ausgewachsenen Käfern der Frühlingsgeneration. Mit der beendeten Eiablageperiode kommt es zum Absterben der Imagines,

mit Ausnahme einer geringen Zahl der sich in der Diapause befindenden Exemplare (siehe Kapitel über Diapause). Dies trifft bei uns meistens Ende Juli ein. Einzelne Exemplare wurden jedoch auch später gefunden.

Die Verpuppung der Larve der Sommergeneration beginnt gewöhnlich in der dritten Julidekade. 7—12 Tage später erscheinen dann auch schon die Imagines, von denen ein Teil gleich in Diapause übergeht, der andere sich aber eine zeitlang nährt, bevor er auch die Sommerruhe antritt.

Parasiten des Luzernemarienkäfers

Trotzdem eine große Anzahl der in allen Entwicklungsstadien begriffenen Schädlinge, gesammelt in ganz Serbien, gezüchtet wurde, konnte nur ein einziger Parasit *Tetrastichus epilachnae* Giard (*Hymenoptera-Chalcididae*) festgestellt werden. Determiniert wurde er von Dr. CH. FERRIÈRE (Genf). Die Art ist Larven-Parasit.

Tetrastichus epilachnae Giard ist in ganz Serbien verbreitet und wurde auch an einzelnen Lokalitäten in Mazedonien (Gostivar 16. VI. 50, Topolča 12. VI. 50) in Kroatien (Osijek 17. VIII. 53, Vukovar 20. VIII. 53) gefunden. Da sie in Massen erscheint, spielt sie in bestimmten Jahren besonders für die Sommergeneration des Schädlinge eine große Rolle (Tab. 16).

Tabelle 16. Prozent der von der Schlupfwespe *Tetrastichus epilachnae* Giard parasitierten Larven

Jahr	Ort	Datum	Zahl der gesammelten erwachsenen Larven				
			insgesamt	nicht parasitiert		parasitiert	
				Zahl	%	Zahl	%
1952	Zemun	26. V.	375	353	94,1	22	5,9
1952	Zemun	13. VII.	198	162	81,8	26	13,2
1953	Veliko Gradište	29. VI.	163	154	54,5	9	5,5
1953	Paraćin	26. VII.	168	107	73,7	61	36,3
1953	Svetozarevo	20. VI.	32	30	93,6	2	6,3
1953	Svetozarevo	13. VIII.	112	98	87,5	14	12,5
1954	Veliko Gradište	10. VI.	107	101	94,4	6	5,6
1954	Veliko Gradište	4. VIII.	146	123	85,6	23	14,0
1954	Veliko Gradište	30. VII.	60	45	75,0	15	25,0

Diapause bei Imagines der Frühlings- und Sommergeneration

Das Bestehen der Diapause im Imagostadium bei einem Teil der Frühlings- und der ganzen Sommergeneration wurde im Laufe mehrjähriger Beobachtungen und durch Züchten im Laboratorium festgestellt.

Bei der Frühlingsgeneration treten in Diapause gewöhnlich jene Imagines, die am spätesten aus der Puppe schlüpfen (1953: 15. Juli, 1954: 14. Juli, 1955: 22. Juli): beim größten Teil der im Juni erscheinenden Käfer wurde auch nicht in einem Fall das Eintreten der Diapause beobachtet.

