

# Verhaltensbiologische Studien an der europäischen Wanderheuschrecke *Locusta migratoria* L.

Autor(en): **Oberlin, U.P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel**

Band (Jahr): **23 (1973)**

Heft 1

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1042530>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

VERHALTENSBIOLOGISCHE STUDIEN AN DER EUROPÄISCHEN  
WANDERHEUSCHRECKE LOCUSTA MIGRATORIA L.

U.P. Oberlin

I. Einleitung

Die Verhaltensforschung (Ethologie) ist eine noch junge Disziplin der Naturwissenschaften. Untersucht werden die Formen und Gesetzmässigkeiten des arttypischen Verhaltens von Tieren in ihrem natürlichen Lebensraum. Von den verschiedenen Funktionskreisen (allgemeine Bewegungsformen, stoffwechselbedingtes Verhalten, Territorialverhalten, Lautäusserungen u. a. m.) bietet insbesondere das Paarungsverhalten die reichsten Differenzierungen an.

II. Problemstellung

Während das Verhalten einiger mitteleuropäischer Saltatorien bereits untersucht ist, fehlen entsprechende Studien an exotischen Arten, die bislang meist nur Gegenstand systematischer, anatomischer oder morphologischer Forschung waren, fast gänzlich. Die vorliegende Arbeit nun erfasst und analysiert das Paarungsverhalten, einschliesslich der damit verbundenen Ausdrucksäusserungen, von Locusta migratoria L.

Die Beobachtungsergebnisse wurden zudem mit den an einheimischen Vertretern dieser Gattungen gemachten Untersuchungen in Zusammenhang gebracht.

III. Material und Methoden

1. Locusta migratoria L.

Die zur Unterfamilie der Oedipodinen gehörende Feldheuschrecke Locusta migratoria L. ist Bewohnerin warmer Gebiete der Tropen und Subtropen; in unseren Breiten ist sie fast oder ganz ausgestorben, zumal seit den oft verheerenden Einflügen vergangener Jahrhunderte keine nennenswerten Zuwanderungen mehr erfolgten (Name: Europäische Wanderheuschrecke!). Die Art zerfällt in zwei Phasen, die sich durch verschiedene morphologische Merkmale unterscheiden: die sesshafte oder solitäre Phase (=phasis solitaria) und die Wander- oder Schwarmphase (=phasis gregaria), die hauptsächlich bei einer Massenvermehrung auftritt. Die nun folgenden Angaben beziehen sich auf eine nicht typische phasis solitaria (phasis transiens!).

Die Adulten beider Geschlechter sind geflügelt (holopter); die geschlechtsreifen Männchen unterscheiden sich in Färbung und Körpergrösse merklich von den adulten Weibchen. Während die Weibchen eine Körperlänge von durchschnittlich 50mm erreichen, sind die Männchen nahezu einen Zentimeter kleiner; die Männchen besitzen meist eine gelbbraune, die Weibchen eine dunkelbraune Grundfärbung mit schwarzer Zeichnung. Die Färbung variiert zudem je nach Futterart und Aufzuchttemperatur!

Locusta eignet sich gut für biologisch-statistische Untersuchungen dank einer einfachen Zucht und einer raschen Generationenfolge: Nach einer embryonalen Entwicklungszeit von rund 15 Tagen. (bei 28°C) schlüpfen bereits die ersten Larven, die nach Abstreifen einer primären Larvenhaut sofort sprungfähig sind und sich innert weniger Stunden schwarz-braun färben. Sie entwickeln sich nun binnen vier Wochen über die Larven- und Nymphenstadien zum Adulttier.

Tabelle 1: Durchschnittliche Dauer der Larvenstadien und Körperlänge der Larven (Zuchttemperatur: 28°C/Messungen: 100 Exemplare).

Larvenstadium		Dauer (des Larven - stadiums) in Tagen	Körperlänge in mm
L <sub>1</sub>		4 - 5	7 - 11
L <sub>2</sub>		3 - 4	12 - 17
L <sub>3</sub>		4 - 5	19 - 24
L <sub>4</sub>		5 - 6	27 - 33
L <sub>5</sub>		6 - 7	35 - 44
Gesamte Larvenentwicklung: 22 - 27 Tage			
Imago	♀	57 - 66	42 - 55
	♂	58 - 74	39 - 51

Weitere 4 Wochen nach der Imaginalhäutung erlangen die Adulttiere die Geschlechtsreife; die anfänglich crème-graue Färbung geht beim Männchen in ein leuchtendes Gelb, beim Weibchen in ein dunkles Braun über; es kommt nun regelmässig zu Kopulationen, und die Weibchen beginnen mit den Eiablagen: der 2<sup>1/2</sup>-monatige Zyklus beginnt von neuem!

## 2. Zucht

Für eine repräsentative Aussage war es notwendig, möglichst viele Einzelbeobachtungen statistisch auszuwerten. Um dies in kurzer Zeit und unter gleichbleibenden Bedingungen verwirklichen zu können, drängte es sich auf, die Versuchstiere selbst zu züchten.

Die Zucht von Locusta ist nicht problematisch, doch sind

- genügend Lebensraum (Kannibalismus)
- geeignetes Futter ("Frischpflanzenfaktor")
- günstige Temperaturen (rasche Entwicklung)
- niedrige Luftfeuchtigkeit und
- Reinlichkeit (bakterielle und viröse Krankheiten)

wichtige Faktoren, von denen Erfolg oder Misserfolg abhängt.

