

ISSN 0073-8417

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

SEKTION

BIOLOGIE

SERIE 14 · NUMMER 30 · 1981

FILM E 2564

Pityogenes chalcographus (Ipidae)
Lebenszyklus



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

Angaben zum Film:

Stummfilm, 16 mm, farbig, 251 m, 23 min (24 B/s). Hergestellt 1979, veröffentlicht 1981. Das Filmdokument ist für die Verwendung in Forschung und Hochschulunterricht bestimmt. Veröffentlichung aus dem Institut für Forstzoologie der Universität Göttingen, Arbeitsgruppe Ethologie, G. GRIES, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. D. HAARHAUS; Kamera und Schnitt: H. WITTMANN.

Zitierform:

GRIES, G., und INST. WISS. FILM: *Pityogenes chalcographus* (Ipidae) – Lebenszyklus. Film E 2564 des IWF, Göttingen 1981. Publikation von G. GRIES, Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 14, Nr. 30/E 2564 (1981), 12 S.

Anschrift des Verfassers der Publikation:

G. GRIES, Institut für Forstzoologie der Universität Göttingen, Arbeitsgruppe Ethologie, D-3400 Göttingen.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion MEDIZIN

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

Sektion PSYCHOLOGIE · PÄDAGOGIK

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgeber: H.-K. GALLE · Schriftleitung: E. BETZ, I. SIMON

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftliche Ergänzung zu den Filmen des Instituts für den Wissenschaftlichen Film und der *Encyclopaedia Cinematographica*. Sie enthalten jeweils eine Einführung in das im Film behandelte Thema und die Begleitumstände des Films sowie eine genaue Beschreibung des Filminhalts. Film und Publikation zusammen stellen die wissenschaftliche Veröffentlichung dar.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN werden in deutscher, englischer oder französischer Sprache herausgegeben. Sie erscheinen als Einzelhefte, die in den fachlichen Sektionen zu Serien zusammengefaßt und im Abonnement bezogen werden können. Jede Serie besteht aus mehreren Lieferungen.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film
Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen
Tel. (0551) 2022 02

GERHARD GRIES, Göttingen, und INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM,
Göttingen:

Film E 2564

Pityogenes chalcographus (Ipidae) – Lebenszyklus

Verfasser der Publikation: GERHARD GRIES

Inhalt des Films:

Pityogenes chalcographus (Ipidae) – Lebenszyklus. Ein Kupferstechermännchen sucht auf einer Fichte eine geeignete Stelle zum Einbohren. In der Bast-schicht des Baumes legt es eine Rammelkammer an. Gegen den Widerstand des Männchens dringen mehrere Weibchen in die Rammelkammer ein. Sie kopulieren mit dem Männchen und nagen dann von der Rammelkammer ausgehend Muttergänge mit Einischen. Jeweils nach der Eiablage werden diese Nischen mit Fraßkrümeln zugestopft. Die Larvengänge enden in einer Puppenwiege. Hier erfolgen die Puppen- und Imaginalhäutung. Nach dem Reifungsfraß nagt der Käfer eine Öffnung und verläßt die Rinde. Dann fliegt er vom Stamm ab.

Summary of the Film:

Pityogenes chalcographus (Ipidae) – Cycle of Life. On an spruce a male *Pityogenes chalcographus* is looking for a suitable place for boring. It bores a mating chamber in the phloem of the trunk. Against the resistance of the male, several females are forcing their way into the mating chamber. They copulate with the male and bore side galleries with niches for eggs. After every single oviposition they close the niche with crumbs. The larva tunnels end in a cell occupied by the pupa. Here the pupitation and the imaginal hatching take place. After the maturing eating the beetle bores an opening and leaves the bark. Then it takes off from the trunk.

Résumé du Film:

Pityogenes chalcographus (Ipidae) – Cycle de la vie. Le *Pityogenes chalcographus* cherche une place convenable sur un épicéa pour se forer. Dans la couche libérienne de l'arbre il installe une chambre d'accouplement. Malgré la résistance du mâle plusieurs femelles pénètrent dans la chambre d'accouplement. Elles copulent avec le mâle et puis elles rongent des galeries maternelles avec des niches de ponte partant de la chambre d'accouplement. Chaque fois après

que la ponte est terminée, ces niches sont fermées par des miettes du manger. Les galeries la-vaires se terminent en formant un berceau de nymphose. Ici se produisent la mue de la nym-
phe et la mue pour devenir un escarbot. Après le manger de maturation l'escarbot ronge une
ouverture et sort de l'écorce. Puis il quitte le tronc et s'envole.