Alle in Diapause begriffenen Imagines der Frühlingsgeneration wurden außerhalb der Luzernebestände an verschiedenen versteckten Stellen, am meisten aber in dürrer Laub der Baumkronen oder unter geborstenen Baumrinden, gefunden. Bei der Sektion wurden angehäuftes Fettgewebe, völlig unentwickelte Geschlechtsorgane und erweiterter, mit Luft gefüllter, Enddarm festgestellt. Dies weist daraufhin, daß sich die Käfer nach dem Schlüpfen eine zeitlang genährt haben und dann zu der Stelle, an der sie in Diapause verhalten, übergeflogen sind. Unter Laboratoriumsverhältnissen bei Temperaturen zwischen 16° und 25° C gehalten, starben alle diese Käfer im Laufe des Oktober und November. Die Unterbrechung ihrer Diapause wurde durch Darbietung tiefer Temperaturen hervorgerufen, mit der es auch anderen Autoren gelang, die Unterbrechung der Diapause bei gewissen Insektenarten hervorzurufen (BONNEMAISON, 1952 bei *Eurydema ventralis* Kol.; GRADOJEVIĆ, 1953 bei *Phytodecta fornicata* Brug u. a.). Die Insekten wurden stufenweise gekühlt je 3—6 Tage bei Temperaturen von 10° und —5° C und anschließend wieder erwärmt bis 25° C. Die Wirkung der so kombinierten Temperaturen rief bei 25° C die Unterbrechung der Diapause und den Beginn des Ernährungsraßes wie auch den der Eiablage hervor. Da in natürlichen Verhältnissen bei uns stärkere Abkühlungen im Sommer nicht vorkommen, so ist es auch wahrscheinlich, daß es in dieser Zeit zur Aktivierung der in der Diapause begriffenen Käfer der Frühlingsgeneration überhaupt nicht kommen kann, zumal wir bedenken müssen, daß es in Laborverhältnissen bei höherer Temperatur 3—4 Monate nach dem Eintreten der Diapause zum Massensterben kam, ohne daß es vorher unter diesen Optimal-Bedingungen zu einer Aktivierung der Käfer gekommen ist.

Der Prozentsatz der in der Diapause begriffener Imagines aus der Frühlingsgeneration ist im Verhältnis zu ihrer Gesamtzahl gering. So wurde in den letzten 4 Jahren gelegentlich der Zucht etlicher zehntausend Käfer der Frühlingsgeneration wie auch während der ständigen Beobachtungen ihrer Bewegungen in der Natur nur etwas 200 Imagines in der Diapause gefunden und zwar in allen Fällen im Laufe des Monats Juli.

Hat man dieses niedrige Prozent der in Diapause begriffenen Imagines der Frühjahrsgeneration vor Augen, so ist es auch nicht unerklärlich, warum dieser Vorgang bei der untersuchten Art, wie auch bei einzelnen verwandten Marienkäferarten, deren Verhalten nach vorhandenen Angaben ähnlich ist, bisher unbemerkt geblieben ist.

Bei den Imagines der folgenden Sommergeneration kommt es zu zwei interessanten Formen der Diapause.

Im August, gleich nach ihrem Erscheinen, zieht sich ein kleinerer Teil der Käfer in Verstecke am Fuße der Luzernestengel zurück, in denen sie in Diapause bis zum Eintreffen der Winterfröste verharren. Infolge der völligen Unbeweglichkeit dieser Exemplare, die trotz optimaler Temperatur- und Ernährungsbedingungen keine Aktivität zeigen, wurde diese Ruheart „stabile Diapause“ genannt.

Der andere, bedeutend größere Teil, der Käfer beginnt gleich nach dem Schlüpfen zu Fressen, paart sich und verhält sich nach kurzer Zeit ruhig an den Pflanzen. Sie bewegen sich und fressen wenig und stellen auch fast gar keine Beschädigungen an der Luzerne an. Im Spätherbst, beim Eintritt niedriger Temperatur, suchen diese Käfer wie auch die vorhergenannten Unterschlupf meist am Fuße der Luzernestengel. Dieses Zurückziehen der Käfer im Herbst endet bei uns meistens im Oktober, wie es 1950, 1952 und 1953 der Fall war, obwohl sie auch beim Eintritt kühler Witterung schon im September eintreten kann.

Alle Versuche, diese Imagines unter optimalen Laborverhältnissen zum Ernährungsfraß und zur Paarung zu bewegen, blieben erfolglos. Sie starben spätestens Anfang des Winters bei Temperaturen von 16° und 25° C ab, ohne daß es zu einer Aktivierung kam. In Anbetracht dieses Verhaltens der Käfer wurde dieser Ruhezustand die „labile Diapause“ genannt.

