

# ENTOMOLOGISCHE MITTEILUNGEN

aus dem

Zoologischen Museum Hamburg

Herausgeber: Professor Dr. HERBERT WEIDNER

4. Band

Hamburg

Nr. 81

---

WG ISSN 0044-5223

Ausgegeben am 15. September 1973

## Die mit Tapioka nach Deutschland eingeschleppten Vorratsschädlinge und ihre Bedeutung für die Lagerhaltung <sup>1)</sup>

Von PENSRI VAIVANIKUL, Bangkok <sup>2)</sup>

(mit 19 Abbildungen und 19 Tabellen)

### 1. Einleitung

Nach Deutschland werden jährlich große Mengen Tapiokaprodukte aus fast allen tropischen Ländern eingeführt. Sie sind häufig von Insekten befallen. Nach der deutschen Pflanzenbeschauverordnung müssen diese Waren auf Vorkommen von Schädlingen untersucht werden. Trotzdem ist über die Bedeutung der mit Tapioka eingeschleppten Insekten noch wenig bekannt. Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht daher darin, festzustellen, inwieweit Tapioka geeignete Nahrung für sie ist und ob sich die Schädlinge unter deutschen Lagerhausbedingungen weiter vermehren können. Es wurden daher bei den Hauptschädlingen in zahlreichen Versuchsreihen die Entwicklungsdauer und die Sterblichkeit der einzelnen Entwicklungsstadien, die Eizahl und das Gewicht der Imago in Abhängigkeit von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Nahrung bestimmt. Als Nahrung diente jeweils Tapioka und zum Vergleich Mais, Reis und eine künstliche Nahrung genau definierter Zusammensetzung.

---

<sup>1)</sup> Dissertation im Fachbereich Biologie der Universität Hamburg.

<sup>2)</sup> Anschrift der Verfasserin: PENSRI VAIVANIKUL, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

Bei der Durchführung meiner Arbeit bin ich von verschiedenen Seiten unterstützt worden. Zunächst gebührt mein herzlicher Dank Herrn Prof. Dr. H. WEIDNER (Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg), der mir die Anregung zu der vorliegenden Arbeit gegeben und mich in Fragen des Aufbaus der Arbeit bereitwilligst beraten hat. Herzlicher Dank gilt ferner Herrn Dr. H. PILTZ, dem Leiter der Amtlichen Pflanzenbeschau (Institut für Angewandte Botanik der Universität Hamburg), der mir bei der Beschaffung von Tapioka sehr behilflich war und mir die Aufzeichnungen über die amtlichen Einfuhruntersuchungen zur Auswertung überlassen hat. Herr G. ROSENFELDT hat mir in dankenswerter Weise sein Privatlabor für die chemischen Untersuchungen zur Verfügung gestellt.

## 2. Material und Methode

Die Wurzeln von Tapioka (*Manihot utilissima* POHL) oder die daraus gewonnenen Produkte werden in großen Mengen nach Deutschland als Futtermittel eingeführt. *Manihot utilissima* gehört nach ENGLER (1912) zu der Unterfamilie Adriaeniae, der Familie Euphorbiaceae, Ordnung Tricoccae (Spermatophyta, Angiospermae, Dicotyledoneae). Die Pflanze wird in Brasilien, Argentinien und Paraguay „manioc“ oder „mandioca“, in Zentral-Amerika, Kolumbien, Venezuela, Peru, Bolivien „yuca (Juca)“, in West-Indien und den Vereinigten Staaten „cassava“, „cassada“ und in Malaya, Ceylon, Südostasien und Indien „tapioka“ genannt. Sie ist eine wichtige Kulturpflanze in allen Tropenländern und bevorzugt gleichmäßig hohe Temperatur von 20—26° C. Außerdem muß der Boden locker, trocken und nährstoffreich sein (WINKLER 1912). Es werden zahlreiche Rassen und Varietäten kultiviert. Außer als Futtermittel wird das Stärkemehl ihrer Wurzelknollen zur Herstellung von Klebstoffen in der Textil- und Lederindustrie (HOPPE 1958) benützt. Vor der Verwendung als Nahrung muß aus den Wurzeln das giftige Glukosid entfernt werden. Für den Export wird Tapioka oft zu Stärke verarbeitet, von der man zwei Sorten, Flocken- und Perl-tapioka, unterscheidet.

Nach Deutschland kommt Tapioka in Form von Chips, Mehl, Pellets und Wurzeln aus Brasilien, China, Indonesien, Malaysia, Südafrika und Thailand. Abb. 1 und 2 geben einen Überblick über die über Hamburg in die Bundesrepublik eingeführten Tapiokaprodukte von 1967 bis 1971. Daraus sieht man, daß seit 1967 aus Indonesien und Thailand hauptsächlich Mehl, aber auch Chips, Pellets und Wurzeln importiert werden. Tapiokawurzeln dagegen werden meistens aus Südafrika eingeführt (1970 8894 t und 1971 7378 t). Da aus Brasilien, China, Malaysia und Südafrika nur gelegentlich Tapiokawaren nach Deutschland importiert werden, ist eine vergleichende Betrachtung des Schädlingsbefalles über einen längeren Zeitraum nicht möglich. Lediglich für Waren aus Indonesien und Thailand können solche Vergleiche durchgeführt werden (Abb. 1, 2).

Die Kategorien für die Stärke des Insektenbefalles „schwach“, „mittel“ und „stark“ sind in den Vereinbarungen zur Durchführung der deutschen Pflanzenbeschauverordnung (nach Anlage 5 der Pflanzenbeschauverordnung) folgendermaßen definiert: „starker Befall“ — auf nahezu jedem Sack sind 50—100 Schädlinge zu finden; „mittlerer Befall“ — auf nahezu jedem Sack sind 10—50 Schädlinge zu finden; „schwacher Befall“ — auf einigen Säcken befinden sich 10 (im Sommer) bis 20 (im Winter) Schädlinge. Befall in Prozent wurde nach der Formel

$$\text{Befall in \%} = \frac{\text{Tonnen der „schwach“ oder „mittel“ oder „stark“ befallenen Ladungen} \times 100}{\text{Gesamttonnenzahl im fraglichen Jahr}}$$

berechnet.

Seit 1970 wurden regelmäßig den in Hamburg eintreffenden Tapiokaladungen Durchschnittsproben entnommen und im Laboratorium auf Schädlinge untersucht. Die gefundenen Schädlinge sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Mit *Dinoderus minutus* (FABRICIUS, 1775); *Latheticus oryzae* WATERHOUSE, 1880/82; *Rhyzopertha dominica* (FABRICIUS, 1792) und *Tribolium castaneum* (HERBST, 1797) wurden Zuchten durchgeführt, von den anderen Arten stand nicht genug Material zur Verfügung.

Die Tiere wurden einzeln in runden Plastikschaalen (4 cm Durchmesser, 1 cm Höhe) gehalten. Der Deckel ist durchbohrt und mit Gaze abgedeckt. Für jede Versuchsreihe wurden 50 Individuen verwendet, lediglich bei *Dinoderus minutus* standen weniger Individuen zur Verfügung. Sämtliche Schalen einer Versuchsreihe befanden sich im gleichen Exsikkator, damit alle Individuen derselben Luftfeuchtigkeit ausgesetzt waren. Die Luftfeuchtigkeit wurde mittels entsprechend verdünnter Schwefelsäure, die sich im Fuße des Exsikkators befand, nach der Tabelle von SOLOMON (1952) eingestellt. Zur Aufrechterhaltung einer konstanten Temperatur befanden sich die Exsikkatoren in Thermostaten.

Die Zuchten mußten täglich kontrolliert werden, täglich wurden die Eier gezählt und die Larvenhäute entfernt. Bei den unter hoher Luftfeuchtigkeit durchgeführten Versuchsreihen mußte das Futter häufig gewechselt werden, da es leicht schimmelte.

Die Zuchten wurden bei Temperatur von 25, 30 und 35° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75 %, 85 % und 95 % durchgeführt. Als Nahrung wurden Tapioka, Mais, Reis, Hefe (Cenovis Bierhefe-Flocken) und Mischfutter dargeboten. Das Mischfutter bestand aus 4 Teilen Maismehl, 2 Teilen Weizenmehl Type 405, 2 Teilen Weizenkleie und Spuren von Glycerin und Honig (HAYDAK, 1936).

Der Q-Test für die Signifikanz der Unterschiede der Mittelwerte der Ergebnisse meiner Zuchten wurde nach den folgenden Formeln (WEBER, 1948) berechnet:

$$Q = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\bar{m}_1^2 + \bar{m}_2^2}}$$

$$\bar{x} = \text{Mittelwert} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{m} = \text{mittlerer Fehler des Mittelwertes}$$

$$= \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \text{Streuung} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$n = \text{Anzahl der } x_i$$

Wenn  $Q > 3$ , so sind  $\bar{x}_1$  und  $\bar{x}_2$  voneinander „signifikant“ verschieden.

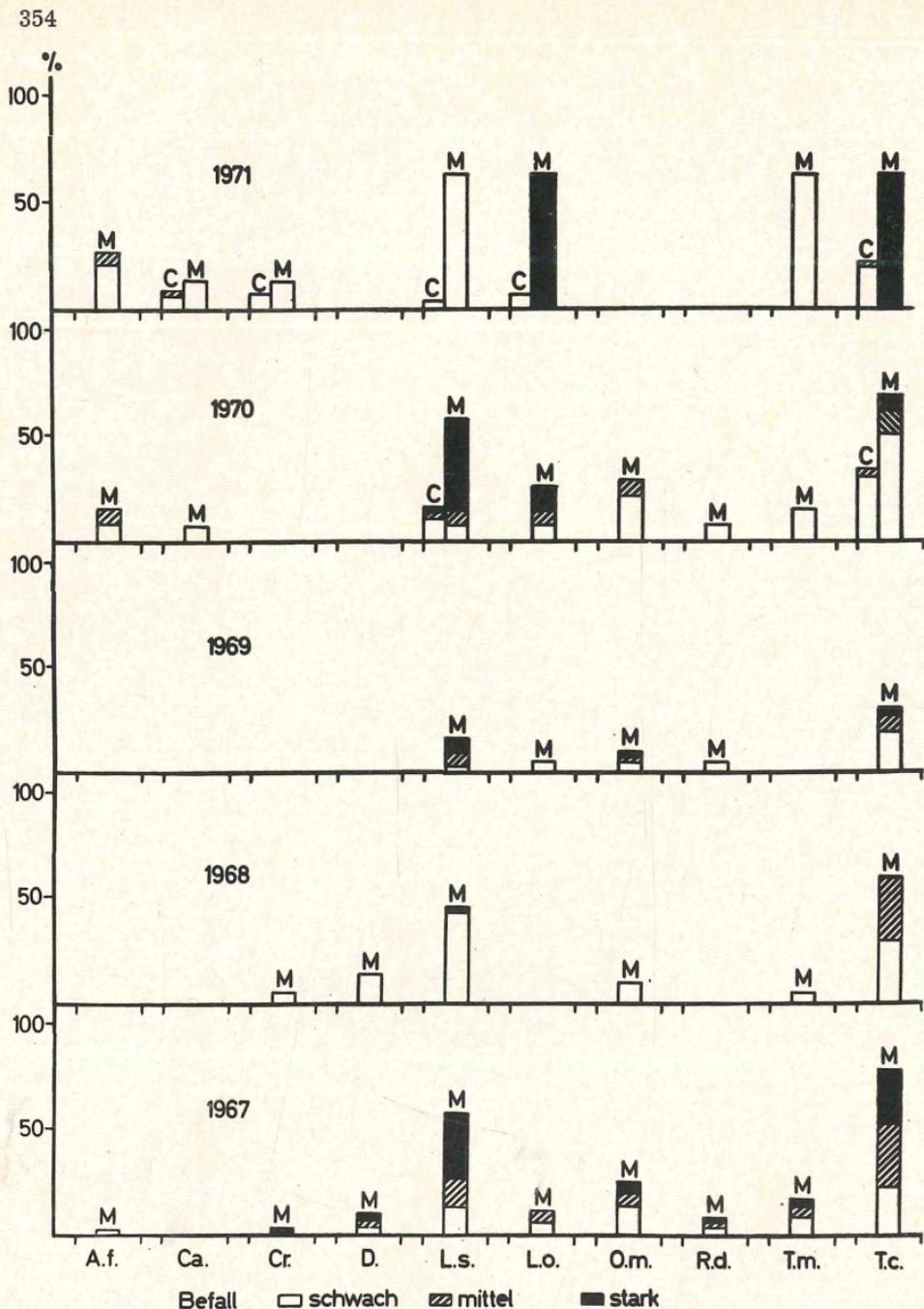


Abb. 1: Von Schädlingen befallene Tapiokaprodukte aus Indonesien über einen Zeitraum von 5 Jahren

A. f. = *Araecerus fasciculatus*  
 Cr. = *Cryptolestes* sp.  
 L. s. = *Lasioderma serricorne*  
 O. m. = *Oryzaephilus mercator*  
 T. m. = *Tenebroides mauritanicus*

Ca. = *Carpophilus* sp.  
 D. = *Dinoderus* sp.  
 L. o. = *Latheticus oryzae*  
 R. d. = *Rhyzopertha dominica*  
 T. c. = *Tribolium castaneum*

Die geringen Befallsprozentätze (unter 2%) von *Alphitobius diaperinus*, *Necrobia rufipes*, *Sitophilus oryzae* und *Typhaea stercorea* sind nicht eingetragen.

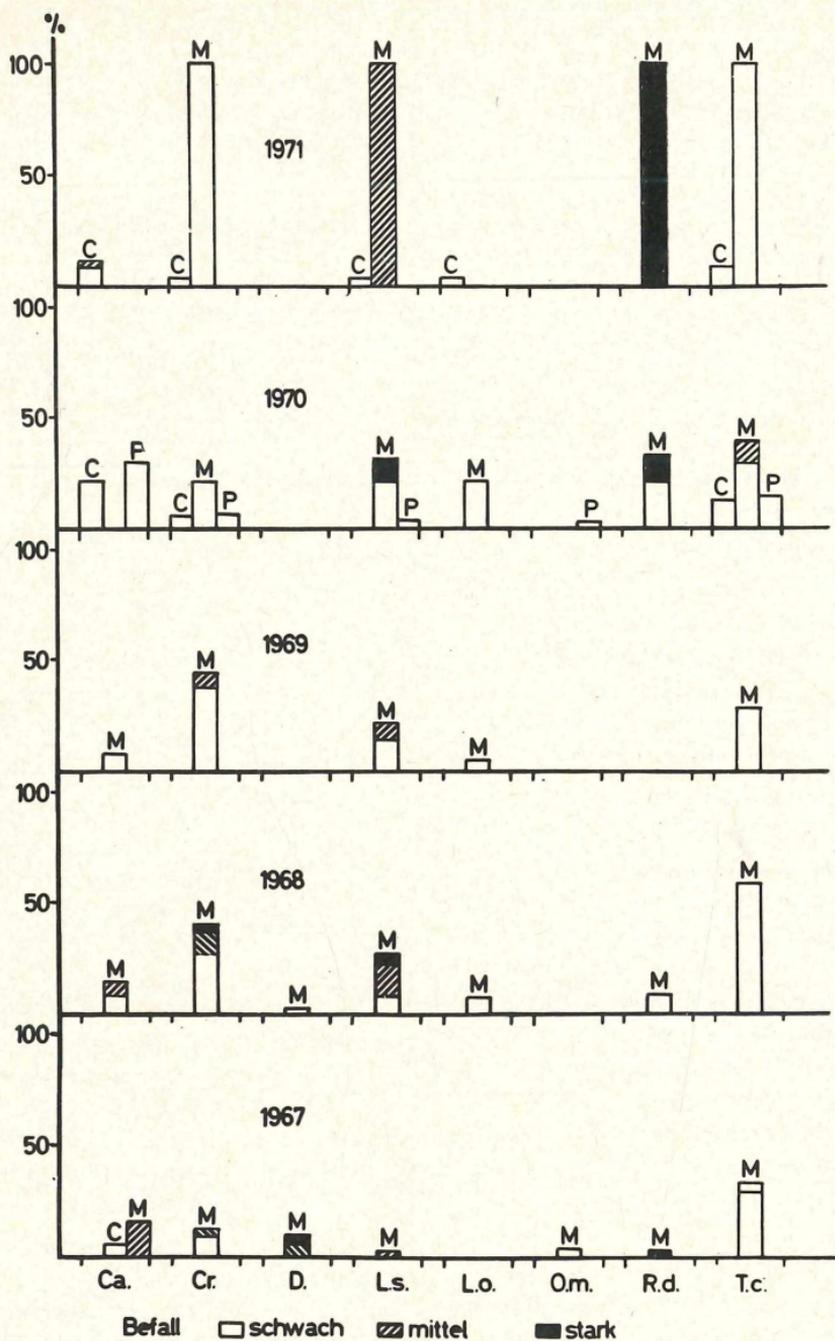


Abb. 2: Von Schädlingen befallene Tapiokaproducte aus Thailand über einen Zeitraum von 5 Jahren

Ca. = *Carpophilus* sp.

