

77/7

ENTOMOLOGISCHE MITTEILUNGEN  
aus dem  
Zoologischen Staatsinstitut u. Zoologischen Museum  
Hamburg

Herausgeber: Prof. Dr. Herbert Weidner

3. Band

Hamburg

Nr. 55

---

Ausgegeben am 1. Februar 1966

Heterochronieerscheinungen  
bei *Tribolium destructor* UYTENBOOGAART

VON HANS STRÜMPEL\*)

Tenebrioniden der Gattung *Tribolium* MACLEAY werden seit einiger Zeit — und mit großem Erfolg — bei Vitamintests eingesetzt. Insbesondere dient *Tribolium confusum* JACQUELIN DU VAL diesem Zweck, das aber auch durch seinen von PARK, MILLER und LUTHERMANN (1939) entdeckten „Artgenosseneffekt“ bekannt wurde. Genannte Autoren konnten nämlich zeigen, daß die Entwicklung dieses Mehl- und Getreideschädlings bei zunehmender Bevölkerungsdichte von Stoffen beeinflusst wird, die über den Kot von den Tieren ausgeschieden werden. Durch Zugabe eines „konditionierten Milieus“ zum Lebensraum dieser Tiere wurde der Einfluß dieser Wechselbeziehungen festgestellt, d. h. man setzte den Tieren etwas von dem Milieu zu, in dem schon andere Artgenossen gelebt hatten. Das „konditionierte Milieu“ bestand aus mit Kot von Larven und Imagines durchsetztem Mehl (conditioned flour). Dieser Zusatz bewirkte eine verlängerte Larvenentwicklung, verringerte Fruchtbarkeit der Weibchen und sinkende Oophagie.

Bei hoher Bevölkerungsdichte findet man ebenfalls eine verlängerte Larvenentwicklung, selbst bei scheinbar optimalen Bedingungen auch bei *Tr. destructor* (MACIS 1954). Dafür kann in erster Linie bei gleicher konstanter Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit die den Larven gebotene Nahrung verantwortlich gemacht werden.

Für die im Folgenden beschriebenen Versuche wurde deshalb ein stets gleiches Mehl- und Hefegemisch benutzt, um den durch verschiedene Nahrungsqualität möglichen Effekt auszuschließen. Als Optimaltemperatur und günstigste rel. Luftfeuchte wurde 28° C und 75 % rel. L. ermittelt (STRÜMPEL 1963). Die Dauer der Entwicklung der Larven betrug bei diesen Bedingungen durchschnittlich 28 Tage. Diese Entwicklungszeit der Larven

---

\*) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. DR. HANS STRÜMPEL, 2000 Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14. Staatsinstitut für Angewandte Botanik.

wurde aber nur in Versuchen mit isolierten Larven erreicht, während in Massenzuchten die durchschnittliche Entwicklungsdauer meist um das Mehrfache überschritten wird. Die Faktoren für diesen die Larvenzeit verlängernden Effekt sind jedoch häufig verschiedener Natur. CHAPMAN (1931) berichtet z. B., daß häufiges Stören der Insektenlarven durch Kontrollen die Entwicklungszeit verlängern kann. Diese Angaben treffen auch auf *Tr. destructor* zu; allerdings beträgt der Verlängerungsfaktor nur wenige Tage, und der Einfluß der Störung wirkt sich nur dann aus, wenn sie während der ersten Larvenstadien erfolgt. Auch NATON (1960) berichtet, daß bei nicht einzeln lebenden Larven durch gegenseitige Störung der Larven eine Verzögerung der Larvalentwicklung bei *Tr. destructor* auftritt. Dagegen hat das „conditioned flour“, welches bei *Tr. confusum* den sogenannten „Artgenosseffekt“ hervorruft, bei *Tr. destructor* keinen ausschlaggebenden verzögerten Einfluß auf die Verlängerung des Larvenlebens. Trotzdem besteht eine deutliche Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven von der Bevölkerungsdichte, wie folgende Angaben zeigen.

