

Art keine Erwähnung tut, vermute ich, daß ihm nur Imagines vorlagen und beschreibe die in wenigen Stücken vorliegende Larve.

Larve II. Stadium: Sehr charakteristisch gefärbt: Dunkelrot pigmentiert, und zwar der Kopf (Rüssel nur spärlich), die beiden ersten Fühlerglieder, Beine, Thorax und Abdomen; die beiden letztgenannten Abschnitte jedoch nur mit Ausnahme eines gemeinsamen, gelben Mittellängsstreifens, der am Thorax am breitesten ist. Das Pigment ist an dem gelben Mittelstreifen so scharf abgegrenzt, daß der Anschein erweckt wird, es sei die Larve in der Mittellängsnaht gespalten. Grau getrübt sind: der Kopf, die Beine, das 9. und 10. Abdominalsegment und mehrere Flecken am Thorax. Fühler grau getrübt (auch die beiden rot pigmentierten ersten Glieder), das 3. Glied weißlich, an der äußersten Spitze schwach getrübt, das 4. Glied in der Grundhälfte nur undeutlich lichter. Körper sehr schlank, ebenso die Beine und Fühler, Rüssel sehr lang und spitzig. Die Fühlerglieder 3 und 4 an der Spitze deutlich abgesetzt gekielt. Alle größeren Körperborsten deutlich geknöpft, mit Ausnahme zweier am 9. und sämtlicher am 10. Abdominalsegment. — Maße in μ : Fühlergliederlängen (-breiten), 1. Glied 19—22, 2. Glied 35 (22), 3. Glied 97 (22), 4. Glied 66 (22), 5. Glied 46 (20), Spitze gesenkt, nicht meßbar. — Gesamtkörperlänge: 1,7 mm.

Larvenarten von der Gattung *Tenebrio* und ihre Kultur (Col.).

(Systematisch-biologisch-genetische Notizen.)

Von S. A. Arendsen Hein (Utrecht.)

Inhalt.

I. Einleitung	p. 122
II. <i>T. molitor</i>	p. 122
a) Die Varietäten OR—RB und AS	p. 122
b) Die Ausfärbung der Käfer	p. 123
c) Die Kreuzungsergebnisse	p. 124
d) Das Vorkommen der RB und AS Larven.	p. 126
III. Allgemeines über die Larven	p. 127
Die Antennen. — Das Querband. — Der weiße Ring (WR). — Das Mittelstück (M). — Die Endstacheln am 13. Segment. — Die fünf paarigen Eindrücke. — Das Längsband. — Die Seitenlinie. — Die Stigmata	p. 131
IV. Die Bestimmung der Larvenarten	p. 131
a) Die Varietäten OR—RB und AS <i>molitor</i>	p. 131
b) <i>T. opacus</i>	p. 133
c) <i>T. obscurus</i> und <i>T. syriacus</i>	p. 134
d) <i>T. picipes</i>	p. 136
V. Bestimmungstabelle der Larvenarten	p. 138

VI. Artkreuzungs-Versuche	p. 139
VII. Kultur-Bedingungen	p. 142
a) bei den Larven von <i>T. molitor</i> , <i>T. obscurus</i> und <i>T. syriacus</i>	p. 142
b) bei den Larven von <i>T. opacus</i>	p. 143
c) bei den Larven von <i>T. picipse</i>	p. 146
d) Temperatur-Einfluß auf das Larvenstadium	p. 146
e) Einfluß der Ernährung auf das Wachstum	p. 152
VIII. Zusammenfassung	p. 156
IX. Literaturangaben	p. 158

I. Einleitung.

Genetische und Variationsstudien an Arten von der Gattung *Tenebrio* gaben Veranlassung, die Larven dieser Arten zu züchten. Dabei haben sich Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Art herausgestellt, zu welcher eine beliebige Larve gehört. Diese Schwierigkeiten vermehrten sich als zwei in der Literatur nicht erwähnte Varietäten von *molitor*-Larven gefunden wurden, wovon eine sehr leicht mit Larven von *T. obscurus* oder *T. syriacus* verwechselt werden kann. Soweit mir bekannt, ist in der Literatur über Larven von *Tenebrio*-Arten nicht viel zu finden, und das wenige, was sich fand, war oft unrichtig oder als Bestimmungsmerkmal unbrauchbar. Zu allerletzt habe ich mich entschließen müssen, selbst nach Merkmalen zu suchen, wodurch die Larvenarten sich voneinander unterscheiden und bestimmen lassen. Zugleich mit diesen Variationsstudien bot sich die Gelegenheit, Experimente anzustellen und Beobachtungen über den Einfluß von Temperatur, Feuchtigkeit und Nahrung auf das Wachstum und die Mortalität der Larven zu sammeln.

II. *Tenebrio molitor*.

a) Die Varietäten OR—RB und AS.

Im Anfang von 1915 wurde eine Stammkultur von etwa 6000 Larven angelegt. Diese Zucht stammte von verschiedenen Bezugsquellen aus Holland (Vogelhändler, Mehlfabriken, Müller) und ein Teil aus Stockholm. Es zeigte sich bald, daß unter den Larven, von Samenhändlern bezogen, sich Farbenvarietäten vorfanden. Außer der leicht orangeroten Farbe des gewöhnlichen Mehlwurms (die Hauptmenge) fanden sich auch vereinzelte Individuen, welche viel dunkler waren und eine rehbraune Farbe zeigten. Diese rehbraune bis kastanienbraune Varietät werde ich mit RB (Rehbraun), die gewöhnliche orangefarbene mit OR bezeichnen. Außer der OR und RB Farbe kamen auch Individuen mit einer Farbennuancierung vor, welche etwa die Mitte zwischen beiden hielt. Es zeigte sich später, daß solche Zwischen-

formen Kreuzungsprodukte beider genannter Varietäten sind. Aus der Stammkultur (welche allmählich durch nachträgliche Sendungen vergrößert wurde) entwickelten sich in 1916 einige Käfer, welche durch ihre tiefschwarze Farbe auffielen. Während bei den OR und RB Käfern die Beine, Antennen und die ganze ventrale Fläche des Körpers rotbraun sind, zeigten diese Organe und der ganze Leib bei der neu entstandenen melanistischen Varietät eine pechschwarze glänzende Farbe. Diese Käfer und die davon stammenden sehr dunkelen Larven werde ich mit AS (Abdomen schwarz) bezeichnen. Diese drei erhaltenen *molitor*-Varietäten (OR—RB und AS) wurden rein gezüchtet und Kreuzungen zwischen OR \times RB, RB \times AS und OR \times AS vorgenommen.

b) Die Ausfärbung bei den Käfern.

Bevor die Kreuzungsergebnisse besprochen werden können, muß erst etwas Näheres über die Ausfärbung der jung geborenen Käfer mitgeteilt werden. Wenn man einen frisch aus der Puppe entschlüpften OR oder RB Käfer, oder ihre Bastarde beobachtet, konstatiert man folgende Farbennuancierungen:

Augen und Mandibulae	schwarz
Kopf, Antenne, Mesopleura, Metapleura, Trochanter, Tibia, Tarsus und letztes Abdominal- Segment	} schwach rotbraun. Das Episternum ist viel dunkler als das Epimerum
Prothorax	gelb bis orangerot
3. und 4. Abdominal-Segment	} weiß, mit links und rechts einem gelbbraunen Fleck
Coxae	weiß, mit braunem Fleck
Femur	} weiß, Vorder- und Hinterseite schwach rotbraun
Hals, Elytra, Prothorax (Ven- tral), Mesosternum, Metaster- num, 1. u. 2. Abdominal-Seg- ment und Scutellum	} ganz weiß

Bringt man solche junggeborenen Käfer in den Brutschrank und hält man sie 3—5 Stunden bei einer Temperatur von 27° C, dann hat der ganze Körper und seine Anhänge eine gleichmäßige leichtrotbraune Farbe angenommen. Nach 5—8 Tagen Verbleibens in dem Brutschrank ist der Ausfärbungsprozeß beendet und beide Käfervarietäten (OR und RB) zeigen dann dieselbe Farbe, nämlich dorsal dunkel braunschwarz, Antennen, Beine und die ganze ventrale Körperfläche rotbraun. — Der Farbenunterschied zwischen den OR und RB Larven

ist bei den Käfern nicht mehr nachweisbar. Sie sind phänotypisch gleich. Man kann also an einem beliebigen Käfer niemals mit Sicherheit feststellen, ob er von einer OR oder RB Larve stammt, oder ein Bastard dieser beiden ist.

Ganz anders zeigt sich der Ausfärbungsprozeß bei dem AS Käfer. Das gleichmäßig rotbraune Stadium, welches der OR und RB Käfer während seiner Ausfärbung durchläuft, wird bei dem AS Käfer niemals beobachtet. Alle Teile des Körpers, welche bei dem frisch entschlüpften OR und RB Käfer eine rotbraune Farbe zeigten, haben bei den AS Käfern (und seine Bastarde mit OR oder RB) eine Nuancierung von schwarz oder schwarzbraun. Der Ausfärbungsprozeß verläuft bei diesem AS Käfer viel schneller, und bald hat der ganze Körper und seine Anhänge eine glänzend tiefschwarze Farbe angenommen.

Die Bastarde von $AS \times OR$ oder $AS \times RB$ zeigen an dem letzten Gliede der Tarsen und Antennen und an allen Abdominal-Segmenten noch einen Schimmer von dunkel rotbraun. Durch diesen geringfügigen aber doch deutlich auftretenden Farbenunterschied mit den reinen Formen kann man die Bastarde sofort erkennen.

e) Die Kreuzungsergebnisse.

Aus dem oben Erwähnten geht hervor:

1. daß die Spaltung in F₂ einer Kreuzung von $OR \times RB$ nicht an den Käfern beobachtet werden kann, da beide und ihre Bastarde phänotypisch gleich sind. Die Spaltung kann nur allein bei den Larven bestimmt werden, wo die dunkle Farbe der RB Larven sich deutlich von den OR und den mehr oder weniger rötlich gefärbten Bastarden abhebt;
2. daß sich bei einer Kreuzung von $RB \times AS$ gerade das Gegenteil vorfindet. Die Farbenunterschiede zwischen den RB und AS Larven und ihren Bastarden sind nicht so ausgeprägt, daß man ohne genaue Untersuchung mit der Lupe bei jedem Individuum mit Sicherheit bestimmen kann, ob man eine RB, eine AS Larve, oder einen Bastard dieser beiden vor sich hat. Die Spaltung kann nur bei den Käfern konstatiert werden, wo die drei Formen, RB—AS und ihre Bastarde, eine deutliche Verschiedenheit in der Ausfärbung zeigen;
3. daß die Spaltung einer Kreuzung von $OR \times AS$ sowohl an den Larven, als an den Käfern festgestellt werden kann. Bei den Bastardlarven prädominiert die OR Farbe mehr oder weniger; zusammengezählt mit der reinen OR Varietät bilden sie einen scharfen Gegensatz gegenüber den dunklen AS Larven. Bei

den Käfern können die drei Formen (OR—AS und deren Bastarde) durch ihre Verschiedenheit in der Ausfärbung bestimmt werden. In allen Kreuzungen dieses Typus haben wir die Spaltung erst bei den Larven und später, nach der Metamorphose, noch einmal bei den Käfern festgestellt.

Das Resultat dieser 3 Kreuzungstypen ergab das Folgende:

Das Mittel von 14 Kreuzungen des ersten Typus, nämlich $OR \times RB$, ergab pro 4 Larven: 0,89 RB : 3,11 (OR + Bastarde).

Das Mittel von 5 Kreuzungen des zweiten Typus ($RB \times AS$) ergab pro 4 Käfer: 1,04 (RB) : 2,08 (Bastarde) : 0,88 (AS).

Das Mittel von 20 Kreuzungen des dritten Typus ($OR \times AS$) ergab:

pro 4 Larven 2,99 (OR + Bastarde) : 1,01 (AS) und

pro 4 Käfer 1,02 (OR) : 2,05 (Bastarde) : 0,93 (AS).

Merkwürdig ist die Tatsache, daß alle drei Kreuzungstypen eine monohybride Spaltung ergaben. Diese würde man nicht erwartet haben. Die monohybride Spaltung von $OR \times RB$ besagt nämlich, daß eine dieser Varietäten einen Faktor (a) oder Erbinheit weniger besitzt als die anderen; dasselbe folgt aus dem Spaltungsergebnis von $RB \times AS$, wo ein anderer Faktor (b) bei einer dieser Eltern abwesend ist. Folglich muß OR diese zwei Faktoren a und b weniger haben als AS (oder umgekehrt). Eine Kreuzung dieser Varietäten müßte also eine dihybride Spaltung zeigen, nämlich 9 : 3 : 3 : 1 oder irgendein Derivat dieses Verhältnisses, z. B. 9 : 7 oder 12 : 3 : 1 usw., welches der Fall war.

Dergleichen Abweichungen sind in genetischen Untersuchungen mehrfach beobachtet geworden. Es liegt nicht im Rahmen dieser Abhandlung, darauf weiter einzugehen, auch nicht, weil die Ursache dieses „Multiple Allelomorphismus“ (Morgan [19], p. 155) keine endgültige Erklärung gefunden hat. Auffallend war auch die noch unerklärte Erscheinung, daß in der F_2 -Generation von der Kreuzung $OR \times AS$ die AS Larven in 17 von den 19 angestellten Kreuzungsversuchen ansehnlich kleiner waren, als die Bastarde und die reine OR Form. Diese kleineren AS Larven werden ihre Verwandlung viel später erreichen.

Die verspätete Metamorphose läßt sich in Ziffern nachweisen, wenn man die Anzahl der AS Käfer in der ersten Hälfte mit der Anzahl vergleicht, welche in der zweiten Hälfte der Verwandlungszeit zur Beobachtung kamen und beide Zahlen dann in Prozenten von der ganzen Anzahl der Käfer (OR + AS + Bastarde), welche in demselben

Zeitabschnitt erschienen, umrechnet. Das Resultat dieser Berechnung war, daß in der ersten Hälfte der Verwandlungszeit 15,3 %, in der zweiten Hälfte dagegen 36,7 % AS Käfer zur Metamorphose gelangt waren. Man kann auch die Zahlen in Prozenten von der ganzen Anzahl der erhaltenen AS Käfer angeben und erhält dann für die Metamorphose der AS Larven in der ersten Hälfte 35,7 % und in der zweiten Hälfte 64,3 %. Vielleicht hängt diese Erscheinung in irgendeiner Weise mit einer anderen beobachteten Tatsache zusammen, nämlich der, daß die rein gezüchteten AS Käfer unter gleichen Kulturverhältnissen immer kleiner sind, als die OR oder RB Käfer oder ihre Bastarde.

d) Das Vorkommen der RB und AS Larven.