D. = *Dinoderus* sp.

L. o. = *Latheticus oryzae*

R. d. = *Rhyzopertha dominica*

Cr. = *Cryptolestes* sp.

L. s. = *Lasioderma serricorne*

O. m. = *Oryzaephilus mercator*

T. c. = *Tribolium castaneum*

Die geringen Befallsprozentsätze (unter 2 %) von *Alphitobius diaperinus*, *Araecerus fasciculatus*, *Necrobia rufipes*, *Sitophilus oryzae*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tenebroides mauritanicus* und *Typhaea stercorea* sind nicht eingetragen.

### 3.1. Die an Tapioka festgestellten Insekten

Die 1970—72 an Tapiokaimporten festgestellten Insekten sind die folgenden:

#### Coleoptera

Familie Bostrychidae

*Dinoderus minutus* (FABRICIUS, 1775)

- \* *Rhyzopertha dominica* (FABRICIUS, 1792)  
eine unbestimmte Art

Familie Tenebrionidae

*Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797)

*Gnathocerus cornutus* (FABRICIUS, 1798)

*Latheticus oryzae* WATERHOUSE, 1880/82

*Palorus subdepressus* (WOLLASTON, 1864)

- \* *Tribolium castaneum* (HERBST, 1797)
- \* *Tribolium confusum* JACQUELINE DU VAL, 1868

Familie Ostomidae

- \* *Tenebroides mauritanicus* (LINNÉ, 1758)

Familie Nitidulidae

*Carpophilus dimidiatus* (FABRICIUS, 1792)

Familie Curculionidae

- \* *Sitophilus oryzae* (LINNÉ, 1763)
- \* *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY, 1855

Familie Anthribidae

*Araecerus fasciculatus* (DE GEER, 1775)

Familie Anobiidae

*Lasioderma serricorne* (FABRICIUS, 1792)

Familie Cucujidae

*Ahasverus advena* (WATTL, 1832)

- \* *Cryptolestes pusillus* (SCHÖNHERR, 1889)
- \* *Oryzaephilus mercator* (FAUVEL, 1889)
- \* *Oryzaephilus surinamensis* (LINNÉ, 1758)

Familie Cleridae

*Necrobia rufipes* (DE GEER, 1775)

*Thaneroclerus buqueti* (LEFEBVRE, 1835)

Familie Mycetophagidae

*Typhaea stercorea* (LINNÉ, 1758)

Familie Anthicidae

*Anthicus floralis* (LINNÉ, 1758)

#### Copeognatha

Familie Liposcelidae

*Liposcelis* spp.

\* aufgenommen in die Liste der „gefährlichen Schädlinge“ der Anlage 5 der Pflanzenbeschauverordnung (Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen N.F., Bd. 30 Heft 3, 1970)

Abb. 1 und 2 zeigen, daß der Schädling, der in Tapiokawaren aus Indonesien und Thailand in erster Linie vorkommt, *Tribolium castaneum* ist. Die Einfuhr von Tapiokaprodukten aus Thailand ist größer als die aus Indonesien; ihr prozentualer Schädlingsbefall ist ziemlich hoch (Abb. 2). Obwohl beide Exportländer ähnliche klimatische Verhältnisse haben, ist der Schädlingsbefall an Tapiokawaren verschieden. So kommen *Araecerus fasciculatus*, *Latheticus oryzae* und *Tenebroides mauritanicus* häufiger in indonesischen als in thailändischen Sendungen vor, während *Cryptolestes* sp., *Lasioderma serricorne* und *Rhyzopertha dominica* häufiger in Lieferungen aus Thailand sind. Auf solche Unterschiede hat PILTZ (1967) auch hingewiesen.

Tabelle 1a: Häufigkeit von Schädlingen an Tapiokaimporten aus Afrika

	ANGOLA			MALAWI	
	27. 7. 71	23. 10. 71	27. 11. 70	11. 8. 71	6. 9. 71
<i>Ahasverus advena</i>	+		+		
<i>Alphitobius diaperinus</i>			+		
<i>Anthicus floralis</i>				+	
<i>Araecerus fasciculatus</i>		+			
<i>Cryptolestes pusillus</i>		++			
<i>Dinoderus minutus</i>	+	+	+		
<i>Gnathocerus cornutus</i>		+			
		(tot)			
<i>Latheticus oryzae</i>	++		+++		
<i>Liposcelis</i> spp.				+	
<i>Necrobia rufipes</i>		+			
<i>Oryzaephilus mercator</i>			+		
<i>Palorus subdepressus</i>			+		
<i>Rhyzopertha dominica</i>	++	++		++	++
<i>Sitophilus oryzae</i>	+				
<i>Sitophilus zeamais</i>	+				
<i>Tribolium castaneum</i>	++		++		++
<i>Tribolium confusum</i>	+				
<i>Typhaea stercorea</i>		+			

+ = 1—10 Schädlinge auf einem Kilogramm Tapioka

++ = 10—20 Schädlinge auf einem Kilogramm Tapioka

+++ = 20—30 Schädlinge auf einem Kilogramm Tapioka

Aus Tabellen 1 a—c geht hervor, daß 1. die Häufigkeit der einzelnen Schädlingsarten an Tapioka sehr verschieden ist und 2. die häufigen Schädlingsarten an Tapioka aus allen Ländern auftreten, während die selteneren Arten nur in Tapioka aus bestimmten Ländern vorkommen. Man

Tabelle 1b: Häufigkeit von Schädlingen an Tapiokaimporten aus Indonesien

	21. 10. 70	13. 11. 70	20. 11. 70	22. 1. 71	29. 1. 71	27. 10. 71
<i>Araecerus fasciculatus</i>	+	+++	++ (tot)	++ (tot)		
<i>Carpophilus dimidiatus</i>					+	+
<i>Cryptolestes pusillus</i>	++	++		++		++
<i>Dinoderus minutus</i>		+				
<i>Lasioderma serricorne</i>	++	+			+++	
<i>Latheticus oryzae</i>	++		+++		++	+++
<i>Liposcelis</i> spp.				+		+
<i>Necrobia rufipes</i>		+		+		
<i>Oryzaephilus mercator</i>	+		+			+
<i>Palorus subdepressus</i>			+			
<i>Rhyzopertha dominica</i>	+		+		+	
<i>Sitophilus oryzae</i>		+				
<i>Sitophilus zeamais</i>		+				
<i>Tenebroides mauritanicus</i>				+		+
<i>Thaneroclerus buqueti</i>					+	
<i>Tribolium castaneum</i>	+++	+++		++	+++	++
<i>Tribolium confusum</i>	+	+			+	
<i>Typhaea stercorea</i>			+			
			(tot)			

kann demnach Hauptschädlinge und zufällig vorhandene Vorratsschädlinge unterscheiden. Zu ersteren gehören *Dinoderus minutus*, *Latheticus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* und *Tribolium castaneum*. An diesen vier Arten wurden hauptsächlich die Laboratoriumsuntersuchungen durchgeführt (siehe Kapitel 3.2).

Tabelle 1c: Häufigkeit von Schädlingen an Tapiokaimporten aus Ostasien

	THAILAND			CHINA	
	27. 8. 71	2. 10. 71	13. 10. 71	21. 11. 71	14. 7. 71
<i>Araecerus fasciculatus</i>	+			+	+
				(tot)	(tot)
<i>Cryptolestes pusillus</i>		++			
<i>Latheticus oryzae</i>		++	+++		
<i>Liposcelis</i> spp.	+				
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>				+	
<i>Rhyzopertha dominica</i>		+		+	
<i>Sitophilus oryzae</i>					
<i>Sitophilus zeamais</i>			+		
<i>Thaneroclerus buqueti</i>		+			++
<i>Tribolium castaneum</i>		+++	++	++	
<i>Tribolium confusum</i>		+		+	+
<i>Typhaea stercorea</i>			+		
Unbestimmter Bostrychide					++

### 3.1.1. Regelmäßig angetroffene Hauptschädlinge

3.1.1.1. *Dinoderus minutus* (FABRICIUS, 1775), Bambusbohrer oder Bamboo Powder-Post Beetle (Syn. = *substriatus* STEPH. 1830 = *siculus* BAUDI 1873, Familie Bostrychidae Subfamilie Dinoderinae). 1775 hat FABRICIUS diese Art nach Exemplaren der Sammlung von BANKS in New Zealand beschrieben. Nach FISHER (1950) kommt *D. minutus* in allen tropischen Ländern vor. Die ursprüngliche Heimat ist wahrscheinlich Indien, die indomalayische und japanische Region (CYMOREK, 1970). Durch Schiffsladungen aus Indien und Japan wurde er 1873 zum erstenmal nach Europa eingeschleppt. Danach wurde der Käfer in Hamburg, in Holland (EVERT, 1925), in Wien und in England 1940 gefunden (GAUSS, 1956).

*D. minutus* ist polyphag; er ernährt sich von Getreidesamen, Vorräten, Mais, Zuckerrohr, Früchten, Holzarten, Zimt, Ingwer, Kakao, Tabak und Tapiokawurzeln (FISHER, 1950, GAUSS, 1956, SCHMIDT, 1954, WEIDNER, 1971, ZACHER, 1930). Er befällt am liebsten Bambus, besonders der Gattungen *Dendrocalamus* und *Phyllostachys* (BEESON and BHATIA, 1937), Gummibaum [*Hevea brasiliensis* (H. B. K.) MUELL.], Zimt (*Cinnamomum zeylanicum* BL.) und Durian (*Durio zibethinus* MURR.).

Diese Art ist 2—3,5 mm lang, 1—1,6 mm breit und von rötlichbrauner bis dunkelbrauner Farbe, manchmal sind die Elytren röter als die übrige Oberfläche. Meistens sind Labrum, Palpen, Fühler und Tarsen bräunlich-gelb. Der Fühler ist kürzer als der halbe Körper; er hat 10 Glieder und eine Endkeule. Das zweite Fühlerglied ist kürzer als das erste. Der Kopf ist rauh punktiert, überdeckt vom Pronotum und somit von oben unsichtbar. Der Clypeus ist an der Seite kürzer als das Labrum. Der Halsschild ist kapuzenförmig, mit zwei flachen Gruben am Hinterrand. Am Halsschildvorderrand sind spitze Zähnchen ausgebildet, die Zähnchenreihe ist zur Mitte u-förmig. Das Pronotum ist stark konvex, rund oder oval, selten abgestutzt. Die Elytren sind so lang wie der Körper und vollständig struppig behaart. Die Hintertarsen sind kürzer als die Tibien. Das erste Glied des Vordertarsus ist nicht länger als das dritte oder das vierte.

3.1.1.2 *Rhyzopertha* (= *Rhizopertha*) *dominica* (FABRICIUS, 1792), „The Lesser Grain Borer“, „Getreidekapuziner“, gehört wie *Dinoderus minutus* zur Familie der Bostrychidae. Wegen der besonders geformten Bohrlöcher im Weizen nennt man diesen Käfer auch „Anger beetle“ oder „shot-hole borer“ (FROGGATT, 1918). *R. dominica* ist ein Kosmopolit, dessen Heimat vermutlich die indomalayische Region ist. Durch die Schifffahrt wurde er nachweislich nach Europa, Ägypten, Algerien, Australien und in die USA eingeschleppt. In den Tropen und Subtropen ist er der gefährlichste Getreideschädling. Er befällt sämtliche Getreidearten, daneben auch Mehl, Schiffszwieback, Hirse, Bohnen, Linsen und sogar Holz.

Typisch für diese Art ist der kapuzenförmige Halsschild, welcher keine Gruben am Hinterrand besitzt. Der Käfer ist 2—3 mm lang, 0,5—1 mm breit und von schwarzbrauner Farbe. Die Flügeldecken sind hinten abgerundet, der Fühler ist zehngliedrig, die drei Keulenglieder sind länger als die übrigen Glieder. Die Vordertarsen sind kürzer als die Schienen.

*R. dominica* ähnelt im Habitus *D. minutus*, jedoch sind die folgenden Unterschiede deutlich erkennbar und typisch:

	<i>R. dominica</i>	<i>D. minutus</i>
1) Mandibel	dreizählig	nur ein Zahn gut ausgebildet
2) Halsschild	keine Gruben am Hinterrand	mit Gruben am Hinterrand
3) Körper	gewölbt	gewölbt
4) Scutellum	quadratisch	doppelt so breit wie lang

3.1.1.3 *Latheticus oryzae* WATERHOUSE, 1880/82; der rundköpfige Reismehlkäfer, the long headed flour beetle, gehört zur Familie der Tenebrionidae. Seine vermutliche Heimat ist Indien. Er kommt sowohl im Freien als auch in Gebäuden vor und ist nach Europa, England, Deutschland, Holland, Dänemark, Norwegen, Italien, Rußland, Arabien, Zypern, Persien und in die Vereinigten Staaten eingeschleppt worden (HORION, 1961). Nach Deutschland gelangt er besonders mit Reis und Tapiokamehl (WEIDNER, 1971).

*Latheticus oryzae* ist etwa 2,5 mm lang und von gelbbrauner Färbung. Besonders auffallend ist die Bildung des Kopfes, der vor den Augen verbreitert, stark entwickelt und fast so breit wie der Halsschild ist. Der Fühler ist kürzer als der halbe Körper, mit deutlich fünfgliedriger Keule. Der Halsschild ist nicht kapuzenförmig und fast so breit wie die Flügeldecken. Die Flügeldecken sind parallel mit feinen Punktstreifen gezeichnet und mehr als zweimal so lang wie breit. Die Vorder- und Mittel-tarsen besitzen 5 Glieder, während der Hintertarsus viergliedrig ist.

3.1.1.4 *Tribolium castaneum* (HERBST, 1797), der rotbraune Reismehl-käfer („the rust-red flour beetle“ oder „the red grain beetle“) gehört zur Familie der Tenebrionidae. Seine Heimat ist wahrscheinlich Indien. Er ist Kosmopolit und bekannt als Getreideschädling; er lebt an pflanzlichen Vorräten, besonders an Erdnüssen, Mehl, Kleie, Reis, Graupen, Grütze, Expellern, Kopra, Abfällen und allen möglichen Kolonialwaren, Drogen, getrockneten Früchten, ja sogar an toten Insekten (HORION, 1956).

Der Käfer ist etwa 3—4 mm lang, 1—1,5 mm breit und von hellrot-brauner Farbe. Der Kopf ist deutlich schmaler als der Halsschild, der ein-einhalb mal so breit wie lang ist. Der Fühler besitzt eine deutliche abge-setzte dreigliedrige Keule. Die Flügeldecken haben Punktstreifen, zwi-schen diesen stehen sehr feine Kiele. Die Hintertarsen sind lang, das erste Fußglied ist so lang wie die beiden folgenden zusammen. Wie bei *L. oryzae* können die Geschlechter im Puppenstadium unterschieden werden (PARK, 1934). Die Imagines nach HINTON (1942) dadurch, daß der Femur des Männ-chens ein ovales, seichtes Grübchen mit vielen, gelblich, aufrechten Haa-ren besitzt, das den Weibchen fehlt. Die Imagines reagieren negativ phototaktisch und negativ geotaktisch. Gelegentlich können sie kürzere Strecken fliegen, besonders, wenn sie durch Licht stark stimuliert wer-den.

### 3.1.2. Gelegentlich angetroffene Schädlinge

3.1.2.1. Schimmelfresser, die auf Tapioka nur auftreten, wenn diese Schimmelbildung zeigt. Hierher gehören *Ahasverus advena*, *Alphi-tobius diaperinus*, *Anthicus floralis*, *Typhaea stercorea* und *Liposcelis* ssp. Sie werden auch mit anderen schimmlichen Vorräten oder moderigen Pflanzenteilen gelegentlich eingeschleppt. Ihre an Tapioka festgestellte Anzahl ist unbedeutend.

Die ursprüngliche Heimat von *Ahasverus advena* ist vermutlich USA (WOODROFFE, 1962). Jetzt ist er in allen tropischen Ländern verbreitet. Er ist eher Schimmelfresser als eigentlicher Vorratsschädling. WOODROFFE erwähnt, daß dieser Käfer auf Schimmel allein sich entwickeln kann. Bei einer Temperatur von 25° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85 % und *Alternaria tenuis* auct. als Nahrung war seine Zucht erfolgreich. WOODROFFE (1962) berichtet, daß tote Insekten ein wichtiger Bestandteil der Nahrung von diesem Käfer sein können. Das Vorkommen von *A. advena* wurde von der Verfasserin stets zusammen mit verschimmelter Tapioka festgestellt, dabei waren jedoch die meisten Exem-plare tot. Nur 6 lebende Tiere konnten für Versuche benutzt werden. Je 3

wurden an verschimmelter und unverschimmelter Tapioka angesetzt. Die Käfer lebten an verschimmelter Tapioka acht Tage, die anderen an nicht verschimmelter Tapioka nur drei Tage. Dies zeigt, daß Schimmel für das Leben dieser Arten von großer Bedeutung ist.

