

- Gabe von 1,5 g (= 15 dz). Eine Mischung von 0,6 g Hederich-Kainit + 0,15 g Kalkstickstoff erzielte praktisch die gleiche Wirkung wie 0,2 g Kalkstickstoff.
3. Gegen Larven II zeigte Kalkstickstoff besonders in der gekörnten Form eine geringere Wirksamkeit.
 4. Vom Standpunkt der Düngung aus erscheint die Mischung von 6 dz Hederich-Kainit + 1,5 dz Kalkstickstoff als am besten geeignet.
 5. Nach Beobachtungen über Eiablage und Entwicklungsdauer der Eier und Junglarven sind Kalkstickstoff und das Gemisch innerhalb zwei Wochen nach beendeteter Eiablage, das ist während der beiden ersten Septemberwochen, zur Bekämpfung arwendbar.
 6. Die Kosten einer Bekämpfung mit Mineraldüngemitteln sind wesentlich höher als bei Anwendung von Gift-Kleie. Sie betragen für Kalkstickstoff 2 dz ha das 4,6 fache, für das Gemisch das 6,2 fache des Urania-grün-Kleiepreises.

Schrifttum.

- de Jong, W. H., Een studie over emelten en har bestrijding. Versl. Meded. Plantenziektenk. Dienst Wageningen, 42, 1—105, 1925.
- Gasow, H., Zur Bekämpfung der Schnakenlarven (*T. paludosa* Mgn. und *T. olivacea* L.) mit chemischen Mitteln. Landw. Jahrb., 77, 69—112, 1938.
- Maercks, H., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung schädlicher Tipuliden. Arb. physiol. angew. Ent. Berlin-Dahlem, 6, 222—257, 1939.
- Sellke, K., Biologische und morphologische Studien an schädlichen Wiesenschnaken (*Tipulidae*, *Dipt.*). Ztschr. wiss. Zool. (A) 148, 465—555, 1936.
- Beobachtungen über die Bekämpfung von Wiesenschnakenlarven (*Tipula paludosa* Meig. und *T. czizeki* de J.). Ztschr. angew. Ent., 24, 277 bis 284, 1937.
- Stolze, K. V., Ergebnisse von Versuchen zur Bekämpfung der *Tipula*, Oldenburg. Landwirtschaftsbl., 80, 384, 1932.

Zur Biologie von *Phthorimaea operculella* Zell. als Kartoffelschädling.

Von Erika von Winning,
Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.
(Mit 5 Textfiguren.)

I. Einleitung.

Durch den internationalen Kartoffelhandel ist die Gefahr der Verschleppung von *Phthorimaea operculella* Zeller, zu deutsch Kartoffelmotte, einer in tropischen und subtropischen Gebieten an Solanaceen, vor allem an Kartoffeln und Tabak als Schädling, teils sogar als Großschädling auftretenden Motte gegeben. Vor dem Weltkriege durchgeführte Einfuhrkontrollen bei den Zollämtern haben ergeben, daß dieser Schädling verschiedentlich durch Einfuhrsendungen von Kartoffeln nach Deutschland verbracht worden ist, die Fortentwicklung der eingeschleppten Entwick-

lungsstadien konnte jedoch nie beobachtet werden. Die Kartoffelmotte ist bisher in Deutschland weder auf dem Felde, noch in Kartoffellagern aufgetreten.

Die deutschen maßgebenden Behörden haben auf Grund der geographischen Verbreitung und der Tatsache, daß der Schädling trotz wiederholter Einschleppung sich in Deutschland nicht fortentwickelt hat, von besonderen gesetzlichen Maßnahmen zur Verhütung der Einschleppung von *Phthorimaea operculella* bisher Abstand genommen. Da jedoch experimentelle Untersuchungen und Versuche über die klimatische Begrenztheit der Ausbreitung und Einbürgerung der Kartoffelmotte in Deutschland noch nicht durchgeführt worden waren, wurde ich im Jahre 1933 von Oberregierungsrat Dr. Schwartz beauftragt, unter seiner Leitung in der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Zuchtversuche dieses Schädlings bei verschiedenen Temperaturen vorzunehmen.

Das für diese Versuche erforderliche Ausgangsmaterial von *Phthorimaea operculella* stellte die Plant Protection Section, Ministry of Agriculture in Cairo im Februar und März 1933 zur Verfügung.

Die fotografischen Unterlagen der Abbildungen nach Untersuchungsmaterial, das aus meinen Zuchten stammte, besorgte Herr Dr. Tomaszewski, dem ich herzlich für seine Bemühungen zu danken habe.

II. Taxonomie.

Die nach Hering, M. (1939) jetzt mit dem Namen *Phthorimaea operculella* Zeller bezeichnete, an Solanaceen, vor allem Kartoffeln und Tabak lebende Motte wurde in der Literatur unter verschiedenen Namen von verschiedenen Autoren beschrieben.

Synonyme:

Gelechia operculella Zeller

Gelechia solanella Meyrick

Gelechia solaniella Chambers

Gelechia tabacella Ragonot

Gelechia terella

Bryotropha solanella Boisduval

Lita solanella Olliff

Lita tabacella Ragonot.

Der deutsche Vulgärname des Kleinschmetterlings ist Kartoffelmotte. In der amerikanischen Literatur wird die Motte unter der Bezeichnung „Splitworm“ oder „Tobacco Leaf-Miner“ als Tabakschädling aufgeführt, unter den Namen „Potato Tuber Moth“ und „Potato worm“ als Kartoffelschädling. In Frankreich führt der Schädling die Bezeichnung „Teigne des Pommes de terre“. In Sumatra als Tabakschädling bekannt, wird die Motte als „Toa-Poh“ oder

„Toa-toh“ bezeichnet. Im Spanischen heißt das Insekt „Palomilla de la papa“.

III. Geographische Verbreitung.

Über die Weltverbreitung von *Phthorimaea operculella* Zell. liegen bis auf wenige Ausnahmen nur sehr allgemein gehaltene Angaben vor. Daher kann die beigegebene Verbreitungskarte (Fig. 1) auch nur einen grob umrissenen Überblick über die Klimabezirke geben, aus denen über Schädigungen an verschiedenen Solanaceenarten berichtet worden ist.