Allgemeine Vorbemerkungen

Mit einer Körperlänge von 1,8–2 mm ist der Kupferstecher (*Pityogenes chalcogra-
phus L.*) einer der kleinsten der etwa 2000 Arten umfassenden Käferfamilie Ipsidae.
Als Rindenbrüter legt er seine Brutsysteme in der Bast-schicht des Baumes an. Die
Fraßgänge der Imagines und Larven beschädigen bzw. unterbrechen die Leitungs-
bahnen im Phloem und führen zu einer physiologischen Schwächung (ESCHERICH
[4], CHARARAS [3]), bei starkem Befall zum Absterben des Baumes, da die Wurzeln
nicht mehr mit Assimilaten versorgt werden können. In jüngeren Fichtenbeständen
allein, in Altbeständen oft zusammen mit dem Buchdrucker (*Ips typographus L.*) ge-
langt der Kupferstecher zu wirtschaftlicher Bedeutung.

In der Regel hat er 2 Generationen im Jahr. Die erste Generation fliegt im April bis
Mai, sobald eine Temperatur von 16°C erreicht ist (VITE [10]). Die 2. Generation
schwärmt von Mitte Juli bis Ende August. Nach Anlage eines Brutsystems kann ein
Regenerationsfraß erfolgen und sich eine 2. Brut, die Geschwisterbrut, anschließen.
Die Entwicklung vom Ei bis zur Imago dauert unter günstigen Verhältnissen unge-
fähr 3 Wochen. Die Überwinterung erfolgt als Larve, Puppe oder Imago
(SCHWERDTFEGER [9]).

Männchen und Weibchen sind auf Grund eines Sexualdimorphismus gut zu unter-
scheiden (ALTUM [1]; WACHTL [12]; RATZEBURG [8]). Das auffälligste Unterschei-
dungskriterium ist die Be-zahnung der Flügeldeckenabstürze, die beim Männchen
stärker ausgeprägt ist.

a) Besiedlung des Wirtsbaumes

Von den Koniferen gehen flüchtige Substanzen aus, die auf den Borkenkäfer anlok-
kende Wirkung haben können (CHARARAS [3], KANGAS [5], [6], VITE and PITMANN
[11]). Beschädigungen des Wurzelsystems (Sturmschäden), des Stammes (Wild-,
Fäll- und Rückeschäden), der Krone (Insektenfraß und Schneebruch), anhaltende
Trockenheit u. a. Faktoren beeinflussen negativ die Vitalität des Baumes (POSTNER
[7]) und verändern die Zusammensetzung und damit die Intensität volatiler Stoffge-
mische der Rinde. Durch diese primären Lockstoffe werden männliche Individuen
des Kupferstechers ange- lockt. Sie bohren sich in das Bruts- substrat ein und wandeln
dabei wirtseigene Terpenoide in sog. Pheromone um. Der Ausgangsort der Phero-
mone ist der Enddarm (BORDEN und STOKING [2]). Mit der Abgabe der Faeces frei-
gesetzt bedingen die Pheromone den verstärkten Anflug schwärmender Männchen
und vor allem Weibchen, der den Widerstand des Wirtes endgültig zu überwinden
hilft und zur Bildung von Brutkolonien führt.

b) Anlage der Rammelkammer

Nach dem Dispersionsflug sucht das Männchen auf der Rinde eine geeignete Stelle zum Einbohren. Dann legt es wie andere polygame Rindenbrüter eine Rammelkammer an, in der später die Kopulationen stattfinden. Die bei der Fraßtätigkeit anfallenden Krümel werden in der Peripherie des Einbohrloches abgelagert. Sie kennzeichnen den Ort der entstehenden Rammelkammer. Nach deren Fertigstellung verschließt das Männchen mit dem Flügelabsturz das Einbohrloch.