*Alphitobius diaperinus*, der stumpfschwarze Getreideschimmelkäfer, der auch in Kokosraspel häufig gefunden wird, kommt in feucht und dumpfig gewordenem Getreide vor und kann auch in Deutschland bisweilen massenhaft in Bäckereien und Hähnchenmastställen auftreten (GERSDORF, 1969). Es wurden nur zwei tote Exemplare auf verschimmelter Tapioka gefunden.

Von *Anthicus floralis* und *Typhaea stercorea* wurden nur tote Exemplare in sehr modriger Tapioka festgestellt.

*Liposcelis* sp. wurde auch im Laboratorium bei einer Temperatur von 30° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 % gezüchtet, aber er konnte sich an Tapioka nicht entwickeln. Auf verschimmelter Tapioka lebte er allerdings länger (5—6 Wochen) als auf unverschimmelter Tapioka (3 Wochen). WEIDNER (1969) berichtet, die Staublaus bevorzuge Feuchtigkeit und ihr Vorkommen sei fast immer ein Zeichen von Schimmelbildung; ihre Hauptnahrung ist vermutlich nicht Tapioka, sondern Pilze, Abfallstoffe, Insekteneier und tote Insekten.

3.1.2.2 Räuber, die von anderen Vorratsschädlingen leben. Dazu gehört ohne Zweifel *Thaneroclerus buqueti*. Außerdem auch *Necrobia rufipes* und wenigstens zum Teil auch *Tenebroides mauritanicus*.

*Thaneroclerus buqueti* ist in Südostasien beheimatet und ist als Feind verschiedener Vorratsschädlinge bekannt. Als Larve und Imago lebt er räuberisch von anderen Insekten, am häufigsten von allen Entwicklungsstadien von *Lasioderma serricornae* und *Araecerus fasciculatus* (WEIDNER, 1967). Näheres über seine Lebensweise ist noch nicht weiter bekannt. Nach WEIDNER (1959) hat er etwa dieselben klimatischen Ansprüche wie die beiden genannten Vorratsschädlinge. Nach Beobachtung der Verfasserin wurde er mit toten *L. serricornae* gefunden.

Wie *Th. buqueti* findet sich *Tenebroides mauritanicus* meistens zusammen mit anderen Käferarten, von denen er sich auch vielfach ernährt, so z. B. auch von Larven von *Dermestes* (HINTON, 1945), was auch die Verfasserin beobachtet hat. Außerdem spielt er auch, obwohl er verhältnismäßig selten ist, als Vorratsschädling eine Rolle, weshalb er in der Bundesrepublik Deutschland auch in die Liste der „gefährlichen Schädlinge“ aufgenommen wurde. Da bei den geschilderten Untersuchungen nur 2—3 Exemplare in Tapioka gefunden wurden, kann angenommen werden, daß er hier nur als Räuber eine Rolle spielte.

*Necrobia rufipes* entwickelt sich bevorzugt in Kopra, weshalb er auch „Koprakäfer“ genannt wird (WEIDNER, 1954; FREY, 1966; PILTZ, 1966). Seine Larve frißt die Koprasscheiben von der Innenseite her vollständig aus. Er ist außerordentlich häufig auf Schiffen, die aus dem tropischen Asien kommen. Die Imagines sind sehr wanderlustig, sie laufen durch alle

Schiffsräume und dringen in alle möglichen Stoffe ein, auch in solche, in denen sie sich nicht entwickeln können. Obwohl der Käfer häufig mit Kopra gefunden wird, ist seine Entwicklungsdauer bei einer Temperatur von 30° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 81 % an Kopra allein ziemlich lang (66,5 Tage im Durchschnitt). Bei Zusatz von tierischem Eiweiß verkürzt sie sich erheblich, so in der Zucht bei 30° C und 81 % relativer Luftfeuchtigkeit und einer Ernährung mit Fischmehl auf 42,6 Tage, oder bei 30 ° C und 64—70 % Luftfeuchtigkeit und Ernährung mit Larven von *Carpophilus dimidiatus* auf 37,9 Tage (ASHMAN, 1962, FREY, 1966). ASHMAN (1962) berichtet auch, daß unter Optimalbedingungen die Population von *N. rufipes* um so umfangreicher ist, je mehr andere Käferarten gleichzeitig vorhanden sind. Auch von der Verfasserin wurde *N. rufipes* stets zusammen mit *Carpophilus* spp. und *Oryzaphilus mercator* gefunden. Die Zucht von *N. rufipes* wurde im Laboratorium bei einer Temperatur von 30° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % mit Larven von *Carpophilus* oder Tapioka als Nahrung durchgeführt. Die Larven, die Larven von *Carpophilus* fressen konnten, konnten sich entwickeln; die Entwicklungszeit betrug etwa 40 Tage; die Larven aber, die auf Tapioka angesetzt wurden, konnten sich überhaupt nicht entwickeln. Dies beweist, daß *N. rufipes* tierisches Eiweiß für seine Entwicklung braucht. Seine eigentliche Bedeutung für die Lagerhaltung in der Bundesrepublik Deutschland ist immer noch etwas problematisch (WEIDNER, 1965).

3.1.2.3. Insekten, die aus der Beiladung auf dem Transport zufällig in die Tapioka gekommen sind.

Wie man aus der Unregelmäßigkeit und Seltenheit der Funde schließen kann, gehören hierher vielleicht *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais*, *Gnathocerus cornutus*, *Palorus subdepressus*, *Cryptolestes pusillus*, *Lasioderma serricorne*, *Oryzaephilus surinamensis* und *O. mercator*.

Alle diese Arten wurden nicht in die Versuchsreihen aufgenommen, teils aus Mangel an Material (*G. cornutus*, *P. subdepressus*), teils weil nach orientierenden Versuchen der Verfasserin Tapioka für sie als Nahrung ungeeignet erschien und die Versuchszuchten bald eingingen. Am Ende der Untersuchungen zeigte es sich allerdings, daß sich wenigstens *S. zeamais* in Tapiokawurzeln verschiedener Herkunft (Indonesien, Malawi), die seit Winter 1971/72 bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurden und anfangs kaum *Sitophilus*-Befall erkennen ließen, im Sommer 1973 sehr zahlreich entwickelt und die Tapiokawurzeln teilweise vollständig schwammartig zerfressen hatte. Dabei war *S. zeamais* dem *Rhizophthera dominica*, der ebenfalls in den Proben lebte, an Zahl weit überlegen. Demnach besteht also durchaus die Gefahr, daß in Deutschland lange Zeit lagernde Tapiokawurzeln von *Sitophilus* sehr stark geschädigt werden können. Auch *O. surinamensis* hatte sich in diesen Proben vermehrt, wenn auch nicht so stark, und *L. serricorne* wenigstens gehalten.

3.1.2.4. Auf dem Transport abgestorbene Arten, die in Deutschland meistens nur tot gefunden wurden oder stark geschädigt waren, so daß eine Zucht nicht mehr gelang. Hierher gehört *Araecerus fasciculatus*. Wegen seines großen Feuchtigkeitsbedarfs (WEIDNER, 1954) wurden die wenigen, hier lebend angekommenen Exemplare immer bei einer optimalen relativen Luftfeuchtigkeit von 90 % (SAYED, 1935) und einer Temperatur von 30° C gehalten. Diese Käfer konnten höchstens

Tabelle 2: Entwicklungsdauer und Mortalität von *Dinoderus minutus* bei verschiedener Nahrung und relativer Luftfeuchtigkeit (Temperatur konstant 30° C).

Verschiedene Nahrung	75 % Luftfeuchtigkeit				85 % Luftfeuchtigkeit				95 % Luftfeuchtigkeit			
	Entwicklungs- dauer		Mortalität		Entwicklungs- dauer		Mortalität		Entwicklungs- dauer		Mortalität	
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%
Mischfutter	37,90	0,45	0,10	20	36,10	0,31	0,07	40	30,00	0,32	0,07	60
Mais	44,95	0,39	0,09	10	41,85	0,49	0,11	30	38,00	0,38	0,07	50
Tapiokawurzeln	59,35	0,67	0,15	15	57,37	0,59	0,13	30	41,90	0,45	0,10	50

Tabelle 3: Entwicklungsdauer und Mortalität von *Dinoderus minutus* bei verschiedener Nahrung und Temperatur (relative Luftfeuchtigkeit konstant 75 %).

Verschiedene Nahrung	25° C				30° C				35° C			
	Entwicklungs- dauer		Mortalität		Entwicklungs- dauer		Mortalität		Entwicklungs- dauer		Mortalität	
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%
Mischfutter	67,95	0,39	0,09	50	38,85	0,49	0,11	25	30,95	0,22	0,05	15
Mais	87,00	0,32	0,07	30	45,90	0,45	0,10	10	40,00	0,32	0,07	5
Tapiokawurzeln	93,85	0,49	0,11	30	58,95	0,39	0,09	15	50,90	0,45	0,10	5

einen Monat auf Tapioka leben; sie legten niemals Eier ab. Wahrscheinlich fehlt ihnen auf der Tapioka der rechte Anreiz zur Eiablage, da sie zu trocken ist. Dieser Käfer sucht zur Eiablage Kaffeebohnen mit einem hohen Feuchtigkeitsgehalt auf, und die Entwicklung, die in der Bohne vollendet wird, ist vom Feuchtigkeitsgehalt der Bohne abhängig; ferner benötigt diese Art für ihre Entwicklung feuchtwarmes Klima (HOWE u. a., 1952). Nach den Beobachtungen der Verfasserin versucht dieser Käfer in warmen Räumen oder im Sonnenlicht zu fliegen.

### 3.2. Nahrungswert der Tapioka für die Hauptschädlinge

#### 3.2.1. Entwicklung von *Dinoderus minutus* (FABRICIUS, 1972)

Wegen des seltenen Auftretens von *Dinoderus minutus* auf Tapioka konnte eine Stammkultur nicht angesetzt werden. *D. minutus* kam mit der häufigeren *Rhyzopertha dominica* zusammen an Tapiokawurzeln aus Angola vor. Die Stammkultur von *D. minutus* wurde auf Bambus-Stäbchen durchgeführt, weil Bambus von ihm gern befallen wird.

*D. minutus* entwickelt sich am schnellsten bei Verwendung des Mischfutters und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 95 %, jedoch ist die Sterblichkeit sehr hoch, vermutlich, weil das Futter zu rasch verschimmelt, weshalb das Futter täglich erneuert wurde. Auch bei Mais und Tapiokawurzeln liegen die Werte für die Sterblichkeit ähnlich: je höher die relative Luftfeuchtigkeit, desto höher die Mortalitätsrate (Tabelle 2 und Abb. 3).

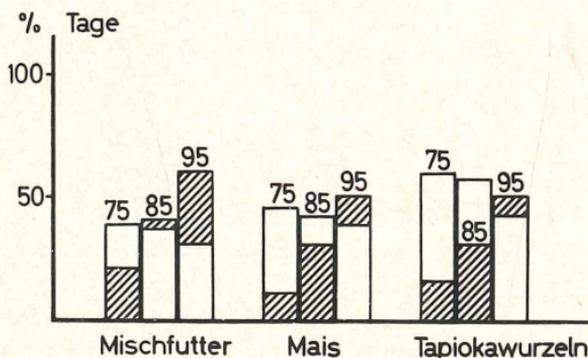


Abb. 3: Entwicklungsdauer und Mortalität von *D. minutus* bei verschiedener Nahrung und rel. Luftfeuchtigkeit (Temperatur konstant 30° C)  
 unshraffiert = Entwicklungsdauer  
 schraffiert = Mortalität

Obwohl die Entwicklungsdauer bei 75 % relativer Luftfeuchtigkeit stark verlängert ist, liegt die Sterblichkeit bei dieser Luftfeuchtigkeit am niedrigsten. (Der Q-Test für die Signifikanz der unterschiedlichen Mittelwerte ist positiv).

Untersuchungen der Entwicklungsdauer bei unterschiedlichen Temperaturen zeigen, daß 35° C am günstigsten für die Entwicklung ist; hier

Tabelle 4: Entwicklungsdauer der Larvenstadien von *Dinoderus minutus* in Tagen bei verschiedener Nahrung (75 % relative Luftfeuchtigkeit und 35° C).

Verschiedene Nahrung	Eier			L <sub>1</sub>			L <sub>2</sub>			L <sub>3</sub>		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$									
Mischfutter	6	0,32	0,07	5,40	0,68	0,15	3,05	0,51	0,11	4,15	0,59	0,13
Tapiokamehl	6	0,32	0,07	15,35	0,99	0,22	8,05	0,51	0,11	10,40	0,82	0,18
	L <sub>4</sub>			Vorpuppen			Puppen					
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$			
Mischfutter	4,05	0,39	0,09	2,10	0,52	0,12	5,05	0,22	0,05			
Tapiokamehl	11,20	0,95	0,21	2,95	0,51	0,11	6,00	0,32	0,07			

ist die Entwicklungsdauer verkürzt und auch die Sterblichkeitsrate liegt niedrig. Außerdem erkennt man die starke Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Temperatur (Tabelle 3 und Abb. 4).

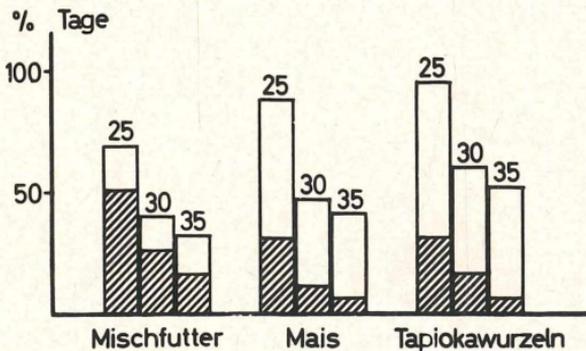


Abb. 4: Entwicklungsdauer und Mortalität von *D. minutus* bei verschiedener Nahrung und Temperatur (rel. Luftfeuchtigkeit konstant 75 %) unschraffiert = Entwicklungsdauer schraffiert = Mortalität

Wie die Graphiken zeigen, hängt die Entwicklungsdauer auch von der Art der Nahrung ab. Da der Nährwert von jedem Futter, gemessen in cal/g, stets hoch war ( $\pm$  reine Stärke), kann derselbe nicht für die Unterschiede verantwortlich sein, zumal das Futter im Überschuß geboten wurde. Vermutlich spielt sein unterschiedlicher Stickstoffgehalt eine große Rolle, da Stickstoff der limitierende Faktor für die Eiweißsynthese ist. Darüber hinaus wird auch ein unterschiedlicher Gehalt von Vitaminen und Spurenelementen bedeutsam sein. Als Hinweis darauf mag die Tatsache dienen, daß die künstliche Nahrung die Entwicklung am stärk-

sten beschleunigt. Ferner fällt auf, daß bei Verfütterung verschiedener Nahrung die Entwicklungsdauer jeweils verschiedener Larvenstadien besonders verlängert oder verkürzt wird, wäre Stickstoff allein der limitierende Faktor, sollte bei Verwendung von Nahrung mit verschiedenem Stickstoffgehalt die Relation der Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien zueinander gewahrt bleiben.

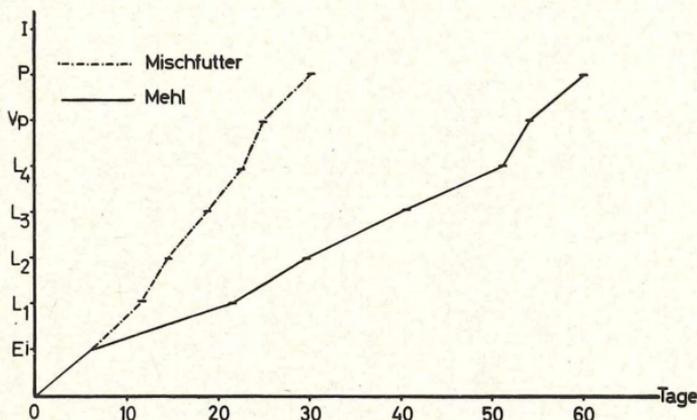


Abb. 5: Entwicklungsdauer der Larvenstadien von *D. minutus* in Tagen bei verschiedener Nahrung (75 % rel. Luftfeuchtigkeit und 35° C)

Die Gesamtentwicklungsdauer der untersuchten Arten ist auf Mais, verglichen mit Tapiokawurzeln, durchweg kürzer. Da Tapiokastärke besonders arm an Spurenelementen, Vitaminen und Aminosäuren ist, dürfte dies der Grund für die verzögerte Entwicklung sein. CYMOREK (1970) berichtet, daß die Zucht von *D. minutus* auf Mais erfolgreich war. Diese Beobachtungen stimmen mit den vorliegenden Ergebnissen überein.