In mehreren Ansätzen wurden in Zuchtgefäßen 1, 8 und 22 Eilarven mit 0,5 g Mehl — Hefe pro Larve bis zur Verpuppung aufgezogen. Die Larvenzeit bis zur Verpuppung variierte, wie aus der Abbildung 1 ersichtlich, je nach Bevölkerungsdichte von 29—60 Tagen.

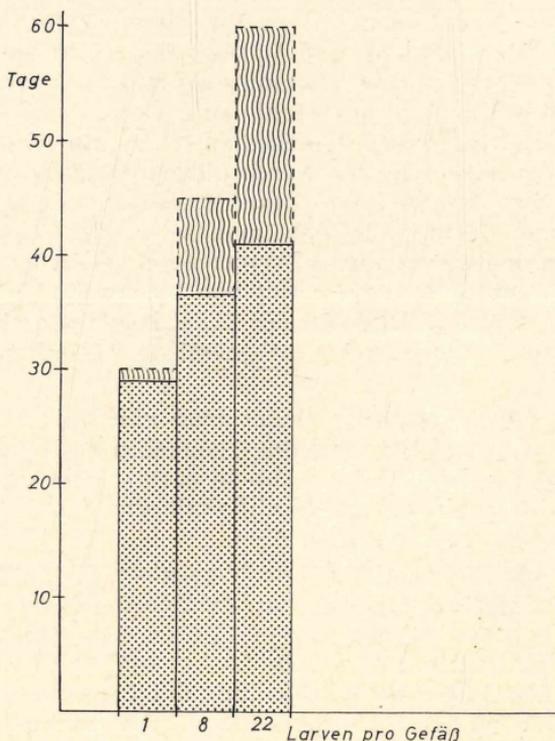


Abb. 1 punktiert: Kürzester Verpuppungstermin.  
Wellenlinie: Schwankung des Verpuppungstermins.

Je höher nun die Anzahl der Larven pro Zuchtgefäß gewählt wird, bei gleichbleibendem Futteranteil für jede Larve, desto weiter wird bei vielen Larven der Verpuppungstermin herausgezögert. Man erhält auf diese Weise Larven, welche unter diesen Bedingungen mehrere Monate, ohne sich zu verpuppen, weiterleben. Dabei treten häufig überzählige Häutungen auf, welche die Kopfkapselbreite der Larven beträchtlich erhöhen können. Mit der Erhöhung des Prozentsatzes extrem hoher Kopfkapselbreiten durch überzählige Häutungen steigt dementsprechend auch der Prozentsatz der Mortalität infolge der dann auftretenden Häutungsschwierigkeiten. In diesen Zuchten mit hoher Bevölkerungsdichte, aber ausreichender Nahrung und optimaler Temperatur und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen, wurden häufig *metathetel* Larven, also Mischformen zwischen Larve und Puppe, gefunden. Diese *metathetelen* überalteten Larven standen auf verschiedenen Stufen zwischen Larven und Puppen, wie die Abbildung 2 zeigt.

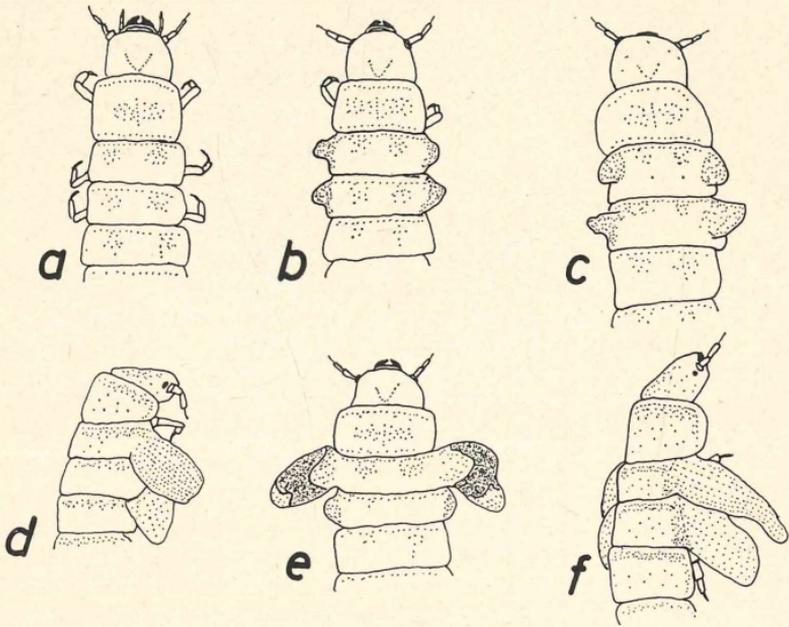


Abb. 2. a) normal ausgebildete Larve, b—f) verschieden stark ausgeprägte *Metathetelie*.

