

zurückschlagen kann, in der diese oder jene Zeichnungselemente unberührt erscheinen, beweist die noch näher zu betrachtende Form 56, Fig. 9. Auch die Ontogenie der Raupenzeichnung hat mir hierfür ein Beispiel gegeben.<sup>1)</sup> *Timandra amata* L. verläßt das Ei mit einer fast die Breite des Segments einnehmenden, den ganzen Umfang umlaufenden Querzeichnung (Fig. 8a; ↓ bezeichnet Rückenmitte analwärts); die hervortretenden Spitzen weisen auf die ursprünglichen Längslinien hin, welche die mit der ersten Häutung auftretende, jedenfalls rück-schlägige Zeichnung tiberraschend offenbart.

Kurz, es erscheint mir in jeder Beziehung begründet, daß dieses Grundschemata der *bipunctata*-Variationen nicht die primäre Zeichnung darstellt, sondern eine Um-(Rück-)schlagsform aus einer möglicherweise bis zur Zeichnungseinfarbigkeit getriebenen Maschenzeichnung, in welcher der Punkt 1 auf der Mitte der *linea media*, wie der Punkt 7 bei der Form 56, Fig. 9, erhalten

geblieben. Das Auftreten der Punkte an den früheren Schnittstellen der primären Längs- und Querlinien hat nichts sonderlich Überraschendes; abgesehen davon, daß die Untersuchungen an *Coccinella variabilis* Fabr. (und anderen Coccinelliden) diese Annahme vollkommen bestätigen, lassen sich die Erscheinungen des Zeichnungs-Atavismus nur mit einer latenten Fähigkeit des Zeichnungsträgers, phyletisch ältere Charaktere zu wiederholen, erklären. So werden also die Punkte des Grundschemas stets an gleicher Stelle erscheinen, wie es auch ausnahmslos an etwa 1850 Individuen von mir festgestellt ist; die Reihenfolge ihres Auftretens aber muß sich nicht notwendig an eine bestimmte Gesetzmäßigkeit binden, wenn auch meist eine solche statt hatte, die ich mit der Aufeinanderfolge der Zahlen wiedergebe. Ich lasse nunmehr, bevor ich in diesen Deduktionen fortfahre, die Charakterisierung der Variationen folgen. (Fortsetzung folgt.)

## Über die Wirkungsweise der Füße der Laubheuschrecken.

Von Dr. R. Tümpel, Dortmund.

(Mit 4 Abbildungen.)

(Schluß aus No. 22.)

Bei Beobachtung der Füße von festgebundenen, lebenden Tieren unter dem Mikroskop habe ich wohl konstatiert, daß die Fußglieder, namentlich das letzte, blasebalg-ähnlich aufgeblasen und zusammengezogen werden können. Möglicherweise könnten ja beim Zusammenziehen die Röhren, da die Fläche, auf der sie stehen, dann kleiner wird, zusammengedrängt und daher verschlossen werden; beim Aufblasen würden die Röhren dann auseinandergeschoben und geöffnet werden; jedoch ist das nur eine Vermutung, die ich keineswegs bestimmt behaupten will. Woher merken nun aber die Laubheuschrecken, wenn sie mit ihren Füßen schädliche Substanzen oder Flüssigkeiten berühren?

Zwischen der Schicht von feinen Röhren, welche die zum Haften bestimmte Flüssigkeit aufnehmen, sitzen zerstreut viel weitere Chitindröhren. (Fig. 2 u. 1.) Sie führen durch die zweite Schicht der Füße, die gewöhnliche Chitinschicht hindurch und sind nach der Hypodermis-Zellschicht hin geöffnet. Das Stück

dieser Röhren, welches von den zarten und damit äußeren Eindrücken leicht zugänglichen feinen Röhren umgeben ist, ist außerordentlich stark chitinisiert, so daß es in dieser Schicht stark gebräunt erscheint. Am Ende, das bis dicht an die Grenze der äußeren Schicht heranreicht, laufen diese



Fig. 2:

Eine einzelne Chitindröhre mit den Tasthaaren.  
 a = Chitinschicht. b = Schicht der feinen Röhren.  
 c = weite Chitindröhre. d = Tasthaare.

Röhren in ein bis vier anscheinend hohle, äußerst feine Haare aus, die immer etwas über die Fußsohle herausragen. Die feinen Haare sind, soviel ich beobachten konnte, immer geschlossen. Da Dewitz Nervenfasern mit Nervenknoten in diesen Chitindröhren nachgewiesen hat, so ist die Ansicht

wohl berechtigt, daß die etwas über die Fußsohle herausragenden Haare Tasthaare sind, mit welchen sich die Laubheuschrecken über die Flächen unterrichten, auf welche sie die Füße aufsetzen. Empfinden sie mit diesen Tasthaaren schädliche Einflüsse, wie etwa absoluten Alkohol, so schließen sie die aufsaugende feine Röhrenschicht. Eine andere Bedeutung als Tastorgane läßt sich den Chitinhöhren wohl kaum beilegen.