Tabelle 5: Gewicht der Imagines von *Dinoderus minutus* in Gramm und Eizahl pro Weibchen bei 75 % relativer Luftfeuchtigkeit und 35° C.

Verschiedene Nahrung	Gewicht Imago			Eizahl		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	0,0027	0,00	0,00	55,85	1,23	0,27
Mais	0,0022	0,00	0,00	35,45	0,94	0,21
Tapiokawurzeln	0,0019	0,00	0,00	27,60	0,68	0,15

Bei 75 % relativer Luftfeuchtigkeit und 35° C ist die Gesamtentwicklungsdauer von *D. minutus* auf Tapiokamehl etwa doppelt so lang wie auf Mischfutter (Tabelle 4 und Abb. 5). Wie zu erwarten, sind Ei- und Puppenstadium nicht merklich verschieden, da von ihnen keine Nahrung aufge-

nommen wird, die Unterschiede in der Gesamtentwicklungsdauer resultieren aus Unterschieden der Entwicklungsdauer der Larvenstadien.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß bei Verwendung von Mischfutter die Weibchen von *D. minutus* mehr Eier legen und daß die Imagines ein höheres Gewicht besitzen als bei Verwendung von Mais oder Tapioka

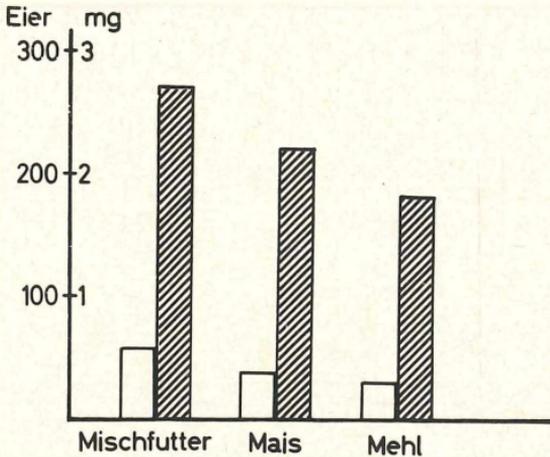


Abb. 6: Gewicht der Imagines von *D. minutus* in Gramm und Eizahl pro Weibchen bei 75 % rel. Luftfeuchtigkeit und 35° C  
 unshraffiert = Eizahl  
 schraffiert = Gewicht der Imagines

(Tabelle 5 und Abb. 6). Während sich das höhere Endgewicht noch auf den hohen Stickstoffgehalt des Mischfutters zurückführen läßt (höhere Eiweißsyntheserate!), muß man wohl die erhöhte Eiablage auf den fertilitätssteigernden Einfluß der Mineralstoffe, Vitamine und Spurenelemente zurückführen.

3.2.2. Entwicklung von *Rhyzopertha dominica* (FABRICIUS, 1792). ZUR Ermittlung des Existenzoptimums wurden mit *R. dominica* dieselben Versuchsreihen durchgeführt wie mit *D. minutus*. Die Ergebnisse sind qualitativ recht ähnlich. Mit steigender Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit verkürzt sich die Entwicklungsdauer, mit zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit nimmt außerdem die Mortalität zu (Tabelle 6—9 und Abb. 7—10). Auch bei dieser Art scheint das Mischfutter die Entwicklung am günstigsten zu beeinflussen, jedoch kam es bei Verwendung dieser Nahrung stets zu Milbenbefall, obwohl die Nahrung sechs Stunden lang durch Einwirkung von 60° C sterilisiert wurde. Durch diesen Milbenbefall bedingt ist dann die Sterblichkeitsrate aller Larvenstadien, und auch der Imagines von *R. dominica*, recht hoch. Außerdem schimmelt das Mischfutter, wie schon früher erwähnt, bei hohen relativen Luftfeuchtigkeiten rasch.

Tabelle 6: Entwicklungsdauer und Mortalität von *Rhyzopertha dominica* bei verschiedener Nahrung und relativer Luftfeuchtigkeit (Temperatur konstant 30° C).

Verschiedene Nahrung	75 % Luftfeuchtigkeit				85 % Luftfeuchtigkeit				95 % Luftfeuchtigkeit			
	Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit	
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%
Mischfutter	46,90	0,76	0,11	10	45,16	0,91	0,13	30	30,48	1,07	0,15	50
Mais	50,54	0,99	0,14	6	48,54	1,18	0,17	28	38,10	0,79	0,11	30
Tapiokawurzeln	59,64	1,12	0,16	4	57,74	1,23	0,17	20	43,24	1,02	0,14	30

Tabelle 7: Entwicklungsdauer und Mortalität von *Rhyzopertha dominica* bei verschiedener Nahrung und Temperatur (relative Luftfeuchtigkeit konstant 75 %).

Verschiedene Nahrung	25° C				30° C				35° C			
	Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit	
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%
Mischfutter	67,08	0,92	0,13	40	45,78	1,15	0,16	20	30,44	1,05	0,15	6
Mais	86,10	0,97	0,14	50	51,28	1,33	0,19	6	40,82	1,06	0,15	4
Tapiokawurzeln	107,82	0,77	0,11	50	60,04	0,90	0,13	14	51,80	1,09	0,15	4

Tabelle 8: Gewicht der Imagines von *Rhizopertha dominica* in Gramm und Eizahl pro Weibchen bei 75 % relativer Luftfeuchtigkeit und 35 ° C.

Verschiedene Nahrung	Gewicht Imago			Eizahl		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	0,0019	0,00	0,00	338,00	2,34	0,33
Hefe + Mais	0,0016	0,00	0,00	250,06	2,01	0,28
Mais	0,0014	0,00	0,00	205,42	1,46	0,21
Hefe + Mehl	0,0010	0,00	0,00	119,70	1,88	0,27
Tapiokamehl	0,0008	0,00	0,00	58,90	0,76	0,11

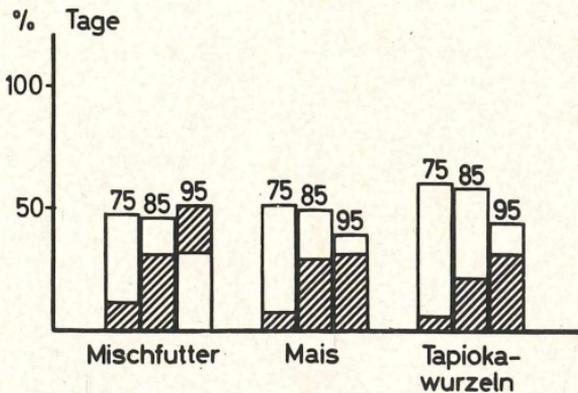


Abb. 7: Entwicklungsdauer und Mortalität von *R. dominica* bei verschiedener Nahrung und rel. Luftfeuchtigkeit (Temperatur konstant 30° C)  
 unschraffiert = Entwicklungsdauer  
 schraffiert = Mortalität

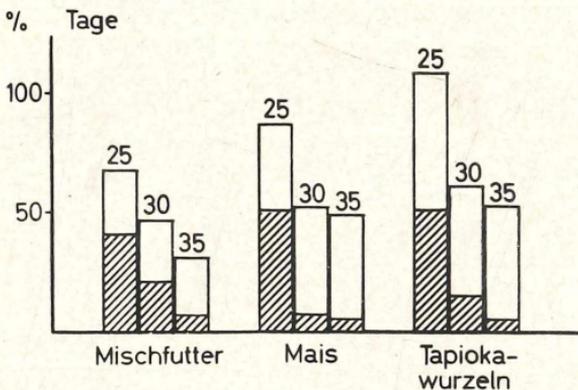


Abb. 8: Entwicklungsdauer und Mortalität von *R. dominica* bei verschiedener Nahrung und Temperatur (rel. Luftfeuchtigkeit konstant 75%)  
 unschraffiert = Entwicklungsdauer  
 schraffiert = Mortalität

Tabelle 9: Entwicklungsdauer der Larvenstadien von *Rhyzopertha dominica* in Tagen bei verschiedener Nahrung (75 % relative Luftfeuchtigkeit und 35° C).

Verschiedene Nahrung	Ei			L <sub>1</sub>			L <sub>2</sub>			L <sub>3</sub>		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	5,14	0,45	0,06	4,96	0,49	0,07	3,06	0,47	0,07	4,42	0,70	0,10
Hefe + Mais	5,20	0,45	0,06	7,36	0,60	0,08	3,96	0,57	0,08	5,40	0,83	0,12
Hefe + Mehl	5,16	0,47	0,07	14,40	0,76	0,11	7,40	0,67	0,09	10,02	0,47	0,07
Tapiokamehl	5,28	0,57	0,08	15,92	0,44	0,06	9,98	0,43	0,06	9,98	0,43	0,06

	L <sub>4</sub>			Vorpuppen			Puppen		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	4,44	0,70	0,10	2,32	0,59	0,08	5,12	0,39	0,05
Hefe + Mais	4,30	0,81	0,12	2,16	0,42	0,06	5,20	0,49	0,07
Hefe + Mehl	8,88	0,63	0,09	2,32	0,59	0,08	5,24	0,52	0,07
Tapiokamehl	9,92	0,49	0,07	2,94	0,37	0,05	5,98	0,32	0,05

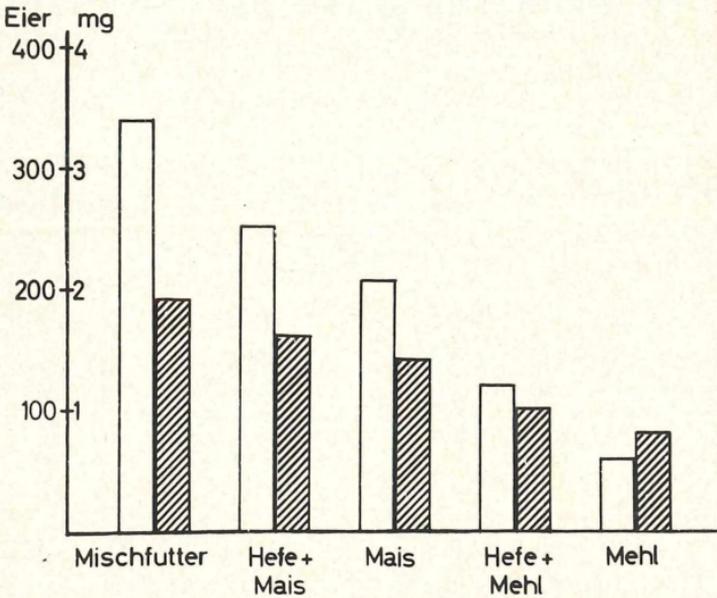


Abb. 9: Gewicht der Imagines von *R. dominica* in Gramm und Eizahl pro Weibchen bei 75 % rel. Luftfeuchtigkeit und 35° C  
 unshraffiert = Eizahl  
 schraffiert = Gewicht der Imagines

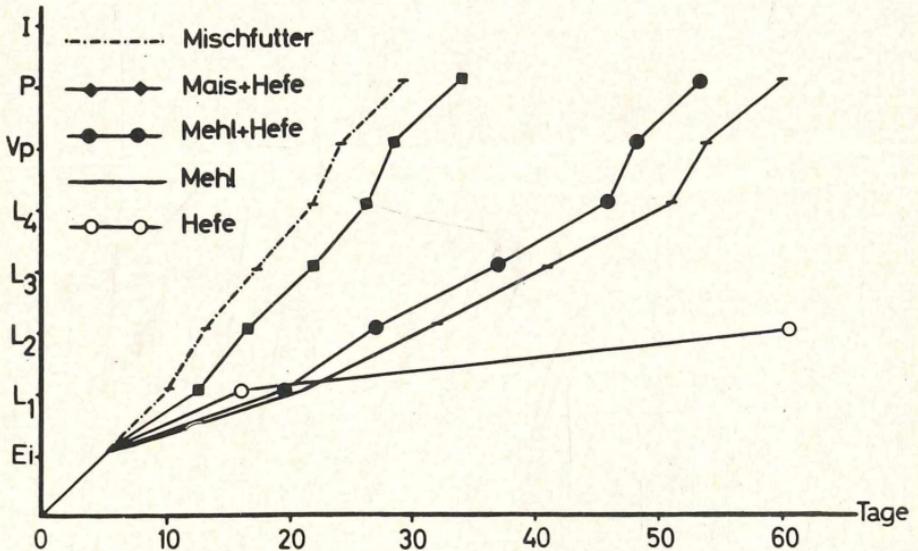


Abb. 10: Entwicklungsdauer der Larvenstadien von *R. dominica* in Tagen bei verschiedener Nahrung (75 % rel. Luftfeuchtigkeit und 35° C)

ZACHER (1951) berichtet, daß *R. dominica* bei 32—34° C besonders gut gedeiht, nach HOWE (1965) liegt die Optimaltemperatur zwischen 32—35° C. HUGER (1956) dagegen züchtete bei 75 %—85 % relativer Luftfeuchtigkeit unterhalb von 30° C. 1954 berichtet derselbe Autor, *R. dominica* vermehre sich auch bei 38° C und 85 %—95 % relativer Luftfeuchtigkeit. GOLEBIEWSKA (1962) berichtet, mit steigenden Temperaturen und relativer Luftfeuchtigkeit verkürze sich die Entwicklungszeit des Käfers. Nach den vorliegenden Ergebnissen schienen 75 % relative Luftfeuchtigkeit und 35° C für die Entwicklung optimal zu sein. Als Nahrung erscheint Mais am günstigsten, denn die Entwicklungsdauer ist schon gegenüber Tapioka deutlich verkürzt, wenn auch noch nicht so stark wie bei Verwendung des Mischfutters, und die Sterblichkeit ist noch niedriger (keine Schimmelbildung, kein Milbenbefall).

Reis ist als Nahrung besonders ungünstig, da *R. dominica* wie auch *D. minutus* die Körner nicht anbohren können; über ungeschälten Reis liegen allerdings keine Angaben vor.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß Tapiokawurzeln in frischem Zustand das blausäurehaltige giftige Glucosid Phaseolumatin enthalten, das auch in den Rangoonbohnen vorkommt (ZACHER, 1930). Es muß daher damit gerechnet werden, daß die Ergebnisse für frische Tapiokawurzeln anders aussehen.

Im vorigen Abschnitt wurde darauf hingewiesen, daß die verkürzte Entwicklungsdauer, die bei der Verfütterung von Mischfutter zu beobachten ist, wahrscheinlich auf den großen Gehalt dieser Nahrung an Vitaminen, Spurenelementen und Stickstoff zurückgeführt werden kann. Um diese Annahme experimentell zu belegen, wurde der natürlichen Nahrung (Mais, Mehl) je 5 % Hefe zugesetzt und die Entwicklungsdauer der Schädlinge beobachtet. Auch hierbei ist die Entwicklungsdauer von *R. dominica* gegenüber reinem Mais bzw. Mehl verkürzt. Hefe allein dagegen genügt als Nahrung nicht, denn die Entwicklung von *R. dominica* ist dann unvollständig. Das erste Larvenstadium dauert ca. 70 Tage, danach stirbt die Larve ab. Die Versuchsergebnisse lassen sich dahingehend deuten, daß die verlängerte Entwicklungsdauer bei Verwendung von Mais (Mehl) in erster Linie auf den Mangel an Vitaminen und Spurenelementen zurückzuführen ist, nicht so sehr dagegen auf die Stickstoffarmut, denn ein Zusatz von nur 5 % (feuchter!) Hefe hebt den Stickstoffgehalt der Nahrung nur unbedeutend. Das Sistieren der Entwicklung bei Verwendung von Hefe allein wiederum zeigt, daß ein reiches Angebot an Kohlehydraten für die Entwicklung unerlässlich ist. Im übrigen führt auch die Verwendung von reiner Hefe zu starkem Milbenbefall (Feuchtigkeit!) und Schimmelbildung, wodurch die Sterblichkeitsrate steigt.

Außerdem führt auch Hefezusatz zur Nahrung zur Vermehrung der Eizahl und zu einem höheren Gewicht der Imagines, also auch in dieser Hinsicht sind die Verhältnisse denen, die bei Verfütterung von Mischfutter anzutreffen sind, ganz analog.

Für ein gutes Gedeihen von *R. dominica* ist jedoch auch die Konsistenz der Nahrung entscheidend. Die Art benötigt ein festes Substrat zum Kriechen und zum Bohren. Insofern ist Mais oder Tapioka günstig. Ferner

sind auch die Abmessungen der Spalten [nach LAUBMANN (1959) von 0,03 mm Breite] im Substrat für die Eiablage und die Eientwicklung bedeutsam.