Solche Mischformen sind schon häufig beschrieben worden. So fand LINGERKEN (1932) in *Tenebrio molitor* Zuchten, welche monatelang der Kälte und dann wieder der Zimmertemperatur ausgesetzt waren, *metathetel* Larven. Auch PIEPHO (1950) konnte solche Larvenpuppen „erzeugen“, indem er Pyralidenlarven (*Galleria mellionella*) zusätzlich *Corpora allata* injizierte. Auf dem gleichen Wege gelangte RADTKE (1942) zu *metathetelen* Larven von *Tenebrio molitor*. KOLBE (1903) berichtete von abnormen *Dendrolimus pini* L. Raupen, welche einer (ungewöhnlichen) zwei-

ten Generation einer Zimmerzucht entstammten und die er als prothetele Larven bezeichnete.

Es ist nicht daran zu zweifeln, daß in Versuchen, in denen metathetele Larven auftraten, offenbar eine Störung des hormonphysiologischen Gleichgewichts stattgefunden hat. Auch in den nachfolgend beschriebenen Versuchen, die mit vier Monate alten Larven durchgeführt wurden, konnte festgestellt werden, daß ein großer Teil der anscheinend normal ausgebildeten Larven an Häutungsschwierigkeiten litt und meist früher oder später daran zugrunde ging. Oft betrug die Mortalität infolge der Häutungsschwierigkeiten über 50 %. Außerdem tritt die Verpuppung der restlichen Larven unregelmäßig und mit Verzögerungen ein (Tab.1). Im Gegensatz dazu zeigen jüngere Larven (unter vier Monate alt) einen verhältnismäßig eng begrenzten Verpuppungstermin mit deutlicher Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte.

Tabelle 1:

**Verpuppungstermine überalter Larven (4 Monate)  
in Behältern mit je 10 g Mehl — Hefe.**

Temperatur 28 ° C, rel. Luftfeuchtigkeit 75 %  $\pm$  2 %

Anzahl der Larven pro Glas	Letzter Verpup- pungstermin in Tagen	Mortalität infolge Häutungs- schwierigkeiten	Bemerkungen
1	19	0	
1	7	0	
2	11	1	
2	13	1	
4	16	2	
4	7	3	
6	13	2	
6	13	5	
8	38	4	
8	13	6	
10	19	5	
10	26	3	} metathetele Larven
15	25	10	
15	26	7	
20	26	15	
20	13	17	
40	38	35	} metathetele Larven
40	38	30	
60	38	53	
60	48	49	
80	38	68	
80	48	69	} metathetele Larven
100	48	92	
100	48	77	} metathetele Larven

Tabelle 2:  
**Verpuppungstermine überalter Larven (4 Monate)**  
**mit je 0,5 g Mehl — Hefe.**  
 Temperatur 28 ° C, rel. Luftfeuchtigkeit 75 %/o ± 2 %/o

Anzahl der Larven pro Glas	Gewicht des Mehles pro Glas in g	Letzter Verpuppungstermin in Tagen	Mortalität infolge Häutungsschwierigkeiten	Bemerkungen
1	0,5	48	1	
2	1,0	26	2	
4	2,0	48	2	
6	3,0	38	2	
8	4,0	19	6	
10	5,0	26	6	
15	7,5	38	12	metathetele Larven
20	10,0	38	12	
40	20,0	26	30	
60	30,0	26	56	metathetele Larven
80	40,0	38	25	metathetele Larven