c) Eindringen der Weibchen in die Rammelkammer

Die Weibchen suchen eine durch pheromonhaltige Krümel gekennzeichnete Eingangspforte einer Rammelkammer. Das Weibchen stößt den Absturz des Männchens an und versucht, das Männchen in die Rammelkammer zu drücken. Dabei schnellt es wiederholt mit dem Kopf vor und beißt das Männchen mit den Mandibeln. Das Männchen seinerseits stemmt sich dem Druck entgegen, bewegt sich aber langsam ins Innere der Rammelkammer, so daß das Weibchen nachrücken kann. Bereits vollständig eingedrungen, kann das Weibchen wiederholt nach außen gedrückt werden. In der Rammelkammer preßt das Männchen mit dem Kopf oder Abdomen das Weibchen gegen die Rammelkammerwand. Ist die Cuticula des Weibchens unzureichend sklerotisiert, kommt es dabei zu Verformungen und Verletzungen. Das Männchen kopuliert nur mit den Weibchen, die kräftig genug sind, in die Rammelkammer einzudringen und das „Andrücken“ unbeschädigt überstehen. Diese „Vitalitätskontrolle“ scheint zu gewährleisten, daß sich nur vitale Weibchen fortpflanzen.

d) Kopulation

Die Kopulationen finden in der Rammelkammer und in den Muttergängen statt, wobei die gleichen Partner mehrfach kopulieren; eine einzige Kopulation aber genügt, um sämtliche vom Weibchen abzulegenden Eier zu befruchten (SCHWERDT-FEGER [9]).

Bei der Kopulation in der Rammelkammer fordert das Männchen das Weibchen zur Paarung auf, indem es dessen Absturz mit dem Kopf anstößt. Ist das Weibchen paarungsbereit, bewegt es sich ein wenig rückwärts, worauf sich das Männchen dreht und zu kopulieren sucht. Bei suchenden Bewegungen des Hinterleibes „betrillert“ es mit den Beinen den weiblichen Abdominalbereich. Erst dann, wenn das Weibchen seine Körperstellung entsprechend verändert, kann die Penetration erfolgen, bei der die Käfer etwa einen rechten Winkel bilden.

Während der Paarung vergrößert sich dieser Winkel, und das Betrillern unterbleibt. Ein Teil des männlichen Kopulationsorganes schwillt außerhalb der Vagina rhythmisch an, ein Zeichen dafür, daß das Ejakulat nicht gleichmäßig fließt. Nach einer Kopulationsdauer von 2–3 Minuten zieht das Männchen das Weibchen an sich heran, und „betrillert“ erneut dessen Hinterleib. Dann richtet es die Vorderbrust bauchwärts, streckt den Kopf weit vor und trennt sich vom Weibchen.

Zur Kopulation im Muttergang läuft das Männchen zunächst in den entsprechenden Gang und fordert dort das Weibchen zur Paarung auf (s. o.). Das paarungsbereite Weibchen folgt dem Männchen bis an den Rand der Rammelkammer, wo es zur Penetration kommt.

e) Eiablage

Ausgehend von der Rammelkammer entstehen radspeichenartig die Muttergänge, wobei die Anzahl der Muttergänge in der Regel der Zahl der fressenden Weibchen gleichzusetzen ist (durchschnittlich 3–7). Das bei der Fraßtätigkeit mit Hilfe der Oberkiefer abgeessene Material wird von den Unterkiefern übernommen. Nährstoffreiches Gewebe führen sie in die Mundöffnung, nährstoffarmes formen sie zu Krümeln, die aus dem Muttergang heraustransportiert werden.

Jeweils in der Spitze des Mutterganges entstehen die Einischen, die nach oben, unten oder abwechselnd oben und unten angelegt werden. Nach ihrer Fertigstellung sucht das Weibchen rückwärts die Rammelkammer auf, wendet, läuft wiederum rückwärts zur Einische zurück und legt das Ei dort unmittelbar ab. Das austretende Ei berührt zunächst immer die Außenwand der Einische. Daraufhin krümmen sich die Hinterleibssegmente bauchwärts und führen das Ei dadurch so, daß seine Berührungsfläche mit der Nischenwand maximal wird, bevor es die Vagina vollständig verlassen hat. Während des Austritts nimmt das Ei an Volumen zu und geht von der zunächst runden in die ellipsoide Form über. Unmittelbar nach der Ablage drückt das Weibchen mit der Hinterleibsspitze das Ei an die Nischenwand an, wobei sich die elastische Eioberfläche verformt.