Kehren wir zu unseren RB und AS Varietäten zurück, so muß noch erwähnt werden, daß die AS Larve sehr selten ist. In den Jahren 1919 und 1920 wurden mir von 30 verschiedenen Orten aus Süd-, Mittel- und Ost-Europa und aus Ost- und West-Amerika *molitor*-Larven zugesandt, im ganze 4400 Individuen, unter welchen keine einzige AS Larve gefunden wurde.

Die RB Larve scheint weniger selten zu sein. Unter obengenannten 30 Sendungen traf ich viermal RB Larven an: Einmal aus Chicago, zweimal aus Ost-Deutschland und einmal aus der Schweiz; im ganzen 9 Larven.

Moufet (20), p. 254 scheint eine dunkelbraune *Molitor*varietät gekannt zu haben. Es sind schon beinahe 300 Jahre her, als er schrieb, daß solche dunklen Varietäten durch schlechtes Futter von „mager“ Mehl mit viel Kleie entstehen. Letztere Behauptung ist aber zweifellos unrichtig. Im Anfange ([2] p. 194) unserer Untersuchungen haben wir Larven in reiner Kleie ohne irgendeinen Zusatz gehalten; eine Änderung von der gewöhnlichen orangeroten Farbe haben wir aber niemals beobachtet.

Der Umstand, daß die RB und AS in einer Kreuzung mit OR rezessiv sind, kann eine Erklärung für das seltene Auftreten dieser Formen geben. Wenn nämlich in einer Zucht, wovon die Hauptmasse OR Larven sind, einige Individuen von den dunklen Varietäten vorkommen, so ist die Chance, daß diese letzten gleichzeitig sich verpuppen und als Käfer paaren, sehr gering. Als Regel wird die Paarung mit der überwältigenden Mehrheit der OR Larven stattfinden. Die Bastarde sind, wie erwähnt, nicht genau intermediär, sondern öfter den OR Larven so ähnlich, daß man sie übersieht, jedenfalls nicht mit Sicherheit unterscheiden kann. Die wenigen Bastarde paaren sich darum wieder mit OR, und spalten sich in der F1-Generation, die Hälfte in OR,

die andere Hälfte sind wieder Bastarde. Es ist also klar, daß, wenn einige AS oder RB Larven mit einer großen Masse von OR Larven als eine gemischte Zucht gehalten werden, es vieler Generationen bedarf, bevor diese reinen Formen wiedererscheinen. Dieses kann nämlich nur stattfinden, wenn sich zwei Bastarde paaren, in welchem Falle $\frac{1}{4}$ der Nachkommenschaft wieder die reine Varietät darstellt.

Es ist also erklärlich, warum in Sendungen von Mehlfabriken und Müllern, wo die Chance, daß zwei Bastarde einander begegnen, so sehr viel seltener sein muß, als in den selbst kultivierten Zuchten von Vogelhändlern, diese dunklen Varietäten niemals gefunden wurden.

III. Allgemeines über die Larven.

Um jedes Mißverständnis über die gemachten Angaben in den Larven-Beschreibungen auszuschließen, scheint es mir erwünscht, die gebrauchten Ausdrücke an Zeichnungen (p. 129) näher zu erörtern.

Antennen: Wenn man den Kopf, welcher vorn die Mundteile trägt, das erste Segment nennt, so zählt man im ganzen 13 Segmente. An dem Kopfsegmente entspringt jederseits eine Antenne (p. 129, Fig. 1). Jede Antenne ist zusammengesetzt aus 4 Gliedern. Das erste Glied hat die Form einer Halbkugel, membranös von Beschaffenheit, zusammenziehbar, fast ganz ungefärbt, und von der dorsalen Seite meistens nicht, oder nur eben sichtbar. Das zweite Glied (2, Fig. 1) ist zylindrisch von Form, länger als das erste, und in seinem mittleren Teil schon deutlich pigmentiert. Das dritte Glied (3) ist das längste und als Regel dunkler von Farbe als das zweite. Das vierte Glied (4, Fig. 1) ist ansehnlich kleiner als die drei übrigen; seine Länge und Breite beträgt ungefähr $\frac{1}{5}$ von dem vorhergehenden dritten Gliede und sieht fast wie eine kurze Borste aus. Auf dem vierten Gliede sitzt noch ein feines Borstenhaar, welches nur bei stärkerer Vergrößerung wahrgenommen werden kann. Die Pigmentierung (Farbenart) vom 3. und 4. Gliede hat taxonomischen Wert.

Durch einige Autoren (Posselt [25], p. 25 u. a.) wird das zweite Glied öfter als das erste genannt, wodurch das vierte Glied (kleinste) zum dritten wird; das erste Glied ist dann übersehen. Mulsant (21—22), p. 10 u. 12, Chapuis (7), p. 514 u. a. erwähnen, wie es tatsächlich auch der Fall ist, 4 Glieder. Daß die Antennen von *T. picipes* aus 5 Gliedern zusammengesetzt sein sollen wie Mulsant und Guillebeau (Mulsant [21], p. 12) angeben, habe ich nicht bestätigen können.

Querbänder (Qb) — Segmentteile (M) und (WR) (Fig. 2). Abgesehen vom 1., 2. und 13. Segment kann man an den übrigen

Segmenten drei Teile unterscheiden, welche scharf voneinander abgegrenzt sind, nämlich:

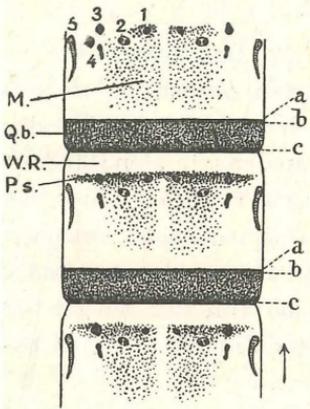
1. Distal ein stark pigmentiertes Querband (Fig. 2).
2. Proximal ein nahezu nicht pigmentiertes weißes Band oder weißen Ring (WR) mit nach innen (medialwärts) gebogenen Seitenrändern von etwa gleicher Höhe (Breite) wie das Querband (Fig. 2).
3. Ein Mittelstück M von wechselnder Pigmentierung.

Das Querband (Qb): Alle Segmente, mit Ausnahme des 1. und 13., sind distal durch das Querband abgeschlossen. Da das zweite (1. thoracale) Segment auch an seiner proximalen Seite solch ein Querband zeigt, werden im ganzen 12 Querbänder gezählt. Abgesehen von der Farbenart wird die Farbe des ganzen Tieres durch die Farbe der Querbänder charakterisiert. Die Querbänder zeigen an ihrer proximalen Grenze sehr feine in Längsrichtung verlaufende Striche; der übrige Teil des Bandes ist fast ohne Zeichnung und glatt wie poliertes Metall (6fache Vergr.). Die Bänder können distalwärts nach innen eingefaltet werden, wenn die Larve sich biegt oder zusammenzieht; ihre Höhe (Breite) ist also keine konstante Größe, beträgt aber bei normalem Verhalten des Tieres etwa $\frac{1}{4}$ des ganzen Segmentes.

Der weiße Ring (WR., p. 129, Fig. 2): Der weiße Ring ist im normalen Streckungszustand der Larve nur teilweise sichtbar, da seine vordere Hälfte durch das Querband des vorhergehenden Segmentes bedeckt wird. Wenn die Larve sich in horizontaler Ebene nach rechts oder links krümmt, kommt der weiße Ring an der gegenüber liegenden Stelle, also links oder rechts, zur Beobachtung.

Das Mittelstück (M., Fig. 2): Abgesehen vom 1., 2., 11., 12. und 13. Segment, in welchem die ganze Segmentfläche (M) annähernd dieselbe Intensität von Farbe zeigt wie die Querbänder, ist bei den übrigen Segmenten der mittlere Teil (M) bei den meisten Arten viel heller, kann aber bei anderen (unter speziellen Umständen von Alter und Ausfärbung) fast so dunkel werden wie das Querband, so daß dieselben sich nicht mehr so scharf von der gleich stark pigmentierten Umgebung abheben (*obscurus—syriacus*).

Die proximale Grenze des Mittelstückes (M), zusammenfallend mit der distalen Grenze des weißen Ringes (WR), zeigt bei den meisten Segmenten eine strichförmige Anhäufung von Pigment (PS), welche distalwärts schwächer wird und sich in der helleren Farbe des distalen Teiles des Mittelstückes auflöst. Dieser Teil (M) zeigt eine Skulptur von Punkten und unregelmäßigen, im großen und ganzen querverlaufenden feinen Linien, welche auf verschiedene Weise anastomosieren und



T. Obscurus
Fig. 2

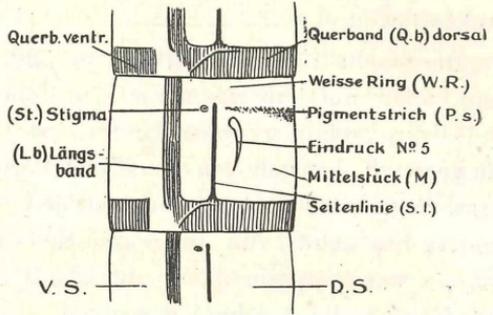


Fig. 5

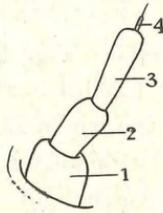
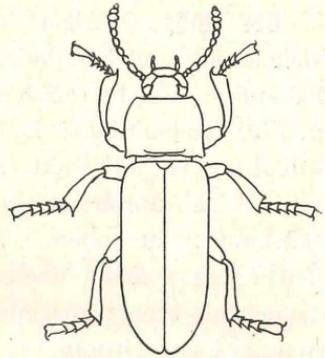
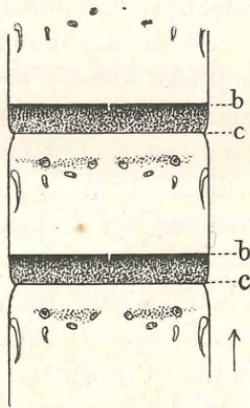


Fig. 1

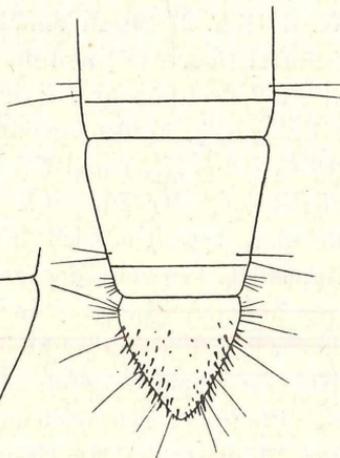


9½ m.m

Fig. 10 24½ m.m



T. Syriacus
Fig. 6



T. Opacus
Fig. 7

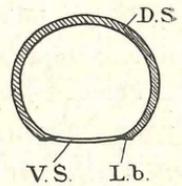
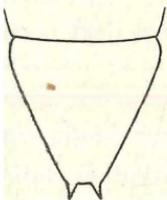
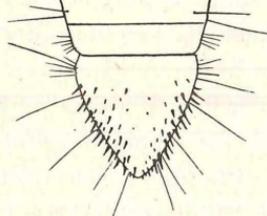


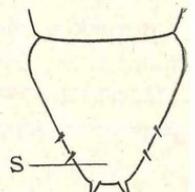
Fig. 4



T. Molitor
Fig. 8



T. picipes
Fig. 9.



T. Obscurus u. Syriacus
Fig. 3.

kleine Teile umrahmen, in welchen die oben erwähnten eingestochenen Punkte liegen.

Die Stacheln am 13. Segment (p. 129, Fig. 3): Das letzte, 13. Segment, trägt am äußersten Ende bei allen Arten (außer *T. picipes*) zwei divergierende schwarze Spitzen oder Stacheln, welche mehr oder weniger nach oben gebogen sind. Nach vorn zu an den lateralen Rändern dieses Segmentes findet man noch jederseits zwei akzessorische viel kleinere Stacheln. Am äußersten Ende der Segmentfläche zwischen und ein wenig proximal von der Basis beider Hauptstacheln, findet sich eine Stelle, welche bei einigen Arten eine von der Umgebung abweichende Farbe zeigt. Wir haben diese Stelle in Fig. 3 mit S bezeichnet und werden sie weiter auch so benennen.

Die fünf paarigen Eindrücke (Fig. 2): Außer der feinen Punktierung und Strichelung zeigt jedes Segment, jederseits von der Medianlinie, welche durch eine feine weiße Linie (Blutgefäß) markiert ist, fünf flache Eindrücke von verschiedener Form und Größe. Ihre Bedeutung ist mir unklar. Sie zeigen eine regelmäßige Anordnung und scheinen durch interne Organe hervorgerufen zu sein oder damit Beziehungen zu haben. Diese fünf paarigen Eindrücke können bei allen 7 Larvenarten nachgewiesen werden, bei einigen Arten sofort deutlich als scharf ausgeprägte Gebilde, bei anderen erst nach angestrengter Beobachtung. Bei *T. obscurus* sind diese Eindrücke am deutlichsten zu sehen, und die jetzt folgende Beschreibung hat deshalb auch Beziehung auf diese Art.

Nr. 1 und Nr. 3 (Fig. 2) liegen annähernd auf gleicher Höhe an der Grenze des Mittelstückes (M) und des weißen Ringes WR, also im Pigmentstrich PS als zwei unpaare, durch schwarzes Pigment verdickte Punkte; Nr. 1 neben der weißen Medianlinie, Nr. 3 weiter lateralwärts. In der Mitte zwischen Nr. 1 und Nr. 3 ein wenig unterhalb des Pigmentstriches, findet sich der Eindruck Nr. 2, welcher aus zwei oder drei nebeneinander liegenden, sich fast berührenden kleineren Eindrücken oder Pigmentflecken zusammengesetzt ist. Nr. 4 liegt noch mehr distalwärts und in gerader Linie unten von Nr. 3, ist ebenso aus 2 oder 3 kleineren Eindrücken (Pigmentpunkten oder Flecken) zusammengesetzt, welche öfter verschmolzen sind und dann einen länglichen Streifen bilden. Nr. 5 befindet sich an dem äußersten lateralen Rand oder ein wenig unterhalb dieses, hat die Gestalt eines großen Kommas, liegt in der Längsrichtung des Segmentes und ist viel schwächer pigmentiert als die vier vorhergehenden. Diese fünf paarigen Eindrücke sind von dem 3. Segment an bis zu dem 12. zu verfolgen.