Nach Beobachtungen der Verfasserin bohrt die Imago meistens am Rand der Tapiokascheibe. Außerdem vermögen diese Käfer beschädigte Maiskörner oder Tapioka besser als unbeschädigte anzubohren. Zum Beweis wurden beschädigte und unbeschädigte Maiskörner oder Tapioka zur Ernährung angeboten. Bei beschädigtem Mais oder Tapioka wurden mehrere Eier abgelegt. Vermutlich ist beschädigter Mais oder Tapioka leichter anzubohren. Auch im Freien oder im Schiff wurden auf beschädigter Tapioka oft mehrere Käfer zusammen gefunden. BREESE (1960) berichtet, die Massenentwicklung dieser Art hänge von dem Prozentsatz der verletzten Körner ab. Bei *R. dominica* konnte von der Verfasserin beobachtet werden, daß diese Art für eine Massenentwicklung sehr viele Maiskörner benötigt.

Ein besonders guter Platz zur Eiablage in Maiskörnern ist der Embryo. Vermutlich ist an diesem Platz die Schale besonders weich und auch am leichtesten für die junge Larve zu durchbohren. Außerdem dürfte der Embryo eine besonders günstige Ernährung ermöglichen. Auf Grund dieser Beobachtung wurde von der Verfasserin an den Tapiokawurzeln ein Spalt gemacht und je ein Ei eingebracht; die Larven des 1. Stadiums konnten weiterbohren und sich auch entwickeln. Ohne Spalt starben die Larven im 1. Stadium meistens. Dieses zeigt, daß Spalten und Risse an Tapioka die Entwicklung von Schädlingen begünstigen. Nach Untersuchungen der Verfasserin legten die Weibchen am liebsten die Eier in Spalten ab, wo die Larven eine günstige Entwicklungsmöglichkeit fanden. Dies stimmt mit den Berichten von POTTER (1935), CROMBIE (1944) und LAUBMANN (1959) überein.

Ferner wurde der Einfluß des Substrats auf die Eiablage von *R. dominica* untersucht. Je 20 Weibchen wurden ein „glattes“ Substrat (Plastikschale) und drei „rauhe“ Substrate (Tapiokascheiben mit und ohne Spalten sowie Tapiokamehl) angeboten.

Tabelle 10: Einfluß des Substrats auf die Eiablage von *Rhyzopertha dominica*.

Substrat		mittlere Eizahl pro Weibchen		
		$\bar{x}$	$\bar{v}$	$\bar{m}$
„rauhes“	Tapiokascheiben mit Spalten	154,23	1,76	0,22
	Tapiokascheiben ohne Spalten	76,13	1,64	0,27
	Tapiokamehl	57,98	0,67	0,11
„glattes“	Plastikschale	5,74	0,76	0,21

Tabelle 10 zeigt, daß Tapiokascheiben mit Spalten als „rauhes“ Substrat für die Eiablage von *R. dominica* am geeignetsten sind; die Eizahl ist zweimal so groß wie an Tapiokascheiben ohne Spalten und dreimal so groß wie bei Verwendung von Tapiokamehl. *R. dominica* bevorzugt also nicht nur ein festes Substrat, sondern ein festes Substrat mit Spalten, in die sich die jungen Larven einbohren können. Dagegen ist ein „glattes“ Substrat (Plastikschale) ungünstig; die Eizahl von *R. dominica* ist dort am geringsten.

Die Lebensweisen von *D. minutus* und *R. dominica* stimmen in allen wesentlichen Punkten überein. Unterschiedlich ist die Art der Eiablage. *D. minutus* legt die Eier immer einzeln ab, *R. dominica* dagegen oft auch mehrere (6—10) in einer einschichtigen Lage angeordnet. Die Eier beider Arten sind weiß und zylindrisch, allerdings ist das Ei von *D. minutus* etwas größer und mehr oder weniger elliptisch deformiert. Die Larven schlüpfen nach etwa sieben Tagen und kriechen herum, danach beginnen sie sofort, sich in das Substrat einzubohren. Beide Arten besitzen vier Larvenstadien, ein Vorpuppenstadium und ein Puppenstadium. Die Beobachtung dieser Stadien kann nur an solchen Substraten durchgeführt werden, bei denen ein Einbohren unmöglich ist (Mais, Tapiokamehl, Mischfutter). Da die Stadien sehr ähnlich sind, müssen die einzelnen Häutungen durch dauernde Beobachtung festgestellt und gezählt werden. Nach POTTER (1935) lassen sich die Stadien auch an der Breite der Kopfkapsel unterscheiden. Die Geschlechter können erst im Puppenstadium unterschieden werden (POTTER, 1935). Am Ende des Hinterleibs besitzt das Weibchen auf der Bauchseite ein Paar dreigliedrige, das Männchen dagegen nur zweigliedrige bewegliche Anhänge. Die Puppe ist eine Pupa libera (Abb. 15 a, b).

Die Lebensdauer der einzelnen Larvenstadien hängt stark von den Umweltbedingungen ab, nicht jedoch die Dauer des Ei- und des Puppenstadiums, da diese Stadien keine Nahrung aufnehmen. Allerdings spielt die Temperatur für die Eizahl eine Rolle. GOLEBIOWSKI (1962) berichtet, bei Erhöhung der Temperatur vermehre sich die Eizahl. Diese Tatsache hat die Verfasserin auch beobachtet. Die Imagines von *R. dominica* leben in der Regel länger als die von *D. minutus*.

### 3.2.3. Entwicklung von *Latheticus oryzae* WATERHOUSE, 1880/82.

Die optimalen Lebensbedingungen dieser Art liegen bei 35° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85 %; die Larvenzeit ist kurz und die Sterblichkeit gering. Diese Ergebnisse stimmen mit denen von HAFEZ und CHAPMAN (1966) überein. Je nach Art der gebotenen Nahrung ist die Dauer der einzelnen Larvenstadien unterschiedlich. Bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit (im Versuch 95 %) ist die Sterblichkeit groß. Die Zahl der Larvenstadien ist temperaturabhängig, bei 25° C beobachtet man mehr Häutungen bis zum Puppenstadium als bei 35° C. HALSTEAD hat diesen Effekt ebenfalls beschrieben (1967); derselbe Autor berichtet auch, daß die Lichtintensität für die Verlängerung der Larvenperioden, die Verkürzung der Puppenperiode und die Vermehrung der Sterblichkeit verantwortlich

Tabelle 11: Entwicklungsdauer und Mortalität von *Latheticus oryzae* bei verschiedener Nahrung und relativer Luftfeuchtigkeit (Temperatur konstant 30 ° C).

Verschiedene Nahrung	75 % Luftfeuchtigkeit				85 % Luftfeuchtigkeit				95 % Luftfeuchtigkeit			
	Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit	
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%
Mischfutter	79,86	1,39	0,20	20	59,10	1,09	0,15	6	66,76	1,51	0,21	14
Mais	85,84	0,96	0,14	14	64,18	1,27	0,18	6	73,08	1,13	0,16	10
Reis	121,86	1,21	0,14	14	92,18	1,10	0,16	4	107,26	1,13	0,16	6
Tapiokawurzeln	124,22	1,04	0,15	6	104,22	1,16	0,16	4	113,04	1,11	0,15	4

Tabelle 12: Entwicklungsdauer und Mortalität von *Latheticus oryzae* bei verschiedener Nahrung und Temperatur (relative Luftfeuchtigkeit konstant 85 %).

Verschiedene Nahrung	25° C				30° C				35° C			
	Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit	
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%
Mischfutter	106,14	1,18	0,17	30	57,64	1,56	0,22	10	48,24	1,80	0,25	6
Mais	114,30	1,02	0,14	16	62,00	1,05	0,15	6	58,18	1,10	0,16	4
Reis	116,94	1,13	0,16	20	95,18	1,26	0,18	6	87,66	1,04	0,15	2
Tapiokawurzeln	147,08	1,08	0,15	20	106,16	0,84	0,12	6	91,82	1,19	0,17	4

sei. Ferner seien die Käfer bei Licht aktiver als bei Dunkelheit. HOWE (1965) berichtet, *L. oryzae* benötige mäßige Luftfeuchtigkeit und eine optimale Umgebungstemperatur von etwa 33—37° C. Daneben soll in der Natur auch der Wechsel der Jahreszeiten die Entwicklung maßgeblich beeinflussen. Auch bei *L. oryzae* wird die Gesamtentwicklungsdauer bei Verwendung des Mischfutters am stärksten verkürzt, die Zahl der Eier pro Weibchen ist am höchsten und das Gewicht der Adulten am größten (Tabelle 11—14 und Abb. 11—14). Auch hier ist wieder die Sterblichkeit bei Verwendung von Mischfutter am größten, jedoch liegen die Werte

Tabelle 13: Gewicht der Imagines von *Latheticus oryzae* in Gramm und Eizahl pro Weibchen bei 85 % relativer Luftfeuchtigkeit und 35° C.

Verschiedene Nahrung	Gewicht Imago			Eizahl		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	0,0016	0,00	0,00	266,38	1,98	0,28
Mais	0,0011	0,00	0,00	114,16	1,14	0,16
Reis	0,0006	0,00	0,00	60,64	1,17	0,17
Tapiokamehl	0,0006	0,00	0,00	56,20	0,99	0,14
Hefe	0,0008	0,00	0,00	76,66	1,93	0,27
Hefe + Mehl	0,0010	0,00	0,00	95,28	1,47	0,21
Hefe + Mais	0,0013	0,00	0,00	177,88	2,11	0,30

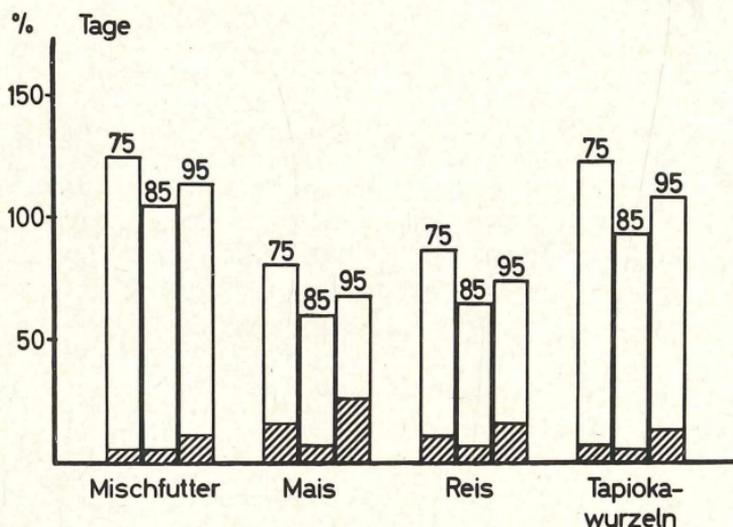


Abb. 11: Entwicklungsdauer und Mortalität von *L. oryzae* bei verschiedener Nahrung und rel. Luftfeuchtigkeit (Temperatur konstant 30° C)  
 unshraffiert = Entwicklungsdauer  
 schraffiert = Mortalität

Tabelle 14: Entwicklungsdauer der Larvenstadien von *Latheticus oryzae* in Tagen bei verschiedener Nahrung (85 % relative Luftfeuchtigkeit und 35° C).

Verschiedene Nahrung	Ei			L <sub>1</sub>			L <sub>2</sub>		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	9,70	0,65	0,09	2,92	0,53	0,07	4,52	0,74	0,10
Hefe + Mais	9,82	0,52	0,07	3,00	0,53	0,08	4,80	0,61	0,10
Mais	9,68	0,65	0,09	4,00	0,53	0,08	5,02	0,53	0,09
Hefe + Mehl	9,76	0,59	0,08	5,00	0,49	0,07	8,00	0,54	0,08
Hefe	9,80	0,53	0,08	4,64	0,69	0,10	7,05	0,53	0,08
Reis	9,74	0,63	0,09	3,98	0,47	0,07	8,00	0,38	0,06
Tapiokamehl	9,60	0,73	0,10	5,48	0,73	0,10	8,33	0,84	0,13
	L <sub>3</sub>			L <sub>4</sub>			L <sub>5</sub>		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	3,00	0,53	0,08	3,02	0,55	0,08	3,11	0,55	0,08
Hefe + Mais	3,18	0,63	0,09	3,10	0,51	0,07	3,04	0,50	0,07
Mais	4,24	0,57	0,08	4,28	0,53	0,08	4,19	0,51	0,07
Hefe + Mehl	6,04	0,49	0,07	6,06	0,49	0,07	6,02	0,51	0,07
Hefe	6,42	0,70	0,10	6,04	0,53	0,08	6,08	0,49	0,07
Reis	4,62	0,70	0,10	4,58	0,73	0,10	4,62	0,70	0,10
Tapiokamehl	6,42	0,73	0,10	6,00	0,57	0,08	6,06	0,62	0,09
	L <sub>6</sub>			L <sub>7</sub>			L <sub>8</sub>		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	3,00	0,56	0,08	8,46	0,73	0,10			
Hefe + Mais	3,00	0,53	0,08	8,04	0,49	0,07			
Mais	4,21	0,55	0,08	4,44	0,53	0,08	6,58	0,73	0,10
Hefe + Mehl	6,00	0,51	0,07	6,00	0,52	0,08	9,02	0,51	0,07
Hefe	6,06	0,49	0,07	6,00	0,50	0,07	5,98	0,54	0,08
Reis	4,58	0,73	0,10	4,62	0,70	0,10	4,98	0,52	0,07
Tapiokamehl	6,52	0,79	0,11	6,34	0,52	0,07	6,10	0,53	0,07
	L <sub>9</sub>			L <sub>10</sub>			Puppe		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter							6,12	0,52	0,74
Hefe + Mais							7,76	0,68	0,09
Mais							6,92	0,53	0,07
Hefe + Mehl							7,86	0,57	0,08
Hefe	8,90	0,51	0,08				7,86	0,67	0,09
Reis	4,98	0,49	0,07	9,98	0,55	0,08	13,84	0,74	0,18
Tapiokamehl	6,16	0,64	0,10	11,98	0,55	0,08	13,94	0,79	0,11

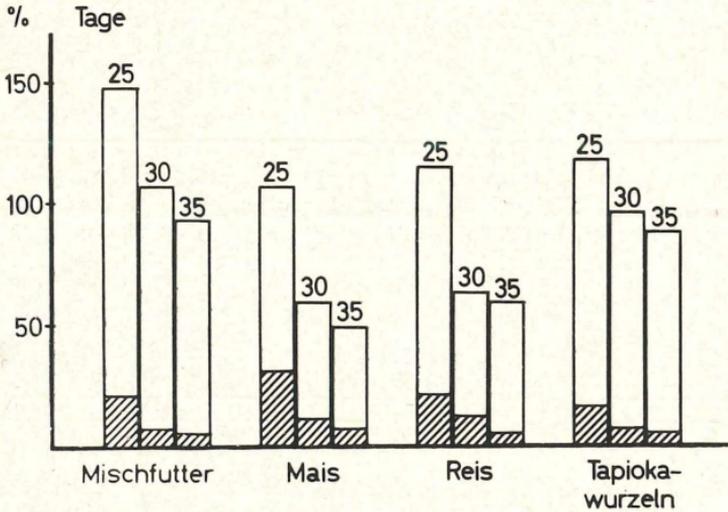


Abb. 12: Entwicklungsdauer und Mortalität von *L. oryzae* bei verschiedener Nahrung und Temperatur (rel. Luftfeuchtigkeit konstant 85 %) unshraffiert = Entwicklungsdauer schraffiert = Mortalität

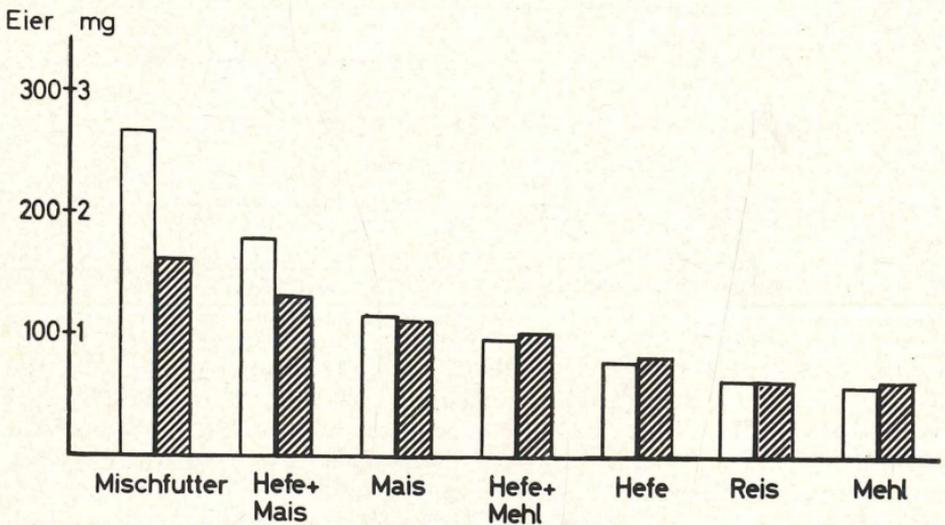


Abb. 13: Gewicht der Imagines von *L. oryzae* in Gramm und Eizahl pro Weibchen bei 85 % rel. Luftfeuchtigkeit und 35° C unshraffiert = Eizahl schraffiert = Gewicht der Imagines

deutlich unter denen bei *D. minutus* und *R. dominica*. HAFEZ und CHAPMAN (1966) geben an, daß ein Zusatz von „Nipagin M“ (p-Hydroxybenzoesäure-methylester) die Schimmelbildung bei Mischfutter verhindere, wodurch

die Sterblichkeit herabgesetzt werde. Bei Verwendung von Mais entwickeln sich die Larven schneller als bei Verwendung von Reis oder Tapiokamehl als Futter.