Diese Organe habe ich in den Sohlen von *Locusta viridissima* L., *L. cantans* Fäßly, *Decticus verrucivorus* L., *Meconema varium* F. und anderen Arten wahrgenommen; sie werden wohl bei allen Laubheuschrecken vorkommen; auch in den Haftklappen der Feldheuschrecken habe ich sie beobachtet. Sie treten besonders deutlich hervor, wenn der Fuß mit verdünnter Kalilauge erhitzt wird. Diese Tastorgane kommen in sehr verschiedener Zahl bei den verschiedenen Arten vor. Die Gattung *Locusta* hat sie sehr zahlreich; im ersten Fußglied sitzen sogar mehrere Reihen von ihnen; sparsamer kommen sie bei den anderen Gattungen vor.

Eine Einrichtung unterstützt noch wesentlich das Haften der Füße. Reißt man den Fuß bei *Locusta viridissima* vorsichtig von der Schiene ab, so gelingt es leicht, die lange, den Fuß und das Bein durchziehende Sehne aus dem Bein herauszureißen, während sie noch fest am Fuße sitzt. Hält man nun das erste Glied des abgerissenen Fußes fest und zieht an der heraushängenden Sehne, so wird das letzte, stark verbreiterte Fußglied gegen das vorletzte Glied eingeschlagen, und zwar so weit, daß sich die Sohlen der beiden Glieder fast berühren. Dieses Einschlagen wird von mehreren kurzen Bändern bewirkt, die am Ausgang des vorletzten Fußgledes durch bindegewebartige Masse mit der großen, das ganze Bein und den Fuß durchziehenden Sehne verbunden sind. (Fig. 3.) Die beiden hauptsächlichsten Bänder biegen nach Eintritt in das letzte Fußglied fast rechtwinkelig nach oben um und sind durch ein sehr verbreitertes Ende an einem Punkt der Chitinschicht angewachsen, der außerordentlich verdickt ist und daher ganz dunkel erscheint, um so ein festes Widerlager für das Band zu bilden. Diese beiden dunklen Stellen kann man mit bloßen Augen äußerlich am

Grunde des letzten Fußgledes leicht wahrnehmen. Ähnlich enden auch die anderen Bänder in verdickte und daher dunkle Stellen der Chitinhaut. Hat die Laubheuschrecke den Fuß aufgesetzt, so zieht sie die Hauptsehne des Fußes und damit die mit ihr verbundenen Bänder an; das letzte Fußglied wird dadurch an die Unterlage angepreßt, adhäriert jetzt an ihr und das Tier hängt so am Glas oder an anderen glatten Flächen fest. Sind die Tiere ermüdet oder erschöpft, wie etwa nach längerem Luftmangel unter der Luftpumpe, so können sie die Sehne nicht mit genügender Kraft anziehen, das letzte Fußglied wird nicht angepreßt und die Adhäsion ist unvollständig. So erklärt sich das Unvermögen, an Glas zu laufen,

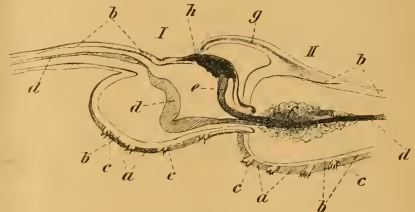


Fig. 3:  
 Längsdurchschnitt  
 senkrecht zur Sohle durch die zwei letzten Fussglieder von *Locusta viridissima* L.  
 (schematisch).

I = letztes Fußglied. II = vorletztes Fußglied.  
 a = Schicht der feinen Chitinhöhren. b = Chitinhaut.  
 c = weitere Chitinhöhren mit Nervenfasern und Tasthaaren. d = große Längssehne, Bein und Fuß durchziehend. e = Band, welches das Einschlagen des letzten Gliedes bewirkt. f = Verbindungsgewebe zwischen Längssehnen und Band. g = Haken zum Feststellen des letzten Fußgledes. h = chitinisierte Stelle in der Fußgliedwandung, das Widerlager des Hakens g und Ansatzstelle des Bandes e.

bei den Tieren, die einige Zeit im luftverdünnten Raum gewesen sind. Beobachtet man ein lebendes Tier, so kann man sich leicht überzeugen, daß es häufig nur an dem letzten Glied seiner Beine am Glase hängt.