Zur Eiablage stand den adulten Weibchen ein mit grobem Sand gefüllter Behälter von 20 x 20 cm Grundfläche und 10 cm Tiefe zur Verfügung.

Im feucht-warmen Sand (10 Vol. % Wasser bei ca. 28°C) konnte eine optimale Entwicklungsrate der Gelege erzielt werden. Auf Feuchtigkeitsschwankungen reagierten die Eier empfindlich, indem sie zu schrumpfen oder zu faulen begannen.

Die frisch geschlüpften Larven kamen zuerst zu 20-30 Stück in Plexiglasterrarien von 40 x 20 x 20 cm, deren Boden mit trockenem, staubfreiem Sand bedeckt war.

Die Nymphen und die adulten Tiere wurden in einem Zucht- und Beobachtungskäfig von 120 x 50 cm Bodenfläche und 80 cm Höhe gehalten. Drei Seiten des Behälters waren mit Drahtgitter bespannt; Plexiglasplatten bildeten Front, Decke und Boden, der mit Filterpapierbogen ausgelegt wurde und die Eiablagewanne enthielt. Die Innentemperatur wurde durch drei 120-Watt-Kohlenfadenglühlampen auf ca. 28°C konstant gehalten.

Für die Gesundheitshaltung der im trockenen Milieu lebenden Wanderheuschrecken war die regelmässige Verfütterung frischer, feuchter Pflanzen (frischer Salat, junge Weizenpflanzen) unbedingt notwendig. Als Zusatzfutter eigneten sich insbesondere Haferflocken, Weizenkleie und Vitaminwürfel.

Infektionsquellen für bakterielle und viröse Krankheiten bildeten die vor allem bei adulten Tieren reichlich anfallenden Exkrememente, was eine peinliche Reinhaltung der Zuchtbehälter erforderte. Bei intensiv betriebener Zucht traten leicht (sekundäre) Krankheiten auf. Infektionen mit *Coccobacillus acridiorum* waren nicht selten. Die dabei auftretenden allgemeinen Symptome waren:

- Einstellen des Fressens
- Verstecken
- Sprungkraftverlust (Schwächung)
- Ausscheiden eines rot-schwarzen, flüssigen Kots aus dem Magen-Darm-Trakt.

Eine maximale Ausbreitung der Infektionen erfolgte bei hoher Luftfeuchtigkeit durch Kotreste und Kopulationen. Die einmal ausgebrochene Krankheit konnte nur durch rasches Eliminieren der bereits befallenen Tiere anhand der beschriebenen Symptome und Desinfektion des gesamten Käfigs mit samt den noch gesunden Tieren mit 4%iger Wescodyne-Lösung wirksam bekämpft werden.

### 3. Beobachtung

Da die Versuchstiere gezwungenermassen nicht in ihrer natürlichen Umgebung in der freien Natur beobachtet werden konnten, musste grundsätzlich eine Verzerrung der Ergebnisse berücksichtigt werden. Bei früheren Untersuchungen an anderen Heuschreckenarten wurden die Versuchstiere oft isoliert gehalten und nur für den Zeitraum der Beobachtungen zusammengebracht; diese Methode aber führt zu einem abnormen Verhalten, bedingt durch eine Veränderung der Umwelteinflüsse und des psychischen Gesamtzustandes der Tiere (Schwellenerniedrigung durch Karenz). Frühere Untersuchungen hatten denn auch gezeigt, dass an die Stelle eines ausgeprägten Paarungsrituals die brutale Vergewaltigung des Weibchens tritt. Selbst Paarungsversuche mit andern Männchen oder sogar leblosen Gegenständen können die Folge sein.

Um diese Fehlerquellen auszuschalten, liess ich die Versuchstiere im Zuchtkäfig; eine Beschränkung des Beobachtungsmaterials auf 10 Paare und eine Markierung der einzelnen Individuen mit Dispersionsfarbpunkten auf dem Thorax gewährleisteten die für eine intensive Beobachtung notwendige Uebersicht.

#### IV. Beobachtungsergebnisse

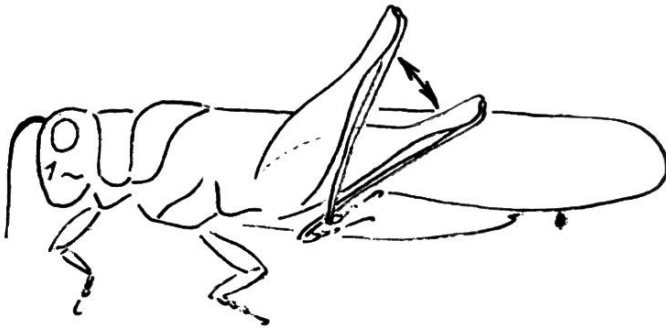
##### 1. Allgemeines zum Gesang von Locusta

Die Lautäusserungen bei adulten Feldheuschrecken beider Geschlechter kommen allgemein dadurch zustande, dass die Tiere mit den Hinterschenkeln gegen die Deckflügel streichen. Bei der Unterfamilie der Oedipodinen, zu der auch Locusta gehört, weist die Innenkante der Hinterschenkel eine scharfe Kante (Schrillkante = Plektrum) auf, die gegen eine mit zahlreichen Höckern besetzte Schrillader (= pars stridens) auf der Oberseite der Elytren gerieben wird. Diese Anordnung steht im Gegensatz zu den Stridulationsorganen der übrigen Feldheuschrecken, wo die Hinterschenkel eine Reihe von Zäpfchen als Schrilleiste aufweisen, während sich die Schrillkante auf den Vorderflügeln befindet. Der Vollständigkeit halber sei noch auf die als Störlaute auftretenden Mandibellaute von Locusta hingewiesen, die erstmals von VARLEY (1951) für das letzte Larvenstadium und die Imago beider Geschlechter beschrieben wurden.