Daraufhin läuft das Weibchen erneut in die Rammelkammer, wendet und kehrt unverzüglich zum abgelegten Ei zurück. Es beißt nun von der übrigen Rinde Substrat ab, formt dies zu Krümeln und verschließt damit die Einische. Diese Krümel befördert das Weibchen im wesentlichen mit den Unterkiefern. Am Boden des Mutterganges liegende Krümel schiebt es aber auch mit den Vorderbeinen in die Nische. Bereits während seiner Fraßtätigkeit drückt das Weibchen in der Nische abgelegtes Material, je nach Lage der Nische, mit der Tibia des rechten oder linken Vorderbeines kontinuierlich zusammen. Ist die Einische nahezu vollständig gefüllt, stemmt es die Beine in die gegenüberliegende Wand und drückt auch mit dem Halsschild gegen die Krümel in der Nische. So entsteht ein kompakter Verschuß.

f) Säubern des Brutsystems von Fraßkrümeln

Die bei der Fraßtätigkeit anfallenden Krümel transportiert das Weibchen aus dem Muttergang heraus. Zunächst aber muß es die Krümel hinter sich bringen. Dazu erfaßt es die Krümel mit den Mundwerkzeugen, führt sie durch eine „nickende“ Bewegung des Kopfes etwa bis zum Mesothorax und schiebt sie dann mit Hilfe „scharrender“ Bewegungen der Beine unter sich nach hinten weg. Bei dem weiteren Rücktransport aus dem Muttergang lassen sich verschiedene „Techniken“ unterscheiden. Zu einem Klumpen zusammengeklebte Krümel werden mittels des Absturzes rückwärts geschoben, wobei die bauchseitige Krümmung der letzten Hinterleibssegmenten

te die Schubfläche wesentlich vergrößert. Einzelne Krümel werden durch abwechselndes Vorstoßen der Beine von den Tarsen getroffen und so zurückgestoßen. Beide Techniken sind in der Regel miteinander kombiniert.

Das Männchen beteiligt sich an der Reinigung des Brutsystems. Immer wieder läuft es in die einzelnen Muttergänge, übernimmt dort die angesammelten Krümel und transportiert sie in gleicher Weise wie die Weibchen aus dem Gang heraus.

Die Säuberung der Rammelkammer obliegt allein dem Männchen. Dabei befördert es das aus den Muttergängen herangeführte Substrat im wesentlichen nur mit den Beinen weiter und setzt erst kurz vor dem Einbohrloch das Abdomen mit ein.

g) Larvenstadium

Ist die embryonale Entwicklung abgeschlossen, zerbeißt die Eilarve das Chorion und nimmt ihre Fraßtätigkeit auf. Die Larve ist apod, eucephal, bauchwärts leicht gekrümmt, bis auf die gelblichbraune Kopfkapsel nur schwach chitinisiert, daher weich und von weißlicher Farbe. Fehlende Brustfüße sind durch kräftige Wülste ersetzt, die der Larve eine gute Fortbewegungsmöglichkeit erlauben. Die Mundwerkzeuge sind vom beißenden Typ mit kräftig ausgebildeten Mandibeln und Maxillen. Im Gegensatz zur Imago frißt sich die Larve regelrecht durch das Substrat hindurch. Das sich hinter ihr ansammelnde Material besteht daher ausschließlich aus Faeces, die sie jeweils in unregelmäßigen Abständen nach vorheriger Körperdrehung mit dem Kopf zusammendrückt. Die Larvengänge entstehen mehr oder minder senkrecht zum Muttergang, wobei die Gänge durchaus geschlängelte Formen aufweisen können, sich aber nur selten überschneiden.

h) Puppenstadium

Die Larvengänge enden in einer Erweiterung, der sog. Puppenwiege. Nach ihrer Fertigstellung geht die Aktivität der Larve deutlich zurück. In der Vorpuppenphase verharrt sie in völliger Ruhe. Bereits vor der Puppenhäutung ist durch eine innere Metamorphose die Gestalt der Puppe fertiggestellt, die aber erst nach dem Abstreifen der Larvencuticula sichtbar wird. Mit dem Schlüpfen der Imago ist die Jugendentwicklung abgeschlossen.

i) Reifungsfraß

Ausgehend vom Ort der Imaginalhäutung führt die Imago einen Reifungsfraß aus (im Film nicht gezeigt). In dieser Phase wird der Käfer geschlechtsreif und flugfähig. Seine Cuticula erfährt eine Sklerotisierung, auf Grund derer sie den geforderten Eigenschaften der Druck- und Reißfestigkeit sowie der Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse entspricht (WEBER [13]). Es ist also eine Phase, in welcher das einzelne Individuum lebensfähig wird bzw. werden kann.