Es muß noch erwähnt werden, daß die Chitinhaut, welche alle diese Eindrücke von oben bedeckt, fast ohne Zeichnung oder Skulptur ist.

Längsband (lb, p. 129, Fig. 5): Beobachten wir jetzt die Larve von der ventrolateralen (Fig. 5) und ventralen Seite. Diese Seite ist bei allen Arten viel heller und weniger pigmentiert, als die dorsale Fläche. Nur die drei thorakalen Segmente zeigen je nach der Art eine mehr oder weniger dunkle Färbung, vom ersten (zweiten Körpersegment) bis zum dritten an Intensität abnehmend. Die ventralen Segmente VS Fig. 4 werden durch die ventro-lateralen Ränder der dorsalen Segmente eingefaßt, wie der Querschnitt Fig. 4 angibt. Die ventralen Querbänder sind eine Fortsetzung von den dorsalen, aber viel weniger pigmentiert. Lateral sind sie jederseits durch die zwei Längsbänder unterbrochen, welche den ventro-lateralen Rändern der dorsalen Segmente entlang (Fig. 4 u. 5), vom 5. bis zum 12. Segment zu verfolgen sind. Auch diese Längsbänder sind faltbar; von verschiedener Breite und Pigmentierung, wechselnd je nach der Larvenart, niemals so breit wie die Querbänder, und wie diese ebenso glänzend und ohne Zeichnung oder Skulptur (10 mal. Vergr.). Die Längsbänder fehlen dem 1. und 13. und sind an dem 2., 3. und 4. Segment (thoracale Segmente) nicht mehr als ein selbständiges Band nachweisbar.

Seitenlinie (S.l., Fig. 5): Dorsal von dem Längsband verläuft jederseits von dem 3. bis zum 12. Segment eine dünne Seitenlinie, welche sich durch ihre dunkle Pigmentierung scharf von der hellen Umgebung abhebt. An dem 3. Segment biegt sich die Seitenlinie ventralwärts nach dem Längsband zu und ist in dem 2. Segment mit dem lateralen Rande dieses Segmentes verschmolzen. Die Seitenlinie ist nicht eine durchgehende Linie, sondern verläuft (bei einigen Arten) von dem Querband ab bis genau zur distalen Grenze (P. s.) des weißen Ringes (S.l., Fig. 5) oder setzt sich (bei anderen Arten) noch eine Strecke auf dem weißen Ringe fort.

Stigmata (ST., Fig. 5): Zwischen Seitenlinie und Längsband liegen genau auf der Grenze, wo das Mittelstück (M) aufhört und der weiße Ring anfängt, die Stigmata, welche je nach der Larvenart oval oder rund von Form sind. Diese Form wechselt auch in demselben Tiere je nach dem Segment, worin sie liegen; in den vorderen Segmenten sind sie mehr oder weniger oval, auch dann, wenn sie in den hinteren Segmenten rund sind.

IV. Die Bestimmung der Larvenarten.

a) Die Varietäten OR—RB und AS *molitor*.

Bei der Bestimmung der Larven soll man möglichst erwachsene, völlig ausgefärbte Individuen beobachten. Die endgültige Farbe wird erst nach einigen Häutungen erlangt.

Die Farben lassen sich schwer in Worten ausdrücken. Es ist darum unbedingt vorzuziehen, die Farben mit den Nummern und Namen irgendeiner bekannten Farbentafel anzugeben. Dafür haben wir den Angaben von Saccardo (31) gefolgt. Die Farbe der OR Larve (als ganzes) liegt etwa zwischen Orangegelb Nr. 21 und Ockergelb Nr. 29 (Saccardo). Die RB Larve stimmt am besten überein mit Nr. 8 isabellfarbig (Saccardo). Die AS Larve ist umbrabraun Nr. 9 (Saccardo). Die Querländer zeigen dieselbe Farbenart, aber durch die dichtere Anhäufung des Pigmentes scheinen sie viel dunkler.

Abgesehen von dem makroskopischen Unterschiede in der Farbe dieser drei Varietäten, zeigen die AS Larven, mit der Lupe beobachtet (6 mal vergr.), noch andere Farbenabweichungen, welche wir jetzt erwähnen wollen. Wenn man den Kopf einer Larve zwischen Daum und Finger nach sich zu hält und mit der Lupe beobachtet, so übersieht man die laterale Fläche der Kiefer mit ihren spitzen Zähnen. Die Kieferspitzen sind bei allen *Tenebrio*-Arten tief schwarz; die laterale Fläche zeigt aber alle Abstufungen von schwarz bis rotbraun. Sind die Kiefer über ihre ganze Ausdehnung nach der Basis zu schwarz, so ist das eine Eigentümlichkeit, welche allein der AS *molitor*-Larve eigen ist. Dasselbe kann gesagt werden von der schwarzen Farbe des dritten und vierten Gliedes der Antennen, welche bei allen übrigen *Tenebrio*-Arten eine verschiedene Nuancierung von rotbraun zeigen. Die zwei obengenannten Merkmale sind für die AS Larve entscheidend. Dieses wurde kontrolliert an den F_2 -Larven, einer Kreuzung von RB \times AS. Die Bastarde dieser Kreuzung sind, wie schon erwähnt, mit unbewaffnetem Auge nicht mit Sicherheit von der reinen AS Varietät zu unterscheiden, da ihre allgemeine Körperfarbe den reinen AS Larven sehr ähnlich sind. Nimmt man aber als Kriterium die Farbe der Kiefer und Antennen, so ist es möglich, die drei Formen (welche zusammen in der F_2 vorkommen) zu scheiden, da die Farbe dieser Organe bei den Bastarden intermediär ist. Eine vorgenommene Scheidung nach diesem Merkmale an Larven einer F_2 -Generation wurde dann kontrolliert an den Käfern, wo die verschiedene Weise von Ausfärbung leicht zu konstatieren ist. Dabei konnte die Tatsache festgestellt werden, daß die erwähnten Farbenunterschiede an Kiefern und Antennen ein gutes Merkmal bilden, wodurch nicht allein die RB sich von der AS Varietät unterscheiden, sondern auch diese letztere von *Obscurus* und *syriacus*. Letztgenannte Arten können sehr leicht

miteinander, und beide mit der AS Varietät verwechselt werden, da ihre äußere Erscheinung so ähnlich ist, daß nur ein genaues Studium mit der Lupe sie zu scheiden vermag. Außerdem sind die Krallen der drei Beinpaare bei den AS Larven fast ganz schwarz; bei den übrigen Varietäten und Arten sind allein die Endspitzen der Krallen schwarz, der übrige Teil zeigt verschiedene Abstufungen von rotbraun. Auch die ventrale Fläche der drei thorakalen Segmente haben bei den AS Larven eine ganz andere Nuance; sie sind kaffeebraun oder diffus schwarz; bei allen übrigen Arten ist die Farbe dieser Teile schwach rötlich bis leicht rotbraun. Durch die schwarze Farbe der ganzen Kiefer, des dritten und vierten Antennengliedes, der ganzen Krallen, und durch die dunkle, nicht rotbraune Farbe der ventralen Fläche der thorakalen Segmente ist die AS Larve sehr scharf von allen übrigen zu unterscheiden.

b) *T. opacus*.

Die *opacus*-Larve hat so viel Ähnlichkeit mit der OR *molitor*, daß sie schwer von diesen zu unterscheiden ist. Mulsant und Guillebeau (Mulsant [21], p. 9—11) geben von der *opacus*-Larve eine ausführliche Beschreibung, welche fast wörtlich anwendbar ist für *T. molitor*. Ein stichhaltiges Unterscheidungsmerkmal ist die feinere und sparsamere Punktierung der Segmentteile M bei *opacus*. Dieser Unterschied läßt sich nur gut feststellen, wenn man mit einer Lupe von 10facher Vergrößerung arbeitet, unter stetem Vergleich und Kontrolle mit OR *molitor* als Vergleichsobjekt, was keine Schwierigkeit bietet, da diese letzte immer gleich zu haben ist. Sehr deutlich, auch mit schwächerer Vergrößerung, ist die Differenz der Punktierung zwischen *molitor* und *opacus* an dem zwölften Segment zu beobachten. In diesem und dem dreizehnten Segment ist das Pigment bei allen Larvenarten am stärksten angehäuft. Wenn man das Licht von vorn darauf fallen läßt, so wird es durch die eingestochenen Punkte reflektiert, und diese erscheinen dann als feine weiße Tüpfel in dem dunklen Pigment zerstreut, ähnlich wie der weiße Samen auf einer roten Erdbeere; bei *opacus* sind die weißen Punkte kaum sichtbar. Durch die schwache Vergrößerung gewinnt man einen Überblick über das ganze Segment, wodurch eine Abschätzung über größere oder geringere Gedrungenheit und Feinheit dieser Punkte viel leichter festzustellen ist.

Die Seitenlinie verläuft bei *molitor* von dem Querband bis genau zu dem Stigma, wo sie aufhört. Die Seitenlinie setzt sich also nicht auf dem weißen Ringe wie bei *opacus* fort, wo das proximale Ende der Seitenlinie das Stigma weit hinter sich läßt und in den weißen Ring fast in ihrer ganzen Breite (Höhe) eindringt. Bei *opacus* ist das Längs-

band schmaler, die Stigmata auffallend kleiner als bei *molitor*. Sie sind fast kreisrund und ihre Durchmesser etwa ebenso groß wie die Breite des Längsbandes. Die Öffnung in der Mitte des Stigmas ist ein kleiner Punkt und nicht strichförmig wie bei *molitor*. Bei dieser letzten Art sind die Stigmata größer, nicht rund sondern elliptisch, der längste Durchmesser fast gleich der Breite des Längsbandes mit strichförmiger Zentralöffnung. Das terminale (dreizehnte) Segment ist schlanker wie bei *molitor* und ihre lateralen Ränder gehen bogenförmig ineinander über (p. 129, Fig. 7), während bei *molitor* diese Ränder gerade nach den Endspitzen verlaufen (Fig. 8 u. 3). Das große dritte und das viel kleinere vierte Glied der Antennen zeigt bei *opacus* eine viel dunkler rotbraune Farbe als dieselben Glieder bei *molitor*. Auch ist die Ausbreitung der schwarzen Farbe an der Seitenfläche der Kiefer bei *opacus* größer und die Kiefer im ganzen dunkler.

Aber diese Merkmale sind weniger auffallend; die feinere Punktierung, die kleineren Stigmata, die runde Form dieser, die Fortsetzung der Seitenlinie bis in den weißen Ring, die bogenförmige Krümmung der lateralen Ränder des 13. Segmentes, sind die fünf entscheidenden Differenzpunkte.

Daß *T. molitor* und *obscurus* sich von *opacus* auch dadurch unterscheiden sollen, daß die divergierenden Endstacheln am 13. Segment bei *opacus* fast horizontal, bei beiden erstgenannten Arten deutlich hinaufgebogen sind, wie Seidlitz (9) p. 632—634 und auch Mulsant (21) p. 11 angeben, habe ich niemals bestätigen können; auch nicht, daß diese Stacheln bei *opacus* schlanker und länger sind im Vergleich mit *molitor*, wie derselbe Autor und auch Schiödte (33) p. 571 erwähnen.

c) *T. obscurus* und *T. syriacus*.

Die *obscurus*-Larven erhielten wir in einem Gemisch von *molitor*-Sendungen, zweimal aus Madrid, einmal aus Marseille und einmal aus Locarno. *Syriacus*-Larven wurden ebenso in einer *molitor*-Sendung aus Konstantinopel und noch einmal aus Valencia gefunden. *Obscurus*, *syriacus* und AS *molitor* sind einander sehr gleich; alle drei Arten zeigen dieselbe auffallend dunkle, fast schwarze Farbe (von umbrabraun Nr. 9 bis rußbraun Nr. 11 Saccardo). Bei *syriacus* finden sich öfter in derselben Kultur Individuen, welche auf den Segmenten zwischen den Querbändern eine hellere Farbe zeigen als die übrigen, was durch das Alter oder durch unvollständige Ausfärbung hervorgerufen werden kann.

Curtis (8) p. 331, gibt von der *obscurus*-Larve ein farbiges Bild, welches aber zu klein ist, und ebensogut für AS *molitor* als für *syriacus*,

mitunter selbst für ein dunkles Exemplar von RB *molitor* gelten kann. Wie Mulsant (22) p. 281, welcher ein sehr genauer Beobachter ist und von der OR *molitor*-Larve eine zutreffende Beschreibung gegeben hat, die Farbe der *obscurus*-Larve als „braun“ bezeichnen kann, läßt sich allein verstehen, wenn er ein sehr junges, noch nicht ausgefärbtes Individuum gesehen hat. Es ist wohl fast unnötig, die Angabe Westwoods (36) p. 317—318), daß die *molitor*-Larven am letzten Segment nicht zwei sondern nur einen Stachel tragen, zu korrigieren. Seine Schlußfolgerung, daß de Geers (13) p. 34—36 Beschreibung der OR *molitor*-Larve sich auf *obscurus* beziehen muß, ist denn auch unrichtig, wie Hagen (14) p. 56 seinerzeit schon betont hat. Einstacheligkeit von Larven als Artmerkmal für *Tenebrio*-Larven gibt es meines Wissens überhaupt nicht. Auch die *picipes*-Larven sind nicht einstachelig, trotzdem diese Angabe wiederholt in der Literatur angeführt wird. Als eine nicht erbliche Anomalie ([3] p. 233 bis 234) habe ich einstachelige *molitor*-Larven mehrere Male beobachtet. Kehren wir zu unseren drei gleich dunklen Arten zurück. Die AS *molitor*-Larven unterscheiden sich sofort von den *obscurus*- und *syriacus*-Individuen durch die schwarze Farbe des dritten und vierten Antennengliedes, durch die ganzen schwarzen Kiefer, durch die schwarze Farbe der ganzen Krallen und durch die diffus grauschwarze Farbe der ventralen Fläche der thorakalen Segmente. Am distalen Ende des letzten Segmentes zwischen der Basis der zwei divergierenden Stacheln befindet sich bei *syriacus* und *obscurus* ein kleiner rötlicher bis braunroter Fleck (p. 129, l. s., Fig. 3), welcher sich deutlich von der dunklen Umgebung abhebt. Dieser rötliche Fleck fehlt den AS *molitor*-Larven. Durch die schwache Pigmentierung der ventralen Querbänder und der ventralen Fläche der Beinsegmente zeigt die ganze Bauchseite bei *syriacus* und *obscurus* eine auffallend hellere Farbe als bei AS *molitor*. Die Stigmata bei den AS Larven liegen so dicht neben der Seitenlinie, daß sie diese mit ihrem Chitinrand fast berühren. Bei den *obscurus*- und *syriacus*-Larven liegen sie ganz frei von der Seitenlinie, mehr ventralwärts von dieser, etwa in der Mitte zwischen Längsband und Seitenlinie.