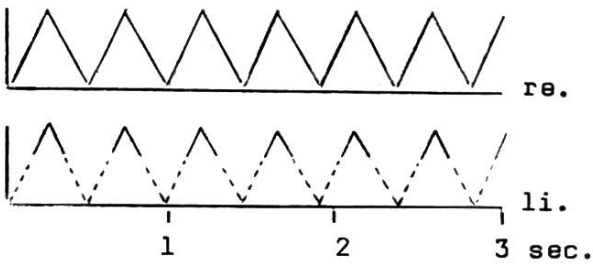
Die Lautäusserungen einer Feldheuschrecke setzen sich aus zwei verschiedenen Frequenzelementen zusammen: Aus der Zahnfrequenz, die sich aus der Anzahl der pro Sekunde angeschlagenen Höcker der Schrillader ergibt, und der durch die Impulse der Zahnfrequenz modulierten Trägerfrequenz, die der Eigenfrequenz (Resonanzfrequenz) der Höcker entspricht.

Die einzelnen Impulse bilden Silben, die zu Chirps zusammengefasst werden und, in Versen, Motiven oder Sequenzen zusammengesetzt, den ganzen Gesang darstellen. Eine exakte Untersuchung des Gesangs ist aber nur mit einem grossen apparativen Aufwand (Oszillographen, Klangspektrographen, Zeitlupenkameras u. a. m.) möglich. Neben der wenig ausgeprägten lauthaften Stridulation treten häufig lautlose Aufabbewegungen der Hinterschenkel auf, deren wichtigste, auch während des Paarungsrituals oft zu beobachtende Formen in Abb. 1 dargestellt sind. Zur Wahrnehmung der Lautäusserungen besitzt Locusta ein lateral am vorderen Teil des Abdomens gelegenes Tympanalorgan, über dessen feineren Bau bereits GRAY (1960) elektronenmikroskopische Untersuchungen angestellt hat.

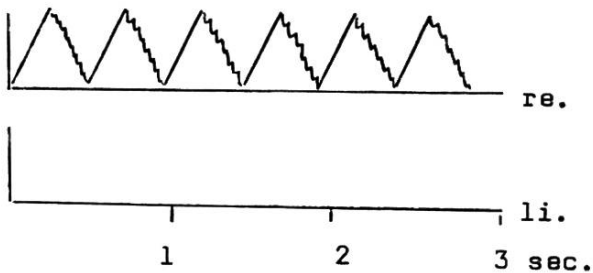
Abb. 1: Häufigste Formen der lautlosen Stridulation bei *Locusta migratoria*.



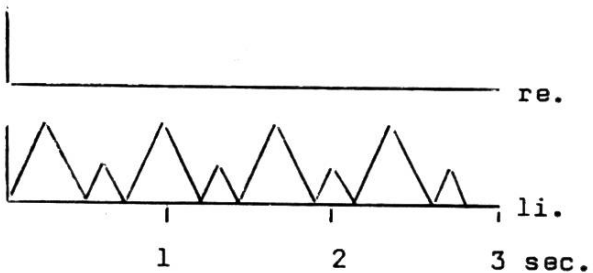
Allgemeiner Bewegungsablauf



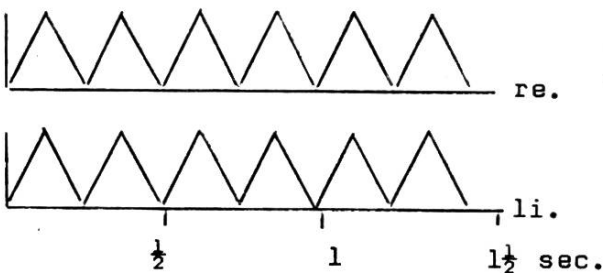
Syndrome oder metadrome Aufabbewegung beider Schenkel (zuweilen auch mit verschiedener Basis); Tibien angelegt; Bewegung oft nur mit einem Schenkel.



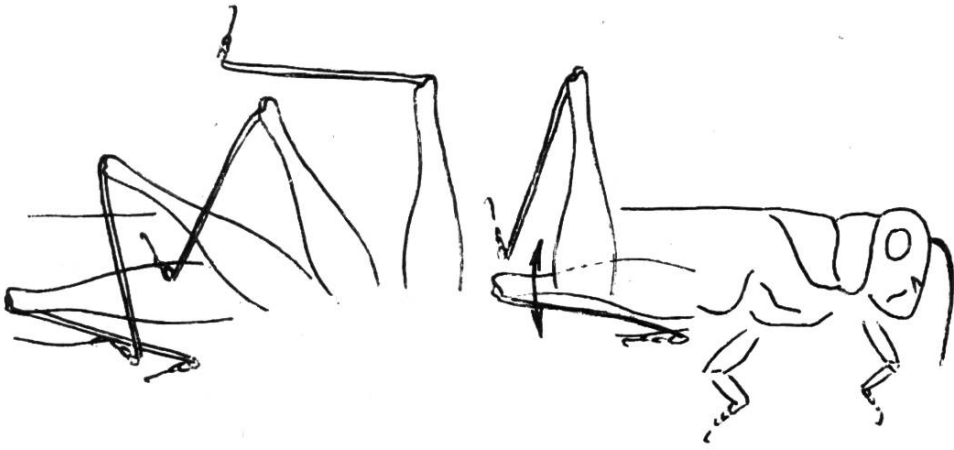
Vibrierendes Aufab; Schenkelvibrieren bei der Abwärtsbewegung nach normalem Anheben; meist nur mit einem Schenkel.