Die häufig auftretenden Häutungsschwierigkeiten bei über vier Monate alten Larven beruhen darauf, daß es den Larven nicht mehr gelingt, ihre Exuvie abzustreifen. Sowohl bei Larven-, Larvenpuppen- und Puppenhäutungen findet man die Unfähigkeit dieser Individuen, ihre Exuvie über den Kopf abzustreifen. Die durchschnittliche Kopfkapselbreite überalter Larven betrug z. B. 943  $\mu$  mit extremen Breiten von 1036  $\mu$  (normal entwickelte Larven besitzen dagegen nur eine durchschnittliche Kopfkapselbreite von 884  $\mu$  mit Extremen von 965  $\mu$ ). Der Prozentsatz der Larven mit einer größeren Kopfkapselbreite als 950  $\mu$  wird aber mit steigender Überalterung höher und mit der Erhöhung des Prozentsatzes extrem hoher Kopfkapselbreiten steigt dementsprechend der Prozentsatz der Mortalität infolge der dann auftretenden Häutungsschwierigkeiten (Tab. 1). Larven, denen es trotz dieser Schwierigkeiten gelingt, ihre Exuvie vollständig abzustreifen und sich zu verpuppen, bilden meist teratologische Puppen aus, von denen es wiederum nur wenigen gelingt, die Puppenexuvie abzustreifen. Die Imagines, die aus den Puppen ausschlüpfen, sind dann meist Krüppelformen, die oft pupale Merkmale zeigen. Extrem metathetele Formen traten übrigens bei über vier Monate alten Larven unabhängig von der Bevölkerungsdichte und Nahrungsmenge auf (Tab. 2).

Interessant sind aber in diesem Zusammenhang noch die Verpuppungstermine überalter Larven bei verschieden hoher Bevölkerungsdichte. Die Versuchstiere waren ca. drei Monate alt (normale Verpuppung nach einem Monat) und wurden in offenen Petrischalen mit je 10 g Mehl-Hefe gehalten. Der Verpuppungstermin verschob sich, wie die Abbildungen zeigen (Nr. 3 und 4) je nach Bevölkerungsdichte erheblich. Selbstverständlich können Verpuppungen, auch bei hoher Bevölkerungsdichte, schon früher einsetzen. Die Mehrzahl der Larven jedoch verpuppt sich wesentlich später

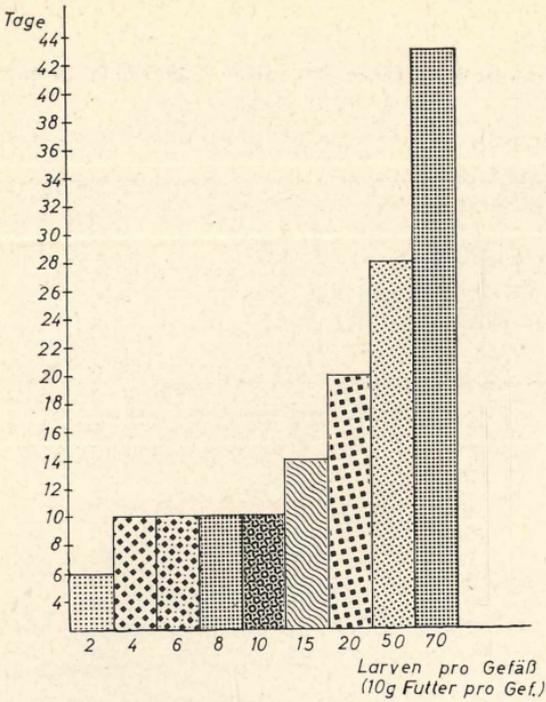


Abb. 3 Verpuppungstermine überalterter Larven (3 Mon.) bei unterschiedlicher Bevölkerungsdichte

