

Infektionen durch *Rickettsiella melolonthae* (Krieg) Philip bei Larven von *Amphimallon solstitiale* (Linnaeus), *Anomala dubia aenea* (De Geer), *A. (Phyllopertha) horticola* (Linnaeus), *Maladera (Serica) brunnea* (Linnaeus) und *Onthophagus spec.*

(*Coleoptera: Lamellicornia*)¹⁾

OTTO FRIEDRICH NIKLAS

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt

(Mit 2 Textfiguren)

Einleitung

Die Grabungen für unsere Untersuchungen über natürliche Feinde von *Melolontha* spp.-Larven (NIKLAS, 1960) lieferten auch Larven anderer Lamellicornia-Arten. Diese wurden ebenfalls im Laboratorium weitergezogen und, sofern abgestorben, untersucht. Hierbei galt unsere Aufmerksamkeit vornehmlich der Maikäfer-Rickettsiose (Erreger: *Rickettsiella melolonthae* (KRIEG) PHILIP; siehe KRIEG, 1961).

Die Literatur nennt Infektionen durch *R. melolonthae* bei folgenden Lamellicornia-Arten (außer *Melolontha* spp.): *Amphimallon majalis* (RAZOUKOWSKY) (HURPIN, 1962; experimentelle Infektion positiv per injectionem und peroral). *A. solstitiale* (LINNAEUS) (KRIEG, 1958; NIKLAS, 1960; KRIEG, 1961; exp. Inf. peroral positiv; HURPIN, 1962: exp. Inf. per injectionem und peroral positiv). *Anomala (Phyllopertha) horticola* (LINNAEUS) (KRIEG, 1958; NIKLAS, 1960; KRIEG, 1961: exp. Inf. peroral positiv; HURPIN, 1962: exp. Inf. per injectionem positiv). *Maladera (Serica) brunnea* (LINNAEUS) (KRIEG, 1962, dort zit. nach KRIEG, 1961). *Oryctes nasicornis* LINNAEUS (HURPIN, 1962: exp. Inf. per injectionem positiv). Per injectionem geprüft, aber mit negativem Befund: *Cetonia aurata* LINNAEUS, *Epicometis squalida* SCOPOLI und *Oxythyrea funesta* PODA (HURPIN, 1962).

A. solstitiale und *A. (P.) horticola* kamen in Lorsch wiederholt zusammen mit *Melolontha* spp.-Larven vor. Freilandbefall durch Rickettsien fand sich bei ihnen nicht (NIKLAS, 1960). Dieser Befund ist durch die späteren und nachstehend mitgeteilten Untersuchungen überholt.

I. Die untersuchten Lamellicornia-Arten

Wir untersuchten in erster Linie Material aus Befallsflächen des Forstamtes Lorsch und seiner Außenreviere, den am Rheinufer gelegenen Auewaldungen Steinerwald und Maulbeeraue (Fig. 1). Weitere Larven kamen aus dem südlich von Lorsch gelegenen Lampertheimer Forst und aus mehreren Befallsgebieten Südwestdeutschlands (vgl.

¹⁾ Die Artnamen wurden entsprechend dem jeweils letzten Stand in der „Review of applied entomology“ verwendet.

Tab. 1). Bei diesen handelte es sich stets um landwirtschaftlich genutzte Flächen. In Steinfurth (nördl. Frankfurt a. M.) traten außer *Melolontha* sp. die Arten *M.(S.) brunnea* und *A.(P.) horticola* auf, die letztgenannte auch in der Grabung bei Eppertshausen (Südhausen). In Lampertheim waren *A.(P.) horticola* und *A. dubia aenea* vertreten. Sie alle, dazu *A. solstitiale*, kamen in den Lorsch Revierteilen vor. Hier fanden sie sich entweder in den Auwaldstreifen am Rhein oder auf den Kulturflächen des eigentlichen Reviers sowie in Böden der unmittelbar an Kulturen grenzenden Hochwaldbestände, nie im geschlossenen Hochwald selbst (Fig. 1).