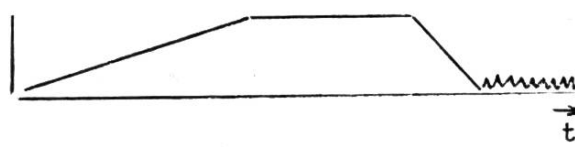
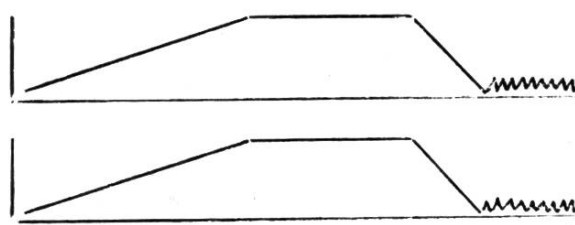
Zwischen jeder Aufabbewegung wird ein Nachschlag mit kleinerer Amplitude ausgeführt; häufig mit nur einem Schenkel. Ausdrucksäusserung vor dem Absprung.



Syndrome Aufabbewegung beider Schenkel in schneller Folge (3- 5x/sec.); ebenfalls vor dem Absprung.



Bewegungslauf.



Schenkelrecken und Schenkelreissen: Beide Schenkel werden langsam angehoben und mit abgespreizten Tibien einen Moment lang hochgehalten; dann plötzlich mit angelegten Tibien heruntergerissen. Es folgt ein Vibrieren mit kleiner Amplitude (Schenkelvibrieren).

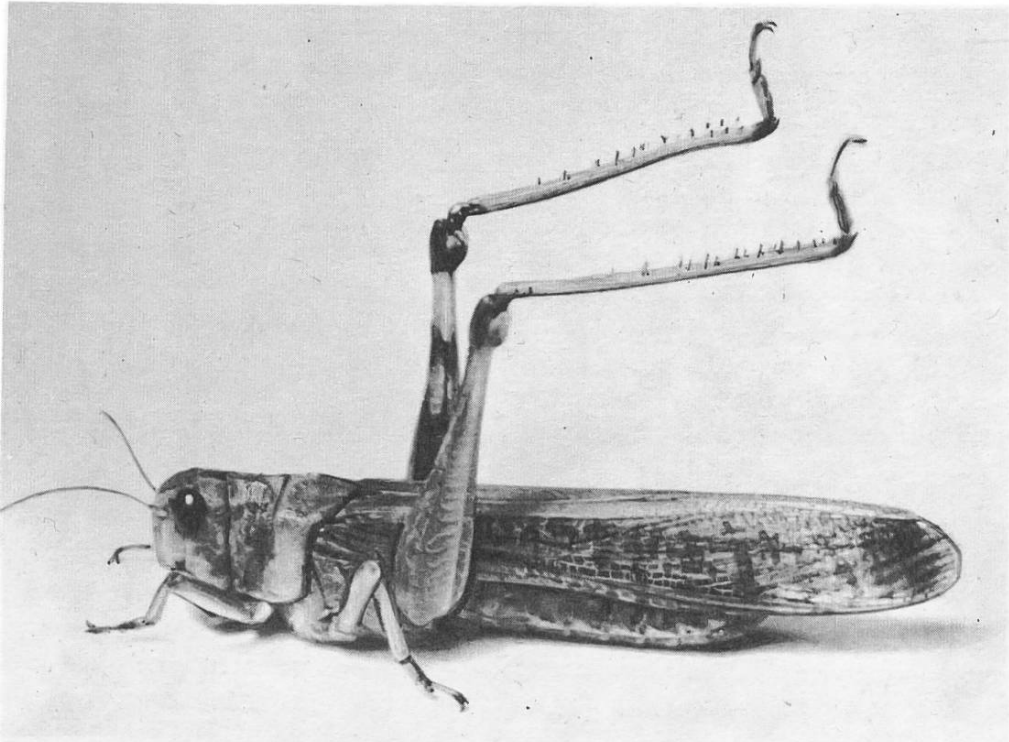


Abb. 2: Schenkelreissen



## 2. Charakteristischer Paarungsverlauf

### a) Präkopulatorisches Verhalten

Die Paarungseinleitung beginnt mit dem Hinwenden des Männchens zum Weibchen; das Männchen nimmt dabei eine charakteristische Körperhaltung ein (Abb. 3):