Selbst die Heimat der Kartoffelmotte ist umstritten. Eine kritische Betrachtung der verschiedenen Ansichten über den Ursprung von *Phthorimaea operculella* gibt Picard (9), der zu dem Schlusse kommt, daß vermutlich Amerika, die Heimat der Kartoffel, auch die Heimat dieses Schädlings sei. Von dort ist die Motte wahrscheinlich sehr früh nach Australien und Tasmanien verschleppt worden, dann nach Neuseeland gekommen, von wo aus sie mit Saatgut in die Mittelmeergebiete verbracht wurde. Ob Westindien von Neuseeland, oder, wie andere Autoren annehmen, von Italien aus durch befallenes Saatgut infiziert wurde, ist (nach Picard) schwer zu entscheiden. Auch Algier wird verschiedentlich als Heimat der Kartoffelmotte angeführt, ebenso wie Australien oder Tasmanien. Sollten Algier, Australien oder Tasmanien als Ursprungsland infrage kommen, so wäre daraus zu folgern, daß *Phthorimaea operculella* ursprünglich — ebenso wie der Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) — an wilden Nachtschattengewächsen gelebt hätte und erst später, bei Einführung der Kartoffel und des Tabaks diese als hauptsächliche Wirtspflanzen annahm. Ganz von der Hand zu weisen ist die Möglichkeit der Verschleppung der Kartoffelmotte von Tasmanien nach Amerika nach Picard nicht, denn es liegt ein ähnliches, nachgewiesenes Beispiel vor: die Verschleppung der Schildlaus *Icerya purchasi* Mask. von Australien nach Amerika, deren jetziges Verbreitungsgebiet etwa mit dem der *Phthorimaea operculella* übereinstimmt.

Das Ausbreitungsgebiet der Kartoffelmotte ist vornehmlich beschränkt auf Klimabezirke mit warmer, vorwiegend trockener Wetterlage. In Gegenden mit kalten und harten Wintern sind schwere Schädigungen an Solanaceenkulturen noch nicht beobachtet worden.

Die 10⁰ Jahresisothermen begrenzen das Ausbreitungsgebiet von *Phthorimaea operculella* sowohl im Süden wie im Norden. Die auf der Verbreitungskarte eingezeichneten Isothermen sind reduziert auf den Meeresspiegel, die tatsächlichen Isothermen verlaufen also in gebirgigen Gegenden etwas abweichend; dies interessiert vor allem für Deutschland. Nach den reduzierten Isothermen würden Teile von Süd- und Südostdeutschland in das Gebiet mit günstiger Prognose für das Gedeihen von

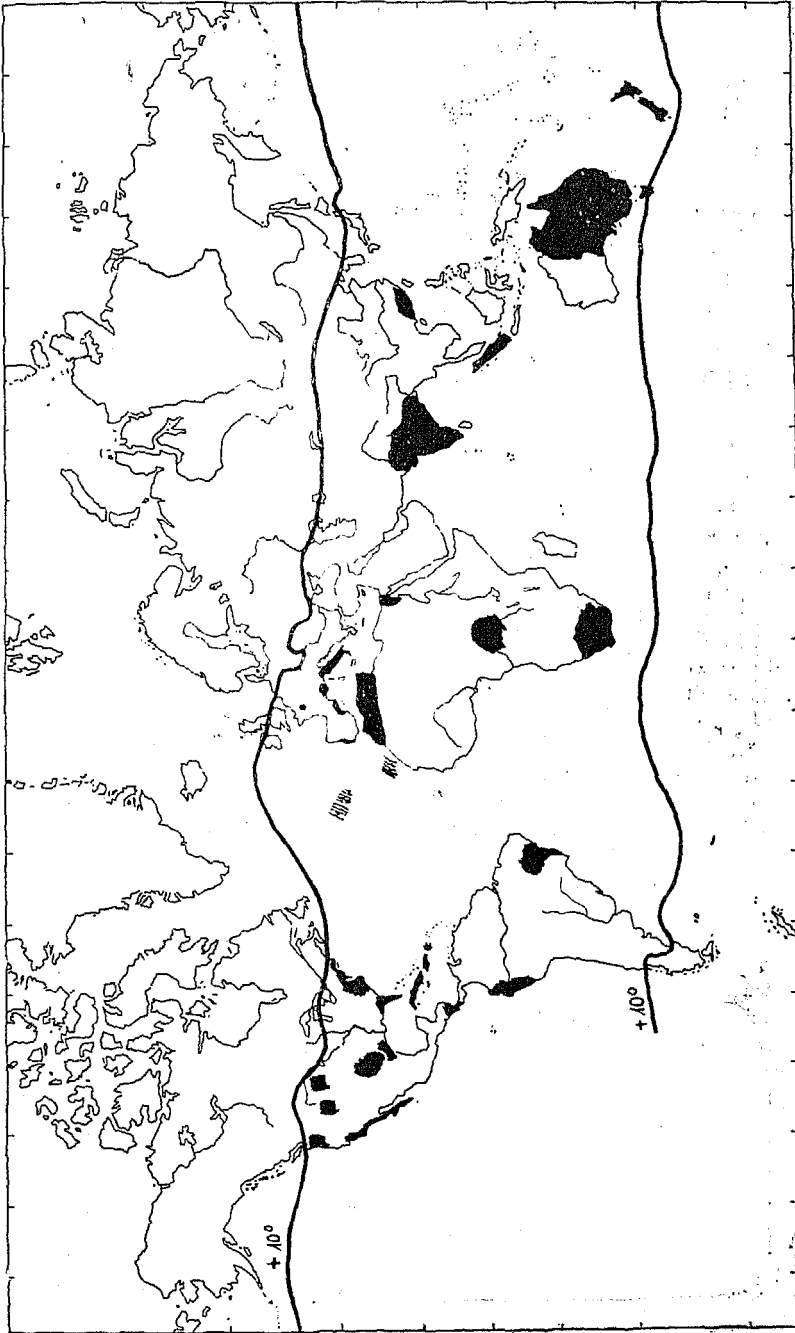


Fig. 1. Geographische Verbreitung von *Eukhorinaea operculata* Zell.