Um das Laufen der Laubheuschrecken an glatten, senkrechten und überhängenden Flächen ganz zu verstehen, ist eine Frage noch zu beantworten, die bisher überhaupt fast nicht erörtert worden ist, nämlich die Frage, wie die Laubheuschrecken, nachdem sie sich einmal mit den Füßen

am glatten Grund befestigt haben, diese FüÙe wieder loslösen. Durch einfaches AbreiÙen diese Trennung zu bewirken, würde höchst unvorteilhaft sein, da es mit einem großen Kraftverbrauch verknüpft sein und das Laufen schwerfällig machen würde. Die Laubheuschrecken verfahren nun höchst einfach und dabei sehr vorteilhaft beim Loslösen der FüÙe. Da die Stärke der Adhäsion mit der Größe der adhärierenden Fläche wächst, so würde das Abtrennen der FüÙe leichter geben, wenn die adhärierende Fläche in kleinere Flächen geteilt würde und diese dann einzeln nacheinander abgelöst werden. Das geschieht nun auch in der That beim Absetzen der FüÙe.

Wie schon hervorgehoben wurde, ist das letzte Fußglied sehr leicht beweglich gegen die anderen. Dieses Vermögen dient nun nicht nur zum Befestigen der FüÙe, sondern auch zu ihrer Loslösung. Bei der Trennung

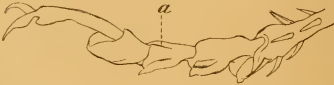


Fig. 4:

Ein Fuss von *Locusta viridissima* L.

a — die beiden Häkchen, welche das letzte Fußglied feststellen.

der FüÙe von ihrer Unterlage werden zuerst die drei ersten Fußglieder abgelöst, welche viel schwächer als das letzte Glied an der Unterlage durch Adhäsion befestigt sind, und zwar so, daß das letzte, sehr fest klebende Glied ruhig haften bleibt und die drei ersten Fußglieder als einarmiger Hebel, der seinen Drehpunkt in dem Gelenk zwischen letztem und vorletztem Fußglied hat abgehoben werden. Es ist jetzt nur noch das letzte, sehr fest haftende Fußglied loszulösen. Um das zu erreichen, treten zwei kleine Häkchen in Thätigkeit, welche von dem dem Körper abgewendeten oberen Rand des vorletzten Fußgliedes etwas über das letzte Fußglied hinüberra-gen. (Fig. 3 u. 4.) Die zwei Häkchen passen genau auf die zwei schon erwähnten dunkleren Stellen in der oberen Wandung des letzten Fußgliedes, welche durch starke Chitinablagerung verdickt und dadurch sehr widerstandsfähig geworden sind. Werden nun die drei ersten mit ein-

ander ziemlich unbeweglich verbundenen Fußglieder weiter hebelartig nach oben gehoben, so stemmen sich die Spitzen der beiden Häkchen gegen die erwähnten Stellen des letzten Fußgliedes. Dadurch bilden aber jetzt alle vier Fußglieder gewissermaßen eine nach oben feste Stange, die nicht weiter eingeknickt werden kann. Werden jetzt die Fußglieder noch weiter nach oben hebelartig abgehoben, so rückt der Drehpunkt des einarmigen Hebels, nun gebildet durch alle vier Fußglieder, an das äußerste, stark chitinisierte Ende des letzten Gliedes, und dieses Glied wird jetzt ebenfalls abgehoben, und zwar beginnt die Abhebung am Ursprung des Gliedes und schreitet gegen die Spitze desselben fort. Sehr vorteilhaft und sie erst ermöglichend ist bei dieser Lostrennung, daß die Kraft bei diesem einarmigen Hebel am längeren Hebelarm, d. h. am Anfang des ersten Fußgliedes, angreift, während die Last, d. h. hier die Adhäsion der Fußsohle gegen die Unterlage am bedeutend kürzeren Hebelarm, d. h. am vierten Fußglied wirkt; hierdurch wird eine beträchtliche Kraftvermehrung beim Loslösen des vierten Fußgliedes erzielt, oder mit anderen Worten: die Laubheuschrecken können mit geringem Kraftaufwand die adhärierenden FüÙe abheben. Sind beim Laufen die FüÙe etwas zu weit vom Körper abgesetzt, so läÙt sich zuweilen, wenn die Adhäsion sehr gut wirkte, das letzte Fußglied nicht beim ersten Hebelzug ablösen, weil, wenn das Knie nicht annähernd senkrecht über der Fußwurzel steht, nur ein Teil der Beinkraft zum Losziehen der FüÙe benutzt werden kann.

Die FüÙe rutschen dann beim Anziehen der Beine auf der glatten Fläche nach dem Körper hin, bis Knie und Fußwurzel annähernd senkrecht untereinander stehen, worauf dann die Sohle mit der ganzen dem Bein verfügbaren Kraft abgehoben wird. Die die Nervenfasern bergenden Chitinröhren sind im letzten Fußglied nicht senkrecht wie in den anderen Fußgliedern gestellt, sondern schräg mit ihrer Spitze nach dem Fußende zu, damit sie bei dem Hinrutschen der FüÙe auf der Unterlage nach dem Körper zu nicht etwa sich der Bewegung entgegenstemmen und beschädigt werden.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Allgemeine Zeitschrift für Entomologie](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Tümpel R.

Artikel/Article: [Über die Wirkungsweise der Füße der Laubheuschrecken.  
360-362](#)