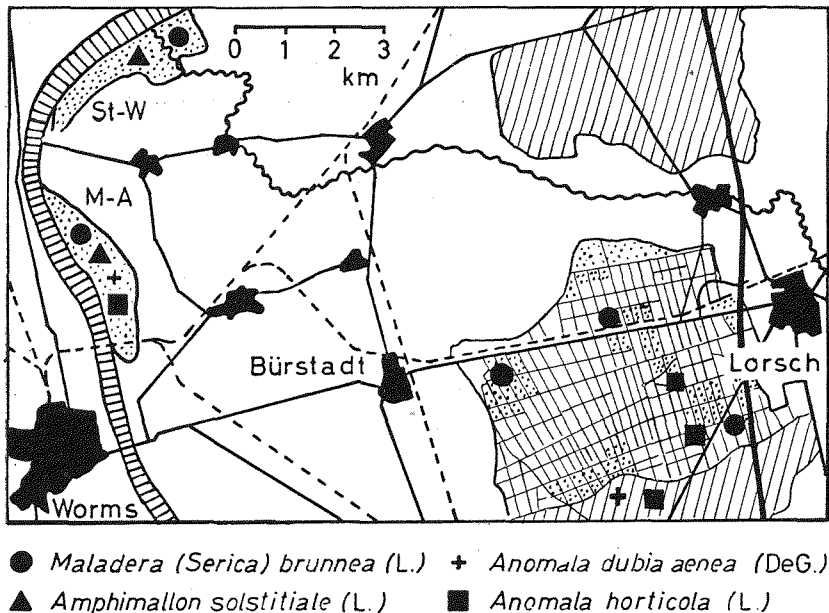


Fig. 1. Fundplätze der vier Lamellicornia-Arten im Waldgebiet von Lorsch und seiner weiteren Umgebung. Stark vereinfacht, maßstabgetreu. Ortschaften: schwarz; Straßen = durchgehende, Bahnen = unterbrochene Linien; Rhein quer schraffiert. Waldgebiet Lorsch mit eingezeichneten Abteilungsgrenzen; Kulturflächen punktiert, ebenso die Auwaldbestände am Rhein (St-W = Steinerwald, M-A = Maulbeeraue). Waldgebiete von Jägersburg und Lampertheim schräg schraffiert (nördl. bzw. südl. von Lorsch)

Die Befallsdichte war stets gering. Oft lagen nur Einzelfunde vor, lediglich *M.(S.) brunnea* trat 1961 in größerer Zahl in den Randstreifen einer Hochwald- und der angrenzenden Kulturfläche auf (Abt. 54; in Fig. 1 unmittelbar nördlich von Straße und Bahn Lorsch-Bürstadt). Zu Pflanzenschäden führte der Befall nirgends.

Onthophagus sp.-Larven fanden sich ganz vereinzelt in Hochwaldböden. Wirtschaftlich wichtig sind diese Coprophagen nicht.

II. Die Methode

Die Artzugehörigkeit der Larven wurde nach Analbeborstung (SUBKLEW, 1937; KORSCHESKY, 1940) bzw. nach dem Habitus (*Onthophagus* sp., Art nicht det.) bestimmt. Die Zucht erfolgte in Sägemehl als Wohnsubstrat und mit Karotten als Futter (NIKLAS, 1960). Die *Onthophagus*-Larven erhielten ein Gemisch von Sägemehl, Torfmull und Kainchenkot. Wo immer nur möglich, zogen wir Zuchtbefunde von *Melolontha*-Larven gleichen Grabungsortes und -datums zum Vergleich mit heran (vgl. Tab. 1).

Zur Laboratoriums-Infektion mit *R. melolonthae* wurde eine Rickettsien-tote *Melolontha*-L₃ (im Exsikkator bei Raumtemp. dunkel aufbewahrt) auf je 30 Versuchslarven mit wenig Aqua dest. zerrieben, mit Methylzellulose-Pulver zu einem dünnen Kleister verrührt, dieser zwischen zwei Karottenscheiben (ca. 1 mm dick, 25 mm Durchm.) gestrichen und an die vorher 48 Std. hungernden Versuchslarven gegeben („Sandwich“-Methode; vgl. LANGENBUCH, 1951). Bei *Onthophagus*-Larven versetzten wir das lufttrockene Zuchtsubstrat mit einer wässr. Rick.-Suspension (im Anteil von 12 Gew.-%; Erregerkonz. in der Suspension nicht definiert).

Die Untersuchung toter Tiere erfolgte an Ausstrichen von Körperinhalt lichtoptisch (Phasenkontrast und Dunkelfeld) bei 630facher Vergr. Alle hier dem Befallsbild bei Rickettsiose-toten *Melolontha*-Larven gleichenden Befunde betrachteten wir als zu *R. melolonthae* gehörig¹⁾.