Bei diesen, in labiler Diapause begriffenen Käfer wurden im Laufe des Herbstes folgende Erscheinungen beobachtet: Einzelne Exemplare beginnen sich bei guter Witterung im September oder auch später intensiver zu bewegen und sogar in der Suche nach einem Überwinterungsort aus dem Luzernebestand zu fliegen. In seltenen Fällen kommt es dann auch zu wiederholten Paarungen, obwohl die Sektion der Weibchen bewiesen hat, daß ihre Geschlechtsorgane noch unreif waren. Diese Lust zu fliegen dauert bei manchen Exemplaren verschieden lang (5—6 Tage). Danach tritt wieder der Käfer in Diapause, die er erst nach den ersten Frösten unterbricht.

Bei der Sektion einiger tausend Weibchen aus der Sommergeneration im Oktober 1950 und September 1954 wurden nur einige geschlechtsreife Exemplare gefunden. Daraus konnte man folgern, daß die Diapause der Imagines aus der Sommergeneration, und zwar derjenigen, die auf den Pflanzen bleiben, in einem Zustande der Auflockerung ist und daß deshalb einzelne seltene Exemplare im Stande sind, am Ende des Sommers und im Frühherbst noch geschlechtlich zu reifen und Eier abzulegen. Damit würde der Entwicklungszustand der dritten Generation beginnen, die sich bei uns aber nicht erhalten kann.

Um zur Feststellung zu gelangen, ob bei den Imagines aus der stabilen und labilen Diapause, die sich wie vorher erwähnt, nach ihrer äußeren Manifestation scharf voneinander unterscheiden, ein Unterschied in den inneren Organen (Darmtrakt, Geschlechtsorgane) besteht, wurden in bestimmten Zeitabständen im Laufe der letzten Jahre Untersuchungen dieser Organe aus beiden erwähnten Gruppen unternommen, und zwar vom Juli bis zu ihrem Absterben im nächsten Jahre. Die festgestellten Differenzen beziehen sich also nur auf die Geschlechtsorgane und den Darmtrakt.

Bei den Männchen entstehen in der Diapause folgende Veränderungen an den Geschlechtsorganen: die Samenblasen sind zu stark verdickten Organen in Bohnenform geworden, welche den größten Teil der Rauchhöhle einnehmen (Fig. 18 rechts). Ihr Inneres besteht aus festem Muskelgewebe,

wodurch sie sich auffallend von übrigen zarten und weichen Teilen der Geschlechtsorgane unterscheiden. Gleichzeitig mit der Vergrößerung des Volumens der Samenblasen entstehen auch Veränderungen an den Hoden. Die vorerst straffen Follikel schrumpfen zusammen und ihr Volumen nimmt ab; bei den im Winter gefangenen Insekten befinden sie sich zusammengepreßt an den Wänden der Samenblasen.

Bei dem Weibchen aus der labilen Diapause konnte eine verlangsamte Entwicklung der Eiröhren, bei denen es im Winter zur Segmentierung kommt, festgestellt werden. Auf dieser Stufe wird der Entwicklungsvorgang der Eiröhren bei den meisten Exemplaren noch vor Eintritt des Winters unterbrochen. Bei einzelnen Exemplaren kommt es auch zur völligen Entwicklung der Eiröhren und zur Eiablage, d. h. also zur völligen Unterbrechung der labilen Diapause.

Der Darmtrakt beim Männchen wie auch beim Weibchen zeigte keine Abweichung von dem der aktiven Exemplare aus der Frühlingsgeneration, obwohl darin eine weit kleinere Menge Pflanzenreste gefunden wurde.

Bei Imagines aus der stabilen Diapause, die sich gleich nach dem Auschlüpfen einen Unterschlupf suchen, sind die Veränderungen an den Geschlechtsorganen weit weniger ausgeprägt als im vorigem Fall. Bei den Männchen sind die Follikel der Hoden straff, aber schwach ausgeprägt, wie auch die Samenblase, während die übrigen Kanäle (paarige wie unpaarige Samenleiter) wie auch die Anhangsdrüsen mit jenen der unreifen Imagines aus der Frühlingsgeneration identisch sind. Bei Weibchen kommt es in ganzem Diapauseverlauf hinsichtlich der Eiröhrenentwicklung zu keinen Veränderungen, was für eine große Verlangsamung physiologischer Prozesse bei ihnen spricht.

