

From these measurements it becomes clear that numerical hyperplasia of heart muscle cells occurs with hypertrophy. The weight increase in heart hypertrophy is a function of increase in volume, i.e. the dry mass (SANDRITTER and SCOMAZZONI¹) and a numerical increase of heart muscle cells.

Zusammenfassung. Mit Hilfe kombinierter biochemischer und zytometrischer DNS-Messungen wurde die Anzahl der Herzmuskelzellen in Menschenherzen be-

stimmt. Normale Menschenherzen (330 g) haben nach dieser Berechnung 2×10^9 Muskelzellen. In hypertrophierten Herzen (500–900 g) nimmt die Zellzahl bis auf 4×10^9 Muskelzellen zu.

W. SANDRITTER and C. P. ADLER

*Pathologisches Institut der Universität,
Ludwig-Aschoff-Haus,
Albertstrasse 19, D-78 Freiburg im Breisgau (Germany),
30 July 1971.*

Bewegungsmimikry bei *Carausius morosus* Br. (Phasmida)

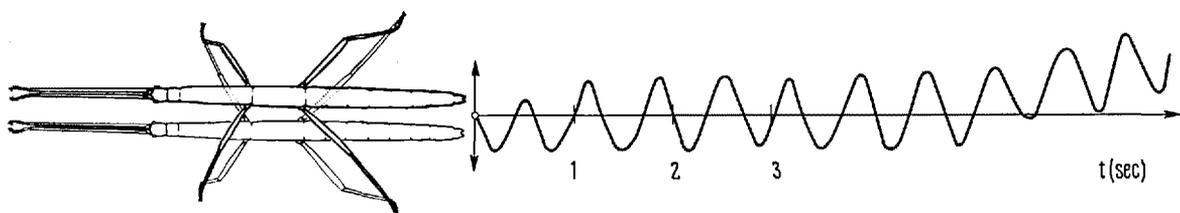
Die mimetische Körperform der Stabheuschrecke wird von allen Beobachtern ad hoc anerkannt^{1,2}. Da diese Tiere während der Nacht aktiv sind, interessiert die Beantwortung der Fragen, wozu die auffälligen, schaukelnden Bewegungen während des Tages ausgeführt werden und ob diese nicht den Schutz, den ihnen ihre Körperform verleiht, aufheben; denn relative Bewegungen eines Tieres gegenüber seiner Umgebung verhindern seine Tarnung.

Unter «Schaukeln» wird im Folgenden ein seitliches, rhythmisches Hin- und Herschwingen des ganzen Tieres verstanden (ohne Vorwärtsbewegung). Zufällige Beobachtungen der Schaukelbewegungen in unserem Zuchtkäfig führten zu einer genaueren Kontrolle. Dabei stellte sich heraus, dass die bei Tage ruhig sitzenden Tiere oft dann schaukelten, wenn sie in einem \pm luftdicht abgeschlossenen Gefäß (Aquarium) waren, das auf einer Heizung stand (40–50°C). Wurde die Temperatur stärker erhöht oder wirkte diese länger ein, so versuchten die Tiere zu fliehen. Bei konstanter Temperatur (25°C) konnte das Schaukeln auch durch hohe Luftfeuchtigkeit ausgelöst werden, in dem der Boden und die Wände des Aquariums mit Wasser besprengt wurden. Die Tiere wippen je nach Temperatur und Feuchtigkeit unterschiedlich lange (10 sec bis 2 min) hin und her.

Zur genaueren Erfassung wurden die Bewegungen mit einer Paillard-Bolex-Kamera gefilmt. Auf der Rückseite des Aquariums war Millimeterpapier gespannt. Zur Vermeidung von Reflexen wurde die vordere Trennscheibe entfernt. Heizen war überflüssig, da die grellen Filmleuchten (600 Watt) für schnelle Erwärmung sorgten.