Phthorimaea operculella fallen. Da diese Gegenden jedoch erhebliche Höhen über dem Meeresspiegel aufweisen und somit die absoluten Temperaturen niedriger liegen als die gezeichneten Isothermen angeben, ist auch für diese Teile Deutschlands, ebenso wie für das übrige Reichsgebiet, nicht mit einer Einbürgerung von *Phthorimaea operculella* als Schädling zu rechnen. Die einzigen deutschen Städte, die eine Jahresdurchschnittstemperatur von $+10^{\circ}$ C aufweisen, sind Diedesfeld (Pfalz), Freiburg, Heidelberg, Koblenz, Köln, Ludwigshafen, Mainz, Mannheim, Oberlahnstein, Stuttgart und Worms. Demnach wäre für die Einbürgerung von *Phthorimaea operculella* die gleiche Prognose zu stellen, wie ich sie für die Einbürgerung des Nelkenwicklers (*Tortrix promubana*) (13) gestellt habe: es dürfte in Deutschland höchstens das Rheintal als gefährdet anzusehen sein, soweit das Auftreten des Schädlings an den Kartoffelpflanzen, d. h. also im Freiland infrage kommt. Picard hat bei seinen Untersuchungen in Montpellier mit Sicherheit kein Temperaturminimum feststellen können; jedoch glaubt er annehmen zu dürfen, daß bei Temperaturen unter 10° C keine Falter schlüpfen und die Raupen nicht mehr weiterwachsen.

IV. Methodik.

Einzelzuchten: In einer Petrischale, deren Boden mit einem Stück Fließpapier belegt war, wurde ein flaches Kartoffelstück mit der Schnittfläche nach unten gelegt, die Schale sodann mit einem Stück trockenen Cellophan bedeckt, das mittels Gummiband befestigt wurde. In das Cellophan wurden drei Einschnitte von etwa 8 cm Länge gemacht, die sich im Mittelpunkt trafen. Durch das so entstehende „Einsetzloch“ wurden ein ♀ und ein ♂ von *Phthorimaea operculella*, die mit Glasröhrchen abgefangen waren, durch leichtes Klopfen auf den Röhrchenboden, sobald die Öffnung des Röhrchens in den Zuchtraum hineinragte, eingesetzt. Die verwendeten Röhrchen waren 8,5 cm lang und hatten einen Durchmesser von 1,5 cm. Sie wurden mit Korkstopfen verschlossen, wobei am zweckmäßigsten nichtkonische Korke benutzt werden, damit beim Öffnen des Röhrchens die Falter nicht zwischen Glaswand und Kork verletzt werden können. Um ein frühzeitiges Austrocknen des Kartoffelstückes und ein Entweichen von Faltern zu verhüten, wurde der Petrischalendeckel über das Ganze gestülpt. Das teilweise Verschließen der Zuchtschale durch Cellophan zum Einsetzen der Falter war wegen der sehr großen Lebhaftigkeit und Geschwindigkeit der Falter erforderlich, bzw. erleichterte das rasche und sichere Arbeiten. Die so hergerichteten Schalen blieben bis zum Absterben der Falter stehen, außer wenn schon vor dem Eingehen der Falter Räumchen schlüpfreif wurden. Das Halten der Eiräumchen in den wie beschrieben hergerichteten Schalen war nicht zugänglich, weil die fadendünnen, winzigen Tiere entweichen können.

In den Fällen, in denen die tägliche Eiablage eines ♀ festgestellt werden sollte, wurden die Falter täglich in neue Schalen mit neuen Kartoffelstücken umgesetzt.

Sobald die Eier sich dunkelvioletts verfärbten — etwa 7 Tage nach der

Eiablage — sind die Eiräupchen schlüpfreif. Die unter dem Binocular ausgezählten Eier, die teils an dem Kartoffelstück, teils an dem Glas der Petrischale, sehr häufig auf dem Fließpapier, selten am Cellophan abgelegt wurden, verblieben auf den Unterlagen. Die offene Petrischale wurde mit einem Stück Cellophan, das naß gemacht und zwischen einem Tuch etwas abgetrocknet war, bedeckt. Darüber wurde die Oberschale gestülpt, das Cellophan vorsichtig straff gezogen, das Überstehende an die Unterseite der Unterschale fest angedrückt, wo es von selbst festklebte. Nach einigen Stunden ist die Cellophanmembran straff, spiegelblank und klar und klebt so fest auf dem Rande der Petrischale, daß das Entweichen der kleinen Eiräupchen ausgeschlossen ist. Die Cellophandecke ermöglicht zudem leicht das Beobachten der Zucht, auch unter der Lupe.



Fig. 2. Glaskasten zum Abfangen und Umsetzen der Falter. Fot. Schälöw.

Massenzuchten: Standgläser von etwa 12—16 cm Durchmesser und 14—18 cm Höhe wurden bis zu $\frac{3}{4}$ ihrer Höhe mit Kartoffelknollen besetzt und zum Teil mit einem Stück angefeuchteten Cellophan, dessen Ränder am Glase heruntergestrichen wurden, bedeckt. Nach dem Antrocknen des Cellophans waren die Gläser fest verschlossen. Durch Einschnitte in die Mitte der Bedeckung wurde ein Einsetzloch hergestellt, durch das je 20 bis 30 Falter (Verhältnis der ♀ zu den ♂ nach Möglichkeit 1:1) mit Abfangröhrchen eingebracht wurden. Über das Einsetzloch wurde eine kleine, umgestülpte Glaschale von etwa 3,5 cm Durchmesser und 1,5 cm Höhe gesetzt. Teilweise wurden die Standgläser auch mit Gazedeckeln zugedeckt, quadratischen Holzlähmchen, die mit Gaze bespannt waren. Beim Einbringen der Falter wurde der Deckel etwas angehoben und die Falter hineingeklopft. Das Entweichen von Faltern oder Raupen aus den Zuchtbehältern konnte durch diese Arten der Verschlüsse verhütet werden.

Etwa 14 Tage nach dem Ansetzen der Zucht konnte mit Sicherheit mit bloßem Auge das Vorhandensein zahlreicher Räupchen festgestellt werden; d. h. die Kartoffelknollen wiesen mehrere bis viele Stellen mit Kotablagerungen auf. Die Zuchten blieben ohne besondere Betreuung stehen bis die neuen Falter schlüpften. Zum Abfangen der Falter wurde der in meiner Arbeit über *Tortrix promubana* (13) beschriebene Kasten (Fig. 2) (nach H a s e und J a n i s c h) verwendet. Die gewählte Größe des Kastens von 40×45 cm vorderer Öffnung, 40×33 cm hinterer Glaswand und 33 cm Tiefe hat sich gut bewährt, da sie gestattet, bequem mit beiden Händen gleichzeitig im Kasten zu arbeiten und das Zuchtgefa darin aufzustellen. Durch die Schrangung der oberen Begrenzungsscheibe ist die bequeme Übersicht über den gesamten Innenraum des Kastens gewährleistet. Die vordere Öffnung des Kastens wurde durch ein Schiebefenster so begrenzt, daß unten nur ein Schlitz von 10 cm Höhe für die Hände offen blieb. Beim Arbeiten mit der positiv fototaktischen *Phthorimaea operculella* empfiehlt es sich, nicht weiße, d. h. zu helle, sondern farbige Laboratoriumskittel zu tragen, um das Anfliegen der Falter zu vermeiden. Wenn der wie beschrieben hergerichtete Kasten mit der hinteren Glaswand zum Licht steht, ist sicheres und gefahrloses Arbeiten gewährleistet.