Diese Ergebnisse decken sich nicht mit denen von KHALIFA und BADAWY (1955 a, b), die Mais- und Reismehl als Futter verwendet haben. An Maismehl erhielten sie eine ziemlich hohe Sterblichkeit, an Reismehl aber eine viel geringere. Dies ist wiederum ein Beispiel dafür, daß auch die mechanische Beschaffenheit des Substrats bedeutsam ist; es ist beim kritischen Vergleich von Literaturangaben auf diesen Punkt ganz besonders zu achten.

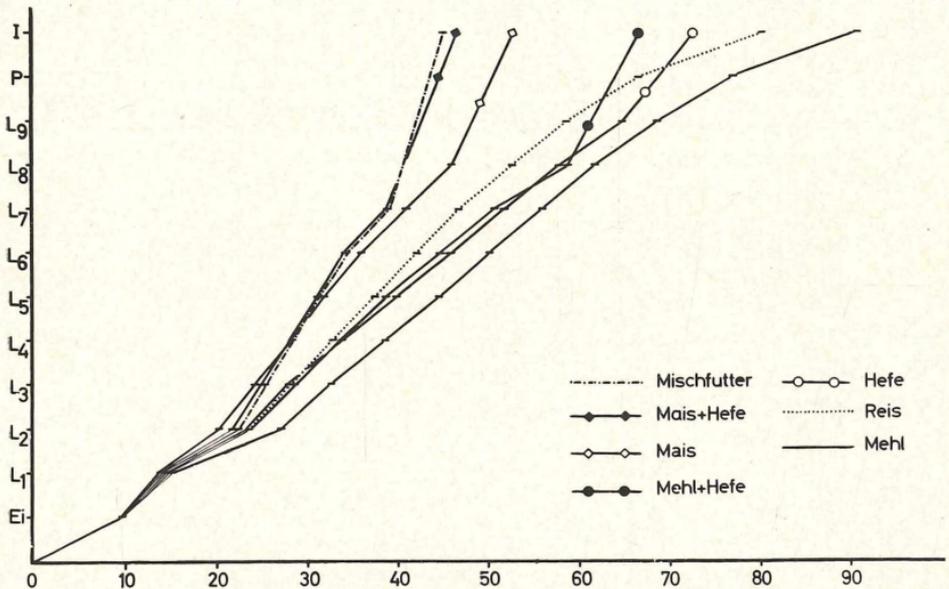


Abb. 14: Entwicklungsdauer der Larvenstadien von *L. oryzae* in Tagen bei verschiedener Nahrung (85 % rel. Luftfeuchtigkeit und 35° C)

Bei Zusatz von 5 % Hefe zur natürlichen Nahrung (Reis, Mais, Tapiokamehl) ist auch bei dieser Art die Gesamtentwicklungsdauer gegenüber der bei Nahrung ohne Hefe deutlich verkürzt; auch hier gelingt die Züchtung auf Hefe allein (74,8 Tage), wobei die Gesamtentwicklungsdauer kürzer als bei Reis (78,5 Tage) und Tapiokamehl (92,3 Tage) ist. Ferner führt Hefezusatz zur natürlichen Nahrung zur Vermehrung der Eizahl und zur Zunahme des Gewichtes der Adulten (Tabelle 13 und Abb. 13).

Im Gegensatz zu *D. minutus* und *R. dominica* ist bei *L. oryzae* die Zahl der Larvenstadien von der Art der Nahrung abhängig. Bei Verwendung von Mischfutter und Mais mit 5 % Hefezusatz durchläuft *L. oryzae* sieben Larvenstadien, bei Mais und Mehl mit 5 % Hefezusatz beobachtet man acht Larvenstadien, auf Hefe allein sogar neun, bei Verfütterung von Reis und Tapiokamehl endlich findet man zehn Larvenstadien. Darüber hinaus ist die Dauer der einzelnen Larvenstadien bei Verwendung von Reis, Mais und Tapiokamehl gegenüber den Werten bei Mischfutter länger.

KHALIFA und BADAWY (1955 a, b) beobachteten bei Verfütterung von Weizenmehl sechs bis neun Larvenstadien, bei Weizenkleie sechs bis sieben, bei Maismehl neun bis vierzehn. BARNES und GROVE (1915) berichten, im allgemeinen besitze *L. oryzae* sechs bis neun Larvenstadien. WIGGLESWORTH (1939) nimmt ganz allgemein an, die Zahl der Larvenstadien hänge bei

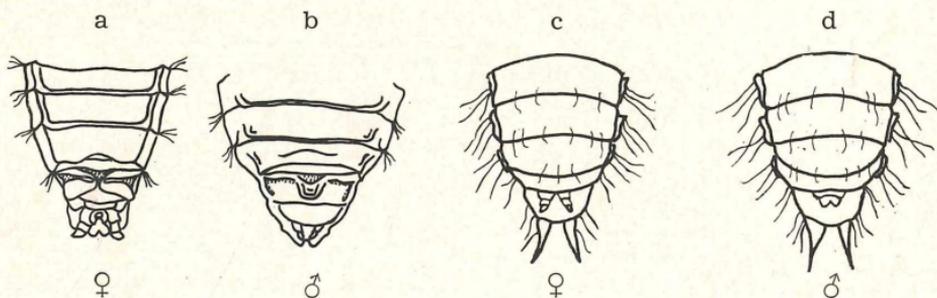


Abb. 15: Hinterleib des Puppenstadiums von a, b *Rhyzopertha dominica* und c, d *Latheticus oryzae*, Ventralansicht

Insekten auch von der Erbllichkeit und von äußeren Bedingungen ab. Nach Beobachtungen der Verfasserin vermehrt sich die Zahl der Larvenstadien bei ungenügender Nahrung. Die Zahl der Larvenstadien wird durch die Beobachtung der Häutungen ermittelt. Die Geschlechtsunterschiede sind vom Puppenstadium an festzustellen. Das Weibchen besitzt am Ende des Hinterleibs auf der Bauchseite ein paar dreigliedrige Anhänge, das Männchen nur zweigliedrige (Abb. 15).

#### 3.2.4. Entwicklung von *Tribolium castaneum* (HERBST, 1797).

Die Optimaltemperatur für *T. castaneum* liegt bei 30° C, die optimale relative Luftfeuchtigkeit bei 75 % (Tabelle 20, 21 und Abb. 17, 18). Hier ist die Mortalität am geringsten. Bei höheren Luftfechtigkeiten und tieferen Temperaturen nimmt die Mortalität zwar zu, jedoch bei weitem nicht so stark wie dies bei *D. minutus*, *R. dominica* und *L. oryzae* der Fall ist. Bei höherer Luftfeuchtigkeit verkürzt sich bei *T. castaneum* die Gesamtentwicklungsdauer. Auf die Dauer des Ei- und Puppenstadiums hat die Luftfeuchtigkeit nach Beobachtungen der Verfasserin jedoch keinen Einfluß.

HOWE (1956 b) beschreibt, die optimale relative Luftfeuchtigkeit sei 75 %. GRAY (1948), HOLDAWAY (1932) und HOWE (1956 b) geben übereinstimmend an, die Luftfeuchtigkeit beeinflusse die Dauer des Ei- und Puppenstadiums nicht; ihre Ergebnisse decken sich mit den von der Verfasserin gemachten Beobachtungen. Nach STANLEY (1939) benötigen die Eier bei 27° C und 75 % relativer Luftfeuchtigkeit 149,2 Stunden bis zum Schlüpfen. Dieser Wert stimmt mit den Messungen der Verfasserin nicht ganz überein.

Der Einfluß verschiedener Nahrung auf die Anzahl der Larvenstadien und auf deren Dauer ist ganz analog dem bei *L. oryzae* (Tabelle 15—18 und Abb. 16—19), allerdings ist die Zahl der Larvenstadien insgesamt geringer.

Tabelle 15: Entwicklungsdauer und Mortalität von *Tribolium castaneum* bei verschiedener Nahrung und relativer Luftfeuchtigkeit (Temperatur konstant 30° C).

Verschiedene Nahrung	75 % Luftfeuchtigkeit				85 % Luftfeuchtigkeit				95 % Luftfeuchtigkeit			
	Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit	
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%
Mischfutter	34,04	1,18	0,17	2	30,88	1,14	0,16	6	27,10	1,30	0,18	14
Mais	45,22	1,07	0,15	0	40,04	1,03	0,15	4	35,76	1,06	0,15	6
Reis	72,08	1,00	0,14	0	67,76	1,04	0,15	2	62,00	0,95	0,13	6
Tapiokawurzeln	77,74	1,12	0,16	0	70,80	1,05	0,15	2	64,98	0,96	0,14	4

Tabelle 16: Entwicklungsdauer und Mortalität von *Tribolium castaneum* bei verschiedener Nahrung und Temperatur (relative Luftfeuchtigkeit konstant 75 %).

Verschiedene Nahrung	25° C				30° C				35° C			
	Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit		Entwicklungs- dauer		Sterblichkeit	
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	%
Mischfutter	44,88	1,32	0,19	10	36,10	1,31	0,19	2	36,90	1,11	0,16	10
Mais	57,98	0,96	0,14	6	40,04	0,99	0,14	0	43,04	0,92	0,13	6
Reis	77,98	0,96	0,14	6	70,26	1,08	0,15	0	71,94	0,91	0,13	6
Tapiokawurzeln	80,04	0,92	0,13	4	75,00	0,90	0,13	0	76,94	0,93	0,13	2

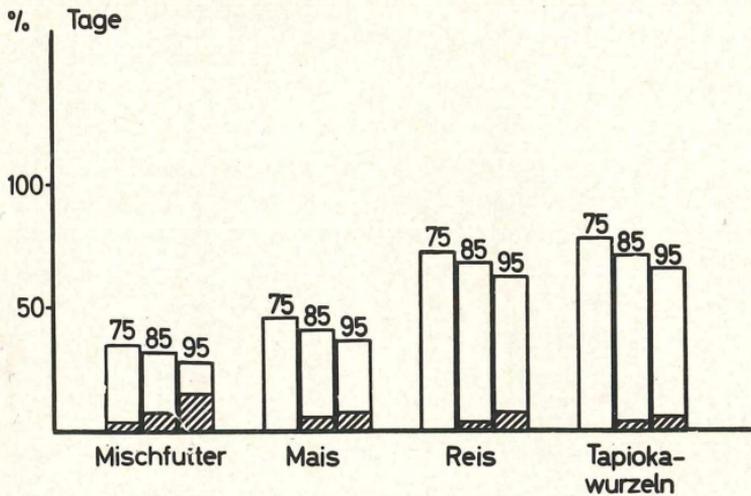


Abb. 16: Entwicklungsdauer und Mortalität von *T. castaneum* bei verschiedener Nahrung und rel. Luftfeuchtigkeit (Temperatur konstant 30° C)  
 unshraffiert = Entwicklungsdauer  
 schraffiert = Mortalität

Tabelle 17: Gewicht der Imagines von *Tribolium castaneum* in Gramm und Eizahl pro Weibchen bei 75 % relativer Luftfeuchtigkeit und 30° C.

Verschiedene Nahrung	Gewicht Imago			Eizahl		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	0,0026	0,00	0,00	268,44	1,90	0,27
Hefe + Mais	0,0022	0,00	0,00	233,04	1,77	0,25
Mais	0,0019	0,00	0,00	188,02	1,46	0,21
Hefe + Mehl	0,0019	0,00	0,00	215,00	1,31	0,19
Hefe	0,0018	0,00	0,00	168,46	1,57	0,22
Reis	0,0017	0,00	0,00	134,98	1,29	0,18
Tapiokamehl	0,0016	0,00	0,00	110,46	1,68	0,24

Die obengenannten Arten stimmen in ihrer Lebensweise weitgehend überein. Insbesondere liegt die Zahl der Larvenstadien nicht fest. Darüber hinaus neigen sowohl die Larven als auch die Imagines zum Kannibalismus, wodurch die Zucht sehr erschwert wird. Da *T. castaneum* sowohl hinsichtlich der Konstanz der Temperatur, der Konstanz der Luftfeuchtigkeit und der Beschaffenheit der Nahrung geringere Ansprüche stellt als *L. oryzae*, spielt *T. castaneum* als kosmopolitischer Schädling eine größere Rolle als *L. oryzae*. *T. castaneum* ist daher auch leichter zu züchten. Good (1933) beweist, daß das Licht keinen Einfluß auf *T. castaneum* hat.

Tabelle 18: Entwicklungsdauer der Larvenstadien von *Tribolium castaneum* in Tagen bei verschiedener Nahrung (75 % relative Luftfeuchtigkeit und 30° C).

Verschiedene Nahrung	Ei			L <sub>1</sub>			L <sub>2</sub>		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	7,02	0,38	0,05	2,50	0,76	0,11	3,94	0,53	0,08
Hefe + Mais	7,04	0,49	0,07	3,20	0,65	0,09	4,13	0,61	0,70
Mais	7,22	0,51	0,07	3,88	0,57	0,05	4,98	0,76	0,07
Hefe + Mehl	6,98	0,51	0,07	4,02	0,60	0,09	6,05	0,16	0,07
Hefe	6,98	0,47	0,07	4,44	0,71	0,10	8,00	0,52	0,08
Reis	6,88	0,44	0,06	5,68	0,55	0,08	8,00	0,55	0,08
Tapiokamehl	6,98	0,43	0,06	5,94	0,55	0,08	8,06	0,62	0,09

Verschiedene Nahrung	L <sub>3</sub>			L <sub>4</sub>			L <sub>5</sub>		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	3,50	0,76	0,11	2,48	0,59	0,09	7,98	0,51	0,01
Hefe + Mais	3,94	0,65	0,09	3,58	0,87	0,13	8,06	0,59	0,08
Mais	4,00	0,49	0,07	4,06	0,59	0,08	4,00	0,55	0,08
Hefe + Mehl	5,04	0,60	0,09	5,14	0,77	0,11	5,02	0,63	0,09
Hefe	5,00	0,61	0,09	5,06	0,55	0,08	5,08	0,67	0,09
Reis	6,05	0,68	0,09	6,10	0,65	0,09	5,98	0,64	0,09
Tapiokamehl	6,02	0,59	0,08	6,00	0,57	0,08	6,56	0,73	0,10

Verschiedene Nahrung	L <sub>6</sub>			L <sub>7</sub>			L <sub>8</sub>		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter									
Hefe + Mais									
Mais	4,98	0,46	0,07						
Hefe + Mehl	8,94	0,62	0,09						
Hefe	4,96	0,55	0,08	11,00	0,49	0,07			
Reis	6,04	0,57	0,08	6,08	0,58	0,08	9,00	0,57	0,08
Tapiokamehl	6,46	0,79	0,11	6,77	0,53	0,08	10,22	0,59	0,08

Verschiedene Nahrung	Puppen		
	$\bar{x}$	$\tau$	$\bar{m}$
Mischfutter	5,18	0,44	0,06
Hefe + Mais	5,30	0,61	0,09
Mais	5,96	0,40	0,06
Hefe + Mehl	6,00	0,49	0,07
Hefe	7,04	0,45	0,06
Reis	12,00	0,40	0,06
Tapiokamehl	12,00	0,40	0,06

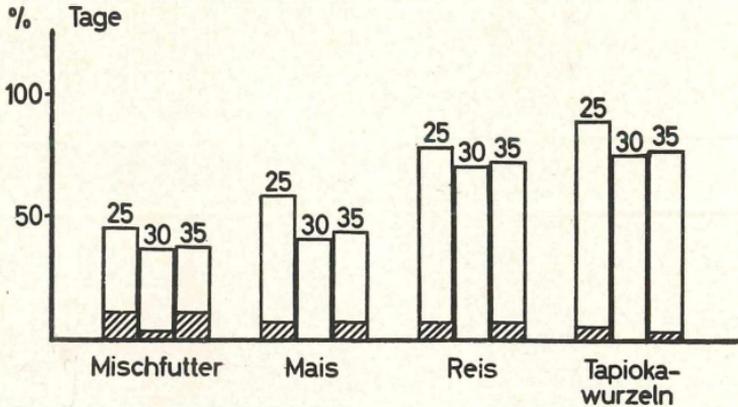


Abb. 17: Entwicklungsdauer und Mortalität von *T. castaneum* bei verschiedener Nahrung und Temperatur (rel. Luftfeuchtigkeit konstant 75 %) unschraffiert = Entwicklungsdauer schraffiert = Mortalität

Die Dauer der Larvenstadien von *L. oryzae* und *T. castaneum* ist ungefähr gleich, lediglich die Dauer des ersten Stadiums ist verkürzt, die Dauer des letzten Stadiums verlängert, die Dauer der Zwischenstadien ist stets ungefähr gleich, lediglich das zweite Larvenstadium scheint länger zu währen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch KHALIFA und BADAWY (1955 ab), BRINDLEY (1930) und GOOD (1933).