Nach Beendigung des Reifungsfraßes ist das alte Brutssubstrat häufig nur noch wenig für eine weitere Besiedlung geeignet. Meist müssen deshalb neue Wirtsbäume aufgesucht werden. Dazu führen die Käfer einen mehr oder minder ausgedehnten Dispersionsflug aus.

Filmbeschreibung

1. Ein Männchen läuft an einem Astabbruch vorbei.
2. Das gleiche Männchen prüft nahe der Hirnfläche des Stammes das Brutsubstrat.
3. Das Männchen läuft erneut auf der Rinde umher.
4. Es beginnt, sich in die Rinde einzubohren. Erste feine Fraßkrümel sind bereits vorhanden.
5. Das Männchen hat sich bereits bis zum Prothorax eingebohrt.
6. Zwei Männchen bohren sich nebeneinander ein. Vom Männchen rechts ist nur noch das Abdomen sichtbar.
7. Unterhalb eines Einbohrloches hat sich ein Häufchen von Fraßkrümeln angesammelt. Im Einbohrloch erscheint der Absturz des Männchens.
8. Innenansicht: Anlage der Rammelkammer durch ein Männchen.
9. Innenansicht Rammelkammer: Das Männchen frisst einen fingerartigen Fortsatz. Daraufhin läuft es rückwärts zum Einbohrloch.
10. Fraßkrümel umgeben den Eingang einer Rammelkammer, der durch den Absturz des Männchens verschlossen ist. Es nähert sich ein Weibchen. Bevor es den Absturz des Männchens anstoßen kann, verschwindet das Männchen mehrfach im Einbohrloch, um jedoch sofort danach wieder zu erscheinen.
11. Innenansicht Rammelkammer: Das Männchen sucht mit den Beinen Halt und führt dann federnde Bewegungen aus, wobei es sich in einem durch den Halt der Beine vorgegebenen Spielraum vor- und zurückbewegt. Da es sukzessive weiter ins Innere der Rammelkammer rückt und auch auf der Glasplatte kaum Halt findet, kann das Weibchen nachfolgen. Es schnellert dabei wiederholt mit dem Kopf vor und beißt das Männchen. Nachdem das Weibchen vollständig eingedrungen ist, wendet das Männchen in dem oberen fingerartigen Fortsatz. Mit dem Kopf schiebt es das Weibchen ein kleines Stück zurück, worauf dieses zum Einbohrloch zurückläuft. Daraufhin wird es vom Männchen mit dem Absturz nach außen gedrückt.
12. Das Weibchen erscheint auf der Rindenoberfläche, verschwindet aber erneut im Einbohrloch.
13. Innenansicht Rammelkammer: Das Männchen versucht, sich dem Weibchen entgegenzustemmen und läuft dabei in den unteren fingerartigen Fortsatz. Das Weibchen folgt, indem es das Männchen wiederum mehrfach beißt. In dem Fortsatz dreht sich das Männchen in der Körperlängsachse, bewegt sich dann rückwärts und drückt so das Weibchen bis zum Mesothorax nach außen. Danach sucht es den oberen Fortsatz auf. Das Weibchen folgt erneut, kehrt aber von selbst zum Einbohrloch zurück. Das Männchen stößt nach und drückt mit dem Absturz das Weibchen nach außen.
14. Wie Nr. 12
15. Innenansicht Rammelkammer: Das Männchen drückt ein Weibchen gegen die Rammelkammerwand. Danach läuft das Männchen zum Einbohrloch.
16. Um den Eingang einer Rammelkammer haben sich Krümel zu einem Häufchen angesammelt. Ein Weibchen läuft in dieses Krümelhäufchen hinein. Dabei beseitigt es Krümel durch Pendelbewegungen des Körpers und strampelartige Bewegungen

der Beine. Gegen den Widerstand des Männchens (nicht sichtbar) dringt das Weibchen ein.

17. Innenansicht Rammelkammer: In dem fingerartigen Fortsatz und im Muttergang fressen jeweils ein Weibchen. Das Männchen läuft in den Muttergang und stößt den Hinterleib des Weibchens wiederholt an. Das Weibchen folgt dem Männchen. Hat das Weibchen den Rand der Rammelkammer erreicht, wendet das Männchen und sucht zu kopulieren. Die Penetration kann jedoch erst erfolgen, nachdem das Weibchen seine Körperstellung entsprechend verändert hat.