Die mit frisch geschlüpften Faltern besetzten Zuchtgefae wurden in den Kasten gebracht und geöffnet, worauf die sehr lebhaften Falter sofort die Zuchtgefae verließen, im Kasten einige Zeit umherflogen und dann an den Glaswänden, vor allem an der dem Lichte zugekehrten Hinterwand heraufliefen. Mit den oben beschriebenen Glasröhrchen wurden die Falter beim Herauflaufen an der Glaswand abgefangen. In jedes Röhrchen wurde nur ein Falter getan. Nach dem Abfangen sämtlicher Falter erfolgte die Geschlechtsbestimmung während die Tiere im Röhrchen saßen. Danach konnten sie in neu hergerichtete Zuchtgefae gebracht werden. Diese Methode der Massenzuchten ist einfach, bequem und wenig Zeit raubend.

Vor dem Vernichten der Knollen, die als Futter gedient hatten, wurden sie einige Zeit in stark verdünnte Salzsäure gegeben, um jeder Verschleppungsgefahr vorzubeugen.

Für Versuche bei verschiedenen Temperaturen standen ein Brutschrank mit 23° C, eine Kaltkammer mit 14° C, ein Brutschrank mit 9° C und eine Kaltkammer mit +1 bis - 1° C zur Verfügung. Die Methode des Einzwingerns der Insekten war in diesen Fällen die gleiche. Nur bei den Versuchen, die während des Winters im Freien auf einem Balkon durchgeführt wurden, wurde das mit Gaze verschlossene Standgefa in eine Schale eingestellt, die einige Zentimeter hoch mit Wasser, dem etwas Glycerin als Frostschutz beigemischt wurde, gefllt war, um alle Möglichkeiten des Entweichens von Eiräupchen auszuschließen.

V. Wirtspflanzen und Schaden.

Phthorimaea operculella Zeller ist spezialisiert auf wilde und kultivierte Solanaceen, wie, bis auf eine Ausnahme, aus allen Angaben in der Literatur hervorgeht.

Als Schädlinge leben die Mottenraupen an Kartoffeln *Solanum tuberosum*, und zwar sowohl in den Blättern und Stengeln der grünen Pflanzen auf dem Felde, wo sie durch Minieren und dadurch verursachtes Abknicken der Stengel Schaden anrichten, als auch in den Knollen. Bei

eintretender Kälte und beim Welken der Blätter verlassen die Raupen die oberirdische Pflanze und wandern durch die Erdschicht, wenn sie nur dünn ist, in die Knollen ab. Starke und sorgfältige Behäufelung verhindert das Eindringen der Raupen in die Knollen. Bleiben die Kartoffeln beim Auslegen oder bei der Ernte längere Zeit ohne Bedeckung frei auf dem Felde liegen, so besteht die Gefahr, daß die Falter Gelegenheit haben, ihre Eier an die Knollen abzulegen. Die ausschlüpfenden Räumchen bohren sich dann in die Knollen ein und fressen die Kartoffeln aus. Mit geernteten, auf diese Weise befallenen Knollen wird der Schädling in die Kartoffellager verbracht, wo eine so starke Vermehrung stattfinden kann, daß völlige Vernichtung der Vorräte einzutreten vermag. Stark verseuchte Kartoffeln sind nicht einmal mehr für Futterzwecke verwendbar, weil sie wegen der Verkotung und des üblen Geruches auch vom Vieh verschmäht werden. Kartoffeln, die durch den Fraß der Mottenraupen gelitten haben, sind zudem besonders empfänglich für Schimmelpilze, vor allem *Penicillium*-Arten. Durch Ausfuhr verseuchter Kartoffeln wird der Schädling verschleppt. Bei längerer Lagerung, vor allem in Temperaturen, die der Entwicklung des Insektes günstig sind, kann sich bei der großen und schnellen Vermehrungsfähigkeit aus anfänglich schwachem Befall, der leicht übersehen wird, großer Schaden entwickeln. Die Verschleppung erfolgt mit Pflanzgut, wie mit Speise- und Futterkartoffeln. Die Schäden, die durch *Phthorimaea operculella* angerichtet werden können, sind sehr erheblich, sie können bis zu 100% betragen.

Aus allen Gegenden des Verbreitungsgebietes von *Phthorimaea operculella*, in denen Tabakbau getrieben wird, liegen Mitteilungen von schweren Schädigungen an Tabak *Nicotiana tabacum* vor. Die Raupe lebt in dieser Pflanze als Blattminierer und macht bei starkem Befall die Verwendung der Blätter unmöglich.

Gelegentlicher Schaden wird an Tomaten *Solanum lycopersicum* hervorgerufen, und zwar sowohl an den Blättern, als auch an den noch grünen Früchten.

Ferner finden sich in der Literatur Angaben über das Vorkommen von *Phthorimaea operculella* an folgenden Solanaceen:

- Solanum melongena* (Aubergine, Eierfrucht),
- Solanum carolinense* (horse-nettle),
- Solanum Douglasii*,
- Solanum nigrum*,
- Solanum umbelliferum*,
- Solanum xanti*,
- Solanum paniculatum*,
- Datura stramonium*,

an den in Neuseeland einheimischen Solanaceen.

Picard (9) berichtet über Versuche, die er mit anderen als den genannten Solanumarten, wie auch mit verschiedenen Pflanzen aus anderen Gattungen durchgeführt hat:

Solanaceae:

Capsicum annuum,
Hyoscyamus albus,
Lycium europaeum,
Lycium barbarum,
Fabiana imbricata.

Verbasceae:

Verbascum sinuatum.

Borragineae:

Cynoglossum pictum.

Scrofulariaceae:

Linaria vulgaris.

Rosaceae:

Pirus malus.

Typhaceae:

Typha angustifolia.

