

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM
Wissenschaftlicher Film C 1143/1974

**Kampf, Paarung und Brutfürsorge
bei Geißelskorpionen (Uropygi)**

Begleitveröffentlichung von

Prof. Dr. P. WEYGOLDT, Freiburg i. Br.

Mit 5 Abbildungen

GÖTTINGEN 1975

Kampf, Paarung und Brutfürsorge bei Geißelskorpionen (Uropygi)

P. WEYGOLDT, Freiburg i. Br.

Allgemeine Vorbemerkungen¹

Geißelskorpione (Uropygi) sind eine Ordnung tropischer und subtropischer Arachniden, die entfernt an Skorpione erinnern. Sie unterscheiden sich von ihnen durch eine Reihe von Merkmalen. Am auffälligsten sind die Umwandlung des ersten Beinpaares zu Fühlerbeinen und der Besitz einer vielgliedrigen Geißel (Schwanzfaden) anstelle des Giftstachels. Außerdem haben die Palpen mehr den Charakter von Fang- oder Raubwerkzeugen, deren Schere wenig auffällig ist.

Die meisten Arten leben in feuchten Biotopen, Regenwäldern, Höhlen u. ä. Nur der nordamerikanische *Mastigoproctus giganteus* kommt auch in Wüsten und Halbwüsten vor. Alle Arten sind nachts und nur in der Regenzeit aktiv. Tagsüber — während der Trockenzeit monatelang auch nachts — verbergen sie sich in selbstgegrabenen Höhlen.

Nachts wandern die Tiere langsam auf der Oberfläche des Bodens umher, nach Beute oder einem Geschlechtspartner suchend. Dabei sind sie nicht sehr schnell oder geschickt; sie können fast gar nicht klettern. Feinden gegenüber verteidigen sie sich durch Verspritzen einer hochkonzentrierten Mischung aus Essigsäure, Caprylsäure und Wasser.

Über die Biologie der Geißelskorpione in ihrem natürlichen Lebensraum ist wenig bekannt. An im Laboratorium gehaltenen Tieren der neotropischen Arten *Mastigoproctus brasiliensis* aus Brasilien und *M. giganteus* aus Florida konnten wir das Verhalten bei Begegnungen zweier Männchen und die merkwürdig komplizierte Paarung filmen und neuerdings auch Eiablage, Brutpflege und Häutungen beobachten und so Aufschlüsse über den Lebenszyklus dieser Arten gewinnen. Der vorliegende Film zeigt das Verhalten bei Begegnungen zweier Männchen (Kampf) und die Paarung von *M. brasiliensis* sowie ein Weibchen von *M. giganteus* mit Praenymphen in seiner Bruthöhle.

¹ Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 16 u. 17. — Haltung und Zucht der Tiere wurde ermöglicht durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Geschlechtsdimorphismus

Die Männchen von *Mastigoproctus* sind vor allem an den stark verlängerten Palpen zu erkennen, die bei *M. brasilianus* in einer mächtigen Schere enden (Abb. 1).



Abb. 1. Das Männchen von *Mastigoproctus brasilianus* mit den mächtig entwickelten Palpen (aus WEYGOLDT [10])

Begegnung zweier Männchen (Kampf)

Wenn sich zwei Männchen begegnen, betasten sie einander mit den Fühlerbeinen und zittern erregt mit der Geißel. Dann weichen sie einander aus oder öffnen drohend ihre Palpen, gehen gegeneinander vor, und jedes versucht, den Gegner mit den Palpschere zu fassen und hin und her zu schieben und zu stoßen. Manchmal bleibt ein Tier stehen und zuckt mit dem ganzen Körper vor und zurück, ohne den anderen anzugreifen. Schließlich lassen die Tiere wieder voneinander, wenden sich ab und gehen weg.

Wenn hier auch nicht so formalisierte Verhaltensweisen zu beobachten sind wie bei den Kommentkämpfen der Geißelspinnen (WEYGOLDT [6], [11], [13]), so kann man doch dieses Verhalten auch als Kommentkampf beschreiben, denn niemals versucht ein Tier, ein anderes von den Seiten oder von hinten anzugreifen, sondern die Tiere gehen erst dann gegeneinander vor, wenn sie Front an Front einander gegenüberstehen. Zu Verletzungen kommt es dabei kaum.