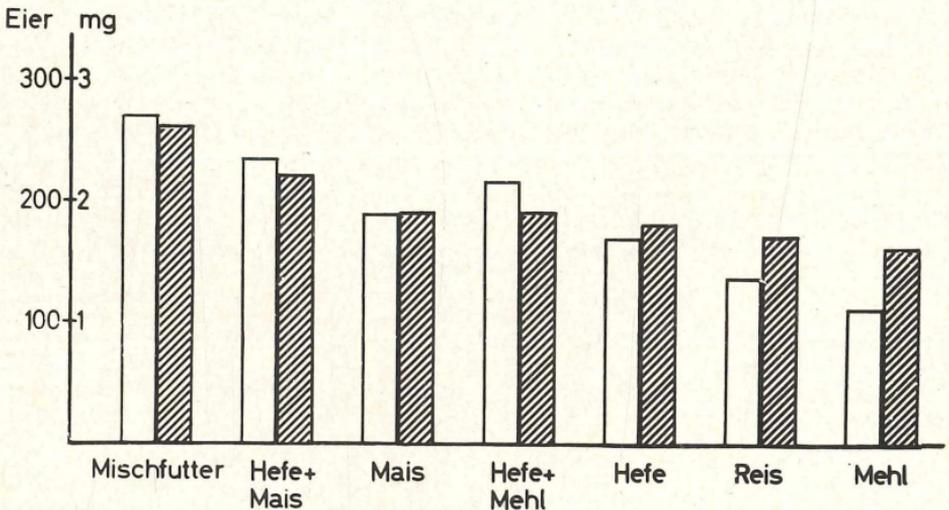


Abb. 18: Gewicht der Imagines von *T. castaneum* in Gramm und Eizahl pro Weibchen bei 75 % rel. Luftfeuchtigkeit und 30° C unschraffiert = Eizahl schraffiert = Gewicht der Imagines

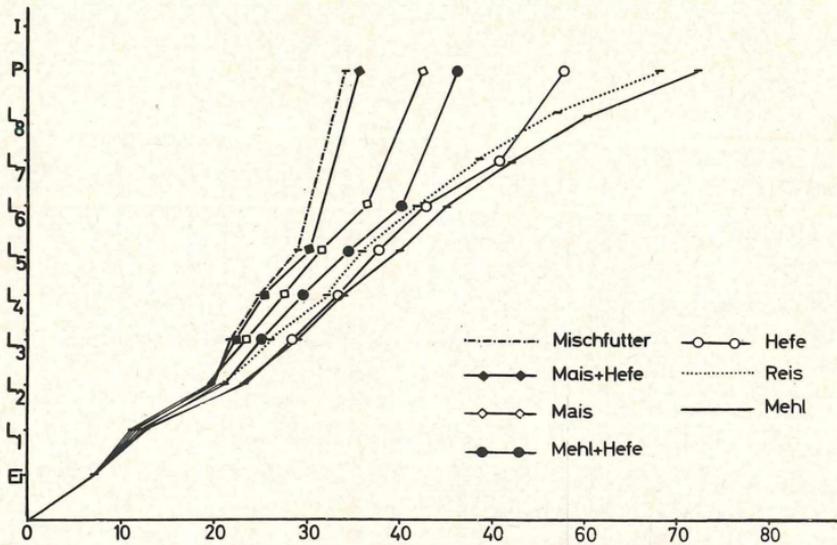


Abb. 19: Entwicklungsdauer der Larvenstadien von *T. castaneum* in Tagen bei verschiedener Nahrung (75 % rel. Luftfeuchtigkeit und 30° C)

### 3.3. Bedeutung von Wasser- und Blausäuregehalt der Tapioka für die Schädlinge

In der Literatur findet man zahlreiche Hinweise darauf, daß der Wassergehalt der Nahrung für die Entwicklung der Käfer eine große Rolle spielt; deswegen wurde der Wassergehalt der verwendeten Nahrung durch Trocknen bei 105° C bestimmt. Die Trockenzeit betrug 24 Stunden. Während dieser Zeit wurden drei Wägungen durchgeführt, um sicher zu sein, daß Gewichtskonstanz erreicht wurde. Bei der gewählten Temperatur darf man sicher sein, auch das in Kapillaren enthaltene Wasser zu verdampfen — andererseits darf nicht höher als auf etwa 110° C erhitzt werden, um Zersetzung der Nahrung zu vermeiden. Die Feststellung des Trockengewichtes erfolgte nach Temperatúrausgleich durch Wiegen im Exsikkator über Silicagel. Die Differenz zwischem dem Gewicht vor der

Tabelle 19: Wassergehalt verschiedener Nahrung

Nahrung	Anfangsgewicht (g)	Endgewicht nach 24 Std. (g)	Einwaage (g)	%Wassergehalt
Tapioka	7,6141	6,8126	0,8015	10,5
Mais	9,1686	8,8490	0,3196	3,48
Mischfutter	5,4829	5,2120	0,2709	4,92
Hefe	5,6230	5,3610	0,2620	4,62

Trocknung (Anfangsgewicht) und dem Gewicht nach der Trocknung (Endgewicht) entspricht in Prozenten vom Anfangsgewicht ausgedrückt dem Wassergehalt.

Tabelle 19 zeigt, daß Tapioka den höchsten Wassergehalt besitzt; dagegen besitzt Mais den niedrigsten Wassergehalt. Die meisten Schädlinge können sich (trotz 10 % Wassergehalt) auf Tapioka nicht entwickeln, und bei denjenigen Schädlingen, die sich auf Tapioka entwickeln können, ist die Entwicklungsdauer deutlich verlängert. Andererseits sind trotz geringen Wassergehaltes Mais, Hefe und Mischfutter geeigneter Substrate. Damit ist gezeigt, daß der Wassergehalt der Tapioka für die Entwicklung nicht entscheidend ist.

Da Tapioka nach BLOHM (1962), BURKILL (1935), WIESNER (1966) und ZACHER (1930) Blausäure enthalten soll, wurde sie auf Anwesenheit von freier oder hydrolysierbarer Blausäure untersucht. Gemahlene Tapioka wird in Wasser bzw. verdünnter Salzsäure oder verdünnter Natronlauge eine Stunde lang stehengelassen. Danach wird eine kleine Menge des Extraktes zu einer Aufschlammung von Eisenhydroxid in Natronlauge gegeben. Bei Anwesenheit von Cyanidionen entsteht beim Ansäuern dieses Gemisches Preußisch-Blau. Cyanid konnte aber weder im wäßrigen Auszug noch in kalten salzsauren und natronalkalischen Auszügen nachgewiesen werden. Dies beweist die Abwesenheit sowohl von freier als auch von gebundener Blausäure. Organisch gebundene Blausäure, die nicht hydrolysierbar ist, konnte natürlich bei diesem Test nicht nachgewiesen werden.

#### 4. Diskussion

Obwohl an den importierten Tapiokaprodukten viele Insektenarten gefunden werden können sich nur zwei (*Tribolium castaneum* und *Latheticus oryzae*) auf ihnen unter deutschen Lagerbedingungen bei besonders günstigen Umständen entwickeln. Außerdem ist die Entwicklungsdauer dieser beiden Arten an Tapioka länger als an anderer Nahrung (Mischfutter, Mais und Zusatz von Hefe). Die gemessenen Unterschiede der Mittelwerte von den Tabellen 2—18 wurden mit dem Q-Test auf Signifikanz untersucht; in allen Fällen konnten die Unterschiede statistisch gesichert werden. Alle Ergebnisse dieser Arbeit deuten darauf hin, daß die wirtschaftliche Bedeutung der mit Tapioka eingeschleppten Vorratsschädlinge für die Lagerhaltung der Tapioka in Deutschland gering ist, da Tapioka für diese Insekten eine ungeeignete Nahrung darstellt. Dieses Ergebnis ist unabhängig vom Wassergehalt der Ware, solange sich derselbe in den üblichen Grenzen bewegt. Aber es ist abhängig von der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit. Es kann sein, daß Tapioka besonders wenig Vitamine und Spurenelemente (Souci, 1962) enthält. Die mit Tapioka eingeschleppten Schädlinge sind aber wichtige Vorratsschädlinge an Getreide und seinen Produkten, weshalb Tapioka als Infektionsquelle dafür sehr gefährlich werden kann.

Die in den Zuchtversuchen verwendete Tapioka wurde auf Anwesenheit freier oder hydrolysierbarer Blausäure untersucht; es konnte jedoch keine Blausäure nachgewiesen werden. Dieses braucht allerdings nicht

den Angaben BLOHMS, BURKILLS, WIESNERS und ZACHERS zu widersprechen, da der Verfasserin für die Versuche nur getrocknete mehrere Monate alte Ware zur Verfügung stand. Auch WIESNER (1966), der angibt, daß Tapioka in den grünen Teilen und den Knollen das Glucosid Phaseolunatin enthält, das bei Anwesenheit von Wasser Blausäure abspaltet, weist darauf hin, daß beim Trocknen der Blausäuregehalt stark absinkt. ZACHER (1930) berichtet ähnliches. Ferner dürfte der Blausäuregehalt auch von der jeweiligen Rasse abhängen; so enthält nach BLOHM (1962) und WIESNER (1966) süße Tapioka weniger Blausäure als bittere.

## 5. Zusammenfassung

Tapiokaprodukte werden seit vielen Jahren aus verschiedenen Ländern (Angola, Brasilien, China, Indonesien, Malawi, Thailand) nach Deutschland eingeführt. An diesen Importen wurden von der Autorin Insektenarten registriert und ihre Bedeutung als Schädlinge für Tapioka diskutiert. Da nur größere Warenmengen, über einen längeren Zeitraum beobachtet, sinnvolle Aussagen über den Schädlingsbefall zu machen gestatten, werden für eine vergleichende Befallsanalyse nur Lieferungen aus Indonesien und Thailand herangezogen; der dafür ausgewertete Zeitraum erstreckt sich von 1967—1971. Die Häufigkeit der Schädlinge wurde graphisch dargestellt (Abb. 1, 2).

Für die Bestimmung der optimalen Lebensbedingungen wurden von *Dinoderus minutus*, *Rhyzopertha dominica*, *Latheticus oryzae* und *Tribolium castaneum* im Laboratorium Zuchten angelegt. Es benötigen für optimale Entwicklung *D. minutus* und *R. dominica* 75 % relative Luftfeuchtigkeit und 35° C, *L. oryzae* 85 % relative Luftfeuchtigkeit und 30° C und *T. castaneum* 75 % relative Luftfeuchtigkeit und 30° C. Die letztgenannten Arten haben in der Zucht eine größere Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsvalenz als *D. minutus* und *R. dominica*.

*D. minutus* und *R. dominica* brauchen nicht nur möglichst optimale Luftfeuchtigkeit und Temperaturbedingungen, sondern darüber hinaus auch ein festes Substrat zum Bohren, während für *L. oryzae* und *T. castaneum* ein solches wegen der schwächer ausgebildeten Mundwerkzeuge nicht geeignet ist.

Zu vergleichenden Zuchtversuchen mit verschiedenem Futter liefern Tapiokawurzeln und -mehl die schlechtesten Ergebnisse. Dies hängt nicht mit ihrem Nährwert (gemessen in cal/g) zusammen, sondern mit ihrer relativen Armut an Stickstoff, Vitaminen und Spurenelementen, denn ein geringer Zusatz von Trockenhefe führt zu demselben guten Ergebnis wie zusammengemischte optimale Nahrung.

Die Ergebnisse dieser Arbeit stimmen mit denen älterer Autoren nicht ganz überein; dies ist möglicherweise auf unterschiedliche physiologische Rassen der Versuchstiere zurückzuführen, denn die von den genannten Autoren untersuchten Arten stammten aus anderen Ländern (*D. minutus* und *R. dominica* aus Angola, *L. oryzae* und *T. castaneum* aus Indonesien).

## 6. Literaturverzeichnis

- APPLEBAUM, S. W., and ABRAHAM M. Konijn, 1967: Factors affecting the development of *Tribolium castaneum* (Herbst) on wheat. *J. Stored Prod. Res.* **2**: 323—329, Oxford.
- ASHMAN, F., 1962: Factors affecting the abundance of the Copra Beetle *Necrobia rufipes* (Deg.) (Col. Cleridae). *Bull. ent. Res.* **53**: 671—680, London.
- BACK, E. A., and R. T. COTTON, 1922: *Stored Grain Pests*. U.S. Dept. Agric. Farmers Bull. **1260**: 1—47, Washington.
- BAILEY, S. W., 1965: Air-tight storage of grain; its effect on insect pests—IV *Rhizopertha dominica* (F.) and some other Coleoptera that infest stored grain. *J. Stored Prod. Res.* **1**: 25—33, Oxford.
- BARNES, J. H., and A. J. GROVE, 1915: The insects attacking stored wheat in the Punjab and the methods of combating them, including a chapter on the chemistry of respiration. *Mem. Dept. Agric. India chem. Ser.* **1** (6): 183—197, Pusa.
- BEESON, C. F. C., and B. M. BHATIA, 1937: On the biology of the Bostrychidae (Coleopt.) *Indian Forest Rec. Ent.* **2** (12): 223—323, Delhi.
- BIRCH, L. C., 1944: The influence of temperature, humidity and density on the oviposition of the small strain of *Calandra oryzae* L. and *Rhizopertha dominica* FAB. (Coleoptera). The Waite Agricultural Research Institute, University of Adelaide.
- , 1945: A contribution to the ecology of *C. oryzae* (L) and *R. dominica* (Fab.) in stored wheat. *Trans. R. Soc. S. Aust.* **69**: 140—149, Adelaide.
- BLOHM, H., 1962: *Poisonous Plants of Venezuela*. Stuttgart.
- BRESE, M. H., 1960: The infestibility of stored paddy by *Sitophilus sasakii* (Tak.) and *R. dominica* (F.). *Bull. ent. Res.* **51**: 599—630, London.
- , 1963: Studies on the oviposition of *Rhizopertha dominica* (F.) in rice and paddy. *Bull. ent. Res.* **53**: 621—637, London.
- BRINDLEY, T. A., 1930: The growth and development of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera) and *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera) under controlled conditions of temperature and relative humidity. *Ann. ent. Soc. Am.* **23**: 741—757, Columbus.
- BURKILL, I. H., 1935: *A dictionary of the economic products of the Malay Peninsula Volume II (I—Z)* Millbank, London.
- CHAPMAN, R. N., 1924: Nutritional studies on the confused flour beetle, *Tribolium confusum* DUVAL, *J. of Gen. Physiol.* **6**: 565—585, Oxford, New York, Braunschweig.
- CHIPPENDALE, G. M., 1970: Development of artificial diets for rearing the Angoumois Grain Moth. *J. econ. Ent.* **63** (3): 844—848, Geneva, New York.
- CHITTENDEN, F. H., 1896: *Insects affecting cereals and other dry vegetable foods*. U.S. Dept. Agric. Bull. **4**: 112—128, Washington.
- , 1911: The lesser grain borer. U.S. Dept. Agric. *Bup. Ent. Bull.* **96** (3): 29—47, Washington.
- CROMBIE, A., 1942: On oviposition, olfactory conditioning and host selection in *Rhizopertha dominica* Fab. (Insecta, Coleoptera). *J. exp. Biol.* **18**: 62, Cambridge.
- , 1942: The effect of Crowding upon the oviposition of grain-infesting insects. *J. exp. Biol.* **19**: 311, Cambridge.
- , 1944: On intraspecific and interspecific competition in larvae of gramini-vorous insects. *J. exp. Biol.* **20**: 135, Cambridge.