Bei den Versuchen ergab sich, daß die genannten Pflanzen wohl gelegentlich zur Eiablage dienen können, auch Fraß an Blättern konnte erzielt werden. Die Früchte einiger der genannten Pflanzen wurden nur dann angenommen, wenn die Raupen in künstlich hergestellte Löcher in die Früchte eingebracht wurden. Als Wirtspflanzen von Bedeutung kommen die genannten Arten jedoch nicht infrage. *Typha angustifolia* wurde überhaupt nicht angenommen.

Eine Angabe, deren Richtigkeit nachzuprüfen wäre, findet sich in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (1911), in der Knischewsky aus der Deli-Versuchsstation in Medan (Sumatra) mitteilt: „Als wilde Futterpflanzen wurden im Berichtsjahre u. a. beobachtet „Cajam“ *Amaranthus* und „semboeng“ *Conyza balsamifera*“.

Die für meine Untersuchungen erzogenen Kartoffelmotten wurden an Kartoffelknollen gehalten. Ergänzend wurden einige Versuche an grünen und roten Tomatenfrüchten durchgeführt.

VI. Falter.

Die Falter der Kartoffelmotte¹⁾ sind bräunlichgrau mit ockerfarbenen Binden. Die Vorderflügel sind hinten, die Unterflügel an der hinteren

¹⁾ Farbige Abbildungen aller Stadien der Kartoffelmotte und einer befallenen Kartoffelknolle in Schwartz, M., Die Kartoffelmotte (*Phthorimaea operculella* Zell.). Mitt. aus der Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtschaft Heft 15, Berlin, 1914.

und inneren Kante gefranst. In der Ruhe werden die Flügel dachförmig zusammengefaltet. Die Länge des ruhenden Falters beträgt 7—8 mm, die Flügelspannweite 12—16 mm, wobei zu bemerken ist, daß die ♀♀ etwas größer und kräftiger sind als die ♂♂.

Die Falter sind unmittelbar nach dem Schlüpfen bereits sehr lebhaft und kopulieren nach kurzer Zeit. Bei 72 Einzelpaarzuchten, die im Juni 1933 im Laboratorium durchgeführt wurden, konnten folgende Daten ermittelt werden: die ♀♀ lebten 2—18 Tage, im Durchschnitt 12 Tage, die ♂♂ 3—19, im Durchschnitt ebenfalls 12 Tage. Die Eiablage begann im allgemeinen 1 bis 2 Tage nach dem Zusammensetzen der frisch geschlüpften Falter. Die Hauptmasse der Eier wurde stets in den beiden ersten Tagen nach Beginn der Eiablage abgelegt. Vereinzelt Eier wurden noch im Laufe der nächsten Tage, bis zum 16. Tage nach dem Zusammenbringen der Falter abgesetzt. Zur Entwicklung kamen meist nur die Eier der ersten Tage. Daraus ergibt sich die besonders große Schwierigkeit der Bekämpfung des Schädling im Imaginalstadium. Ob eine zweite Kopula notwendig ist und stattfindet, habe ich nicht festgestellt. Sollte dies der Fall sein, so wäre, da die Pärchen bis zum Absterben zusammenblieben, die Möglichkeit dazu gegeben gewesen.

Die Anzahl der von einem ♀ abgelegten Eier ist sehr verschieden; sie schwankte zwischen 24 und 143 Stück, als Durchschnittsleistung wurden 90 Eier je ♀ errechnet, von denen 71 Räupchen lieferten.

Bei 49 Paarzuchten wurde die Anzahl der sich aus jeder Zucht entwickelnden Falter mit durchschnittlich 56 festgestellt, wobei die Einzelwerte zwischen 2 und 117 Faltern lagen. Das Zahlenverhältnis der ♀♀ zu den ♂♂ konnte aus 30 Zuchten auf 33 : 27 ermittelt werden; es war also ein geringer ♀-Überschuß vorhanden.

Die durchschnittliche Dauer der Entwicklungszeit einer Generation vom Zusammenbringen der frisch geschlüpften Falter bis zum Schlüpfen der Falter der nächsten Generation beträgt 41 Tage bei Schwankungen von 36—43 Tagen, wenn die Zuchten im Laboratorium bei Temperaturen von 18—21° C (im Juni 1933) gehalten werden. Da die Kartoffelmotte sich bei ihr zusagender warmer Temperatur ohne Diapause fortentwickelt, kann im günstigsten Falle mit 8—9 Generationen im Jahre gerechnet werden, d. h. also ein ♀ kann im Jahre bei 8 Generationen, die Generation zu nur je 30 ♀♀ und 30 ♂♂ gerechnet, von denen die Hälfte der ♀♀ ohne Nachkommen zu erzeugen, zugrunde geht, eine Nachkommenschaft von insgesamt 10 983 816 960, also 11 Milliarden Individuen haben. Die Angaben über die Anzahl der Generationen in einem Jahre sind je nach den Ländern, in denen die verschiedenen Autoren *Phthorimaea operculella* studiert haben, sehr verschieden; es werden 2—12 Generationen genannt.

Aus den oben errechneten Zahlen ist zu ersehen, daß bei Einschleppung auch nur weniger Kartoffelmotten in ein Kartoffellager, sich in kurzer Zeit ein sehr empfindlicher Schaden entwickeln kann, wenn auch bei niedrigeren Temperaturen als bei den für das Laboratorium angegebenen, die Entwicklung entsprechend langsamer vor sich geht. Da *Phthorimaea operculella* jedoch vornehmlich in tropischen und subtropischen Gegenden vorkommt, wo die Lagerung der Kartoffeln bei höheren Temperaturen als in unseren Klimabezirken stattfindet, ist es verständlich, daß dieser Schädling sich dort zu einer der schlimmsten Plagen entwickelt hat, zumal, wie oben bereits erwähnt, verseuchte Kartoffeln besonders anfällig für Schimmelpilze sind. Diese Angabe, die in der Literatur häufig zu finden ist, kann ich voll bestätigen, da in meinen Zuchten stets schon bei mittelstarkem Fraßschaden auch *Penicillium*-Arten auf den Kartoffeln wucherten.

Die Aussichten der Vermehrung der Kartoffelmotte in Kartoffellagern in klimatischen Gebieten wie Deutschland wird später, in dem Abschnitt über Temperaturversuche (XI) erörtert werden.