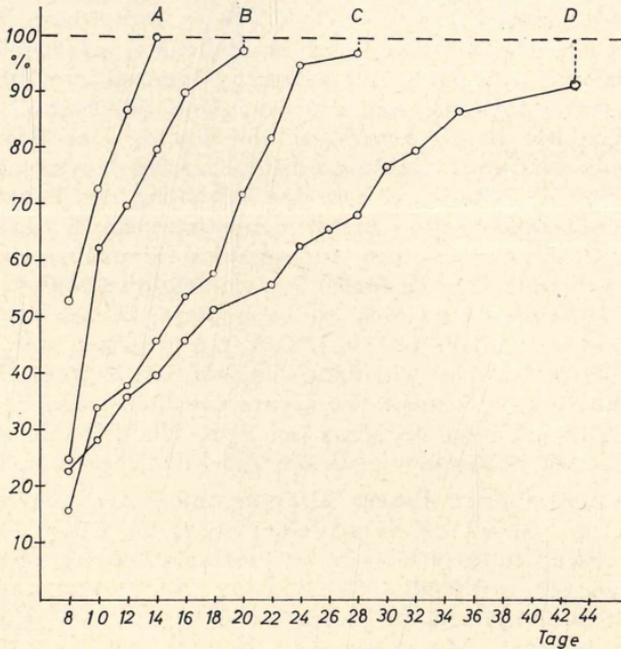


Abb. 4 Abhängigkeit der Verpuppungstermine von der Bevölkerungsdichte überalterter Larven (3 Mon.) A = 15 Larven, B = 20 L., C = 50 L., D = 70 L. . . . . = Mortalität

als solche, die einzeln oder nur in geringer Bevölkerungsdichte lebten (Abb. 4). Deutlich zeigen auch die Abbildungen, daß dieser, die Larvenzeit verlängernde Effekt erst bei etwa 10 Larven je Petrischale eintritt. Die Mehrzahl der überalten Larven häutet sich dabei, je nach Larvendauer, mehrmals.

Die Vermutung, daß dafür die Nahrungsmenge, welche den einzelnen Larven zur Verfügung steht, verantwortlich gemacht werden kann, erwies sich als nicht zutreffend, da Larven gleichen Alters, falls sie einzeln, mit oder ohne Futter gehalten werden, sich innerhalb kurzer Zeit verpuppten (Abb. 5).

Aber schon bei geringer Bevölkerungsdichte (ab 4 Larven pro Petrischale) erfolgt kaum eine Verpuppung, und die Mehrzahl der Larven stirbt, ohne die Metamorphose zu beginnen, ab (Tab. 3), wenn mehrere überalte Larven in Petrischalen ohne Futter gehalten werden. Die Quantität des Substrates übt also einen positiven Reiz auf die Verpuppungsbereitschaft überalter und in hoher Bevölkerungsdichte lebender Larven aus. Es verpuppen sich z. B. 100 überalte Larven in 20 g Futter ebenso schnell wie 50 Larven in 10 g Futter, jedoch ist die Mortalität bei ersteren erhöht (Abb. 6).

Ähnlich wie ein normales Mehl-Hefe-Gemisch wirkt auch schlechtes Futter, wie „conditioned flour“, obwohl hier der Prozentsatz der Verpuppungen bei gleicher Bevölkerungsdichte etwas geringer ist.

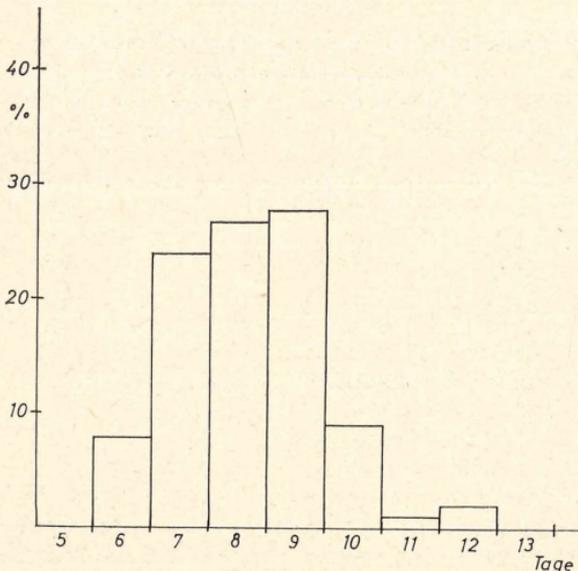


Abb. 5

Verpuppungstermine überalterter  
Larven (3 Mon.) Einzeln und ohne  
Futter. n = 100