Der Darmtrakt beim Männchen und Weibchen ist dem in der Diapause begriffenen Imagines aus der Frühlingsgeneration ähnlich. Darum wurde auch keine Spur von Pflanzensaft darin gefunden, wenngleich auch keine Luftblasen beobachtet wurden.

Eine Unterbrechung der Diapause bei beiden genannten Typen könnte allein nach dem Kühlungsverfahren durchgeführt werden wie auch bei den Insekten der Frühjahrsgeneration. Um die Unterbrechungszeiten der Diapause in natürlichen Verhältnissen feststellen zu können, wurden für die im Laufe des Herbstes und Winters gefangenen Imagines im Laboratorium Optimalbedingungen geschaffen. Bei dieser Gelegenheit wurde festgestellt, daß es in all jenen Fällen, in denen die Käfer im Luzernebestand bei einer Temperatur nicht unter 0° C gesammelt wurden, zu keiner Unterbrechung der Diapause kam. Solche Exemplare blieben auch bei optimalen Temperatur- und Ernährungsbedingungen bis an ihr Ende fast völlig inaktiv. Dabei gab es keinen Unterschied im Verhalten der Tiere aus der stabilen und labilen Diapause. Im Gegenteil begannen die im Januar, oder, wie es 1953 der Fall war, schon Anfang Dezember bei 5° C gesammelten Käfer, nach gewissen unter Laborverhältnissen verbrachten Zeit, mit der Eiablage, was

ein klarer Beweis für die völlige Unterbrechung der Diapause war. Die zur Geschlechtsreife der Imagines benötigte Zeit war im Laufe des Winters unter den im Labor nachgebildeten natürlichen Gegebenheiten viel kürzer, als bei den unter gleichen Bedingung gehaltenen Weibchen aus der Frühlingsgeneration. Während bei 20° C und relativer Feuchtigkeit von 70—80% die Reifung der letzteren 21,2 Tage dauerte, war der Reifungsprozeß bei den ersteren immer kürzer und betrug unter obigen Bedingungen 8—17 Tage. In den vergleichenden Reifungsversuchen mit den in der stabilen Diapause begriffenen Imagines, die im Laufe des Sommers gefangen und in natürlichen Verhältnissen ohne Nahrung bis zu den ersten kälteren Tagen gehalten wurden, und denen, die bis Spätherbst auf den Nährpflanzen blieben, erwies es sich, daß im zweiten Fall die Eiablage immer früher eingesetzt hatte. Dieser Unterschied kann jedoch mit dem Reifegrad der Ovariolen erklärt werden.

Entwicklungsdauer einer Generation

Um die Entwicklungsdauer einzelner Generationen zu veranschaulichen, wurden in der Tab. 17 alle Angaben zusammengestellt, zu denen wir im Laufe unserer Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf den Entwicklungsverlauf, bzw. Entwicklungsdauer, einzelner Stadien kamen. Der Entwicklungsdauer vom Eistadium bis zum Erscheinen der Imago wurden noch die Angaben über die Dauer der Periode geschlechtlicher Reifung bei verschiedenen Temperaturen zugefügt. So wurde der Wert für die Entwicklungsdauer einer Generation bei Temperaturen von 14—32° C ermittelt. Alle angegebenen Resultate wurden bei der Zucht einzelner Stadien bei konstanter Temperatur und relativer Feuchtigkeit zwischen 70° und 80% erhalten. Auf Grund der oben erwähnten Angaben folgern wir, daß

Tabelle 17. Entwicklungsdauer einer Generation in Tagen bei verschiedenen Temperaturen (relative Feuchtigkeit von 70—80%)