- CYMOREK, S., 1970: Eingeschleppte und einheimische Bohr- und Splintholzkäfer als Holzschädlinge (Col.; Bostrychidae, Lyctidae): Übersicht zur Lebensweise, über Vorkommen, Einschleppungen, wirtschaftliche Bedeutung, Bekämpfung. Z. angew. Entomol. **66** (2): 213, Berlin, Hamburg.
- DANIELS, N. E., 1956: Damage and reproduction by the flour beetles, *Tribolium confusum* and *T. castaneum*, in wheat at three moisture contents. J. econ. Ent. **49**: 244—247, Geneva, New York.
- ENGLER, A., 1912: Syllabus der Pflanzenfamilie Medizinal- und Nutzpflanzen, spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik. S. 239, Berlin.
- EVERTS, ED., 1925: Coleoptera Neerlandica, Zutphen.
- FISHER, W. S., 1950: North American Bostrychidae. U.S. Dept. Agric. Misc. Publication **698**: 30—35, Washington.
- FRAENKEL, G., and M. BLEWETT, 1944: The basic food requirements of several insects. J. exp. Biol. **20**: 28—34, Cambridge.
- , 1944: The utilization of metabolic water in insect. Bull. ent. Res. **35**: 127, London.
- FREY, W., 1962: Beiträge zur Kenntnis der Quarantäneschädlinge auf dem Gebiete des Vorratsschutzes I Die Unterscheidung der beiden Plattkäferarten *Oryzaephilus surinamensis* L. und *O. mercator* und ihre Bedeutung als Quarantäneschädlinge. Nachrichtbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. **3**: 33—37, Braunschweig.
- , 1962: Beiträge zur Kenntnis der Quarantäneschädlinge auf dem Gebiete des Vorratsschutzes II Die Unterscheidung von Reiskäfer (*Sitophilus oryzae* L) und Maiskäfer (*Sitophilus zeamais* Motsch). Nachrichtbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. **10**: 145—149, Braunschweig.
- , 1966: Der Koprakäfer (*Necrobia rufipes* Deg.), seine Biologie und Bedeutung für den Vorratsschutz in Deutschland. Gesunde Pfl. **7**: 125—132, Frankfurt/Main.
- FROGGATT, W. W., 1918: A serious pest to stored wheat. The lesser grain-borer (*Rhizopertha dominica*). Agric. Gaz. N. S. W. **2**: 726—727, Sydney.
- GAUSS, R., 1956: Der Bambusbohrer, *Dinoderus minutus* Fabr., in Deutschland. Anz. Schädlingk. **29**: 74—75, Berlin, Hamburg.
- GERSDORF, E., 1969: Der Getreide-Schimmelkäfer (*Alphitobius diaperinus* P. Z. Ten.) in Hähnchenmast-Ställen. Anz. Schädlingk. **42**: 153—155, Berlin, Hamburg.
- GILES, P. H., 1969: Observations in Kenya on the flight activity of stored product insects, particularly *Sitophilus zeamais* Motsch. J. Stored Prod. Res. **4**: 317—329, Oxford.
- GOLEBIEWSKA, Z., 1962: Contribution to studies on the ecology of the lesser grain borer, *Rhizopertha dominica* F. (Col., Bostrychidae). Polsk. Pismo ent. (Ser. B) **1962** (25—26): 39—51, Lwow, Wroclaw.
- , 1969: The feeding and fecundity of *Sitophilus granarius* (L.) *Sitophilus oryzae* (L.) und *Rhizopertha dominica* (F.) in Wheat Grain. J. Stored Prod. Res. **5**: 143—155, Oxford.
- GOOD N. E., 1933: Biology of the flour beetles, *Tribolium confusum* Duv. and *T. ferrugineum* Fab. J. agric. Res. **46**: 327—334, Washington.
- GRAY, H. E., 1948: The biology of the flour beetles. Northw. Milles **236** (2): 14—18, London.
- HAFEEZ, M. A., and G. CHAPMAN, 1966: Effects of temperature and high R. H. on the rate of development and mortality of *Latheticus oryzae* WATERHOUSE (Coleoptera, Tenebrionidae). J. Stored Prod. Res. **1**: 235—242, Oxford.

- HALSTEAD, D. G. H., 1967: Biological studies on species of *Palorus* and *Coelepalorus* with comparative notes on *Tribolium* and *Latheticus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *J. Stored Prod. Res.* **2** (4): 273—313, Oxford.
- HAYDAK, M. H., 1936: A food for rearing laboratory insects. *J. econ. Ent.* **29** (5): 1026, Geneva, New York.
- HILL, S. T., 1964: Axenic culture of the Foreign Grain Beetle, *Ahasverus advena* (Waltl.) (Coleoptera, Silvanidae) and the role of fungi in its nutrition. *Bull. ent. Res.* **55**: 681—690, London.
- HINTON, H. E., 1942: Secondary sexual characters of *Tribolium*. *Nature* **149**: 500, London.
- , 1945: A monograph of the beetles associated with stored products. London.
- HOFFMAN, W. A., 1933: *Rhizopertha dominica* as a library pest. *J. econ. Ent.* **26**: 293—294, Geneva, New York.
- HOLDAWAY, F. G., 1932: An experimental study of the growth of populations of the flour beetle. *T. confusum* as affected by atmospheric moisture. *Ecol. Monogr.* **2**: 261—304, Durham, N. C.
- HOPPE, H. A., 1958: *Drogenkunde, Handbuch der Pflanzlichen und Tierischen Rohstoffe*, Hamburg.
- HORION, AD., 1956: *Faunistik der mitteleuropäischen Käfer*, München.
- , 1959: *Tenebroides mauritanicus* L. und *Ten. fuscus* Gze. Beiträge zur Vorratsschutzforschung. S. 37—39, Berlin.
- , 1961: *Faunistik der mitteleuropäischen Käfer* **8**, München.
- HOWE, R. W., 1950: The development of *Rhizopertha dominica* (F.) (Col., Bostrichidae) under constant conditions. *Ent. mon. Mag.* **136**: 1—5, Oxford.
- , 1956a: The biology of the two common storage species of *Oryzaephilus* (Coleoptera, Cucujidae). *Ann. appl. Biol.* **44** (2): 341—355, Cambridge.
- , 1956b: The effect of temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium castaneum* (HERBST) (Coleoptera, Tenebrionidae). *Ann. appl. Biol.* **44** (2): 356—368, Cambridge.
- , 1957: A laboratory study of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) with a critical review of the literature on its biology. *Bull. ent. Res.* **48**: 9—56, London.
- , and L. P. LEFKOVITCH, 1958: The distribution of the storage species of *Cryptolestes* (Col. Cucujidae). *Bull. ent. Res.* **48**: 795, London.
- , 1965: A summary of estimates of optimal and minimal conditions for population increase of some stored products insects. *J. Stored Prod. Res.* **1**: 177—184, Oxford.
- HOWE, R. W., L. A. W. HAYWARD and G. S. COTTERELL, 1952: Control measures in 1948—50 against insects attacking groundnuts stored at Kano, northern Nigeria. *Bull. ent. Res.* **43**: 259—279, London.
- HUGER, A., 1954: Experimentelle Eliminierung der Symbionten aus den Mycetomendes Getreidekapuziner *Rhizopertha dominica* F. *Naturwissenschaften* **41**: 170—171, Berlin.
- HUGER, A., 1956: Experimentelle Untersuchungen über die künstliche Symbiontenelimination bei Vorratsschädlingen *Rhizopertha dominica* F. (Bostrichidae) und *Oryzaephilus surinamensis* L. (Cucujidae). *Z. Morph. Ökol. Tiere* **44**: 626—701, Berlin.

- JONES, W. O., 1959: Manioc in Africa. Stanford University, California.
- JONES, B. E., 1967: *Tribolium castaneum* (HERBST) (Coleoptera, Tenebrionidae) observed flying from an unusual habitat in Britain. *J. Stored Prod. Res.* **3**: 185—189, Oxford.
- KHALIFA, A., and A. BADAWY, 1955a: The effect of nutrition on the biology of *Tribolium confusum* DUV., *T. castaneum*, Hbst., and *Latheticus oryzae* WATERH. *Bull. Soc. ent. Egypte* **39**: 337—350, Cairo.
- , 1955b: Biological studies on *T. confusum*, *T. castaneum* and *L. oryzae*, *Bull. Soc. ent. Egypte* **39**: 351—373, Cairo.
- KIRITANI, K., 1965: Biological studies on the *Sitophilus* complex (Coleoptera: Curculionidae) in Japan. *J. Stored Prod. Res.* **1**: 169—176, Oxford.
- KURUP, A., and D. P. PARKHE, 1961: Some observations on the biology of the cigarette beetle (*Lasioderma serricornis* F.). *Indian J. Ent.* **23**: 274—278, New Delhi.
- LAUBMANN, M., 1959: Der Einfluß von Länge, Breite und Materialbeschaffenheit von Spalten auf die Eiablage des Getreidekapuziners. *Anz. Schädlingsk.* **32**: 161—166, Berlin, Hamburg.
- LEFKOVITCH, L. P., and J. E. CURRIE, 1963: The effects of food shortage upon larvae of *Lasioderma serricornis* (F.) (Coleoptera, Anobiidae). *Bull. ent. Res.* **54**: 535—547, London.
- LEVER, R. J. A. W., 1962: On the early stages of *Latheticus oryzae* WATERHOUSE (Col., Tenebrionidae) *Ent. mon. Mag.* **48**: 175—176, Oxford.
- LUND, H. O., and R. J. BUSHNELL, 1939: The relation of nutritional levels to the growth of populations of *T. confusum*. *J. econ. Ent.* **32**: 640—642, Geneva, New York.
- MACMILLAN, H. F., 1910: A handbook of tropical gardening and planting. Colombo.
- MILLER, L. W., 1944: Investigations of the flour beetles of the genus *Tribolium*. *J. Dept. Agric. Vict.* **42**: 217—219, Melbourne.
- MUKERJI, D., and R. N. SINHA, 1953: Effect of food on the life history of the flour beetle, *Tribolium castaneum*. *J. Kans. ent. Soc.* **26**: 118—124, Manhattan, Kans.
- NOBUO, I., and T. MICHAEL LERNER, 1965: Competition between *Tribolium* species (Coleoptera, Tenebrionidae) on several hosts. *J. Stored Prod. Res.* **1**: 185—191, Oxford.
- PANT, N. C., P. GUPTA and J. K. NAYAR, 1957: On the nutritional physiology of *Latheticus oryzae* WATERHOUSE. *Indian J. Ent.* **19**: 279—288, New Delhi.
- PARK, T., 1934: Observations on the general biology of the flour beetle, *T. confusum*. *Q. Rev. Biol.* **9**: 36—54, Baltimore.
- PAYNE, N. M., 1952: Some effects of *Tribolium* on flour. *J. econ. Ent.* **18**: 737—744, Geneva, New York.
- PILTZ, H., 1960 a: Insekten in Einfuhrsendungen von Getreide und Preßrückständen der Ölgewinnung. *Anz. Schädlingsk.* **33**: 165—168, Berlin, Hamburg.
- , 1960 b: Vorratsschädlinge in Einfuhrsendungen von Getreide und Preßrückständen der Ölgewinnung. *Jahresbericht 76 bis 78 Jahrgang für die Jahre 1958 bis 1960. Staatsinstitut für Angewandte Botanik, Hamburg.*

- PILTZ, H., 1966: Versuche zur Verhinderung des Abflugs von Koprakäfern. *Gesunde Pfl.* **11**: 241—243, Frankfurt/Main.
- , 1967: Jahresbericht 83 und 84 Jahrgang für die Jahre 1965 und 66, Staatsinstitut für Angewandte Botanik, Hamburg.
- POTTER, C., 1935: The biology and distribution of *Rhizopertha dominica* Fab. *Trans. R. ent. Soc. Lond.* **83**: 449—482, London.
- PRANTER, W., 1960: Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie von *Bostrychus capucinus* L. (Coleoptera, Bostrychidae). *Z. angew. Zool.* **36** (47): 385—430, Berlin.
- REITTER E., 1911: *Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches.* **3**. Stuttgart.
- RICHARDS, O. W., 1945: The two strains of the rice weevil, *Calandra oryzae* (L) (Coleopt., Curculionidae). *Trans. R. ent. Soc. Lond.* **94**: 187—200, London.
- ROBINSON, R. R., and ROBERT B. MILLS, 1971: Susceptibility of the gelatinized wheat product Bulgar to *Sitophilus zeamais* Motsch. and *Rhizopertha dominica* (F.) *J. Stored Prod. Res.* **6**: 317—323, Oxford.
- SAYED, T. EL M., 1935: On the biology of *Araecerus fasciculatus* DE GEER (Col., Anthribidae), with special reference to the effects of variations in the nature and water content of the food. *Ann. appl. Biol.* **22** (3): 557—577, Cambridge.
- SCHMIDT, G., 1954: Bostrychidae, Holzbohrkäfer, in: Sorauer, P., *Handbuch der Pflanzenkrankheiten* Bd. 5. Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Teil, 2. Lieferg. Coleoptera 5. Aufl., Berlin und Hamburg.
- SCHWARDT, H. H., 1933: Life history of the lesser grain borer. *J. Kans. ent. Soc.* **6** (2): 61—66, Manhattan, Kans.
- SOLIMAN, M. H., and R. T. HARDIN, 1971: Variation in Populations of *Tribolium castaneum* (HERBST) (Coleopt., Tenebrionidae) — I Body weights. *J. Stored Prod. Res.* **7**: 35—43, Oxford.
- SOLOMON, M. E., 1952: Solutions for humidity control. *Bull. ent. Res.* **42**: 551, London.
- SOUCI, S. W., W. FACHMANN und H. KRAUT, 1962: Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen **1** und **2**, Stuttgart.
- STANLEY, J., 1939: Time required for the development of *Tribolium* eggs at 27° C. *Ann. ent. Soc. Am.* **32**: 564—569, Washington.
- STEBBING, E. P., 1914: *Indian forest insects of economic importance* (Coleoptera). London.
- SURTEES, G., 1963: Laboratory studies on dispersion behavior of adult beetles in grain IV — the lesser grain borer. *Rhizopertha dominica*. *Bull. ent. Res.* **54**: 715—722, London.
- TRAGER, W., 1946: *Insect nutrition*. Princeton, New Jersey.
- UVAROV, B. P., 1928: Insect nutrition and metabolism. *Trans. R. ent. Soc. Lond.* **126**: 255—343, London.
- WEBER, E., 1948: *Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler und Mediziner*, Jena.

- WEIDNER, H., 1954: Über seltenes oder bemerkenswertes Auftreten von Hausungeziefer und Vorratsschädlingen in Hamburg. Z. angew. Zool. 41: 113—137, Berlin.
- , 1958: Die Entstehung der Hausinsekten. Z. angew. Ent. 42: 429—447, Berlin, Hamburg.
- , 1959: *Thaneroclerus buqueti* (LEFEBVRE, 1835) ein Feind aller Vorratsschädlinge (Coleoptera: Cleridae). Beitr. z. Vorratsschutzforschg. S. 72—76, Berlin-Steglitz.
- , 1963: Schädlinge an Arzneidrogon und Gewürzen in Hamburg. Beitr. Ent. 13: 527—545, Berlin.
- , 1964: Eingeschleppte und eingebürgerte Vorratsschädlinge in Hamburg. Z. angew. Ent. 54: 163—177, Berlin, Hamburg.
- , 1965: Die Bedeutung der Schädlinge in Lebensmittelimporten für die Lagerhaltung im Binnenland. Z. angew. Zool. 52: 491—505, Berlin.
- , 1967: *Thaneroclerus buqueti* (LEFEBVRE) und *Necrobia rufipes* (DE GEER) als Schädlinge an Textilien aus Hongkong. Anz. Schädlingsk. 40: 81—83, Berlin, Hamburg.
- , 1968: Wohnungsplagen in Hamburg durch drei eingeschleppte Käfer. Prakt. Schädlingsbekämpfer 20: 133—135, Braunschweig.
- , 1969: Über Staublausauftreten in Hamburg. Prakt. Schädlingsbekämpfer. 21: 66—70, Braunschweig.
- , 1971: Bestimmungstabellen der Vorratsschädlinge und des Hausungeziefers Mitteleuropas, 3. Aufl., Stuttgart.
- WIESNER, J., 1966: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig.
- WIGGLESWORTH, V. B., 1939: The Principles of Insect Physiology, New York.
- WINKLER, H., 1912: Botanisches Hilfsbuch für Pflanzen, Kolonialbeamte, Tropenkaufleute und Forschungsreisende, Wismar.
- WOODROFFE, G. E., 1962: The status of the foreign grain beetle, *Ahasverus advena* (Waltl). (Col., Silvanidae), as a pest of stored products. Bull. ent. Res. 53: 537—540, London.
- YOUNG, R. A., and J. R. HANN, 1961: Bamboo in the United States, description, culture and utilization. U.S. Dept. Agric. 193: 62—63, Washington.
- ZACHER, F., und E. JANISCH, 1924: Untersuchungen über den Schädlingsbefall des Auslandsgetreides. Arb. Biol. Reichs-Anst. f. L. u. F. 12: 178—233, Berlin.
- , 1930: Käfer an Tapiokawurzeln. Mitt. Ges. Vorratsschutz. 6: 53—56, Berlin.
- , 1951: Der Getreidekapuziner, ein tropischer Getreideschädling in Deutschland. Mühle, 88: 832, Leipzig, Detmold.
- , 1963: Vierzig Jahre Vorratsschutz in Deutschland, Berlin.
- ZIPPEL, H., 1892: Ausländische Kulturpflanzen, Braunschweig.

---

Im Selbstverlag des Zoologischen Instituts  
und Zoologischen Museums der Universität Hamburg

# 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: 1969

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Vaivanijkui Pensri

Artikel/Article: [Die mit Tapioka nach Deutschland eingeschleppten Vorratsschädlinge und ihre Bedeutung für die Lagerhaltung 351-394](#)