III. Die *R. melolonthae*-Infektionen der *Lamellicornia*-Arten

a) *M.(S.) brunnea*

Von dieser Art lag aus Lorsch Material zweier Grabungsperioden vor, April und Oktober 1961. Ihre Umwandlungs- und Absterbefolgen in den Zuchten (Tiere aller Fundplätze zusammengefaßt) zeigt Fig. 2. Käfer erschienen aus den im Oktober gegrabenen L₂ vom 140. Tage an. Die Umwandlung aller Tiere dauerte lange, bis zum 259. Tage nach Grabungs- und Zuchtbeginn. Noch länger zog sich das Absterben an der Rickettsiose hin. Die ersten Larven gingen bereits nach 21, die letzten erst nach 250 Tagen ein. Gesunde Tiere der April-Grabung (L₃) waren nach 9 Wochen alle zu Käfern entwickelt, infizierte innerhalb der ersten sechs Wochen abgestorben.

Die Rickettsiose trat nach Tab. 1 unter den wenigen Tieren des Steinfurther Materials nicht auf. Bei den *M.(S.) brunnea*-Larven aus Lorsch war ihr Mortalitäts-Anteil relativ hoch, ebenso bei den *Melolontha*-Larven der gleichen Grabungen (vgl. Tab. 1). In der Größenordnung entsprachen die Mortalitätswerte bei Haupt- und Begleitart einander nicht.

Im Infektionsversuch mit *R. melolonthae* aus *Melolontha* spp.-Larven an solchen von *M.(S.) brunnea* starben 47,5% der letzteren (Tab. 1). Rickettsien aus Freiland-infizierten *M.(S.) brunnea*-Larven, an *Melolontha*-L₃ verfüttert, töteten hier 30,0% ab (n = 10), das Ausgangsmaterial dieser *Melolontha*-Larven war frei von Rickettsiose (n = 38). Weiterinfektion dieser Rickettsien an *Melolontha*-L₃ ergab 55,0% Mortalität (n = 20). Lichtoptisch war in Erst- wie Rückinfektionen bei *Melolontha* wie *M.(S.) brunnea* das Befallsbild gleich.

b) *A. solstitiale*

Nur in einer Grabungsserie (Lorsch-Steinerwald/Maulbeeraue) erbeuteten wir Larven dieser Art, nicht mit *Melolontha*-Larven gemeinsam. Drei der im Oktober 1961 gesammelten L₃ lieferten im folgenden Mai—Juni

¹⁾ Die Untersuchungen toter Larven führte bis 1960 Herr Dr. A. KRIEG, dann der Verf. durch, fallweise beraten durch Herrn Dr. A. HUGER. Beiden Kollegen sei herzlich gedankt.