Durch die nicht schwarzen Antennen, Kiefer und Krallen, durch die abweichende rotbraune Farbe der thorakalen Segmente, durch die freie, nicht die Seitenlinie berührende Lage der Stigmata und durch den rötlichen Fleck (s., Fig. 3) am Ende des letzten Segmentes, hat man für *syriacus* und *obscurus* 6 Merkmale, wodurch eine Verwechslung mit AS *molitor* ausgeschlossen ist. Es bleibt jetzt noch übrig, die Diffe-

rentialmerkmale festzustellen, wodurch *obscurus* sich von *syriacus* unterscheiden läßt. Es gibt deren sechs:

1. Die fünf paarigen Eindrücke, welche wir in Kapitel III erwähnt haben, sind bei *obscurus* viel mehr hervorgehoben als bei *syriacus* (p. 129, Fig. 2 u. 6). Dieses wird dadurch verursacht, daß der Boden dieser Eindrücke viel dunkler pigmentiert ist als bei *syriacus*. An ausgewachsenen gänzlich ausgefärbten Individuen ist diese Differenz sehr auffallend.

2. Das dritte Antennenglied ist bei *obscurus* länger wie bei *syriacus*; bei erstgenannter hat sie etwa 4 mal, bei *syriacus* etwa 3 mal die Breite des Gliedes. Hat man aber nur eine dieser Arten und nicht beide zur Verfügung, kann man also keine Vergleichung machen, dann sind die zwei folgenden Merkmale maßgebend.

3. An der proximalen Grenzlinie, direkt gegen die Grenze des Querbandes anliegend, zeigt *obscurus* einen schwach rötlichen Strich (a., Fig. 2), welcher bei *syriacus* (Fig. 6) ganz fehlt.

4. Die distale Grenze des Querbandes ist bei *obscurus* durch eine schwarze Linie abgeschlossen (p. 129, c., Fig. 2), welche viel dunkler als der übrige Teil des Bandes ist. Bei *syriacus* findet man gerade das Gegenteil; da befindet sich die schwarze Linie an der proximalen Grenze des Querbandes (b., Fig. 6). Es wird also bei *obscurus* die dunkle Farbe des Querbandes nach vorn zu heller, bei *syriacus* dunkler. Dieses letzte Merkmal allein genügt schon, um aus einem Gemisch die beiden Arten scheiden zu können.

5. Die Form des letzten (13.) Segmentes ist bei *obscurus* schlanker, die lateralen Ränder sind länger wie die größte Breite des Segmentes; das Dreieck ist ein gleichschenkliges; bei *syriacus* ist dieses Dreieck ein gleichseitiges.

6. Die Endstacheln liegen bei *obscurus* weiter voneinander, der Raum zwischen diesen Stacheln ist etwa 2 mal die Basisbreite der Stacheln; bei *syriacus* etwa 1 mal diese Breite.

Mit dem rötlichen Strich, der dunklen Pigmentierung der fünf paarigen Eindrücke, der distalen schwarzen Grenzlinie des Querbandes, der schlankeren Form des letzten Segmentes und dem größeren Abstand zwischen der Basis der Stacheln bei *obscurus* hat man fünf Merkmale, wodurch *obscurus* mit Sicherheit erkannt wird, wie wir an den erhaltenen Käfern von einer großen Anzahl Larven kontrolliert haben.

d) *T. picipes*.

Die Namen *Tenebrio transversalis* — *laticollis* — *noctivagus* — *loripes* — *ventralis* und *intermedius* sind 6 Synonyma von *T. picipes*

(Reitter [27] p. 22). Unter dem Namen *picipes* wurde der Käfer durch Herbst (15) p. 245 in 1797 beschrieben, durch Leconte (Seidlitz [9] in 1867 von der Gattung *Tenebrio* getrennt und zur Gattung *Neatus* erhoben, durch Seidlitz (9) p. 629 bestritten, aber durch Reitter (27) p. 19 als berechtigt anerkannt. In diese rein systematischen Streitigkeiten wollen wir uns aber nicht vertiefen. Wir haben die Synonyma und den geänderten Gattungsnamen nur erwähnt, um jedes Mißverständnis, um welches Tier es sich hier handelt, auszuschließen.

Die von mehreren Autoren (Mulsant [21], p. 13, Seidlitz [9] p. 632) stets wiederholte Angabe, daß die *picipes*-Larven am terminalen Segment nur einen Stachel haben sollen, muß zu allererst korrigiert werden. Es ist merkwürdig, wie zähe solche leicht kontrollierbaren Angaben in der Literatur sich weiterpflanzen. Der Gegensatz zwischen *picipes* und den anderen Arten ist nicht, daß diese letzteren am dreizehnten Segment zwei große divergierende und *picipes* nur einen medianen Hauptstachel mit mehreren kleineren Nebenchacheln zeigt, sondern daß *picipes* überhaupt keinen Hauptstachel besitzt, sondern nur zahlreiche gleichartige kleine Stacheln hat. Diese liegen auf der dorsalen Fläche in der distalen Hälfte des Segmentes, von dem lateralen Rande bis zu einer Strecke weiter medialwärts, das Segment aufwärts (p. 129, Fig. 9). An dem äußersten Ende der Segmente liegen die Stacheln dann dicht nebeneinander und bilden einen steifen kurzen Pinsel oder Quast. Die Medianlinie dieser Quaste, wo zwei oder mehrere Stacheln fest aneinander liegen, zeigt dann öfter einen dunklen Streifen, welcher bei ungenauer Beobachtung für einen dicken, medianen Stachel angesehen werden kann. Daß unsere Deutung richtig ist, kann an der Puppe kontrolliert werden. Diese trägt an ihrem letzten Segment nicht einen, sondern wie die Puppen von allen übrigen *Tenebrio*-Arten zwei gut ausgebildete divergierende Stacheln¹⁾, was darauf hinweist, daß von den zahlreichen gleichartig gebildeten kleineren Stacheln zwei den morphologischen Wert von Hauptstacheln beibehalten haben.

¹⁾ Ich glaube diesen Befund unzweifelbar festgestellt zu haben, habe aber leider die angegebene Tatsache in meinen Notizen nicht wiedergefunden und auch seitdem keine Puppen mehr erhalten, um dies noch einmal kontrollieren zu können. Die Sache ist mir damals sehr aufgefallen, weil ich immer gefunden habe, daß Variationen an den Stacheln von Larven immer auch an den Puppen beobachtet werden können (siehe mein Aufsatz [3] p. 232/234). Ich muß darum die Möglichkeit offen lassen, daß ich mich trotzdem irre, obgleich ich dies für sehr unwahrscheinlich halte.

Die Farbe der *picipes*-Larven gleicht der eines roten Ziegels. Sie stimmt am besten mit Nr. 31 der Farbentafel Saccardo überein, welche als rostfarbig angegeben ist. Die Mittelteile M der Segmente zeigen fast die gleiche Farbenintensität wie die Querbänder, wodurch letztere weniger auffallen, und das ganze Tier noch mehr von der OR *molitor*-Farbe abzuweichen scheint, als es tatsächlich der Fall ist. Durch diese fast gleichmäßige backsteinrote Farbe des ganzen Tieres kann man die *picipes*-Larven sofort aus einem Gemisch mit OR *molitor* erkennen, ohne dazu die Beobachtung der verschiedenen Bestachelungsweise nötig zu haben. Auch die Weise, wie sich die Larve vorwärts bewegt (in einem schnellen Trippelschritt) ist so eigentümlich, daß sie sich dadurch von allen übrigen Larvenarten direkt unterscheidet und aus einem Gemisch auswählen läßt. Die Punktierung des Teiles M ist noch feiner als bei *opacus* und steht also im scharfen Gegensatz zu OR *molitor*. Alle diese Merkmale sind so auffallend, daß wir die weiteren Angaben über Differenzpunkte unterlassen können.

[V. Bestimmungstabelle.

- 1. a) Die Larven tragen am äußersten Ende des terminalen Segmentes zwei divergierende große schwarze Spitzen oder Stacheln; proximal davon jederseits an dem lateralen Rande noch zwei sehr kleine akzessorische Stacheln 2
- 1. b) Keine divergierenden Hauptstacheln; jederseits ist der laterale Rand von dem mittleren Teil bis zu dem äußersten Ende des Segmentes besetzt durch mehrere kleine Stacheln, Borsten oder Haare *T. picipes*
- 2. a) Die Farbe ist orangerot, orangegelb, ockergelb (Nr. 21 und Nr. 29 Saccardo) 4
- 2. b) Die Farbe ist rehbraun, isabellfarbig (Nr. 8 Saccardo), aber nicht umbrabraun oder rußbraun *T. RB molitor*
- 2. c) Die Farbe ist sehr dunkel, umbrabraun bis rußbraun (Nr. 9 und Nr. 11 Saccardo) bis fast schwarz 3
- 3. a) Kiefer, Krallen, drittes und viertes Antennenglied fast ganz schwarz. Seitenlinie umbrabraun (Nr. 9 Saccardo). Am äußersten Ende zwischen der Basis der Stacheln kein hellerer Fleck. Ventrale Fläche der thorakalen Segmente kaffeebraun bis diffus schwarz. Stigmata oval, liegen neben der Seitenlinie, öfter diese fast berührend *T. AS molitor*
- 3. b) Kiefer und Krallen nur an den Spitzen schwarz; drittes und viertes Antennenglied nicht schwarz; Seitenlinie umbrabraun (Nr. 9 Saccardo); kein hellfarbiger Fleck zwischen der Basis der Stacheln Bastard von *RB* × *AS*

3. c) Kiefer und Krallen nur an den Spitzen schwarz. Drittes und viertes Antennenglied nicht schwarz. Seitenlinie nicht umbrabraun, sondern rötlich bis leicht rotbraun. Am äußersten Ende zwischen der Basis der Stacheln ein hellfarbiger Fleck, welcher sich deutlich von der dunklen Umgebung abhebt. Ventrale Fläche der thorakalen Segmente rötlich bis leicht rotbraun. Stigmata rundlich, liegen weiter von der Seitenlinie ab, berühren diese nicht 5
4. a) Die Segmente fein punktiert (zu beobachten an dem elften und zwölften Segment mit auffallendem reflektierten Licht). Die Seitenlinie dringt in den weißen Ring weit hinein, das proximale Ende dieser Linie läßt das Stigma weit hinter sich. Das terminale Segment ist schlanker als bei *T. molitor*, und ihre lateralen Ränder gehen bogenförmig ineinander über (p. 129, Fig. 7) *T. opacus*
4. b) Die Segmente gröber punktiert. Die Seitenlinie dringt in den weißen Ring nicht weit hinein; das proximale Ende dieser Linie liegt auf gleicher Höhe oder nur ein wenig vorn von dem Stigma. Das terminale Segment zeigt nicht die bogenförmige Krümmung ihrer lateralen Ränder (p. 129, Fig. 8).
T. OR molitor
5. a) Proximal vom Querband ein rötlicher Strich. Die hintere Grenzlinie des Querbandes (p. 129, c., Fig. 2) ist dunkler, als der Rest des Bandes. Das dritte Antennenglied ist etwa 4 mal so lang wie breit. Der Abstand zwischen der Basis der beiden Endstacheln am dreizehnten Segment ist etwa 2 mal die Basisbreite der Stacheln. Die fünf paarigen Eindrücke treten sehr stark hervor *T. obscurus*
5. b) Kein rötlicher Strich proximal vom Querband. Die vordere Grenzlinie des Querbandes (b., Fig. 6) ist dunkler als der Rest des Bandes. Das dritte Antennenglied ist etwa 3 mal so lang wie breit. (Kürzer wie bei *obscurus*.) Die Basis der beiden Endstacheln sind einander mehr genähert; ihr Abstand etwa 1 mal die Basisbreite der Stacheln. Die fünf paarigen Eindrücke treten viel weniger hervor . . . *T. syriacus*

VI. Kreuzungsversuche. (Artkreuzungen.)

Viele Versuche sind von mir gemacht worden, die Arten miteinander zu kreuzen. Zu allererst sollte versucht werden, die Kopulation „a flagrant délit“ zu beobachten. Gegen unsere Erwartung gelang das leicht mit der Kreuzung ♂ *obscurus* × ♀ *molitor*. Da das Geschlecht

schon an der Puppe festzustellen ist, konnten die Käfer schon vor ihrer Geburt isoliert werden. Hält man sie 10 bis 12 Tage im Brutschrank und bringt dann die Geschlechter zusammen, so sind die Männchen sehr darauf aus, ihrem Geschlechtstrieb nachzugeben, und die Kopulation folgt bald. Man konnte den ganzen Kopulationsakt (das aktive Benehmen des Männchens, das ruhige Verhalten des Weibchens, die Einführung des Penis in die Scheide) sehr genau verfolgen. Binnen einer halben Stunde wurde diese Tatsache bei fünf Pärchen konstatiert. Zehn solcher Kreuzungen einzelner Pärchen ($\text{♂ } \textit{obscurus} \times \text{♀ } \textit{molitor}$) und sechs reziproke ($\text{♂ } \textit{molitor} \times \text{♀ } \textit{obscurus}$) wurden angestellt. Von vier dieser wurden keine Eier erhalten; die zwölf übrigen gaben zusammen 414 Eier. Kreuzungen, wo mehrere Pärchen zusammengebracht wurden, sind auch ausgeführt worden. Erhalten wurden von:

4 Kreuzungen zus.	105 <i>molitor</i> ♂♂ × 125 <i>obscurus</i> ♀♀	1524 Eier
4 „ „	117 <i>obscurus</i> ♂♂ × 94 <i>molitor</i> ♀♀	1878 „
	Im ganzen von	219 ♀♀
	Mit den obigen	12 ♀♀
	gibt zus. von	231 ♀♀
	oder pro ♀	16 „
		3402 Eier
		414 „
		3816 Eier

Die Anzahl der Eier hätte leicht vermehrt werden können, wenn der Versuch länger fortgesetzt wäre; sobald aber mit Sicherheit die Tatsache konstatiert werden konnte, daß die abgelegten Eier sich nicht entwickelten, sind die Versuche beendet worden. Die absolute Zahl der geernteten Eier sagt also nicht viel; die Zahlen wurden erwähnt, um zu zeigen, daß es sich hier nicht um Virginaler Eier handeln kann. In einem früheren Aufsätze ([3], p. 248) finden sich die Resultate über einen Versuch, die Anzahl Eier festzustellen, welche virginale Weibchen gelegentlich absetzen. Es wurde gefunden, daß in 10 Experimenten 248 Weibchen in 25 Tage nur 254 Eier produziert hatten, das ist pro Weibchen 1 Ei.