18. Nach der Penetration wird das Männchen vom Weibchen etwas weiter in den Muttergang hineingezogen. Das in dem fingerartigen Fortsatz fressende Weibchen bewegt sich rückwärts und drückt mit dem Absturz gegen den Thorax des Männchens. Bei jeder Ejakulation (nicht sichtbar) werden die Fühlerkeulen von der Kopfkapsel weggedreht.

19. Das Männchen zieht das Weibchen bis an den Rand der Rammelkammer. Dort verringert es den Paarungswinkel und trennt sich vom Weibchen. Noch in der Bewegung des Lösens wird der Penis wieder eingezogen. Nach erfolgter Kopula verharrt das Männchen, während das Weibchen die Spitze des Mutterganges wieder aufsucht.

20. Durch strampelnde Bewegungen der Beine führt das Männchen Krümel unter dem Körper weg und transportiert sie zum Einbohrloch.

21. Mit Hilfe des Absturzes und der hinteren Beine werden Krümel aus dem Einbohrloch herausgedrückt und auf der Rindenoberfläche abgelagert.

22. Das Männchen fordert das zweite Weibchen zur Paarung auf, indem es den Kopf gegen ihren Hinterleib drückt. Das Weibchen bewegt sich ein wenig rückwärts, worauf das Männchen sich zu drehen beginnt.

23. Das Männchen bemüht sich, zu kopulieren. Bei den suchenden Bewegungen des Hinterleibes betriillert es mit den Beinen den Abdominalbereich des Weibchens. Währenddessen läuft das andere Weibchen den Muttergang zurück, drückt mit dem Absturz gegen das Männchen, sucht dann aber wieder die Spitze des Ganges auf. Das zur Paarung aufgeforderte Weibchen verändert die Körperstellung für die bevorstehende Penetration. Mit Hilfe stoßender Bewegungen des Hinterleibes sucht das Männchen den Penis einzuführen.

24. Penetration und Beginn der Kopula.

25. Während der Kopula wird der Paarungswinkel vergrößert. Das Männchen streckt die Kopfkapsel rhythmisch vor und zurück.

26. Ein Teil des männlichen Kopulationsorganes schwillt außerhalb der Vagina rhythmisch zu einem blasigen Gebilde an.

27. Das Männchen zieht das Weibchen an sich heran und betriillert dabei mit den Beinen dessen Hinterleib. In dem Bestreben, sich vom Weibchen zu trennen, richtet es die Vorderbrust bauchwärts und streckt den Kopf weit vor. Unmittelbar nach der Trennung attackiert das Männchen mit den Mandibeln den Absturz des Weibchens. Danach läuft es zum Einbohrloch, während das Weibchen den fingerartigen Fortsatz der Rammelkammer wieder aufsucht.