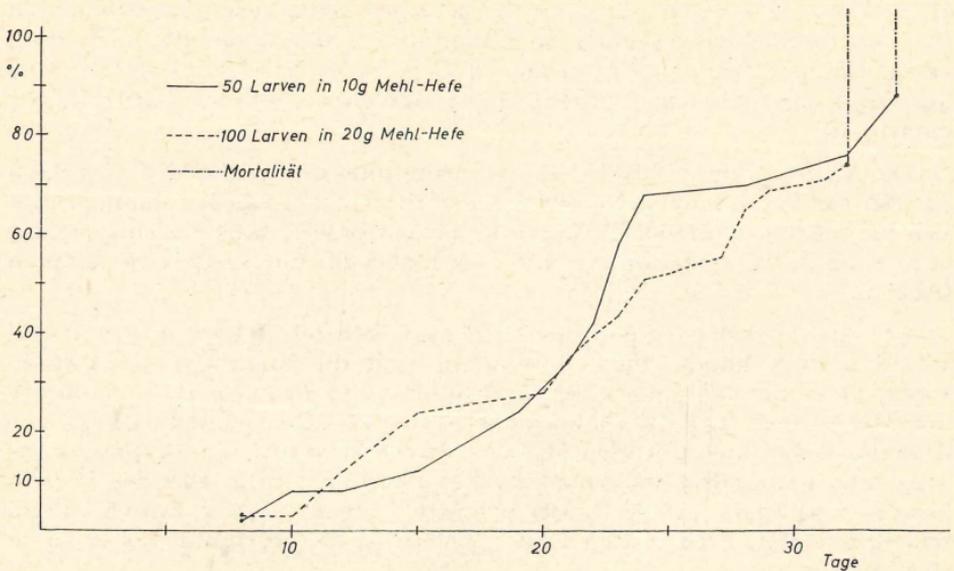


Abb. 6

Verpuppungstermin überalter Larven  
(3 Monate)

Tabelle 3:

Verpuppungstermin von 50 überalterten Larven (3 Monate)  
in einer Petrischale ohne Futter

Verpuppungstermin nach Tagen	Anzahl der Puppen
5	—
10	—
15	1
20	—
25	—
30	1
35	2
40	—
45	—
55	alle Larven abgestorben

Da auch eine Verpuppung nach der Isolierung der Larven mit „conditioned flour“ erfolgt, kann, wie schon erwähnt, das minderwertige Futter keinen ausschlaggebenden Faktor für eine Verpuppungshemmung darstellen. Werden dagegen überalterte *Tr. destructor* Larven zusammen mit jungen *Tenebrio molitor* Larven in einem relativ kleinen Gefäß gehalten, so erfolgt auch hier die Verpuppung wesentlich später als bei den Kontrolltieren. Eine Störung der Larven schien nach diesen Versuchsergebnissen tatsächlich der wirksamste Faktor für eine Verpuppungsverzögerung.

zung zu sein. Daß aber eine einfache mechanische Störung diesen Effekt nicht hervorzurufen imstande ist, konnte leicht nachgewiesen werden: Es wurden 33 überalzte Larven, die sich einzeln in Glastuben befanden, so auf einer senkrechten Drehscheibe befestigt, daß bei laufendem Motor eine ständige Rotation der Tuben mit den Larven stattfand.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit betrug ca. 15 Umdrehungen/Minute, die Temperatur 28 ° C und die relative Luftfeuchtigkeit 50—60 %. Nach neun Tagen ununterbrochener Rotation fand die erste Kontrolle statt, und nach 13 Tagen wurde der Versuch abgebrochen. Die Ergebnisse zeigt die Tabelle 4, aus der auch ersichtlich ist, daß erwachsene verpuppungsreife Larven durch eine einfache mechanische Störung nicht an der Metamorphose gehindert werden können. Es ist wahrscheinlich, daß der wirksamste Faktor für die Verpuppungshemmung allein in der gegenseitigen Berührung zu suchen ist, wie auch schon NATON (1960) vermutete. Auf welche Weise die gegenseitige Beeinflussung erfolgt, ist unbekannt; man wird aber den Hormonzentren im Insektenkörper eine entscheidende Rolle dabei zumessen müssen.