In obigen und den nächstfolgenden Kreuzungsversuchen war die Zeitdauer der meisten Versuche viel kürzer; außerdem ist das Absetzen von Eiern durch virginale Weibchen gar keine allgemeine Erscheinung; es ist mehr eine Ausnahme als eine Regel. Wir dürfen also ruhig schließen, daß die oft sehr große Anzahl von Eiern, welche ein Weibchen nach der Kopulation mit einer fremden Käferart legt (die Zahlen für die 12 Einzelpärchen waren 4, 10, 10, 14, 26, 32, 33, 43, 45, 54, 57, 86 Eier pro Weibchen), jedenfalls als eine Reaktion auf die Kopulation erfolgt, auch dann, wenn die Eier nicht befruchtet sind. Ob in unserem

Falle die Nichtentwicklung der Eier eine Folge ist von Nichtbefruchtung, oder eine Folge, daß die fremde Spermatozoide nicht imstande ist, bei einer fremden Art die Entwicklung einzuleiten, muß näher untersucht werden. Es gibt drei Möglichkeiten:

1. die Kopulation ist eine Scheinkopulation, das Männchen gibt an die fremde Weibchenart überhaupt keine Sperma ab;
2. Spermatozoiden sind vorhanden, jedoch nicht imstande, in die Eier einzudringen;
3. die Befruchtung findet statt, aber die Entwicklung des Eies wird nicht eingeleitet.

Die letzten zwei Möglichkeiten können nur auf cytologischem Wege zur Klarheit gebracht werden. Die erste ist durch eine einfache Untersuchung zu beantworten.

Kreuzungen von *molitor* × *syriacus* gaben ähnliche Resultate. Von 5 Versuchen (1 ♂ *syriacus* × 1 ♀ *molitor*) gaben 2 keine Eier; von den 3 übrigen wurden 2, 18 und 70 Eier geerntet. Eine Kreuzung von 14 ♂♂ *syriacus* × 21 ♀♀ *molitor* gab 269 Eier; die reziproke Kreuzung von 24 ♂♂ *molitor* × 6 ♀♀ *syriacus* lieferte 612 Eier. Auch von diesen 951 Eiern entwickelten sich keines.

Eine Kreuzung von 12 ♂♂ *obscurus* × 8 ♀♀ *syriacus* gab 333 Eier; von der reziproken Kreuzung von 9 ♂♂ *syriacus* × 12 ♀♀ *obscurus* wurden 294 Eier geerntet mit demselben Resultat, kein einziges Ei kam zur Entwicklung.

Von 3 Kreuzungen 1 ♂ *obscurus* × 1 ♀ *opacus* wurden keine Eier erhalten. Eine Kreuzung von 2 ♂♂ *opacus* × 5 ♀♀ *molitor* ergab 25 nicht entwicklungsfähige Eier.

Das allgemeine Resultat dieser Artkreuzungen ist also leider negativ ausgefallen. Ich gebe aber die Hoffnung nicht auf, etwas tiefer in die Sache eindringen zu können. Genetisch und auch evolutionistisch ist das Problem der Artkreuzung so wichtig, daß jede Arbeit in dieser Richtung von großer Bedeutung sein kann. Herr Dr. A. M. Frederikse hat die cytologische Seite obiger zwei erwähnten Möglichkeiten in Angriff genommen und wird später darüber berichten. Ackermann (1) p. 14—16 gibt in seiner Schrift über Tierbastarde eine ausführliche Liste (worin *Tenebrio* nicht vorkommt) von in der Literatur erwähnten Fällen von Begattung nicht allein zwischen Käferarten, aber auch zwischen verschiedenen Gattungen. Daß danach aus den eventuell gelegten Eiern auch einmal ein Käfer erzogen sein soll, ist aber nach Ackermann niemals zweifellos festgestellt worden.

VII. Kulturbedingungen.

In einem früheren Aufsatz (2 und 3) wurde ausführlich über Erfahrungen bei der Kultur von Larven und Käfern berichtet. Es handelte sich dort um verschiedene praktische Angelegenheiten, wie die Wahl der Kulturgefäße, die Art des Futters, die Anzahl der Larvenhäutungen, die Infektion der Larvenkulturen mit *Tyroglyphus farinae*, die Einsammlung von Eiern, und die Mortalität der Eier, Larven und Puppen. Wer sich für diese Dinge interessiert, sei auf genannte Arbeit verwiesen. Dasjenige, was hier über Kulturbedingungen mitgeteilt werden soll, ist eine Erweiterung von Erfahrungen, welche schon veröffentlicht worden sind.

a) *T. molitor*; *T. obscurus*; *T. syriacus*.

Syriacus und *obscurus* lassen sich ebenso leicht in Kultur halten, wie *molitor* und ihre Varietäten. Das Wachstum der Larven, die Verpuppung, die Eiablage verläuft bei allen drei Arten glatt, ohne Störungen. Lacordaire (17) p. 379—380, gibt an, daß die *molitor*-Larven sich von Kleie und Mehl, *obscurus* von animalischem Futter ernähren sollen. Wir gaben *obscurus* immer die gleiche Nahrung wie *molitor* ([2] p. 195) und fanden, daß sie sich vortrefflich dabei halten.

Ob die Anzahl Häutungen, welche die Larven von *syriacus*, *obscurus*, *opacus* und *picipes* während ihrer Metamorphose durchmachen, dieselbe ist wie bei *molitor*, haben wir nicht untersucht. Daß *molitor* nicht 4 mal häutet, wie in der Literatur öfter angegeben wird (Brehm [6] p. 128; Frisch [12] p. 1, Bd. III; Saling [32] p. 3—8; Sturm [34] p. 221—222); Rupertsberger [29] p. 526—527), sondern 10- bis 14 mal, haben wir früher mitgeteilt [2] p. 195—199). Die Dauer des Larvenstadiums von *syriacus* und *obscurus* ist sicher nicht länger, als von *T. molitor*, wahrscheinlich etwas kürzer. Wir besitzen aber keine genauen Data darüber.

In oben genanntem Aufsatz kommt die Mitteilung vor, daß Glasgefäße (Kristallisierschalen) mit senkrechter Wand für Larvenkulturen am zweckmäßigsten sind. Man braucht diese nicht abzudecken, da die *molitor*-Larven sich nicht auf der glatten, rein gehaltenen Glaswand festzuhalten vermögen und dadurch nicht entfliehen können.

Seitdem wurde auch *obscurus* und *syriacus* in Kultur genommen. Dabei wurde die Erfahrung gemacht, daß von diesen Arten hin und wieder Larven im Brutschrank herunkrochen. Diese mußten also auf irgendeine Weise hinausgelangt sein. Indem das Kulturgefäß in eine zweite größere Schale gebracht wurde, deren Boden mit aufgelockerter Baumwolle bedeckt war, wurden die entflohenen Larven

eingefangen und durch die Baumwolle, worin sie sich verirrt, festgehalten.

Auf diese Weise haben wir verschiedene Male erfahren, daß diese beiden Larvenarten durch eine senkrechte Glaswand nicht gehindert wurden, das Glasgefäß zu verlassen, speziell wenn die Kulturschale klein und dadurch auch die Wand nicht hoch ist, aber noch mehr, wenn durch längeren Gebrauch die Wände unrein sind und Rauigkeiten haben. Für diese beiden Larvenarten sind deshalb auch Blechdosen ([2] p. 193) ganz ungeeignet; an der Soldier naht oder an Rostflecken finden sie wohl immer einen Haltepunkt, um gegen die Wände aufzukriechen. Wenn man für spezielle Untersuchungen mit Reinkulturen arbeitet, ist die Beachtung dieser Kleinigkeiten von großer Bedeutung.

b) Die *opacus*-Larven.

Im Gegensatz zu den übrigen Arten sind die *opacus*-Larven schwer in Kultur zu halten. Vom 20. September bis 4. November 1921 erhielten wir 435 *opacus*-Larven. Jedesmal (einmal in der Woche), wenn die Kulturen nachgesehen wurden, um die Puppen zu ernten, eventuell das Futter zu erneuern, war es auffallend, daß die *opacus*-Schale so viele tote Larven lieferte. Am 19. Januar 1922, also nach 4 Monaten, waren schon 147 Larven oder 34 % eingegangen.

In ihren natürlichen Verhältnissen leben die Tiere im morschen Holze von verwesten Bäumen. Wir gaben ihnen das gewöhnliche Futter (ein Gemisch von Kleie, Mehl und gemahlenem Zwieback) und brachten sie mit den anderen Kulturen in den Brutschrank, in dem die Temperatur zwischen 25—27° C wechselte. Es lag also nahe, die Ursache dieser hohen Mortalität in dem fremden Futter oder in der hohen Temperatur oder in der Zusammenwirkung von beiden zu suchen. Wir machten das folgende Experiment:

Die am 19. Januar 1922 restierenden 288 Larven wurden in 4 Gruppen, jede von 72 Larven, geteilt. Zwei dieser Gruppen, A und B, bekamen das gewöhnliche Futter (Kleie usw.); A wurde in den Brutschrank, B in den Keller des Hauses gebracht. Die zwei Gruppen C und D erhielten allein die morschen Holzstücke und Holzpulver, worin sie gefunden worden sind; C ging in den Brutschrank, D in den Keller. Am 31. März, also etwa nach 2½ Monaten, wurde der Versuch beendet, und die vorher schon gesammelten toten und noch lebenden Larven gezählt. Das Resultat ergab:

Gruppe	Futter	Tote Larven	Mortalität
A	Kleie usw. Brutschrank	36	50 %
B	„ Keller	13	18 %
C	Holzmulm Brutschrank	57	79 %
D	„ Keller	16	22 %

Es war also deutlich, daß die hohe Temperatur sehr ungünstig gewirkt hatte und wohl am schädlichsten in der Gruppe C, wo das natürliche Futter (?) beibehalten wurde. Offenbar hat das fremde Futter (Kleie) im Vergleich zu dem Holzmulm keine schädliche Wirkung veranlaßt; die Mortalität war tatsächlich im Holzmulm bei den Kellerlarven 4 % höher, als in Kleie. Das Experiment wurde mit folgender Änderung fortgesetzt:

Die am 31. März von den 4 Gruppen restierenden 164 Larven wurden über zwei Schalen verteilt. Beide bekamen als Futter Kleie usw. Schale I wurde bei 20° C (also etwa 7° C niedriger als der erste Versuch), Schale II bei Kellertemperatur gehalten. Am 6. Mai, also nach 37 Tagen, wurden beide Schalen untersucht:

Schale I (20° C) gab 41 tote Larven oder 50 %.

Schale II (Kellertemperatur) 18 tote Larven oder 22 %.

Auch hier hat die etwa 5° höhere Temperatur des Brutschrankes noch sehr schädlich gewirkt, die Mortalität war mehr als das Doppelte. Aus obigen zwei Experimenten folgt, daß die Kultur der *opacus*-Larven am besten bei Zimmertemperatur gelingt.

Jetzt wurde die Frage nach dem Einflusse der Feuchtigkeit auf die Mortalität gestellt. Die am 6. Mai restierenden 40 Brutschrank-Larven von Schale I und 64 Kellerlarven von Schale II wurden gleichmäßig in zwei Gruppen, a und b, geteilt. Beide Gruppen bekamen als Futter wieder Kleie usw.; a wurde durch frische Kartoffelschnitte feucht gehalten, b bekam keine Schnitte. Beide Schalen wurden im Laboratorium außerhalb des Brutschrankes bei Zimmertemperatur gehalten. Am 16. Juni, also nach 41 Tagen, wurde die Probeschale untersucht:

In a (feucht) wurden 9 tote Larven gefunden, 17 %.

In b (trocken) wurden 27 tote Larven gefunden, 52 %.

Es war sehr auffallend, daß die Larven von der feuchten Schale viel stärker gewachsen waren; das Futter war auch viel mehr angefressen und zerkrümelt und die Tiere zeigten ein glänzenderes gesünderes Ansehen, als die Larven von Schale b (trocken). Die Feuchtigkeit hat also auf das richtige Gedeihen der Larven einen großen und günstigen Einfluß ausgeübt.

Nun blieb aber die Frage noch offen, ob der schädliche Einfluß der höheren Temperatur in den ersten zwei Experimenten vielleicht eine Folge von dem Austrocknen des Futters war; mit anderen Worten, ob solch ein ungünstiger Einfluß nicht zu spüren sei, wenn die Kulturen genügend feucht gehalten würden. Um dieses zu untersuchen, wurden einer neuen Sendung (am 16. Juni) 24 Larven entnommen und über zwei Schalen 1 und 2 verteilt. Nr. 1 kam wieder in den Brutschrank bei 27° C Temperatur, Nr. 2 blieb auf dem Tisch im Laboratorium. Beide Schalen wurden durch Kartoffelschnitte feucht gehalten. Da diese Schnitte im Brutschrank schnell austrocknen, wurden, um die Verhältnisse so gleichmäßig wie möglich zu machen, die Schnitte in beiden Schalen täglich erneuert. Am 1. September, also nach etwa 76 Tagen, wurden die beiden Schalen untersucht.

Von Schale 1 (Brutschrank) war vorher schon geerntet	2 Puppen
Tote Larven	9 Larven
Von Schale 2 (Zimmer) war vorher schon geerntet	5 Puppen
Tote Larven	6 Larven
Die Mortalität war also für die Brutschranklarven	75 %
Für die Zimmerlarven	50 %

Dieses letzte Experiment scheint mir nicht entscheidend. Die Anzahl der Larven war zu klein, aber die 25 % stärkere Verpuppung resp. kleinere Mortalität unter den Zimmerlarven ist doch eine deutliche Anweisung, daß die *opacus*-Larven auch bei genügender Feuchtigkeit eine höhere Temperatur schlecht ertragen. Daß feucht gehaltene Kulturen auch für die *molitor*-Larven sehr günstig sind, haben frühere Experimente ([2] p. 210—226) sehr klar gezeigt. Aber das Optimum der Temperatur liegt bei den *molitor*-Larven ungefähr 10—12° C höher wie bei den *opacus*-Larven. Aus diesen Versuchsreihen folgt also, daß die *opacus*-Kulturen bei einer Temperatur von ungefähr 15° C und feucht gehalten werden sollen.