28. Von der Rammelkammer ausgehend entstehen drei Muttergänge.

29. Das Weibchen läuft in die Spitze eines Mutterganges. Nach einer Drehung in der Körperlängsachse formt es mit den Kiefern einen Fraßkrümel und befördert ihn durch eine „nickende“ Bewegung des Kopfes bis auf die Höhe des Prothorax.
30. Mit den Mandibeln beißt das Weibchen von der Rinde Substanz ab und frißt sie.
31. Es entsteht eine Einische. Die bei der Fraßtätigkeit angefallenen Krümel erfaßt das Weibchen mit den Mundwerkzeugen und führt sie durch eine „nickende“ Kopfbewegung etwa bis zum Prothorax. Gleichzeitig läuft das Weibchen den Muttergang zurück.
32. Zusammengeklebte Krümel transportiert das Weibchen mit Hilfe des Absturzes rückwärts.
33. Das Weibchen läuft den Muttergang zurück. Durch ständiges Vorstoßen der hinteren Beine werden Krümel von den Tarsen getroffen und so zurückgeschoben. Etwa in der Mitte des Ganges übernimmt das Männchen die Krümel. Dann stößt es mit dem Kopf den Hinterleib des Weibchens mehrfach an, worauf das Weibchen rückwärtslaufend das Männchen zurückschiebt. Gleichzeitig führt das Männchen durch die Tarsen die Krümel aus dem Muttergang heraus.
34. Das Weibchen vergrößert die Einische. Mit den Mandibeln beißt es Substrat von der übrigen Rinde ab.
35. Das Weibchen vergrößert die nahezu fertiggestellte Einische.
36. Mit Hilfe des Absturzes und der hinteren Beine transportiert das Weibchen Krümel aus dem Muttergang.
37. Der Hinterleib des Weibchens zeigt zur fertiggestellten Einische. In rhythmischen Bewegungsabläufen werden die Hinterleibssegmente bauchwärts gekrümmt. Erst kurz vor der Eiablage verhält sich das Weibchen ruhig. Das austretende Ei berührt zunächst die Außenwand der Einische. Daraufhin krümmen sich die Hinterleibssegmente bauchwärts und führen das Ei dadurch so, daß seine Berührungsfläche mit der Nischenwand maximal ist, bevor es die Vagina vollständig verlassen hat. Während des Austritts nimmt das Ei an Volumen zu und geht von der zunächst runden Form in eine ellipsoide über. Unmittelbar nach der Eiablage drückt das Weibchen das Ei mehrfach an die Nischenwand an, wobei die Eioberfläche verformt wird.
38. Das Weibchen sucht das eben abgelegte Ei auf.
39. Das Weibchen lagert Fraßkrümel in der Nische ab.
40. Das Weibchen transportiert mit den Mundwerkzeugen einen Krümel in die Nische und legt ihn dort ab. Während der folgenden Fraßtätigkeit drückt es mit der Tibia des rechten vorderen Beines Krümel in der Nische zusammen.
41. Das Weibchen formt mit den Mundwerkzeugen 2 Krümel, die beide in der Nische abgelegt werden. Währenddessen drückt es mit der Tibia abgelegte Krümel kontinuierlich zusammen.
42. Mit den Mandibeln beißt das Weibchen Substrat ab und frißt es. Daraufhin dreht es sich in der Körperachse so, daß das Halsschild zur Einische zeigt.
43. Das Weibchen dreht sich erneut in der Körperachse und verändert dann die Lage einzelner Krümel in der Nische.

44. Die in der Nische abgelegten Krümel werden mit dem Halsschild zusammengedrückt.
45. Während der Fraßtätigkeit hält das Weibchen die Fühlerkeule vor das Facettenauge.
46. Das Weibchen legt eine Einische nach oben an.
47. Die fertiggestellte Einische wird aufgesucht. Zur Eiablage muß sich das Weibchen zunächst in der Körperachse drehen. Es folgen wiederum (s. Nr. 37) rhythmische Bewegungsabläufe, bei denen jeweils die Hinterleibssegmente bauchwärts gekrümmt werden und sich die Geschlechtsöffnung erweitert. Bei nur geringer Krümmung der Hinterleibssegmente tritt das Ei aus. Der weitere Vorgang entspricht dem unter Nr. 37 beschriebenen.
48. Das Weibchen sucht das eben abgelegte Ei auf. Hat es die Einische erreicht, richtet es Vorderbrust und Kopf zum Ei hin aus und verharnt so etwa eine Sekunde. Danach nimmt es die Fraßtätigkeit auf und lagert Krümel in der Nische ab.
49. Das Weibchen bei seiner Fraßtätigkeit. Mit den Beinen werden die Krümel in die Nische befördert.
50. Mit den Mundwerkzeugen erfaßt das Weibchen in der Nische abgelegte Krümel und lagert sie um. Danach nimmt es die Fraßtätigkeit wieder auf.
51. Ausschnitt eines Mutterganges. Nach unten sind drei Einischen angelegt, die von links nach rechts enthalten: Ei, Eilarve und Larve, die bereits zu fressen begonnen hat.
52. Einische mit Ei. Die Nische ist mit Krümel verschlossen.
53. Die Eilarve zerbeißt mit den Mandibeln das Chorion.
54. Die Larve hat ihre Fraßtätigkeit aufgenommen.
55. Das vordere Ende eines Mutterganges. Die Einischen sind ausschließlich nach unten angelegt. Während die Larvengänge entstehen, kommt es zu Verfärbungen der Rinde.
56. Ausschnitt eines Mutterganges mit entstehenden Larvengängen. Die die Gänge ausfüllende Faeces der Larven läßt auf Grund unterschiedlicher Lagerungsdichte eine Struktur erkennen.
57. Zwei fressende Larven.
58. Ventralansicht einer fressenden Larve.
59. Zwei Puppenwiegen mit je einer Larve. Die Larve in der rechten Puppenwiege ist bereits in der Vorpuppenphase.
60. Die gleichen Puppenwiegen (s. Nr. 59), einen Tag später. Die Larve in der rechten Puppenwiege hat sich verpuppt, die zweite Larve ist nun in der Vorpuppenphase.
61. Puppe. Am Abdomen hängt die abgestreifte Larvencuticula.
62. Die Puppe (s. Nr. 61), einen Tag später.
63. Die Puppe (s. Nr. 61), zwei Tage später. Im Bereich der Mundwerkzeuge wird die Ausdifferenzierung imaginaler Teile sichtbar.
64. Imago. Im unteren Teil der Puppenwiege die abgestreifte Puppencuticula.
65. Imago (s. Nr. 64), einen Tag später. Ihre Ausfärbung hat begonnen.
66. Zwei Puppenwiegen (s. Nr. 59). Der ältere Käfer ist stärker ausgefärbt.