Tabelle 4:

**Verpuppungstermine gestörter und ungestörter Larven  
bei 28 bis 30 Grad C und 50 bis 60 Prozent rel. Luftfeuchtigkeit**

	Anzahl der verpuppten Larven in %	
	durch Rotation gestörte Larven	ungestörte Larven = Kontrolle
nach 9 Tagen	51,5	63,0
nach 10 Tagen	63,7	72,4
nach 11 Tagen	75,8	80,0
nach 12 Tagen	78,8	83,1
nach 13 Tagen	81,8	87,7

Diese mit der Metamorphose zusammenhängenden Entwicklungsstörungen werden gewöhnlich als Sonderkategorien der teratologischen Erscheinungen angesehen und als Heterochronien bezeichnet, wobei die Heterochronien als Störungen des Normalverhältnisses zwischen der Entwicklung der Larven- und Imaginalbildungen definiert werden (NOVAK 1960) und in Prothetelie und Metathetelie aufgeteilt werden können. Unter Prothetelie verstehen die meisten Autoren eine Veränderung des Normalverhältnisses zwischen Larven- und Imaginalbildungen zugunsten einer weiter fortgeschrittenen Entwicklung der Imaginalbildungen als beim normalen Verlauf der Larvalperiode und Metamorphose, während die Metathetelie dagegen als eine Veränderung angesehen wird, bei der die Imaginalbildungen im Vergleich zum normalen Individuum zurückgeblieben sind.

## Literatur

- BECKER, G., 1950: Metathelie bei Cerambycidenlarven. — Zoolog. Jahrbücher (Physiologie) **62**, 93—101.
- CHAPMAN, R., 1926: Inhibiting the process of metamorphosis in the confused flourbeetle (*Tribolium confusum*). — J. exp. Zool. **45**, 293—299.
- KOLBE, H. J., 1903: Über vorschnelle Entwicklung (Prothetelie) von Puppen und Imago-Organen bei Lepidopteren- und Coleopteren-Larven, nebst Beschreibung einer abnormen Raupe des Kiefernspinners, *Dendrolimus pini* L. Allg. Zeitschr. Entomologie **8**, 1—9.
- LENGERKEN, H. VON, 1932: Nachhinkende Entwicklung und ihre Folgeerscheinungen beim Mehlkäfer. — Jen. Z. Naturw. **67**, 260—274.
- LESSMANN, D., 1964: Metathelie bei Larven von *Pyrochroa coccinea* (Col. Pyrochroidae). — Zeitschr. angew. Entomologie **54**, 437—439.
- MAGIS, N., 1954: Nutrition comparée des *Tribolium* (*Tr. confusum*, *Tr. castaneum*, *Tr. destructor*) dans seize especes de cere ales. — Bull. Soc. Scie. Liege. **11**, 402—420.
- NATON, E., 1960: Über die Entwicklung von *Tribolium destructor* UYTT. Teil 1: Die Aufzucht von *Tr. destructor* in natürlicher Diät. — Zeitschr. angew. Entomologie. **46**, 233—245.
- PARK, T., MILLER, E., LUTHERMANN, C., 1939: Studies in population Physiology 9: The effect of imago population density on the duration of the larval and pupal stages of *Tribolium confusum*. — Ecology **20**, 365—373.
- PIEPHO, H., 1950: Über die Hemmung der Falterhäutung durch *Corpora allata*. Untersuchungen an der Wachsmotte *Galleria mellionella*. — Biol. Zbl. **69**, 261—271.
- RADTKE, H., 1942: Hemmung der Verpuppung bei *Tenebrio molitor*. — Naturwiss. **30**, 451—452.
- STRÜMPFEL, H., 1963: Die Entwicklung von *Tribolium destructor* Uyttenboogaart in ihrer Abhängigkeit von abiotischen Umweltbedingungen. — Zeitschr. angew. Zoologie **50**, 215—227.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg](#)

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Strümpel Hans

Artikel/Article: [Heterochronieerscheinungen bei Tribolium destructor Uyttenboogaart 113-122](#)