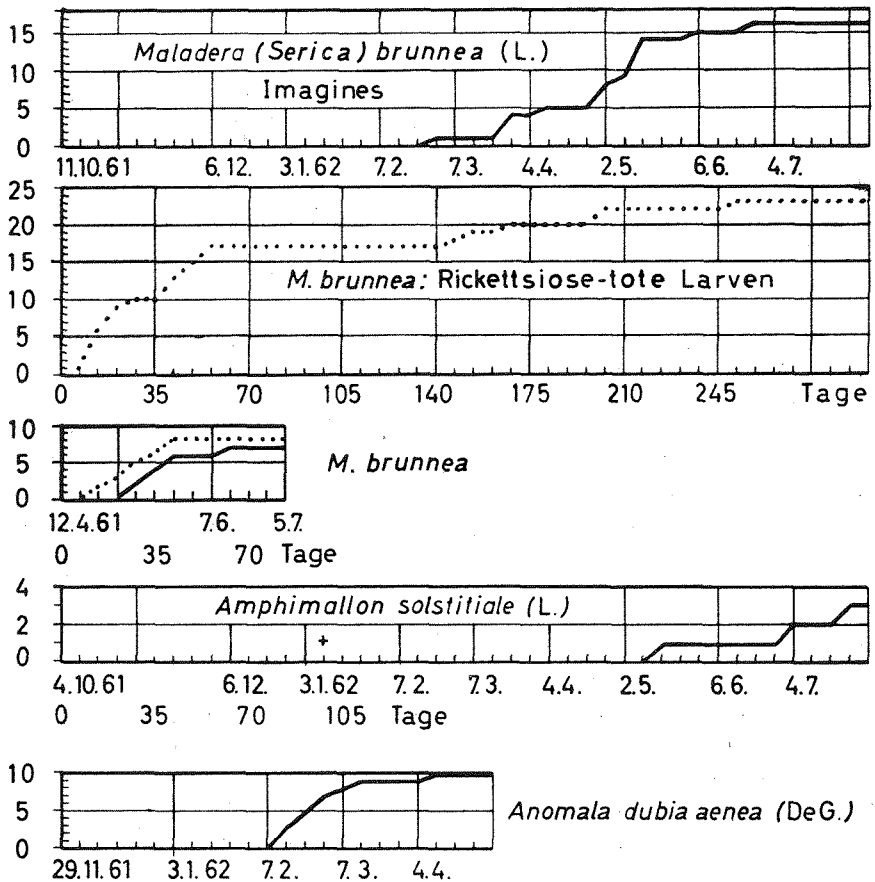


Fig. 2. Imaginalschlüpfen (—) und Absterben Rickettsiosekranker Larven (.....) (Summenkurven) in den Laboratoriumszuchten der im Freiland gegrabenen Tiere. Abzisse = Datum (erster Wert links: Grabungstag) bzw. Tage nach Zuchtbeginn. Zuchttemp. 20–22 °C; wöchentl. Kontrolle mit Stichtag jeweils Mittwoch. Bei Einzelbefunden sind Rick.-Tote durch „+“ angegeben.

Imagines in unseren Zuchten. Die einzige Freiland-infizierte Larve starb im Laboratorium 98 Tage nach dem Sammeln. Natürlicher Befall durch *R. melolonthae* ist bei dieser Art also möglich. Experimentell mit Erregern aus *Melolontha* infizierte *A. solstitiale*-Larven starben nach Tab. 1 zu 69,2% an der Seuche. Auch hier erscheint der Schluß auf gleichartige Erreger in beiden Fällen berechtigt.

c) *A. dubia aenea*

Von den Larven aus Freilandfunden in Lorsch-Maulbeeraue und Lampertheim starb in der Zucht keine an der Rickettsiose (Tab. 1). Durch Er-

Tabelle 1

Lamellicornia-Art	Grabungs-Ort und -Datum	Zuchtbefund der Lamellicornia- Freiland- Larven		Vergleichs- zucht der <i>Melolontha</i> - Freiland- Larven		Infektion der Lamellicornia- Larven mit <i>Melolontha</i> - Rickettsien	
		Rick. tot %	(n =)	Rick. tot %	(n =)	Rick. tot %	(n =)
<i>Maladera</i> (<i>Serica</i>) <i>brunnea</i> (L.)	Lorsch, Abt. 273 (13. 4. 61)	44,4	(18)	16,7	(24)		
	Lorsch, Abt. 110—111 (5. 10. 61)	16,7	(6)	66,7	(9)		
	Lorsch, Abt. 54 (10. — 16. 10. 61)	25,8	(89)	—		47,5	(21)
	Lorsch, Abt. 272 (23. 10. 61)	—	(1)	71,4	(7)		
	Steinfurth (10. 9. 55)	0	(5)	0	(65)		
<i>Amphimallon</i> <i>solstitiale</i> (L.)	Lorsch, Maulbeeraue u. Steinerwald (5. 10. 61)	3,8	(26)	—		69,2	(13)
<i>Anomala dubia</i> <i>aenea</i> (DeG.)	Lorsch, Maulbeeraue (26. 10. 56)	0	(14)	0	(22)	20,0	(20)
	Lampertheim (1. 12. 61)	0	(16)	—			
<i>Anomala</i> (<i>Phyllopertha</i>) <i>horticola</i> (L.)	Lorsch, Abt. 55 (10. 8. 54)	100	(1)	41,2	(34)		
	Lorsch, Abt. 169 (30. 8. 55)	0	(5)	(33,3)	(3)		
	Lorsch, Maulbeeraue (27. 10. 55)	0	(25)	—			
	Lorsch, Abt. 267 (10. 11. 55)	20,0	(10)	88,5	(26)		
	Lampertheim (4. 5. 55)	0	(2)	0	(6)		
	Steinfurth (8. 9. 55)	0	(30)	0	(65)		
	Eppertshausen (20. 10. 55)	0	(10)	14,3	(7)		
<i>Onthophagus</i> sp.	Lorsch, div. Abt. (1961)	0	(8)	12,3	(57)	60,0	(5)