Stadium	Temperatur in °C						
	14	20	24	28	32	34	35
Ei	18,6	8,8	6,4	5,0	4,5	—	—
Larve	43,0	18,8	15,2	13,5	12,2	12,2	13,6
Vorpuppe	6,0	3,9	2,7	2,0	2,0	—	—
Puppe	13,5	6,0	3,8	3,0	3,5	—	—
gesamte Entwicklung	81,0	37,5	28,1	23,5	22,2	—	—
Geschlechts- reifung	40,0	21,2	15,9	14,0	13,6	13,6	—
Dauer einer Generation	121,1	58,7	44,0	37,5	35,8	—	—

die Entwicklungsdauer einer Generation bei 14° C höchstens 121,1 Tage dauert. Unter einer Temperatur von 13° C kommt es zu keiner Eiablage mehr. Der kürzeste Entwicklungszyklus betrug 35,8 Tage bei 32° C. Diese

Temperatur stellt die obere Grenze dar, an der es überhaupt zur vollen Entwicklung einer ganzen Generation kommen kann. Bei höherer Temperatur ist nur die Entwicklung des Larvenstadiums möglich.

Wenn die mittleren Tagestemperaturen für ein Gebiet bekannt sind, kann nach obigen Angaben die Entwicklungsdauer der Frühlingsgeneration ermittelt werden. Schwankungen können nur in trockenem Gelände eintreten, in dem die relative Feuchtigkeit sogar in den Frühlingsmonaten unter 70% fällt. Diese Schwankungen spiegeln sich immer in der Verlängerung der Entwicklungsdauer aller Stadien wieder.

Infolge der spezifischen Lebensweise der Imagines, die im Laufe des Sommers in Diapause begriffen sind und im Winter inaktiv bleiben, weshalb sich der ganze Entwicklungsverlauf dieser Generation um 7—8 Monate verlängert, währt der Entwicklungszyklus der Sommergeneration im Vergleich mit dem der Frühjahrsgeneration weit länger.

Zusammenfassung

Auf Grund mehrjähriger Untersuchungen in verschiedenen Teilen Jugoslawiens, konnten die bisher sehr mangelhaften Kenntnisse über die Morphologie, Anatomie, Bionomie, Ökologie und Biocönologie des Luzernemarienkäfers, *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* L., wesentlich erweitert werden.

Der Luzernemarienkäfer, der im Gegensatz zu den meisten anderen, räuberisch lebenden Coccinelliden ein Schädling an Kulturpflanzen (hauptsächlich an Schmetterlingsblütlern) ist, tritt in Jugoslawien in zwei Generationen auf, deren eine, imaginal, im Boden überwintert.

Zahlreiche die Morphologie-Anatomie (äußerlich sichtbare Merkmale, Geschlechtsorgane, Darmtrakt u. a.), Bionomie (Eiablage, Entwicklung, Ernährung, Diapause u. a.) sowie die Ökologie-Biocönologie (Temperatur- und Luftfeuchtigkeitseinfluß auf bionomische Daten, Geschlechterverhältnis, Massenwechsel u. a.) des Schädlings betreffenden Untersuchungsergebnisse werden mitgeteilt.

Summary

Based upon studies during several years in different parts of Yugoslavia it was possible to extend the range of the hitherto insufficient knowledge on the morphology, anatomy, bionomy, and ecology of *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* L. This species injurious to cultivated plants (especially Papilionaceae) in contraposition to the most of the other predaceous *Coccinellidae*, is known from Yugoslavia in two generations, one of them hibernating as imago in the ground. There are published the results of investigations on morphology-anatomy (external characters, genitalia, alimentary canal etc.), bionomy (oviposition, development, nutrition, diapause etc.) as like as ecology (influence of temperature and moisture to bionomic data, sex rate, population ecology) of this species.

Резюме

Люцерновая божья коровка представляет собой опасного вредителя люцерны (*Medicago sativa* L.) для Федеративной Народной Республики Югославии. Это полифагный вредитель, питающийся растениями в первую очередь из бабочковых (*Papilionaceae*).

В первой части труда даются морфологические и анатомические характеристики отдельных стадий развития этого вредителя.