Bei der bildweisen Einzelauswertung von 17 Schaukel-szenen ergab sich folgendes: Die Frequenz der Bewegungen liegt durchschnittlich bei 3 Hz und kann zwischen 1 und 5 Hz schwanken. Sie ist unabhängig von der Grösse und dem Alterszustand der Larven und Imagines. Ein Tier kann sich auch unmittelbar hintereinander mit verschiedenen Frequenzen bewegen. Entsprechendes gilt für die Amplitude, die zwischen 1 mm und 2 cm liegen kann. (Das Maximum der Amplitude ist natürlich mit der

Spannweite der Extremitäten korreliert). Im Durchschnitt dauern die Schaukelbewegungen nur kurz: 10–30 sec. Das Schaukeln ist in allen Raumlagen möglich und kann mit 6 oder 4 (selten 2) Beinen ausgeführt werden, wobei immer der ganze Körper bewegt wird. Der Beginn der Bewegungen setzt meist ruckartig und mit voller Amplitude ein. Das Ende läuft allmählich aus, in dem die Amplitude sukzessiv abnimmt; jedoch lässt sich kein typisches Dekrement errechnen. Häufig kommt es vor, dass die Tiere nicht um ihre Ruhelage in gleichem Abstand hin- und herschwingen, sondern ihre Bewegungen neben dieser Normallage ausführen, ähnlich einem schwingenden Ast, der vom Winde zur Seite gedrückt wird (Figur). Bei fortdauernder Wärmeeinwirkung versuchen sie den Standort zu wechseln und schaukeln dabei anfänglich noch weiter, so dass eine Kombination zwischen normalem Gehen und Schaukeln entsteht, die in reines Laufen überleitet. – Durch starke Temperaturerhöhungen sind die Schaukelbewegungen auch während der aktiven Nachtphase der Tiere auslösbar. – Aus diesen Beobachtungen wird geschlossen, dass die Schaukelbewegungen der Stabheuschrecken der Regulation ihrer Körpertemperatur durch Verdunstung dienen. Zur Stütze dieser Folgerung wurde der Gewichtsverlust von 12 Stabheuschrecken während 5-minütiger Bestrahlung (Rotlicht, wobei mehrmals geschaukelt wurde) einzeln bestimmt: im Durchschnitt 1,8 mg pro Tier und 5 min. Eine gleichstarke Kontrollgruppe ruhender Tiere hatte unter konstanten Bedingungen eine Gewichtsabnahme von durchschnittlich nur 0,4 mg pro Tier und 5 min. Dieser Befund deckt sich gut mit den Ergebnissen von NECHELES³, der für *Periplaneta* Körperabkühlung durch



Schaukelnde Stabheuschrecke, die ihre Mittellage nach oben verschiebt.

¹ R. M. FOX und J. W. FOX, *Introduction to Comparative Entomology* (Reinhold Publishing Corporation, New York 1964).

² U. BÄSSLER, *Das Stabheuschreckenpraktikum* (Franck'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1965).

³ H. NECHELES, *Arch. ges. Physiologie* 204, 72 (1924).

Verdunstung nachwies. Eine grössere Wasserverdunstung der bewegten (6.0 mg/h) gegenüber ruhenden (3,9 mg/h) Schaben (*Blatta*) beobachtete RAMSAY⁴. Bewegung und Bevorzugung dunkler Orte bei überhöhter Körpertemperatur berichten CREA und HEATH von *Manduca sexta* (Lepidoptera).

Da die Schaukelbewegungen den Eindruck eines schwingenden Aststückes erwecken, wurde weiterhin geprüft, ob der Schutz der Stabheuschrecken durch ihr kryptisches Verhalten während des Tages dadurch nicht verloren geht. Dazu wurden Larven aller Altersstadien und Imagines von *Carausius* zusammen mit Mehlwürmern und Getreidekörnern Hühnern als Futter angeboten. Über das Futter wurden 2 verzweigte Äste gelegt, an denen sich die Stabheuschrecken zur Ruhe setzten. Die Durchmesser der Zweige entsprachen denen der Larven. Als Testtiere standen mir 6 Haushühner (je zwei der nahe verwandten Rassen: Helle Brahma, Orpington und Kreuzung aus Cochin mit Orpington) und 1 Hahn (der Rasse Helle Brahma) zur Verfügung⁵. Zur Futterauswahl wurde jeweils nur ein Huhn (Hahn) für 3–4 Tage herangezogen, da die Überwachung von mehreren Stabheuschrecken und Hühnern von 1 Beobachter nicht möglich ist. Das Futter wurde auf einer umgebauten Streckplatte, die mit einem feuchten Tuch überzogen war, angeboten. Die Temperatur konnte entsprechend erhöht werden, so dass die Stabheuschrecken auch im Hühnerstall schaukelten. Bei der Futterwahl wurden von 84 laufenden Stabheuschrecken 45 gefressen und 31 näher beäugt, aber nicht gefressen, die restlichen 8 blieben unbeachtet. Von den 19 schaukelnden Tieren wurde keines gefressen oder fixiert. Die Auswahl ist signifikant (*t*-Test, $\alpha = 0.01$). Damit ist gezeigt, dass die Imitation eines schwankenden Astes tatsächlich wirksam sein kann.