VII. Ei.

Die Eier von *Phthorimaea operculella*, die an die Kartoffelknollen und zwar in Vertiefungen, Furchen, an den Augen, sowie auch an die Umschließungen oder an sonst Erreichbares (Glas, Fließpapier, Cellophan usw.) abgelegt werden, sind weißlich-opalisierend und gleichen, wenn sie z. B. in einer Furche der Kartoffel liegen, einer Perlenschnur (Fig. 3).



Fig. 3. Eier der Kartoffelmotte auf einer Kartoffelknolle. (Stark vergrößert.)

Die in Vertiefungen und an Augen abgelegten Eier sind schwer aufzufinden und können, z. B. bei der Untersuchung von Kartoffeln bei der Einfuhrkontrolle, sehr leicht übersehen werden.

Die Eier verfärben sich über bräunlich — in diesem Stadium sind sie von der Farbe der Kartoffelknolle fast gar nicht zu unterscheiden — bis braunviolett, der Farbe, die die Schlüpfreife ankündigt. Die Entwicklung vom Ablegen der Eier bis zum Schlüpfen der Räumchen dauert 6—10 Tage, im Durchschnitt 7 Tage.

VIII. Raupe.

Das gelblich-weiße, fadendünne Eiräumchen hat ein schwarzes Köpfchen und ist kaum 2 mm lang. Es kriecht nach dem Verlassen der Eihaut kurze Zeit lebhaft auf der Kartoffel umher und bohrt sich nach

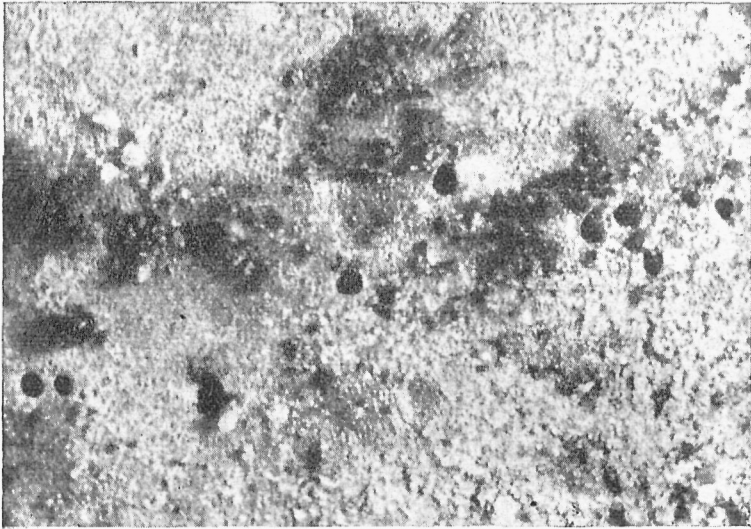


Fig. 4. Kartoffelknolle mit Fraßbeschädigungen und Kot von Kartoffelmottenraupen.

1 bis 2 Stunden bereits in die Knolle ein; bevorzugt werden Augen, Schorf- und Schnittstellen der Kartoffel. Einen Tag nach dem Schlüpfen der Räumchen fallen die Kotansammlungen auf der Knolle auf: braune bis schwarze, sehr kleinkrümelige, senkrecht in die Höhe stehende Türmchen über dem Einbohrloch. Häufig machten sich auch die Räumchen in Augen oder anderen Vertiefungen der Kartoffelknollen ein feines, seidiges Gespinst, um von dort aus zu fressen. Im und am Gespinst finden sich dann Kotkrümeln. Als besonders charakteristisch ist hervorzuheben, daß die Kotablagerungen sich überwiegend in ellipsen- oder ringförmiger Anordnung auf den Knollen vorfinden. Die Achsen der Ellipsen sind 1—2 cm und 0,5—1 cm, die Durchmesser der Kreise 0,5—1 cm. Mit der Lupe können an den Kotstellen die Einbohrstellen

der Räupchen als zahlreiche kleine Löcher festgestellt werden. In den Löchern sitzen die Räupchen, teils fressend mit dem Kopf und dem halben Leib in der Knolle versteckt, teils in Ruhestellung, wobei sie mit dem Kopf oder auch noch mit den ersten Körpersegmenten aus dem Loche hervorragen (Fig. 4). Die Neigung der Eiräupchen, sich in diesen charakteristischen Kolonien anzusiedeln, bildet ein gutes Erkennungsmerkmal für den Befall von Kartoffeln mit *Phthorimaea operculella*. Neben den ellipsen- und ringförmigen Kotstellen finden sich aber auch noch viele einzelne kleinere Kothaufchen.

Nach 2 bis 2 $\frac{1}{2}$ Wochen ist der Raupenkot viel saftiger als bei den Eiräupchen. Er wird über den Bohroffnungen als Türmchen von einigen Millimetern (bis zu 8 mm) Höhe abgesetzt. Die größeren Raupen fressen durch die ganze Kartoffelknolle Gänge und höhlen sie mit der Zeit völlig aus. Alttere Raupen verkleben durch ihre Ausscheidungen sich berührende Knollen so fest miteinander, daß beim Hochheben einer Knolle mehrere andere fest daran hängen bleiben (Fig. 5). Der Leib der älteren Raupen zeigt einen rötlichen Schimmer, der Kopf ist braun.

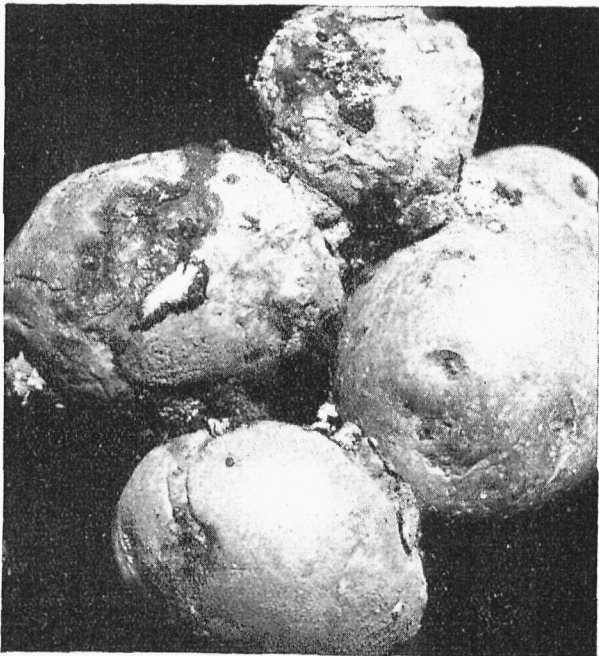


Fig. 5. Durch Kartoffelmottenraupen fest aneinander verklebte Kartoffelknollen.