Во второй части приводятся результаты изучения биологии вышеуказанного вредителя. Особое внимание уделяется установлению числа генераций этого вредителя, моментам их перезимовки, появлению диапаузы, плодовитости самок, питающим их растениям и способу питания имаго и личинок.

Literatur

- AZIZ, E. & GHABN, S., Studies on the Biology and Control of *Epilachna chrysolina* F. in Egypt. Bull. Soc. Fouad I er Ent., 35, (44. Année), p. 77—106, 1951.
- BACH, M., Käferfauna für Nord- und Mitteldeutschland, 3, 191. Coblenz, 1856.
- BALACHOWSKY, A. & MĚSNÍK, L., Insectes nuisibles aux plantes cultivées, 2, 1226—1228, 1936.
- BOUILLON, J. B., Un numéro de la Faune entomologique Belge. Coccinelles des auteurs. Ann. Soc. ent. Belg., 2, 27, 1858.
- BONNEMAISON, L., Morphologie et biologie de la Punaise ornée de Chou (*Eurydema centralis* Kol.). Ann. Épiphyt. 3, 127—272, 1952.
- CLAUSEN, P., Life History and Feeding of a Series of Californian *Coccinellidae*. Univ. Calif. Public., Techn. Bull. 1, 251—296, 1916.
- GRADOJEVIĆ, Z., Ekologija i razviće lucerkine bube listare *Phytodecta fornicata* Brüg. (*Col. Chrysolmelidae*). Zbornik radova S. A. N. 21, 1—50, 1953.
- GRADOJEVIĆ, M., Entomološko-fitopatološka instraživanja na Kosmetu 1949. g. Zaštita bilja 1, 112, 1950.
- GRANDI, G., Studi sui Coccinellidi, Boll. Lab. Zool. Portici 7, 288—292, 1913.
- GRAF, B., A lucerna és vöröshere kertevei és betegségek. Magyarovar, 1937.
- HACKER, L., Atome zur Biologie der Käfer, Wien ent. Ztg., 18, 33—37, 1899.
- HUBER, P., Mémoire pour servir à l'histoire de la Coccinella de la Saponaire. Mém. Soc. Phys. Genève 9, 363—370, 1841.
- ILLIGER, K., Verzeichnis der Käfer Preußens, p. 406, Halle, 1798.
- JABLONOWSKI, J., Die tierischen Feinde der Zuckerrübe. Budapest, 1909.
- KAPUR, P., The Biologie and external Morphology of the Larvae of *Epilachninae* (*Coleoptera, Coccinellidae*). Bull. ent. Res. 5, 161—208, 1950.
- KLEMM, M., Beitrag zur Morphologie und Biologie der *Epilachna chrysolina* Fabr. (*Coleopt.*). Ztschr. wiss. Insektenbiol., 24, 231—251, 1930.
- KOČA, G., Prilog fauni gore Papuka i njegove okoline. Glasnik Hrvatskog naravoslavnog društva, p. 121, 1900.
- KOVAČEVIĆ, Ž., Über die wichtigsten Schädlinge der Kulturpflanzen in Slawonien und Bačka. Verh. Dtsch. Gesellsch. angew. Ent., 7. Mitgliedervers. München 1928, p. 36, Berlin, 1929.
- , Primenjena entomologija 2, 167, 1952.
- LANGERON, M., Précis de microscopie. Paris, 1949.
- LINNÉ, C. v., Systema Naturae 2, 366, 1758.
- MADER, L., Evidenz der paläarktischen Coccinelliden und ihrer Aberrationen in Wort und Bild 1, 48, 1926.
- MENOZZI, C., Insetti dannosi alla barbabietola osservati durante la campagna 1929. Industr. Saccarif. ital. 23, 156, 1930.
- MARRINER, F., Observations on the Life History of *Subcoccinella 24-punctata* L. Ent. mon. Mag. 5, 118—122, 1927.
- MULSANT, E., Histoire naturelle des Coléoptères de France. Part 4, Sulciolles. — Sécuripalpes, p. 197, Paris, 1846.
- , Species des Coléoptères Trimères Sécuripalpes. Ann. Soc. Agric. Lyon, (2) 2, 1041, 1850.
- NOVAK, P., Kornjaši Jadranskog primorja. Zagreb, 1950.
- NÖRDLINGER, H., Die kleinen Feinde der Landwirtschaft. Stuttgart, 1869.
- PICARD, F., Les insectes de la lucerne. Progr. agricol. viticol. Montpellier 31, 599, 1914.