Ganz in Übereinstimmung mit unseren Feuchtigkeitsversuchen hat dann auch Berger (4) p. 607, mit Austrocknung gefunden, daß innerhalb 30 Tagen eine Gewichtszunahme von 200 abgezählten Würmern ausblieb, also das Wachstum ganz stillstand. Auch Przibram (26), p. 361—362) erwähnt, daß „Die Zucht bei 25° C und ziemlich feucht erhalten im Gegensatz zu allen anderen bedeutend größere Exemplare liefert“. Damit ist aber noch nichts gesagt über die Frage, ob das an den *opacus*-Larven gegebene Futter (Kleie usw.) für diese Art wohl geeignet ist. Auch bei Zimmertemperatur ist die Mortalität von Larven, Puppen und Eiern bei *opacus* so außerordentlich groß,

daß wir geneigt sind, die Ursache in unserer für diese Art ungeeigneten Kulturmethode zu suchen.

Im Gegensatz zu den Larven sind die *opacus*-Käfer sehr zähe. Die höchste Lebensdauer, welche wir für einen *molitor*-Käfer beobachtet haben, war 132 Tage ([3] p. 245). Die *opacus*-Käfer leben länger wie ein Jahr, vielleicht viel länger. Bei Zimmertemperatur (von 4—12° schwankend) bleiben sie den ganzen Winter munter, setzen aber keine Eier ab. Im Frühjahr findet die Eiablage statt. Die Anzahl geernteter Eier im Verhältnis zu der Anzahl Käfer ist gering. Wir erhielten vom 31. März bis 14. Juli von etwa 15 Weibchen (mit 15 Männchen zusammengebracht) 490 Eier. Von nur wenigen Eiern wurden Larven erhalten; die übergroße Mehrzahl entwickelte sich nicht, oder die jungen Larven starben bald. Wenn solch ein abnormes Verhältnis auch bei im Freien lebenden Käfern vorkäme, würde die Art bald ausgestorben sein. Es muß also in unserer Kulturmethode etwas fehlen, was für das gute Gedeihen dieser Art unbedingt notwendig ist; wir haben aber bis jetzt noch nicht herausfinden können, worin das Fehlende gesucht werden soll.

c) Die *picipes*-Larven.

Von *picipes* haben wir weniger Erfahrung sammeln können. Die wenigen Larven, welche ich zur Verfügung hatte, zeigten bei weitem nicht die große Empfindlichkeit für die schädliche Einwirkung von höheren Temperaturen, wie *opacus*. Die *picipes*-Larven wurden dann auch bis zu ihrer Verpuppung in den Brutschrank gehalten. Genauere Daten haben wir aber durch die geringe Anzahl nicht sammeln können. Die *picipes*-Käfer sind für höhere Temperaturen gleich empfindlich wie die *opacus*-Käfer; beide Arten sterben bald, wenn man sie im Brutschrank hält, und um so mehr, wenn die Paarungszeit, welche zwischen Mitte März und Ende Juli fällt, vorbei ist. Im Keller bleiben auch die *picipes*-Käfer den ganzen Winter am Leben, um erst im Frühjahr, gleich wie *opacus*, ihre ersten Eier abzulegen. Wir haben von drei *picipes*-Weibchen mit zwei Männchen 267 Eier bekommen.

Im allgemeinen war die Mortalität der *picipes*-Eier bedeutend geringer als bei *opacus*; von den jungen Larven blieben aber nur wenige am Leben. Was von dem abnormen Verhältnis von *opacus* gesagt wurde, gilt im großen und ganzen auch von *picipes*. Von einer regelmäßig verlaufenden Kultur war bis jetzt bei beiden Arten noch nicht die Rede.

d) Temperatureinfluß auf das Larvenstadium.

Die Intensität, womit die physiologischen Prozesse, also alle Lebensäußerungen in den vier Stadien vom Ei bis zum Käfer, verlaufen,

ist in hohem Maße abhängig von der Temperatur. Die Optima sind bei den verschiedenen Arten aber ungleich, wie wir an *opacus* und *molitor* schon gesehen haben. *Obscurus* und *syriacus*-Larven scheinen auch in dieser Beziehung sich wie *molitor* zu verhalten. Die Temperatur unserer Brutschränke schwankte von 25 bis 27° C. Versuche, um bei einer höheren Temperatur (30° C) Aberrationen bei den *molitor*-Käfern zu erlangen, haben insofern kein Resultat gehabt, als diese Aberrationen ausblieben. Sie haben uns aber einige Tatsachen gelehrt, worüber jetzt einige Mitteilungen gemacht werden sollen. Die Dauer des Larvenstadiums ist eine sehr veränderliche Größe. Die Faktoren, welche die Dauer dieses Stadiums beherrschen, sind uns nur teilweise bekannt. Es gibt einige allgemeine Erfahrungen, nämlich daß, abgesehen von der Feuchtigkeit, die Dauer des Larvenlebens durch die Fütterungsverhältnisse und durch eine Temperatur von 25—27° C ansehnlich verkürzt werden kann.

Frenzel (11) p. 298 schreibt: „Wie die Erfahrung lehrt, können sich die Mehlwürmer von Mehl und Kleie völlig ernähren. Beide Substanzen enthalten aber sehr geringe Mengen von Fett, so daß also die Mehlwürmer nicht viel davon bedürfen oder dasselbe vielleicht ganz entbehren können, wie die betreffenden Verdauungsversuche zeigen.“ Die Erfahrung Frenzels, daß mit Mehl und Kleie die Larven sich vollständig ernähren können, stimmt auch mit der unsrigen; aber die Meinung, daß sie das Fett entbehren können, scheint mir unrichtig; Mehl und Kleie sind nicht ganz fettfrei; sie enthalten nur wenig davon ($\pm 1,6\%$). Fügt man zu dem Futter eine fettreiche Substanz, z. B. gemahlene Zwieback, der bis 9% Fett enthalten kann, dann wird die Metamorphose in außerordentlichem Maße beschleunigt, wie unsere Fütterungsversuche ([2] p. 195—199) gezeigt haben. Wenn die Larven durch ein bestimmtes Futter wohl zu völligem Wachstum gebracht werden können, aber dabei im Larvenstadium verharren, dann ist das Ausbleiben der Metamorphose doch ein abnormer, man kann sagen, pathologischer Zustand. Wird dieser durch irgendeinen Zusatz an dem Futter aufgehoben, so muß wohl das Futter ohne diesen Zusatz als ungeeignet angesehen werden, wie gut und kräftig die Larven dabei auch gedeihen mögen und sogar zu völligem Wachstum gebracht werden können.

Daß das Hungern von erwachsenen Larven eine beschleunigende Einwirkung auf die Metamorphose haben soll, wie Krizenecky (16) p. 54 angibt, haben wir niemals bestätigen können, wohl eher das Gegenteil. Unsere reichlichst ernährten Kulturen, bei denen das Futter öfter gewechselt wurde, ohne daß es schon ganz verbraucht war, er-

gaben ohne Ausnahme das kürzeste Larvenstadium. Doch das Futter und die Temperatur sind sicher nicht die einzigen Faktoren, welche entscheiden, ob sich eine Larve mehr oder weniger schnell verpuppen wird. Es müssen noch andere Momente dabei wirksam sein, deren Abwesenheit die Metamorphose so weit hinauschieben kann, daß sie entweder nur vereinzelt an einigen Individuen sehr spät erfolgt, oder ganz ausbleibt, und wobei die vollständig erwachsene, sich nicht mehr ernährende Larve schließlich stirbt. Solche Fälle sind öfter zur Beobachtung gekommen, und von verschiedenen dieser wissen wir, daß die Larven entweder im Freien gefunden worden sind (Potsdam-Nikolassee — Dubrow), oder von Müllern herkommen (Zeddam — Smyrna — Valenzia — Danzig), wo die Lebensverhältnisse am meisten den natürlichen genähert sind. Dort ist von einer beabsichtigten Kultur gar nicht die Rede, und die Tiere müssen alle Schwankungen der Temperatur, Feuchtigkeit und Fütterungsverhältnisse mit dem Wechsel der Jahreszeit und ökonomischen Umständen des Betriebes mitmachen. Für die käuflichen, im Handel vorkommenden *molitor*-Larven sind die Verhältnisse viel günstiger und nähern sich denen einer künstlichen Kultur. Wie dieses auch sein mag, die Tatsache bleibt bestehen, daß Larven von letztgenannter Herkunft viel empfindlicher für Temperaturwechsel sind in dem Sinne, daß die Metamorphose durch eine Steigung bis zu 25—27° C ansehnlich beschleunigt wird. In unseren Kulturen, wo die Larven in sehr günstigen Lebensbedingungen gehalten wurden, schwankt die Dauer des Larvenstadiums von 6 bis 8 Monaten; also etwa zwei Generationen in einem Jahr ist die durchschnittliche Regel. Wenn also Oudemans (23) p. 683 und Everts (10) p. 265 mitteilt, daß die Entwicklung vom Ei bis zum Käfer als Regel in zwei Jahren, ausnahmsweise in einem Jahr erfolgt, so kann das allein Beziehung haben auf Larven, welche alle Temperaturschwankungen des Jahres mitmachen. Kehren wir zurück zu unseren Versuchen mit höherer Temperatur, wobei der Brutschrank elektrisch auf 30° C konstant erhalten wurde:

I. Eine Anzahl Käfer (29 ♂♂ und 22 ♀♀) wurden am 19. März 1921 zur Paarung gebracht. Zwischen 22. März und 3. Mai 1921 sind 3550 Eier geerntet. Die Anzahl Eier pro Weibchen, nämlich 161, ist durchschnittlich bedeutend größer, als wir gewohnt sind, in einem so kurzen Zeitraum von 44 Tagen zu erhalten. Die hohe Temperatur hat also auf die Eiablage befördernd gewirkt. In der ersten Hälfte der Erntezeit, also etwa gegen den 12. April, waren schon 1605 Eier erhalten; die Eiablage war also im ersten und zweiten Zeitabschnitt ziemlich gleich (die ganze Ernte war doch 3550). Die Puppenernte fing am 28. De-

zember 1921 an, und war am 3. Mai 1922 beendet. In der ersten Hälfte dieser Erntezeit, etwa gegen den 1. März 1922, wurden 152, in der zweiten Hälfte (Ende 3. Mai) 96 Puppen erhalten. Das kürzeste Larvenstadium war für die ersterschienenen Puppen etwa $9\frac{1}{2}$ Monate; das Mittel über dem Ganzen etwa ein Jahr.

II. Die Käfer dieser F_1 -Puppen haben wir bei derselben Temperatur von 30°C gehalten und eine F_2 -Ernte von Eiern gesammelt, welche vom 18. Januar bis zum 12. Mai geerntet wurden. Die ersten Puppen erschienen am 20. Oktober 1922, also etwa wieder nach 9 Monaten. Die Puppenernte geht nur langsam weiter, das Larvenstadium wird im Mittel länger sein als 13 Monate.

III. 200 schon ganz erwachsene Larven, aus Kulturen stammend, welche vom Ei ab bei einer Temperatur von $25\text{--}27,5^\circ\text{C}$ gezogen worden waren, wurden über zwei Schalen, jede mit 100 Larven, verteilt. Die eine wurde bei 30°C , die andere bei einer konstanten Temperatur von $27,5^\circ\text{C}$ gehalten. Nach 136 Tagen wurde der Versuch beendet. Das Resultat ergab, daß die Metamorphose der $27,5^\circ\text{C}$ -Larven mit 12 % gestiegen und die Mortalität 32 % weniger war im Vergleich mit den 30°C -Larven. Die höhere Temperatur hat auf diese erwachsenen Larven also ungünstig gewirkt.

IV. Der folgende Versuch hat Beziehung auf Larven, welche (von einer Mühle aus Danzig stammend) schon 10 Monate im Brutschrank bei $25\text{--}27,5^\circ\text{C}$ gehalten waren und nur wenige Puppen geliefert hatten.

Es wurde versucht, durch höhere Temperatur die Metamorphose zu beschleunigen. Fünfzig Larven wurden bei 30°C und 50 bei einer Temperatur von $27,5^\circ\text{C}$ weiter gezüchtet. Nach 136 Tagen wurde der Versuch abgeschlossen mit dem Resultat, daß von der 30°C -Gruppe nur 1 Larve, von der $27,5^\circ\text{C}$ -Gruppe 9 Larven, also 16 % mehr, verpuppt waren. Auch die Mortalität unter den Larven war zuungunsten der 30°C -Gruppe, wo dieselbe 10 % höher war als bei den $27,5^\circ\text{C}$ -Larven. Die höhere Temperatur hat auch hier ein schlechteres Resultat ergeben.

V. Von Valenzia wurden am 26. Dezember 1920 194 Larven erhalten. Bis zum 4. Mai 1922, also nach $16\frac{1}{2}$ Monaten, wurden nur 4 Puppen geerntet. Es blieben 18 Larven übrig, alle anderen waren im Laufe der Zeit eingegangen. Das Larvenstadium hatte am 4. Mai 1922 (nach der Größe der im Dezember 1920 erhaltenen Larven zu rechnen) wenigstens 20 Monate gedauert, als unser Versuch angestellt wurde. Wir brachten die Hälfte, also 9 Larven, in den Brutschrank von 30°C , die andere Hälfte in den von $27,5^\circ\text{C}$. Vom 14. Mai bis 15. Juli 1922

sind alle 30°-C-Larven gestorben. Puppen wurden nicht geerntet. Von den 9 bei 27,5° C gehaltenen Larven sind 3 Puppen erhalten; die übrigen Larven sind zwischen dem 14. Mai und 8. September eingegangen. Also auch hier hat die höhere Temperatur schädlich gewirkt.

VI. Der folgende Versuch handelt von Larven, welche schon 8 Monate alt, aber noch sehr klein waren, da sie vom Ei ab außerhalb des Brutschranks auf dem Tisch des Laboratoriums gestanden hatten. Von diesen Larven kam ein Teil (50) in den Brutschrank von 30° C, ein gleicher Teil (50) in den Brutschrank von 27,5° C. Nach 136 Tagen wurde der Versuch beendet:

Von der 30°-C-Gruppe sind 28 Puppen und 2 tote Larven, von der 27,5°-C-Gruppe sind 17 Puppen und keine Toten geerntet.