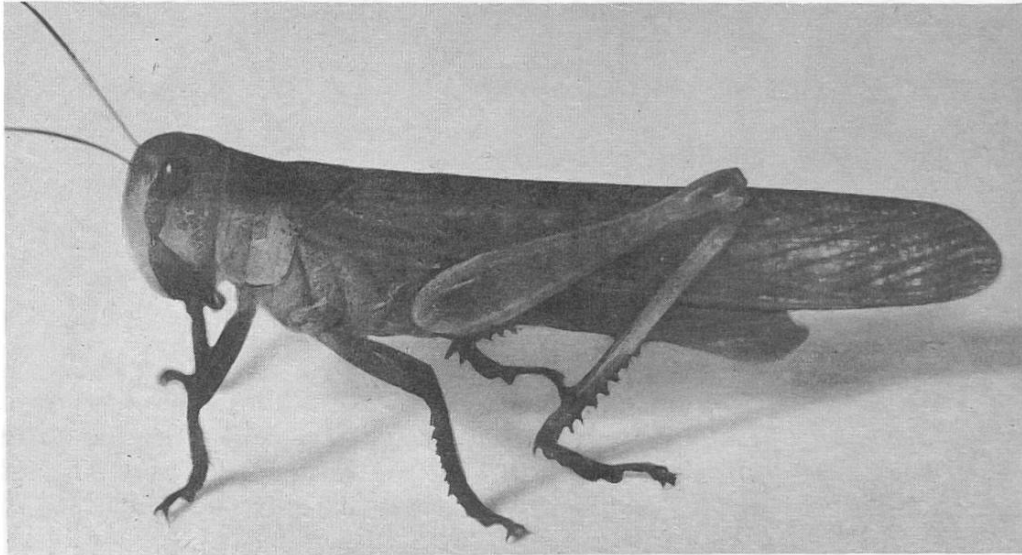


Abb. 3: Gerichtete Einstellung (Taxisstellung)

Der Thorax wird vom Boden abgehoben, die Fühler zeigen nach vorn auf das Weibchen, und die Palpen werden stark bewegt. Der auslösende Faktor bildet stets eine auffällige Bewegung (Lokomotion oder Hinterschenkelbewegungen) des Weibchens; geringere Bewegungen mit den Antennen, Vorder- oder Mittelbeinen, sowie völlig regungslose Weibchen werden nicht beachtet; das Männchen scheint das Weibchen auf optischem Weg als solches zu erkennen, wobei die Frage nach dem Weibchenschema (unterschiedliche Färbung?) aber noch einer Lösung bedarf.

Das Männchen schleicht nun - in der Körperhaltung der gerichteten Einstellung - auf das Weibchen zu, wobei es hin und wieder stehen bleibt und einige lautlose Hinterschenkelbewegungen (aa; vgl. Abb. 1 und 7) ausführt (fak.). War die erste auslösende Bewegung des Weibchens stark genug oder erwiedert ein paarungsbereites Weibchen die Aktionen des Männchens mit Hinwenden und stummen Hinterschenkel-Bewegungen, so setzt das Männchen nach kurzem Verharren in Taxisstellung (fak.) das Anschleichen fort; vor dem Weibchen kommt es gelegentlich zu Schenkelreissen (sr.: Abb. 2) und Hinundherbewegen des Vorderkörpers (Fixierbewegungen, fi).

Nicht-paarungsbereite Weibchen entziehen sich jeglicher Annäherung durch Flucht oder zeigen zumindest deutliche Abwehrreaktionen, wie Vorziehen der Knie (kv: Abb. 4) und Anheben der Hinterschenkel mit halbabgespreizten Tibien (Tibienausschleudern; ts: Abb. 5).

Das paarungsbereite Weibchen hingegen kommt dem Männchen zuweilen entgegen und quittiert dessen Annäherung mit lautlosen Bewegungen der Hinterextremitäten. Stehen sich beide Tiere unmittelbar gegenüber, betasten sie gegenseitig ihre Fühler (fb, fak.), und das paarungsbereite Weibchen legt seine leicht seitlich abgespreizten Hinterschenkel auf den Boden (ss). Vor dem Aufsprung trippelt das Männchen einige Male mit den Hinterbeinen (tp: Fussfassen vor dem Absprung) und hebt ein Vorderbein



leicht an (fakt.).

Das Paarungsverhalten bis zum Aufsprung kann aber auch einen ganz anderen Verlauf nehmen: Zweilen springt das Männchen ohne weitere Vorbereitungen nach der Einstellung auf das Weibchen, was besonders bei karenten Männchen häufig anzutreffen ist! Auch ein Hinkriechen des Männchens zu einem regungslosen Weibchen ohne genaue und typische Taxis-einstellung kommt vor; in diesem Fall erfolgt aber kein Aufsprung, sondern das Männchen steigt auf das Weibchen hinauf; meistens bewegt sich dann das gestörte Weibchen, worauf das Männchen schlagartig die typische gerichtete Einstellung einnimmt (Optisches Weibchenschema?).