Zum Verpuppen verlassen die meisten Raupen das Innere der Kartoffel und suchen sich Winkel, d. h. Stellen, an denen mehrere Knollen auseinanderstoßen oder an der Wand des Behälters anliegen, um dort ein Gespinst als Puppenwiege anzufertigen. Meist verpuppen sich ganze Kolonien nebeneinander, so daß eine Raupe ihr Gespinst an ein schon vorhandenes anbaut. Mitunter verpuppen sich die Tiere aber auch ohne einen Winkel aufzusuchen, auf der Kartoffelschale, und zwar dann mit Vorliebe in einer Vertiefung. Auch dann findet im allgemeinen das Verpuppen gesellig statt. Wenn die Gespinste in Winkeln gebildet werden, bestehen sie aus feinem, dünnem, seidigem, weißem Gewebe. Werden sie auf der Oberfläche der freien Kartoffel angebracht, d. h. nicht in Winkeln geschützt, so werden sie mit einer krümeligen, groben, gelblichen bis kartoffelschalensfarbigen Maße dicht bestreut.

Stark von Kartoffelmottenraupen befallene Kartoffelknollen werden völlig wertlos. Sie können weder für Pflanzzwecke, noch zur Ernährung von Menschen oder Vieh verwendet werden. Es bleibt nur ein völlig trockener, mumifizierter Rest übrig.

Die Raupenentwicklung dauerte in meinen Zuchten 20—37 Tage.

IX. Puppe.

Die hellbräunliche sehr bewegliche Puppe liegt 6—13 Tage, im Durchschnitt 9 Tage im Gespinst bis sie zur Imago ausgebildet ist.

X. Versuche mit Tomaten.

Einige orientierende Versuche wurden mit Tomatenblättern sowie mit reifen und unreifen Tomatenfrüchten durchgeführt. Von den an Tomatenblättern gehaltenen Raupen gingen die meisten ein, obgleich täglich neues, frisches Futter gegeben wurde. Auffallend war, daß von 3 Faltern aus einer Zucht an Tomatenblättern neben einem normalen ♂ zwei Zwerg-♂♂ zur Entwicklung kamen, aber Eier legten, aus denen Raupen schlüpfen.

Eine an Tomatenblättern gehaltene 30 Tage alte Raupe wurde an eine grüne Frucht gesetzt und bohrte sich sofort ein. Sie fraß zunächst von der Schale und dann einen Gang ins Innere der Frucht. Nach 4 Tagen wurde die Tomate aufgeschnitten; die Raupe hatte 3 je über 1 cm lange Gänge in das Fleisch gefressen. In einem dieser Gänge wurde sie beim Fraße gefunden. Der Kot, dessen Farbe viel heller war, als beim Fraße an Kartoffel, war nach außen gebracht worden und zeigte auf der unzerschnittenen Tomate bereits die Beschädigung an.

Die an Tomatenfrüchten gehaltenen Raupen bohren sich meistens von der Kelchgrube her ein, wo in der Regel Kotpartikelchen und kleine Gespinstfäden zu finden sind. Zeitweilig sitzen die Raupen auch in diesen Gespinsten. Bei Fraße an roten Tomatenfrüchten war nach etwa 2 Wochen

der Kot ausgesprochen rot. An roten Tomaten erfolgte der Fraß entweder von der Kelchgrube her, in die die Raupen nach dem Einbohren große Kotansammlungen absetzten, oder das Fleisch der Frucht wurde von der runden Schalenfläche her angegriffen. Nachdem ein Stück der Schale von $\frac{1}{2}$ bis 1 qcm Fläche fortgeschabt und mit feinen Gespinstfäden überzogen war, wurde darunter das Fleisch bis zu einem mehrere mm tiefen Lochle fortgefressen und von diesem aus seitlich ein Gang gebildet. Bei weiteren Versuchen ergab sich immer wieder dasselbe Bild. Um die Einbohrstellen bildeten sich auf der Tomate gelbe Flecke. Die Farbe der an reifen Tomaten fressenden Raupen ist mehr rötlich, als die der an Kartoffeln lebenden Tiere. Zum Verpuppen verlassen die Raupen die Frucht. An beigegebenen Tomatenblättern, die allmählich vertrockneten und sich zusammenrollten, fand die Verpuppung in feinen Seidengespinsten statt. Die Weiterzucht der aus diesen Puppen gewonnenen Falter verlief normal.

XI. Versuche bei verschiedenen Temperaturen.

Für Versuche bei anderen Temperaturen, als sie im Laboratorium herrschten, standen Kältekammern und Thermostaten zur Verfügung, die ein Halten der Tiere bei 28° C, 14° C, 9° C und +1 bis -1° C ermöglichten. Ferner wurden auf einem Balkon Kartoffelmotten den Einflüssen schwankender Temperaturen ausgesetzt. Die Entwicklung wurde bei konstant höheren Temperaturen beschleunigt, bei tiefen Temperaturen (14° C und darunter) gehemmt, bzw. es kam zum Stillstand und Absterben der eingebrachten Entwicklungsstadien.

Nr.	Temperatur	Stadium der in Versuch genommenen Tiere	Fortentwicklung	Beobachtungsdauer
1	18-21° C Laboratorium	Paarzuchten von Faltern	nach 52 Tagen neue Falter	
2	28° C	Paarzuchten von Faltern	nach 24-29 Tagen neue Falter	
3	14° C	Paarzuchten von Faltern	keine Entwicklung	9 Monate
4	14° C	13 Tage alte Raupen	keine Weiterentwicklung	12 Monate
5	9° C	6 Tage alte Raupen	keine Weiterentwicklung	12 Monate
6	+1° bis -1° C	6 Tage alte Raupen	keine Weiterentwicklung	12 Monate
7	+4° bis 21° C Balkon	9 Tage alte Raupen	lebten 2 Monate ohne Weiterentwicklung zur Puppe oder zum Falter	

Die vorstehende Übersicht gibt einen Vergleich der Temperaturversuche mit Kontrollzuchten im Laboratorium, die im August 1933 angesetzt wurden.

Wiederholungsversuche konnten nicht durchgeführt werden, da die Untersuchungen über *Phthorimaea operculella* wegen dringender anderer Arbeiten abgebrochen werden mußten.