Es bleibt zu berücksichtigen, dass Hühner und sicherlich auch andere Räuber von *Carausius* bei ihrer Nahrungssuche ihre Beute als etwas sich Geradeaus-Bewegendes oder Schlängelndes kennen und das seitliche

Schwanken eines Objektes als eine passive Verschiebung in der Umgebung nicht weiter beachten. Es erscheint mir daher in diesem Falle für angebracht, von einer Bewegungsmimikry zu sprechen. Unter Mimikry verstehe ich in Anlehnung an WICKLER⁷ einen Täuschungsvorgang, bei dem der Signalsender eine für sich günstige Reaktion des massgeblichen Empfängers erreicht. Bezogen auf das Nachahmungsobjekt liegt ein Spezialfall der Peckham'schen Mimikry vor. Das Wesentliche dieser Mimikry ist nämlich nicht, wie leider durch das Synonym Angriffsmimikry suggeriert wird, der Angriff, sondern die «Harmlosigkeit» vortäuschende Bewegungsart.

Summary. Larvae and imagoes of *Carausius* execute rhythmic swinging movements with their whole body at higher temperature and high atmospheric moisture. These are used for the regulation of the body temperature.

These swinging movements are regarded as moving-mimikry, because it could be shown that walking sticks which went straight on were significantly more often found and eaten by chickens than swinging animals.

R. RUPPRECHT

Institut für allgemeine Zoologie
der Johannes Gutenberg-Universität,
Saarstrasse 21, D-65 Mainz (Deutschland),
4. März 1971.

⁴ J. RAMSAY, J. exp. Biol. 72, 373 (1935).

⁵ M. J. Mc CREA and J. E. HEATH, J. exp. Biol. 54, 415-436 (1971).

⁶ Für die leihweise Überlassung der Hühner gilt mein besonderer Dank Herrn Professor Dr. THOMAS vom Institut für Physiologische Zoologie in Mainz.

⁷ W. WICKLER, *Mimikry* (Weidenfeld und Nicolson Verlag, London 1968).

Sex Attractant of the Larch Bud Moth Found by Electroantennogram Method

The larch bud moth, *Zeiraphera diniana* (Guenée) (Lepidoptera: Tortricidae: Olethreutinae), is a major pest of European alpine larch forests. Population dynamic studies show that there are large, but regular fluctuations in population densities in which years of high infestation are followed by periods of extremely low populations¹. Control methods, such as the use of sex attractants, may be most effective when the moth density is at a minimum. Attempts to isolate and identify the female sex pheromone of *Z. diniana* were frustrated because male moths did not respond in the laboratory behavioral tests. We, therefore, utilized the electroantennogram technique²⁻⁴ to find a sex attractant for this insect.

About 200 female abdominal tips were excized and extracted with 2 ml of benzene to yield a crude pheromone extract. Aliquots of this extract were injected on polar and nonpolar gas chromatography columns and the effluent collected in 12" capillary tubes at 1-min intervals. Male antennal responses when air was puffed through the tubes showed the presence of an active component with a retention time similar to *trans*-11-tetradecenyl acetate on both columns (Table I).

Male antennal responses to a series of 12- and 14-carbon chain alcohols, aldehydes and acetates showed that the 14-carbon chain alcohols and acetates elicit the best re-

Table I. Gas chromatographic retention times of active component in larch bud moth extracts

GC columns	Retention times (min.)		
	<i>trans</i> -11-tetradecen-1-ol	<i>trans</i> -11-tetradecenyl acetate	Active component
Polar ^b	24.1	22.4	22-23
Nonpolar ^c	8.5	14.1	14-15

*Activity was determined by EAG analysis of GC effluent. ^b3% cyclohexanediamethanol succinate δ 160°. ^c3% OV-1 δ 160°.

¹ C. AUER, Mitt. schweiz. Anst. forstl. VersWes. 37, 175 (1961).

² W. ROELOFS and COMEAU, J. Insect Physiol. 17, 1969 (1971).

³ W. ROELOFS, J. TETTE, E. F. TASCHENBERG and A. COMEAU, J. Insect Physiol. 17, 2235 (1971).

⁴ W. ROELOFS, A. COMEAU, A. HILL and G. MILICEVIC, Science 174, 297 (1971).