67. Käfer beim Ausbohren. Er erweitert die Öffnung, indem er von einer Rindenschuppe Material abbeißt.
68. Von den Mandibeln abgeschnittenes Substrat wird auf der Rindenoberfläche abgelagert.
69. Der Käfer streckt das linke vordere Bein aus dem Ausbohrloch. Gestützt auf die Tibia, die Kopfkapsel weit vorgestreckt, versucht er, sich aus der Öffnung herauszudrücken. Die Öffnung ist jedoch noch zu klein.
70. Der Käfer erweitert die Ausbohröffnung. Zwischenzeitlich schnellt er wiederholt mit Kopf und Vorderbrust vor.
71. Die Öffnung hat die erforderliche Größe erreicht. Der Käfer kommt zunächst nur so weit heraus, daß sein Abdomen noch im Loch verbleibt. Mit den Vorderbeinen „bestreicht“ er die Fühlerkeulen und verläßt erst hierauf die Öffnung vollständig.
72. Der Käfer entfaltet die Flügel für den Abflug. Da der Abflug nicht erfolgt, werden die Unterflügel wieder zusammengefaltet.
73. Vor dem Abflug zeigt der Käfer Drehungen im Kreis, wobei die Drehrichtung mehrfach geändert wird. Die Beine werden abwechselnd gehoben und wieder gesenkt. Nach dem Entfalten der Flügel vergeht ungefähr eine Sekunde bis zum Abflug.
74. Abflug eines Käfers von einem Aststummel.

Literatur

- [1] ALTUM, B.: Forstzoologie. III. Insekten. Berlin 1881.
- [2] BORDEN, J. H., and E. STOKKING: Secondary attraction in the Scolitidae. Canada Rept. Fish. and For. Inf. Rept. BC – X 57 (1971), 77 p.
- [3] CHARARAS, C.: Encyclopédie Entomologique A, Bd. 38, Paris 1962, 556 pp.
- [4] ESCHERICH, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. 2. Band. Hamburg 1923.
- [5] KANGAS, E.: Über die Orientierungsmechanismen der Borkenkäfer auf ihr Fortpflanzungsmaterial. Anz. Schädln. 41 (1968), 177–184.
- [6] KANGAS, E.: Untersuchungen über die Einwirkung der die Orientierung der Borkenkäfer leitenden chemischen Verbindungen im Baum. Z. a. E. 61 (1968), 353–364
- [7] POSTNER, M.: Scolitidae. In Schwenke: Die Forstschädlinge Europas, II. Hamburg 1972, 334–374.
- [8] RÄTZEBOURG, J. T. C.: Die Forstinsekten. I. Teil. Die Käfer. 1839.
- [9] SCHWERDTFEGGER, F.: Ein Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie des Borkenkäfers *Pityogenes chalcographus* L. Z. a. E. 15 (1929), 335–427.
- [10] VITÉ, J. P.: Ist die vorbeugende Begiftung von Fangbäumen zweckmäßig? AFZ 20 (1965), 438–439.
- [11] VITÉ, J. P., and G. P. PITMANN: Aggregation behaviour of *Dendroctonus brevicornis* in response to synthetic pheromones. J. Ins. Physiol. 15, (1969), 1617–1622.
- [12] WACHTL, F. A.: Über die Polyphagie der Tomicidengruppe aus der Familie der Scolytiden. Centrbl. f. d. ges. Forstwesen 1876.
- [13] WEBER, H.: Grundriß der Insektenkunde. 4. Auflage, Stuttgart 1966.