- POPOV, V., Schädlinge und Krankheiten der Leguminosen. Sofia, 1952.
- PRADHAN, S., The alimentary canal and pro-epithelial regeneration in *Coccinella septempunctata* L., with a comparison of carnivorous and herbivorous Coccinellids. Quart. J. micr. Sci., 81, 451—478, 1939.
- REDTENBACHER, L., Tentamen dispositionis generum et specierum Coleopterorum pseudotrimerorum Archiducatus Austriae, p. 29, Vindobonae 1843.
- ŠAJO, K., Die Nahrungspflanzen der Insektenschädlinge, Ztschr. Pflanzenkrankh. 5, 20, 1895.
- SCHLOSSER, J., Kornjasi Trojedne Kraljevine, p. 958, Zagreb, 1879.
- SCHMIDT, H., Zur Biologie von *Subcoccinella 24-punctata* L., Ztschr. wiss. Insektenbiol. 45, 39, 1918.
- SCHNEIDER, D. H., Verzeichnis und Beschreibung der in der Sammlung des Herausgebers befindlichen zur Gattung *Coccinella* gehörigen europäischen Käfer. Mag. Liebh. Ent. 1, 149, 1792.
- SCHRANK, F. v. P., Enumeratio Insectorum Austriae Indigenorum, p. 159, Augusta Vindelicorum, 1781.
- SHARP, D. & MUIR, F., Comparative anatomy of the Male Genital Tube in Coleoptera. Transact. ent. Soc. London 1912—1913, p. 477—642, 1912.
- SEIDLITZ, G., Fauna Baltica, 2. Lfg., p. 192. Dorpat, 1872.
- SOLOMON, M., Control of Humidity with Potassium Hydroxide, Sulphuric Acid, or other Solutions, Bull. ent. Res. 42, 543—554, 1951.
- WEISE, J., Bestimmungstabellen der europäischen Coleopteren. II. Heft. *Coccinellidae*. II. Aufl. Mödling, 1885.

Zur Anlockung von Staphyliniden durch chemische Substanzen

(Vorläufige Mitteilung)

Von

CORD GOTTSCHALK

Jena

(Mit 1 Textfigur)

Mittels Allylsenfö, einem erprobten Attraktivstoff für Erdflöhe vor allem der Gattung *Phyllotreta* (GÖRNITZ, 1956, MAYER, 1956), wurde eine einfache, ringsherum mit Einfluglöchern (\varnothing 13—15 mm) versehene, regen- und sturmsichere Fallenkonstruktion (s. Fig. 1) auf ihre Tauglichkeit für die Anlockung von Insekten geprüft. Da sie sich außer bei Wolkenbrüchen mit nachfolgender Überschwemmung als durchaus geeignet erwies, wurde fast ausschließlich dieser Fallentyp für die folgenden langfristigen Lockversuche benutzt¹⁾.

Die Duftschalen wurden in einem Gartengrundstück am Stadtrand von Jena aufgestellt, zum größten Teil unter Obstbäumen auf einer Rasenfläche, z. T. aber auch auf der blanken Erde in der Nähe von Beerensträuchern und eines Rettichbeetes.

¹⁾ Die Resultate der bisherigen Lockversuche können beim Verfasser (Jena, Maurerstr. 7) eingesehen werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Entomologie = Contributions to Entomology](#)

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Tanasijevic Nikola

Artikel/Article: [Zur Morphologie und Biologie des Luzernemarienkäfers
Subcoccinella vigintiquatuorpunctata L. \(Coleoptera: Coccinellidae\). 23-78](#)