Also bei diesen kleinen Larven ist das Resultat ein entgegengesetztes, wie in den drei vorhergehenden Versuchen, in welchen die Larven schon ganz erwachsen waren, als die Experimente angestellt wurden. Dieses unerwartete Ergebnis ist aber im völligen Einklang mit einer Erfahrung, welche wir schon am Versuch I gemacht hatten, nämlich daß die jungen Larven von etwa 1½ Monaten außerordentlich schnell heranwachsen, wenn sie bei 30° C gehalten werden. Dieses war schon damals eine auffallende Erscheinung, welcher aber keine weitere Beachtung geschenkt wurde, bis das Resultat von diesem Versuch (VI) uns daran erinnerte. Es gab Veranlassung zu folgenden drei Versuchen:

VII. Zwischen dem 17. Mai und 23. Juni 1922 wurden Käfer (aus einer Kultur stammend), die einen bei 30° C, die anderen bei 27,5° C zur Eiablage gebracht. Von der 30°-C-Gruppe (4 Käfer) wurden 177, von der 27,5°-C-Gruppe (2 Käfer) 75 Eier geerntet. Beide Gruppen sind bei diesen Temperaturen weiter gezüchtet. Am 11. Oktober, also etwa nach 4 Monaten, haben wir die Larven von beiden Versuchsproben mit folgendem Resultat gewogen: 27,5°-C-Gruppe: Von den 75 ausgelegten Eiern haben sich 32 zu Larven entwickelt; 10 von den kleinsten Individuen wogen 40 mg oder 4 mg pro Larve, 10 von den größten Individuen wogen 300 mg oder 30 mg pro Larve. Alle 32 Larven zusammen wogen 500 mg oder 15 mg pro Larve.

30°-C-Gruppe: Von den 177 Eiern werden 61 Larven erhalten, welche in ihrer Größe nicht viel voneinander abwichen. 10 mittelgroße Larven wogen 1325 mg oder 132 mg pro Larve. Alle 61 Larven zusammen wogen 7500 mg oder 123 mg pro Larve. Das allgemeine Ergebnis war also, daß innerhalb eines Zeitabschnittes von 4 Monaten die 2,5° C höhere Temperatur (30° C) einen Zuwachs an Körpergewicht

pro Larve ergab, welcher im Durchschnitt 8 mal größer war als bei den 27,5°-C-Larven.

VIII. Im folgenden Versuch wurde die Temperatur um 1,5 bis 2° C erhöht, also von 30° auf 31,5° bis 32° C gebracht. Zwei Gruppen, jede von 100 gleichgroßen, aber doch sehr kleinen Larven von etwa 1½ Monate Alter, stammend aus einem Brutschrank von 25° C, wurden gewogen.

Nr. 1 wog 395 mg oder 3,95 mg pro Larve,

Nr. 2 wog 390 mg oder 3,90 mg pro Larve.

Nr. 1 wurde bei 27,5° C; Nr. 2 bei 31,5—32° C gehalten. Beide Gruppen sind nach 44, nach 67 und nach 115 Tagen wieder gewogen. Jedesmal war das mittlere Larvengewicht der 27,5°-C-Gruppe etwa die Hälfte der 32°-C-Gruppe. Wir geben hier die Zahlen nach 115 Tagen, also (wie in dem vorhergehenden Versuch) nach etwa 4 Monaten Verbleibens in dem Brutschrank von 32° C. Wir teilten dabei die Larven jeder Gruppe in zwei Teile, eine mit großen und mittleren, eine mit kleineren Larven:

27,5°-C-Gruppe: 31 von den kleineren Larven wogen 360 mg oder 11,6 mg pro Larve; 56 von den größeren und mittleren Larven wogen 2960 mg oder 52,8 mg pro Larve. Alle 87 Larven zusammen wogen 3320 mg oder 38,1 mg pro Larve. Es wurden 5 Puppen und 4 tote Larven geerntet und 4 vermißt (aufgefressen?).

32°-C-Gruppe: 46 von den kleineren Larven wogen 2285 mg oder 49,5 mg pro Larve; 42 von den größeren und mittleren Larven wogen 4965 mg oder 118 mg pro Larve. Alle 88 Larven zusammen wogen 7250 mg oder 82,3 mg pro Larve. Es wurden 4 Puppen und 7 tote Larven geerntet und 1 vermißt.

In Vergleich mit Versuch VII ist der Zuwachs des Körpergewichts bedeutend geringer. Dort war das mittlere Körpergewicht für die 30°-C-Larven 8 mal, hier für die 32°-C- nur 2 mal das mittlere Körpergewicht der 27,5°-C-Gruppe. Die 2° C höhere Temperatur hat den schnelleren Zuwachs des Körpergewichts stark herabgesetzt. Es ist klar, daß das Optimum überschritten, ja vielleicht das Maximum schon erreicht ist. Dies zeigte sich auch in der hohen Mortalität der Puppen und Käfer von anderen Kulturen, welche in demselben Brutschrank gehalten und derselben Temperatur (32° C) ausgesetzt worden sind. Viele Puppen und alle erhaltenen Käfer starben kurz nach ihrer Verwandlung; die Imagines konnten auch nicht zur Paarung gebracht werden. Diese Störungen kamen in den vorhergehenden Zuchten (bei 30° C) nicht vor, obwohl auch diese Temperatur (30° C) für die Käfer schon zu hoch zu sein scheint, da sie kürzer leben und allerhand

Deformitäten an Elytra, Beinen und Antennen zeigten, aber Schwierigkeiten in der Paarung und Erzeugung einer Nachkommenschaft wurden nicht beobachtet. Merkwürdig ist auch die Tatsache, daß in beiden Gruppen (27,5° C und 32° C) vereinzelt Larven (in der ersten 4, in der letzten 5) gefunden wurden, welche noch sehr klein geblieben waren. Von beiden Gruppen wurden diese kleinen Larven gewogen. Von der 27,5°-C-Gruppe war das mittlere Gewicht dieser 4 Larven 5 mg; von der 32°-C-Gruppe 10 mg. Da, wie wir oben mitgeteilt haben, das Anfangsgewicht der Larven von beiden Gruppen 3,9 mg war, so ist der Zuwachs an Körpergewicht dieser kleinen Larven während 4 Monate von der 27,5°-C-Gruppe nur 1 mg, von der 32°-C-Gruppe 6 mg. Solch ein abweichendes individuelles Verhalten, sei es auch von vereinzelt Individuen, zeigt, daß die Reaktion von äußeren Bedingungen auf eine so scheinbar einfache Eigenschaft wie das Wachstum in sehr weiten Grenzen schwanken kann. Fügen wir an diese Experimente noch die Erfahrung hinzu, daß die maximale Temperatur, welche die Larven nicht mehr ertragen, etwa 33° C ist, so kommt man durch diese Versuchsreihe (I. bis VIII.) zu dem Schluß, daß in bezug auf Temperatur das kürzeste Larvenstadium erreicht wird, wenn die Eier und jungen Larven bei 30° C gehalten werden. Erst nachdem die Larven gut herangewachsen sind, lasse man die Temperatur bis auf etwa 26° C sinken. Diese Angaben sind nicht genau; ich möchte sie denn auch als einleitende Vorversuche beurteilt sehen, um so mehr, als eine weitere, nicht näher geprüfte Erfahrung den Eindruck hervorrief, daß ein nicht genaues Konstanthalten der Temperatur als günstiger Reiz wirkt, günstig in dem Sinne, daß das Larvenleben verkürzt wird. Aus allem geht aber klar hervor, daß das Tempo der Entwicklung der Larven sehr empfindlich ist für kleine Temperaturdifferenzen, und dieses gilt nicht nur für die Larven, sondern auch für die Paarung, die Anzahl erhaltener Eier und die Entwicklung derselben.

e) Einfluß der Ernährung auf das Größenwachstum.

Bei unseren Untersuchungen über erbliche und nicht erbliche Variationen und Anomalien wurden auch die Abweichungen der Körpergröße studiert. An einem anderen Ort wird darüber ausführlich berichtet werden, wenn die betreffenden Experimente zum Abschluß gekommen sind. Hier werden wir uns auf einige allgemeine Erfahrungen beschränken.

Larven und Käfer lassen sich in lebendem Zustand schwierig messen, die Puppen dagegen sehr leicht, wenn sie erst etwa zwei Tage im Brutschrank gehalten sind. Durch die Erhärtung des Chitinpanzers sind die Puppen ein gut handelbares Objekt geworden und können die Mes-

sungsmanipulationen ziemlich genau ausgeführt werden. Auf die angewandte Methode der Messung soll hier nicht näher eingegangen werden; davon soll erst in der in Aussicht gestellten späteren Mitteilung die Rede sein.

Im Anfang unserer Versuche ([2] p. 239, wo 1000 Puppen (557 ♂♂ und 443 ♀♀) gemessen wurden, war die durch durchschnittliche Größe 12,98 mm ($\sigma = 13,01$ mm, $\rho = 12,94$ mm). Inzwischen wurden Experimente über den Einfluß von verschiedenem Futter ([1] p. 199), Temperatur und Feuchtigkeit (ibidem, p. 209—218) angestellt, um die günstigsten Lebensbedingungen kennen zu lernen. Es wurde uns bald klar, daß die Ernährung, worunter dann die Summe von allen das Wachstum beeinflussenden Faktoren zu rechnen ist, einen sehr großen Einfluß ausübte, nicht nur auf Wachstumsgeschwindigkeit, Larvenstadium und Mortalität (was im voraus schon erwartet werden konnte), sondern auch auf die Körpergröße. Die kleinsten Individuen, welche in obenerwähnten 1000 gemessenen Puppen beobachtet waren, zeigten eine Länge von 9,5 mm; die Variationsbreite lief von 9,5 bis 16,5 mm; die Standardabweichung betrug 1,0553. Mit den gemachten Erfahrungen über gute Ernährungsbedingungen als Ausgangspunkt wurde nun eine Kultur von Käfern angefangen, welche als Puppen ein hohes Längenmaß gezeigt hatten. Durch fortgesetzte Selektion während 6 Generationen, worin in jeder Generation nur die längsten Puppen für die Erzeugung einer Nachkommenschaft verwandt wurden, erhielten wir eine Rasse, welche in jeder dieser 6 Generationen ein durchschnittliches Längenmaß von 18,29 bis 20,32 mm zeigte. Das Mittel von allen Puppen der 6 Generationen zusammengezählt, war 19,55 mm mit einer Variationsbreite von 13,5 mm bis 24,5 mm und einer Standardabweichung von 1,961. Die größte Puppe, in obiger Serie gemessen, zeigte also ein Längenmaß von 24,5 mm.

Wenn wir uns dieses äußerste Maß (von 9,5 und 24,5) an Fig. 10, p. 129 vergegenwärtigen, dann ist es erstaunlich, wie Ernährungsbedingungen solche großen Abweichungen hervorrufen können. Es ist nicht ausgeschlossen, daß erbliche Faktoren für die Größe hierbei eine Rolle spielen. Wir versuchten dieses durch Änderung der Kulturbedingungen (schlechtere Ernährungszustände und Kreuzungen) nachzuweisen. Bis jetzt (die betreffenden Versuche sind noch nicht beendet) ist für diese Auffassung keine Bestätigung erhalten, so daß diese Riesenrasse in genetischem Sinne eigentlich keine Rasse ist, sondern nur eine Nachwirkung von durch sehr günstige Lebensbedingungen hervorgerufenen persönlichen Eigenschaften vorstellt, welche durch Aufhebung dieser Bedingungen wieder erlöschen. Die großen männlichen Käfer zeigten in obigen Experimenten die Eigentümlichkeit, daß die Behaarung

an der Innenseite der Tibia sehr stark entwickelt war. In einem früheren Aufsatz von mir (3) p. 241, wurde schon mitgeteilt, daß dieses sekundäre Sexualmerkmal öfter sehr schwach ausgebildet ist, oder nicht selten ganz fehlt. Es war darum sehr auffallend, daß eine kräftige Behaarung der Tibia ohne Ausnahme bei allen Männchen dieser Riesenrasse vorkam.

Es bleibt noch eine merkwürdige Erscheinung zu erwähnen, über deren Ursachen wir noch nicht ganz im klaren sind. Wird eine gegebene Larvenzucht unter guten Ernährungsbedingungen kultiviert und die erhaltenen Puppen gemessen, so werden die kleineren Individuen in einem früheren, die großen in einem späteren Zeitabschnitt von der ganzen Zeitdauer der Metamorphose erscheinen. Man kann die Tabelle, in welcher die Maße eingetragen werden, so einrichten, daß man mit einem Blick nicht nur die Gestalt der schon erhaltenen Kurven sondern auch die Änderungen sofort übersehen kann, welche die Kurve nach Eintragung der Maße von jeder neuen Puppenernte erlitten hat. In einer bestimmten Zeit hat die Kurve eine ziemlich regelmäßige Form; plus und minus Varianten rechts und links von der Medianlinie etwa in gleicher Verteilung. Dann allmählich nehmen die kleinen Individuen an Anzahl ab, die größeren zu; mit anderen Worten, man konstatiert, daß die Kurve regelmäßig nach rechts verschoben wird; die großen Maße halten an; man beobachtet, daß ein neuer mehr rechts liegender Gipfelpunkt in Entstehung begriffen ist; am Ende des Experiments ist die Kurve zweigipflig geworden. Diese auffallende Erscheinung, worauf wir nicht weiter eingehen wollen, wurden in allen unseren Maßkulturen beobachtet.

In Fig. 11, p. 155 geben wir ein Beispiel, wie die zweigipfelige Endkurve (Fig. 11A) in zwei eingipfelige Kurven (Fig. 11B) über eine frühere und spätere Erntezeit zerlegt ist. Die starke Verschiebung nach rechts, d. i. die auffallende Zunahme der Körpergröße von den später geernteten Puppen, wird dadurch illustriert. In den Jahren 1915 bis 1919 wurden im ganzen 16896 Puppen von verschiedenen Kulturen stammend, aber alle unter günstigen Lebensbedingungen kultiviert, gemessen. Die Kurve dieser Messungen ist in Fig. 12, p. 155 reproduziert; ihr Verlauf ist ziemlich regelmäßig und annähernd die ideale Variationskurve, die verschiedenen Werte, durch welche sie charakterisiert ist, sind dazugefügt. Die Variationsbreite lief von 9,5 bis 22,5 mm verteilt über 14 Klassen; das durchschnittliche Längenmaß: $15,33 \pm 0,06$ mm, die Standardabweichung: 1,915; der Variationskoeffizient: 12,48, die Schiefheitsziffer: + 0,222, der Exzeß: — 0,022.