Rickettsiose-Mortalität (= Rick. tot %) von Freilandlarven der fünf Lamellicornia-Arten und von *Melolontha* spp.-Larven örtlich und zeitlich gleicher Grabungen. %-Werte bei sehr wenigen Tieren in (...). Infektionsmethode (für letzte Spalte) siehe Text

regermaterial von *Melolontha*-Larven gingen im Versuch 20% der *A. dubia aenea*-Larven ein. Die Literatur nennt keine Freilandfunde oder Versuchsinfektionen mit *R. melolonthae* bei dieser Art (vgl. Einleitung).

d) *A.(P.) horticola*

Diese Art fand sich im Freilandmaterial zahlreicher Befallsflächen. Nur in zweien davon erhielten wir natürlich infizierte Larven (insgesamt drei), die bereits sechs Tage nach Zuchtbeginn abstarben. Die *Melolontha*-Populationen der beiden Fälle, in denen die rickettsiösen *A.(P.) horticola*-Larven auftraten, hatten eine erhebliche *R. melolonthae*-Mortalität. Infektionsversuche führten wir hier nicht durch. Nach anderen Autoren (vgl. Einleitung) sind sie positiv verlaufen.

e) *Onthophagus* sp.

Keine der wenigen, nur gelegentlich bei Grabungen in Lorsch gefundenen *Onthophagus*-Larven erkrankte in den Zuchten an der Rickettsiose. Unter den *Melolontha*-Larven der fraglichen Flächen war die Seuche vorhanden (Tab. 1). Im Infektionsversuch gingen drei der fünf hierfür verfügbaren Tiere ein, jedoch waren Rickettsien im mikroskopischen Bild relativ schwach vertreten.

IV. Diskussion

Der Anteil der hier behandelten fünf Lamellicornia-Arten an der Gesamtpopulation war im Material aller Grabungen überwiegend gering. Ebenso lag ihre Befallsdichte meist niedrig, und nur selten traten die Arten in mehreren Jahren hintereinander im gleichen Gebiet auf. Der Häufigkeit nach steht *A.(P.) horticola* an erster Stelle, es folgen *M.(S.) brunnea*, *A. dubia aenea* und *A. solstitiale*. *Onthophagus* sp. fand sich nur in wenigen Stücken. Mit *R. melolonthae* natürlich infizierte und in den Zuchten abgestorbene Larven lagen bei *A. solstitiale*, *A.(P.) horticola* und *M.(S.) brunnea* vor. Unter Larven von Populationen außerhalb des Forstgebietes von Lorsch trat die Seuche nicht auf (siehe Tab. 1).

Überall dort, wo die genannten Arten natürlich infiziert waren, fand sich die Rickettsiose auch unter den am gleichen Ort und zur gleichen Zeit gegrabenen *Melolontha*-Larven. Die Mortalität war jedoch bei Haupt- und Begleitart nicht gleichartig niedrig oder hoch. Im Infektionsversuch (peroral) mit aus *Melolontha*-Larven stammenden Erregern erkrankten Larven von *A. solstitiale*, *A. dubia aenea*, *M.(S.) brunnea* und *Onthophagus* sp. zu 20—69%. Der mikroskopische Befund (lichtoptisch) war bei *Melolontha*- wie Begleitlarven gleichartig.

Es liegt also nahe anzunehmen, daß im Freilandboden die Maikäfer-Rickettsiose von abgestorbenen *Melolontha*-Larven auf andere Lamellicornia-Arten übergehen kann.

Zusammenfassung

Grabungen in *Melolontha* spp.-Befallsflächen des Forstamts Lorsch, angrenzender Waldgebiete und landwirtschaftlicher Flächen Südwestdeutschlands erbrachten folgende Lamellicornia-Begleitarten: *Amphimallon solstitiale* (L.), *Anomala dubia aenea* (DE G.), *A. (Phyllopertha) horticola* (L.), *Maladera (Serica) brunnea* (L.) und *Onthophagus* sp. Sie wurden wie die *Melolontha*-Larven im Laboratorium weitergezogen und dabei insbesondere auf natürliche Infektion durch *Rickettsiella melolonthae* (KRIEG) PHILIP geachtet. Diese fand sich bei *A. solstitiale*, *A.(P.) horticola* und *M.(S.) brunnea*. Infektionsversuche (peroral) mit Erregern aus *Melolontha*-Larven bestätigten deren Empfindlichkeit gegenüber *R. melolonthae* und erweiterten den Wirtskreis der Rickettsie auf die Art *A. dubia aenea*. Natürlich infizierte Larven der genannten Lamellicornia-Arten traten nur dort auf, wo die Seuche auch unter den *Melolontha*-Larven vorhanden war. Sie dürfte sich im Erdboden von Toten der Hauptart auf Larven der Begleitarten verbreitet haben.