Die Versuche haben gezeigt, daß bei konstanter Temperatur von nur 14° C die Weiterentwicklung der Kartoffelmotte aufhört, und die Tiere bei dieser Temperatur sogar bereits absterben. Daraus ist zu schließen, daß in Kartoffellagern in Klimabezirken wie Deutschland beim Einschleppen von Entwicklungsstadien von *Phthorimaea operculella* die Gefahr der Vermehrung des Schädling nicht gegeben ist, denn die Temperaturen in den Kartoffellagern und Mieten sind hier im Winter — in dem allein eine längere Lagerung infrage kommt — im allgemeinen nur wenige Grade über 0°, keinesfalls aber höher als 14° C.

Literaturverzeichnis.

1. Bigalke, M. A., Common Potato Pests. The Potato Tuber Moth (*Phthorimaea operculella* Zell.). Journ. Dep. Agric. S. Africa, 5, 173—174, Pretoria, 1923.
2. Chittenden, F. H., The Potato Tuber Moth. U. S. Dep. Agric., Bur. Ent. Circ. 162, p. 1—5, Washington, 1912.
Dieselbe Arbeit abgedruckt in U. S. Dep. Agric., Farmers' Bull. 557, p. 1—7, Washington, 1913.
3. Clarke, W. T., The Potato-Worm in California (*Gelechia operculella* Zell.). Univ. Calif. Coll. Agric. Exper. Stat., Bull. 135, p. 1—29, Berkeley, 1901.
4. Fletcher, T. B., Two Insect Pests of the United Provinces. The Potato Moth. Agric. Journ. India, 6, 154—159, Calcutta & London, 1911.
5. Herold, W., Die Kartoffelmotte — *Lita solanella* Boisd. (*Phthorimaea operculella* Zell.). III. Landw. Ztg., 32, 225—226, Berlin, 1912.
6. Howard, L. O., The principal Insects affecting the Tobacco Plant. The Tobacco Leaf-Miner or „Split-Worm“. Yearbook U. S. Dep. Agric. 1898, p. 137—140, Washington, 1899.
Dieselbe Arbeit abgedruckt in U. S. Dep. Agric. Farmer's Bull. 120, p. 19—22, Washington, 1900.
7. Maxwell-Lefroy, H. & Evans, G., Experiments in the Storage of Seed-Potatoes. Agric. Journ. India, 5, 19—28, Calcutta & London, 1910.
8. Moore, W., The Potato Tuber Moth and its Control. Agric. Journ. S. Africa, 3, 383—385, Pretoria, 1912.
9. Picard, F., La Teigne des Pommes de terre (*Phthorimaea operculella*). Ann. Serv. Epiph., 1, 106—176, Paris 1913.
10. Picard, F., A propos de *Phthorimaea operculella* Zell. (*Lep.*) et de ses commensaux. Bull. Soc. Ent. France, 1918, p. 270—271, Paris, 1919.
11. Schwartz, M., Die Kartoffelmotte (*Phthorimaea operculella* Zell.). Mitt. Kais. Biol. Anst. Land- u. Forstwirtsch., 15, 20—21, Berlin, 1914.
12. Trouvelot, B., Recherches de biologie appliquée sur la Teigne des Pommes de terre et ses parasites et considérations générales sur l'Utili-

- sation des insectes entomophages en Agriculture. Ann. Epiph., 1, 1—133, Paris 1923.
13. v. Winning, E., Versuch einer Monographie von *Tortrix prornubana* Hübner mit experimentellen Untersuchungen über das biologische Verhalten des Insektes zur Klärung seiner Bedeutung als Pflanzenschädling. Ztschr. angew. Ent., 25, 215—276, Berlin, 1938.
 14. Woodhouse, E. J., Potato Moth in Bengal. Agric. Journ. India, 7, 264—271, Calcutta & London, 1912.
 15. Anonymus, Die Kartoffelmotte in Frankreich. Ill. Landw. Ztg., 32, 158—159, Berlin, 1912.
 16. — Weiteres über die Kartoffelmotte (*Phthorimaea operculella*). Ill. Landw. Ztg., 32, 166, Berlin, 1912.

Anmerkung: Ausführliche Literaturverzeichnisse finden sich in den unter Nr. 9 und 12 aufgeführten Arbeiten von Picard und Trouvelot.

Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise und der Bekämpfung des Heuspanners (*Acidalia herbariata* F.).

Von W. Tempel,

Pflanzenschutzamt der Landesbauernschaft Saarpfalz, Kaiserslautern.

(Mit 1 Textfigur.)

Bei meiner Tätigkeit im Pflanzenschutzdienst kam ich in den verschiedensten Gebieten in nähere Berührung mit einem ausgesprochenen Kräuterschädling, dem Heuspanner oder Herbarienspanner (*Acidalia herbariata* F.), über dessen Lebensweise und Bekämpfung nur wenige Angaben in der Literatur zu finden sind.

Der Heuspanner gehört zu der artenreichen Gattung *Acidalia*, deren Raupen polyphag an krautigen Pflanzen und Flechten leben. Farbe, Zeichnung und Bau der Raupen und Falter dieser Gattung sind sehr veränderlich.

Die etwa 2 cm spannenden Falter von *A. herbariata* F. sind stark braun beschuppt. Die Flügel zeigen mehrere helle Binden und einen dunkelfleckigen Außenrand. Ihre Unterseite ist hell, fast ohne Zeichnung. — Falter der 2. Generation (var. *aestiva* Fuchs), die in warmen und trockenen Jahren auftritt, sind wesentlich kleiner und in ihrer Färbung matter.

Die Eier sind rechteckig, fast quadratisch mit abgerundeten Ecken und zeigen eine regelmäßige Punktierung. Kurz nach der einzeln an trockene Pflanzenteile erfolgten Ablage sind sie gelblich, später hell-rötlich-lachsfarben, zuletzt glänzend bronzebraun.

Die von vorn nach hinten sich verdickenden Spannerräupchen sind im ersten Stadium gelblich mit dunklem Kopf. Nach der ersten Häutung tritt die Rückenlinie als rötlicher Streifen hervor. Im dritten Stadium sind die doppelte Rückenlinie, die Nebenrückenlinien und die Stigmen rötlich bis weinrot gefärbt. Nach der dritten Häutung werden die Zeichnungen der Raupe dunkler als die grünlichbraune Grundfarbe. Eine schwache, dunklere Doppelinie zieht sich auf dem Rücken vom 4.—8. Segment; auch die Nebenrückenlinien und die Stigmen sind dunkler, fast schwarz. Sehr deutlich ist auf dem