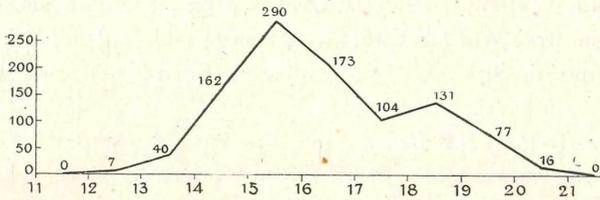


Fig. 11 A

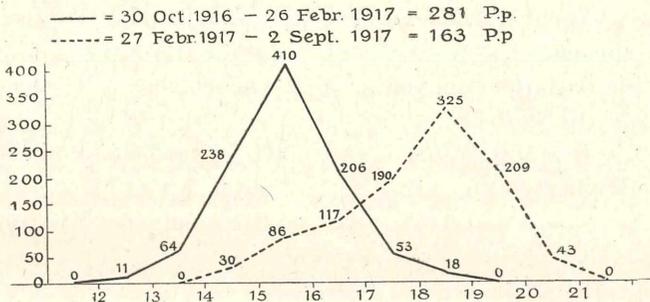


Fig. 11 B.

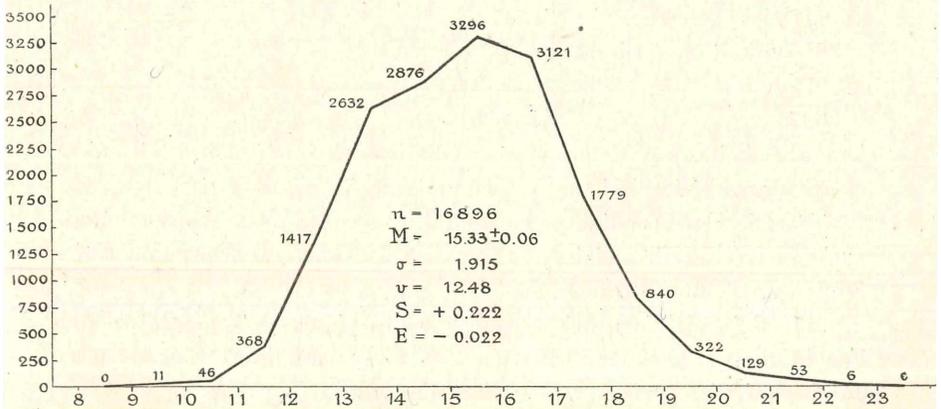


Fig. 12

VIII. Zusammenfassung.

1. Außer den sehr allgemeinen orangefarbenen *molitor*-Larven (OR) gibt es noch zwei Varietäten, nämlich eine rehbraune (RB) und eine sehr dunkle Varietät (AS). Diese letzte ist vielleicht sehr selten.

2. Die drei *molitor*-Varietäten lassen sich untereinander leicht kreuzen, und die Spaltung ist für alle drei Kreuzungstypen eine monohybride.

3. Die OR und RB Larven und ihre Bastarde sind als Käfer nicht mehr zu unterscheiden. Beide Käfervarietäten sind phänotypisch gleich. In den Bastardlarven ist die OR Farbe mehr oder weniger dominant.

4. Die AS Varietät ist eine melanistische Form. Ihre Bastarde mit OR und RB geben Käfer, welche durch ihre andere Ausfärbungsweise sofort von den reinen Formen (OR und RB und AS) unterschieden werden können.

5. Die Bastardlarven von $AS \times OR$ haben eine mehr oder weniger dominante OR Farbe.

6. Die Bastardlarven von $AS \times RB$ zeigen eine ähnliche Farbe wie die AS Larven.

7. Aus 3, 4; 5 und 6 folgt, daß die Spaltung einer Kreuzung: von $OR \times RB$ allein bei den Larven,

„ $AS \times RB$ allein bei den Käfern,

„ $AS \times OR$ sowohl bei den Larven, als bei den Käfern festgestellt werden kann.

8. Die 7 Larvenarten lassen sich ziemlich leicht bestimmen.

9. Die Arten *molitor*, *obscurus* und *syriacus* lassen sich untereinander leicht kreuzen von den

3816 erhaltenen Eiern von *molitor* \times *obscurus*,

971 „ „ „ *molitor* \times *syriacus*,

627 „ „ „ *obscurus* \times *syriacus*,

kam aber keines zur Entwicklung. Ob die Eier unbefruchtet oder nicht entwicklungsfähig sind, muß noch untersucht werden.

10. Die Kulturbedingungen sind für die *molitor*-, *obscurus*- und *syriacus*-Larven die gleichen. Die ganze Kultur vom Ei bis zum Käfer erfolgt glatt ohne Störungen.

11. Bei reichlicher Ernährung und geeigneter Temperatur und Feuchtigkeit wechselt die Dauer des Larvenstadiums obiger Arten durchschnittlich zwischen 6 und 8 Monaten.

12. Das Optimum der Temperatur liegt für obige Larvenarten zwischen 25 und 27,5° C. Durch Erhöhung der Temperatur bis 30° C steigt die Larvenmortalität und wird die Metamorphose verlangsamt.

13. Die Lebensdauer der *molitor*-, *obscurus*- und *syriacus*-Käfer ist ansehnlich kürzer wie die von *opacus* und *picipes*, welche länger als ein Jahr leben. Die Paarung der erstgenannten 3 Arten findet das ganze Jahr hindurch statt, die Paarung bei *opacus* und *picipes* nur im Frühjahr. Im Spätsommer, Herbst und Winter legen *opacus* und *picipes* keine Eier.

14. Die Kulturbedingungen für *opacus*- und *picipes*-Larven sind uns nur teilweise bekannt. Das Temperaturoptimum liegt für diese Arten etwa 10°C niedriger wie bei den übrigen. Bei einer Erhöhung der Temperatur bis auf $25\text{--}27,5^{\circ}\text{C}$ nimmt die Mortalität bei den *opacus*-Larven in außerordentlichem Maße zu.

15. Wegen der bequemen Weise, wodurch *molitor*, *obscurus* und *syriacus* sich in Kultur bringen und halten lassen, sind sie vorzügliche Objekte für genetische und Variationsstudien. *Opacus* und *picipes* sind dafür nicht geeignet.

16. Das Larvenstadium wird bei *molitor*, *obscurus* und *syriacus*, durch eine Erhöhung der Temperatur bis $25\text{--}27^{\circ}\text{C}$ verkürzt, die Metamorphose also beschleunigt. Bei Steigung der Temperatur bis $30,5^{\circ}\text{C}$ wird das Larvenstadium verlängert, d. i. die Metamorphose verspätet (Versuche I bis V).

17. Das Wachstum von jungen *molitor*-Larven wird durch erhöhte Temperatur ($30,5^{\circ}\text{C}$) ansehnlich beschleunigt. Innerhalb 4 Monaten hat die 3°C höhere Temperatur einen Zuwachs an Körpergewicht ergeben, welcher pro Larve durchschnittlich $8 \times$ größer war als bei den bei $27,5^{\circ}\text{C}$ kultivierten Larven (Versuch VII und VIII).

18. Aus 16 und 17 geht hervor, daß das Wachstum und die Dauer des Larvenstadiums nicht dieselben Temperaturoptima haben. Für die Praxis, wobei eine Verkürzung von der Dauer einer Generation nachgestrebt wird, soll man also die Kultur von jungen Larven bei etwa 30°C , von völlig Erwachsenen bei etwa 26°C halten.

19. *Tenebrio* ist ein vorzügliches Objekt für das Studium des Temperatureinflusses auf allerhand physiologische Prozesse. Optimum und Maximum liegen nicht weit voneinander. Das kürzerte Larvenleben als Kriterium genommen, ist das Optimum vielleicht keine konstante Größe, aber der Temperaturwechsel wirkt wie ein Reiz, welches das Optimum verschieben kann.

20. Gute Ernährungsbedingungen (Futter, Feuchtigkeit und Temperatur) haben einen bedeutenden Einfluß auf das Größenwachstum. Die größten erlangten Käfer waren mehr als $2,5$ mal größer wie die kleinsten.

21. Bei guten Ernährungsbedingungen einer beliebigen Zucht werden die kleinsten Käfer in einen früheren, die größten in einem späteren Zeitabschnitt der ganzen Metamorphosendauer erscheinen, was öfter Veranlassung zur Zweigipfeligkeit der Variationskurve gibt.

IX. Literaturangaben.

1. Ackerman, K., Tierbastarde. Zusammenstellung der bisherigen Beobachtungen über Bastardierung im Tierreich, 1897, T. 1, Die wirbellosen Tiere.
2. Arendsen Hein, S. A., Technical experiences in the breeding of *Tenebrio molitor*, Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam Proc., vol. XXIII, Nr. 1, 1920.
3. Arendsen Hein, S. A., Studies on Variation in the mealworm, *Tenebrio molitor*. I. Biological. Genetical Notes, Journ. of Genetics, vol. X, Nr. 3, 1920.
4. Berger, Bruno, Über die Widerstandsfähigkeit der *Tenebrio*-Larven gegen Austrocknung, Archiv f. d. ges. Physiologie (Pflügers Arch.), Bd. 118, 1907.
5. Biederman, W., Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. I. Die Verdauung der Larven von *Tenebrio molitor*, Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 72, 1898.
6. Brehm, Tierleben. Insekten.
7. Chapuis, F. et Candèze, E. M., Catalogue des larves coleoptères connues jusqu'à ce jour. Mem. Soc. roy. Liège, VIII, 1853.
8. Curtis, John, British Entomology, London 1823, vol. VII.
9. Erichson, W. F., Kiesenwetter, H v., Seidlitz, G., Naturgeschichte der Insekten Deutschlands, Bd. V, 1. Hälfte, Berlin 1898.
10. Everts, Ed., Coleoptera Neerlandica. De schildvleugelige Insekten van Nederland, 1903.
11. Frenzel, Über Bau und Tätigkeit des Verdauungskanal der Larve des *Tenebrio molitor*, Berlin. Entomolog. Zeitschr., Bd. 26, 1882.
12. Frisch, J. L., Beschreibung von allerlei Insekten in Deutschland, Berlin 1720.
13. Geer, Carl De, Memoires pour servir à l'histoire des Insectes, Stockholm, 1752—1778, T. V.
14. Hagen, H. A., Westwoods Angaben über die Larve von *T. molitor* und *obscurus*, Stettin. Entomolog. Zeitschr., 1853, T. 14.
15. Herbst, Natursystem aller bekannten in- und ausländischen Insekten. Bd. VII, 1797.
16. Krizenecky, Jar., Über die beschleunigende Einwirkung des Hungers auf die Metamorphose, Biol. Centralbl., Bd. 34, 1914.
17. Lacordaire, Th., Histoire naturelle des Insectes, Genera des Coléoptères, T. 5, 1859.
18. Letzner, K., Systematisch-synonymisches Verzeichnis der bisher beobachteten Larven europäischer Coleopteren, Zeitschr. f. Ent. d. V. Schles. Insect., Jahrg. IX, 1855.
19. Morgan, H. T., Sturtevant, A. H., Muller, H. J., Bridges, C. B., The Mechanism of Mendelian Heredity, New York, 1915.

20. Mouffet, Th., Insectorum sive Minimorum Animalium Theatrum, 1634.
21. Mulsant, M. E. et Guillebeau. Note pour servir à l'histoire des Tenebrions, Ann. Soc. Linn. Lyon, 1854/1855, Ser. 2, T. 2, Opusc. T. 6.
22. Mulsant, M. E., Histoire naturelle des Coléoptères de France, 1854.
23. Oudemans, J. Th., De Nederlandsche Insekten, 1900.
24. Perris, E., Larves des Coleoptères, Ann. Soc. Linn. Lyon, 1876, T. 22.
25. Posselt, C. Fr., Beiträge zur Anatomie der Insekten, 1804, Heft I.
26. Przibram, Hans, Die biologische Versuchsanstalt in Wien, Zeitschr. f. Biol., Technik, 1910.
27. Reitter, Edmund, Bestimmungstabellen der europäischen Coleopteren, Heft 87, *Tenebrionidae*, XV. Teil.
28. Rengel, Das Darmepithel von *Tenebrio molitor* während der Metamorphose, Zeitschr. f. Wiss. Zool., Bd. LXII, 1897.
29. Rupertsberger, M., Die Larven der Käfer, Natur und Offenb., 1874—1878, T. 21—24.
30. Rupertsberger, M., Biologie der Käfer Europas, eine Übersicht der biologischen Literatur nebst einem Larven-Catalogue. Linz a. Donau, 1880.
31. Saccardo, P. A., Chromotaxia seu nomenclator Colorum polyglottus additis specimenibus coloratis ad usum Botanicorum et Zoologorum, Editio Altera. Pavia, 1894.
32. Saling, Th., Zur Kenntnis der Entwicklung der Keimdrüsen von *Tenebrio molitor*, Inaugural-Dissert., Marburg, 1906.
33. Schiödte, J. C., De Metamorphosi Eleutheriorum observationes, Kjobenhavn, 1861—1883, Pars. X, Tenebriones.
34. Sturm, Jacob, Deutschlands Fauna in Abbildung und Beschreibung V. Insecten, Käfer, 1807.
35. Waterhouse, G. R., Description of the Larvae and Pupae of Various Species of Coleopterous Insects, Trans. entom. Soc., London, 1834, T. 1.
36. Westwood, J. O., An Introduction to the modern classification of insects etc., 1839.

Weiterer Beitrag zur Kenntnis der Caraben Ostasiens (Col.).

Von Paul Born, Herzogenbuchsee (Schweiz).

In den „Entomologischen Mitteilungen“, Bd. XI, Nr. 4 vom 15. August 1922 beschrieb ich die beiden neuen *Apotomopterus conjunctus* und *cantonensis*. Seither erhielt ich von Herrn R. Mell weiteres Material seiner Ausbeute aus der Provinz Kuangtung. Zugleich sandte mir Herr Prof. Hauser eine Kopie seiner Beschreibung des *Apotomopterus cantonensis* Hauser, die mir unbekannt geblieben war (Stettiner Ent. Ztg. 79, 1918). Aus dieser Beschreibung ersehe ich nun, daß *Apotomopterus conjunctus* Born nicht eine eigene Art ist,

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologische Mitteilungen](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [12 1923](#)

Autor(en)/Author(s): Arendsen Hein S. A.

Artikel/Article: [Larvenarten von der Gattung Tenebrio und ihre Kultur \(Col.\). \(Systematisch-biologisch-genetische Notizen.\) 121-159](#)