Summary

Forestal and agricultural areas of South-West Germany, infested with larvae of *Melolontha melolontha* (L.) and *M. hippocastani* F., showed generally low and occasionally higher numbers of the following accompanying Lamellicornia species: *Amphimallon solstitiale* (L.), *Anomala dubia aenea* (DE G.), *A. (Phyllopertha) horticola* (L.), *Maladera (Serica) brunnea* (L.) and *Onthophagus* sp. They all were reared in the laboratory and specially investigated for natural infection by *Rickettsiella melolonthae* (KRIEG) PHILIP, an important mortality factor among *Melolonthae*-larvae in the forest of Lorsch. This infection occurred naturally in *A. solstitiale*, *A. (P.) horticola* and *M. (S.) brunnea*. Laboratory experiments confirmed the infectivity of *R. melolonthae* for the mentioned species and included also *A. dubia aenea* and *Onthophagus* sp., species of which no natural infestation was known before. The larvae were only naturally infested in areas where the disease occurred among the *Melolontha*-larvae. It probably spread from dead animals of the main species in the soil to larvae of the accompanying lamellicorns.

Резюме

В результате раскопок в местах, пораженных майским хрущом (*Melolontha* spp.) в лесничестве Лорш, прилегающих лесных местностях и сельскохозяйственных областях Юго-Западной Германии были найдены следующие сопутствующие роду *Lamellicornia* виды: *Amphimallon solstitiale* (L.) *Anomala dubia aenea* (DE G.), *A. (Phyllopertha) horticola* (L.), *Maladera (Serica) brunnea* (L.) и *Onthophagus* sp. В лаборатории их продолжали выращивать также, как и личинки майского хруща и при этом особенно следили за естественной инфекцией *Rickettsiella melolonthae* (KRIEG) РИЛИП. Инфекция была найдена у *A. solstitiale*, *A. (P.) horticola* и *M. (S.) brunnea*. Опыты по инфекции (пероральной) возбудителями из личинок майского хруща подтвердили восприимчивость личинок майского хруща к *R. melolonthae* и расширили круг поражаемых возбудителем *Rickettsiella* организмов за счет *A. dubia aenea*. Зараженные естественным путем личинки названных видов рода *Lamellicornia* появлялись только там, где имелаась эпидемия личинок майского хруща. Возможно, что она передавалась в почве через отмершие организмы основного вида на личинки сопутствующих видов.

Literatur

- HURPIN, B., Observations pathologiques sur les maladies à rickettsies des larves de Scarabaeidae. Verh. XI. Int. Kongr. Ent. (Wien, 1960), 2, 875—880, 1962.
- KORSCHESKY, R., Bestimmungstabelle der häufigsten deutschen Scarabaeidenlarven. Arb. physiol. angew. Ent. Berlin-Dahlem, 7, 41—52, 1940.
- KRIEG, A., Vergleichende taxonomische, morphologische und serologische Untersuchungen an insektenpathogenen Rickettsien. Ztschr. Naturforsch., 13b, 555—557, 1958.
- , Grundlagen der Insektenpathologie. Darmstadt, 1961.
- , Virus- und Rickettsien-Erkrankungen bei Lamellicorniern. Ztschr. Parasitenk., 21, 309—320, 1962.
- LANGENBUSCH, R., Quantitative Untersuchungen über die Fraßgiftwirkung des Hexachlorcyclohexans und des DDT. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 3, 177—185, 1951.
- NIKLAS, O. F., Standorteinflüsse und natürliche Feinde als Begrenzungsfaktoren von *Melolontha*-Larvenpopulationen eines Waldgebietes (Forstamt Lorsch, Hessen), (Coleoptera: Scarabaeidae). Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, Heft 101, 60 pp., 1960.
- SUBKLEW, W., Zur Kenntnis der Larven der Melolonthinae. Ztschr. Pfl.krankh., 47, 18—34, 1937.