Die Paarung

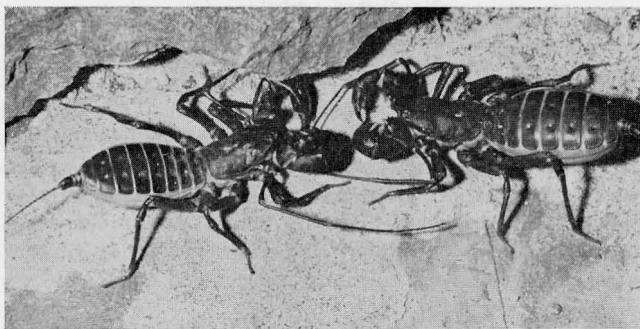
Die Paarung ist bei den beiden Arten von *Mastigoproctus* fast gleich (vgl. WEGOLDT [9]). Wenn ein Männchen einem Weibchen begegnet, betastet es dieses mit den Fühlerbeinen und hält es irgendwo fest. Mit seinen Palpenscheren versucht es, die Fühlerbeine des Weibchens zu ergreifen und deren Spitzen zwischen seine Cheliceren zu führen (Abb. 2a). Das Weibchen kann zunächst durch zuckende Bewegungen des Körpers und heftiges Wedeln mit der Geißel das Männchen daran hindern, doch beruhigt es sich bald und erlaubt dem Männchen, seine Fühlerbeine zu ergreifen.

Im Verlauf der weiteren Balz betastet das Männchen gelegentlich intensiv den Körper des Weibchens. Während der meisten Zeit bearbeitet es die Fühlerbeinspitzen mit den Cheliceren. Nach etwa einer Stunde läßt es mit den Palpen die Fühlerbeine des Weibchens los, behält aber deren Spitzen weiter in den Cheliceren, und dreht sich so um, daß das Weibchen den Hinterleib des Männchens von unten umklammern kann. In dieser Haltung läuft das Paar solange umher (Paarungsmarsch), bis es ein Versteck gefunden hat, wo dann das Männchen mit der Bildung der Spermatophore beginnt. Dieser Vorgang dauert fast drei Stunden.

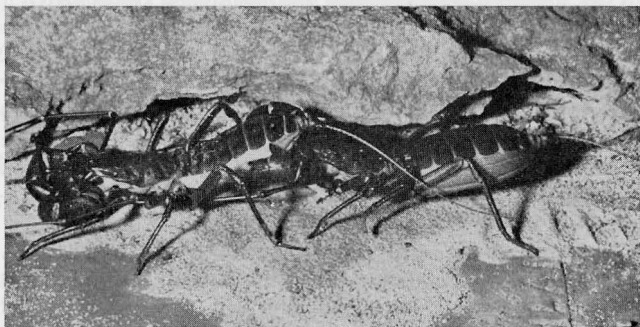
Wenn die Spermatophore fertig gebildet ist (Abb. 2b), geht das Männchen vor und zieht das Weibchen nach. Das Weibchen ergreift mit seiner Geschlechtsöffnung die Samenpakete und läßt dann das Männchen los (Abb. 2c). Dieses dreht sich wieder um, steigt über das Vorderende des Weibchens und umgreift seinen Hinterleib von oben (Abb. 2d). Dann stopft es mit den Palpenscheren die Samenpakete in die weibliche Geschlechtsöffnung. Wenn nur noch die Enden der beiden Samenpakete hervorschauen, zieht das Männchen diese abwechselnd zur Seite und schiebt sie wieder zusammen (Abb. 2e). Durch diese Manipulationen werden die Samenpakete vermutlich entleert (s. u.). Dieser Vorgang dauert noch einmal eine bis zwei Stunden. Schließlich beginnt das Weibchen heftig mit dem Körper zu zucken, und das Männchen läßt langsam los und entfernt sich.