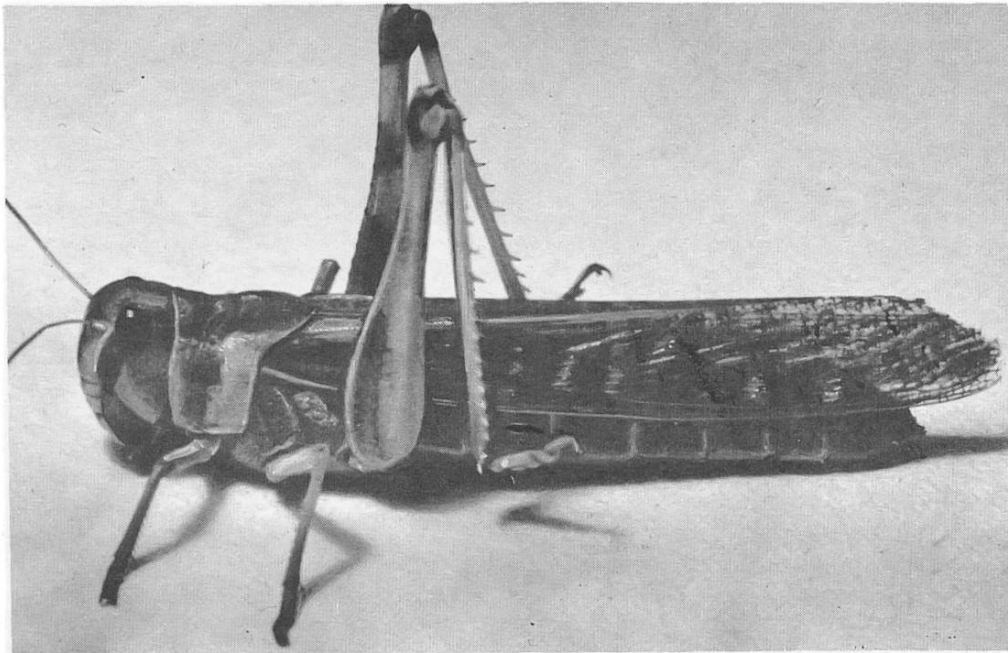


Abb. 4: Knievorziehen

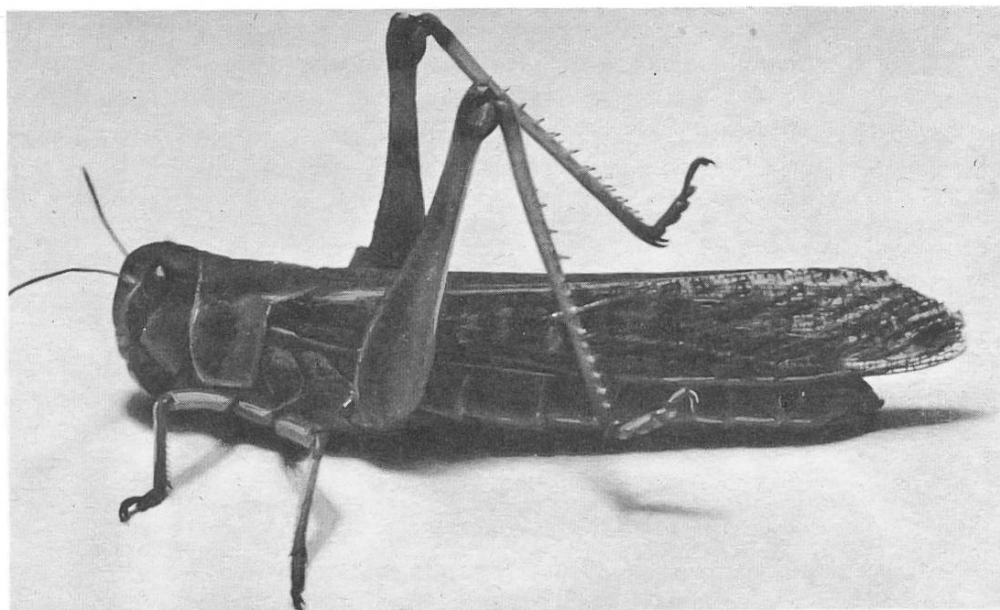


Abb. 5: Tibienausschleudern

Erfolgte nun der Aufsprung auf ein nicht-paarungsbereites Weibchen, so versucht dieses - mit wechselndem Erfolg - , den unliebsamen Aufdringling durch entsprechende Bewegungen mit den Hintertibien wegzuschleudern; auf jeden Fall verhindert es durch seitliches Hinlegen (sl) ein Umdrehen des Männchens (Aufsprung in der Regel von vorn) und damit die Möglichkeit einer Kopulation. Das seitliche Hinlegen erfolgt aber ebenfalls, wenn das Männchen bereits - etwa durch den Aufsprung von hinten - die richtige Stellung eingenommen hat!

Nach dem Aufsprung auf ein paarungsbereites Weibchen, der - durch das Hinwenden des Weibchens zum Männchen - meist von vorn erfolgt, pendelt das Männchen sein Abdomen hin und her (ap); diese Bewegungen deuten auf eine Kontaktsuche mit dem weiblichen Geschlechtsapparat hin. Dann dreht sich das Männchen um, so dass die Köpfe der beiden Tiere gleichgerichtet sind und senkt - die Fühler nach unten gerichtet - das Abdomen seitlich soweit s-förmig rechts oder links abwärts, bis es unter das weibliche Abdomen zu liegen kommt und versucht nun zu kopulieren. Gelingt dies nicht, so versucht es, von der anderen Seite her ans Ziel zu kommen. Ein neuer Anlauf erfolgt meist auf eine Bewegung des Weibchens oder eine andere Störung hin; das Männchen rückt dabei am Thorax des Weibchens hin und her, hebt die Vorderbeine mehrmals leicht an und betrillert mit gesenkten Fühlern das Pronotum des Weibchens.

#### b) Kopula

Die Kopulation verläuft, falls keine störenden Einflüsse von aussen auftreten, ruhig: Das Männchen sitzt regungslos auf dem Weibchen, die Vorder-tarsen am vorderen Unterrand des weiblichen Pronotums, die Mitteltarsen am Mesothorax nahe der Basis der Mittelbeine; die Hinterbeine sind völlig frei und werden zuweilen etwas angehoben; sie können zur Stridulation verwendet werden (Abb. 6). Die sonst sehr schreckhaften Tiere sind während der Kopulation gegen Störungen ziemlich unempfindlich; sie zeigen weder eine Fluchtreaktion, noch wird das Kopulationsorgan gelöst. Lokomotionen des Weibchens und insbesondere Annäherungen anderer Tiere werden mit lautlosen Hinterschenkelbewegungen und Hinundherrücken auf dem Thorax des Weibchens, jede länger andauernde Störung wird mit lauthafter Stridulation beantwortet. Die Weibchen machen einen lethargischen Eindruck, können aber umherkriechen, fressen und koten! Die durchschnittliche Dauer der Kopulation beträgt etwa fünf Stunden; sie ist von der psychischen Gesamtverfassung der Tiere und dem Auftreten verschiedener Umwelteinflüsse (Störung, Fehlen eines geeigneten Eiablageortes u.a.m.) abhängig.

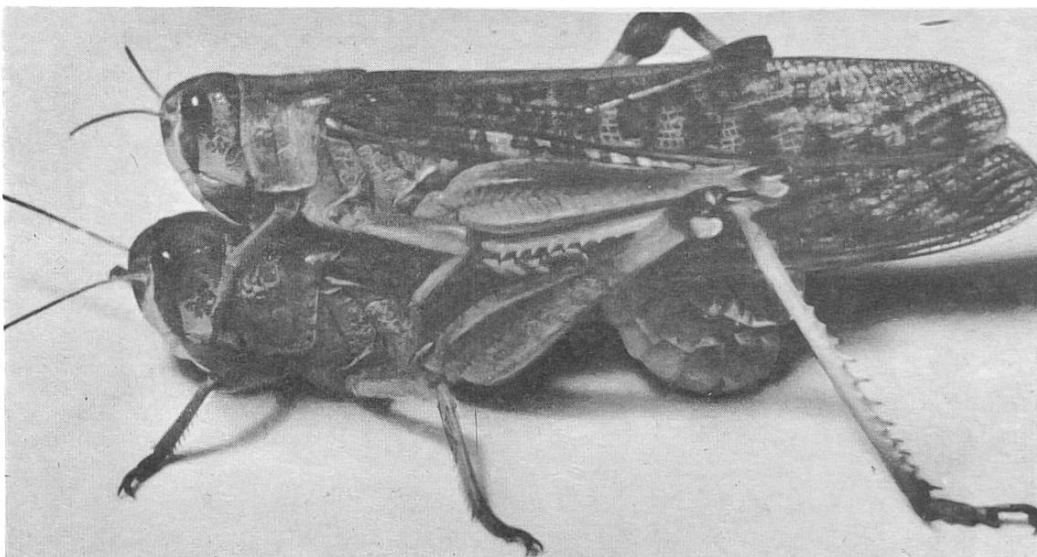
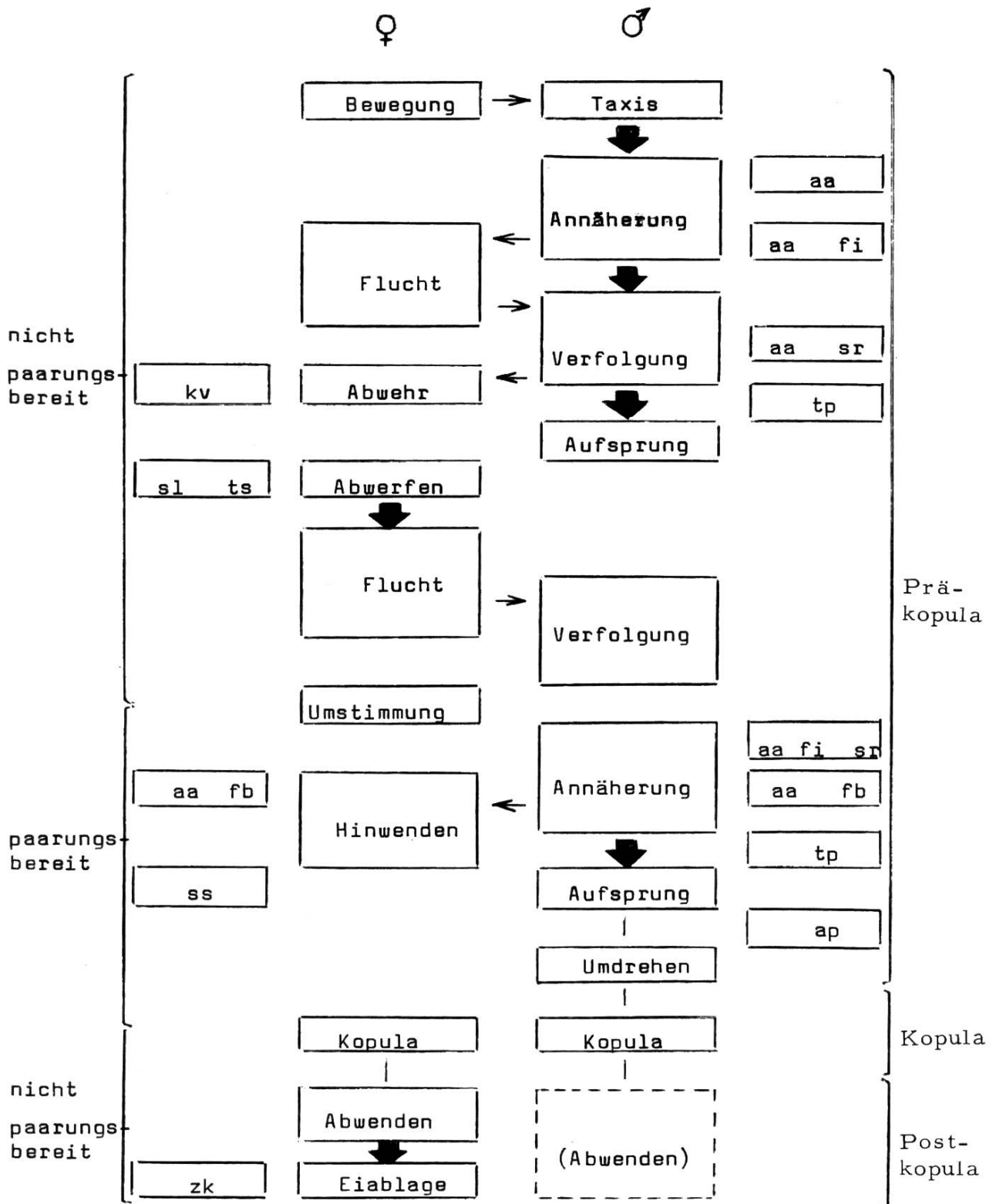


Abb. 6: Kopula

Abb. 7: Darstellung des charakteristischen Paarungsablaufs.



Es bedeutet: ➔ Auslösender Faktor, ⬇ Lokomotion, aa = lautlose Hinterschenkelbewegungen, sr = Schenkelreißen, fi = Fixierbewegungen, kv = Knievorziehen, ts = Tibienausschleudern, fb = Fühlerbetasten, ss = Schenkelspreizen, tp = Trippeln, sl = seitliches Hinlegen, ap = Abdomenpendeln, zk = Zukratzbewegungen.

### c) Postkopulatorisches Verhalten

Nach erfolgter Kopulation bleibt das Männchen oft noch mehrere Stunden auf dem Weibchen sitzen und versucht wieder zu kopulieren, was jedoch nicht gelingt, da das Weibchen bis einige Stunden nach der Eiablage extrem paarungsunwillig ist. Zur Eiablage bohrt das Weibchen mit dem dehnbaren Abdomen 6 - 9 cm tiefe Löcher in den vorzugsweise warmen und mässig feuchten Sanduntergrund. In diese tubusförmigen Löcher werden die Eier in Paketen zu je 50 - 70 Stück, umgeben von einer schaumigen, an der Luft erhärtenden Substanz, abgelegt. Die Periode der Eiablagen dauert durchschnittlich 12 - 20 Tage. Dabei entfallen auf ein Weibchen etwa 2 - 3 Gelege pro Woche. Nach der Eiablage führt das Weibchen einige rudimentäre Zukratzbewegungen (zk, fak.) aus. (s. Abb. 7).

### V. Diskussion der Ergebnisse

- Das Paarungsverhalten der geschlechtsreifen Imago ist vergleichsweise primitiv: Es ist kein ausgeprägtes Paarungsritual vorhanden; die während der Paarung auftretenden Äusserungen sind grösstenteils fakultativ (=fak: Häufigkeit  $\leq 75\%$ ) und auch ausserhalb der Paarungsperiode anzutreffen, was für einen Vertreter der Oedipodinen charakteristisch ist.
- Obwohl beide Geschlechter zur Lauterzeugung befähigt sind, ist die lauthafte Stridulation wenig ausgeprägt; sie ist lediglich Ausdruck einer Störung. Es findet ebenso kein akustisches Anlocken des Weibchens (Werben) statt, wie dies für andere Heuschreckenarten schon beschrieben wurde; auch dies ist für den Oedipodatyp bezeichnend.
- Die lauthafte Stridulation ist ersetzt durch verschiedene Formen von stummen Hinterschenkelbewegungen, die während der Paarungszeit recht häufig zu beobachten sind.
- Der Ablauf des Paarungsgeschehens (Abb. 7) ist weitgehend vom Verhalten des Weibchens und in geringerem Masse auch vom psychischen Gesamtzustand (Stimmung) des Männchens abhängig. Das Verhalten des Weibchens ist durch seine Bereitschaft zur Paarung gekennzeichnet.
- Die Paarungseinleitung wird durch eine auffällige Bewegung des Weibchens ausgelöst. Das Männchen scheint das Weibchen mit dem Gesichtssinn als solches zu erkennen.
- Präkopulatorische Verhaltensformen sind schon vor Erreichen der geschlechtlichen Reife entwickelt. Insbesondere das Aufspringen von Männchen auf andere Tiere (Männchen und Weibchen) ist häufig zu beobachten (Ueben des Aufspringens, Distanzenschätzen; Weibchenschema offensichtlich noch nicht voll entwickelt).

VI. Literatur

1. HARZ, K. 1960 Geradflügler oder Orthopteren, 160-162, Jena.
2. JACOBS, W. 1953 Verhaltensbiologische Studien an Feldheuschrecken in: Beiheft 1 zur Zeitschrift für Tierpsychologie, 38-42, 88, 163-207, München.
3. LAUB-DROST, I. 1959 Verhaltensbiologie, bes. Ausdrucksäusserungen (einschliesslich Lautäusserungen) einiger Wanderheuschrecken und anderer Orthopteren, in: Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, 11-12, Stuttgart.
4. TUXEN, S.L. 1957 Insektenstimmen (Insekt-Stemmer), 17-18, 52-53, Berlin-Heidelberg.

Adresse des Verfassers:

Urs P. Oberlin  
Postfach 374  
4001 B a s e l