Die Spermatophore

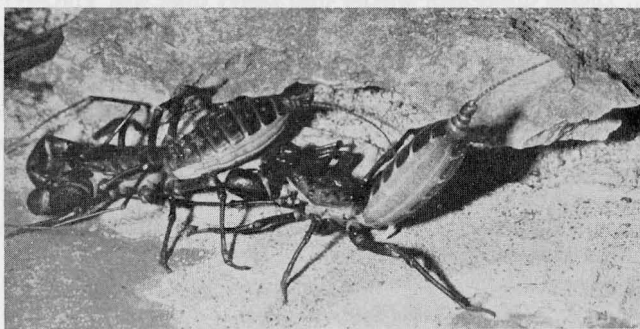
Die Spermatophore besteht aus einer unpaaren, häutigen Basis und zwei großen Samenpaketen. Jedes Samenpaket enthält ein geräumiges Samenreservoir, dessen Ausführgang an der Spitze mündet. Apikal ist das Samenpaket gespalten in die Spitze und einen diese ganz (*M. giganteus*) oder halb umgebenden Konduktor (Abb. 3). Die Samenpakete können aus der Basis herausgerissen werden. Manchmal löst sich die Basis aber vom Substrat. Dann wird sie beim Einführen der Samenpakete nach hinten geschoben und bleibt zwischen deren Enden außen vor der Geschlechtsöffnung hängen. So sieht man es auch im Film.



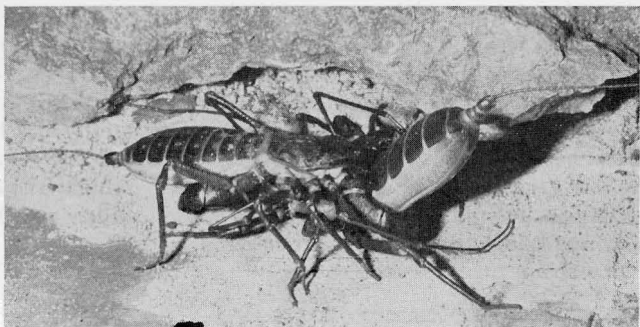
a



b



c



d

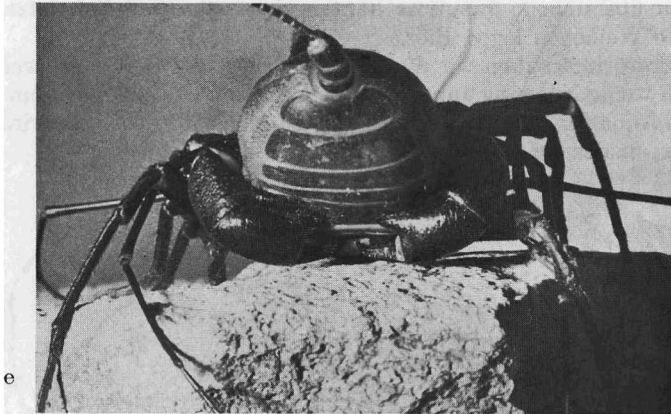


Abb. 2a—e. Die Paarung bei *Mastigoproctus giganteus* (aus WEYGOLDT [10]). a: Das Männchen hat die Fühlerbeine des Weibchens ergriffen. b: Das Männchen zieht das Weibchen über die Spermatophore, die unter dem Vorderende des Weibchens erkennbar ist. c: Das Weibchen nimmt die Samenpakete. d u. e: Das Männchen stößt die Samenpakete in die Geschlechtsöffnung des Weibchens

Die Spermatophore steht so, daß die Spitzen der Samenpakete nach hinten zeigen. Die Geschlechtsöffnung des Weibchens ist ein breiter Spalt hinter dem Genitaloperculum. Von hier aus erstreckt sich das Genitalatrium cranial. Vorn, neben der Mündung des Uterus, liegen die zwei Receptacula seminis (Abb. 4). Damit die Samenpakete mit ihren Spitzen in die Receptacula eingeführt werden können, müssen sie also zunächst einmal gedreht werden (Abb. 5). Das geschieht in zwei Etappen. Zuerst drückt das Weibchen die Samenpakete gegen den Untergrund. Infolge ihrer eigentümlichen Biegung und Gestalt weichen die Enden schon dabei so weit auseinander, daß sie schließlich seitwärts aus der Genitalspalte ragen. Danach werden sie vom Männchen weiter in die Geschlechtsöffnung geschoben und ordnen sich dabei parallel zur Längsachse des Weibchens an.

Nach der Paarung werden die Samenpakete durch Krümmungen des Hinterleibs vom Weibchen wieder aus der Geschlechtsöffnung gestoßen und fallen gelassen.

Eiablage und Brutfürsorge

Nach einigen Wochen oder Monaten, im Freien wohl am Ende der Regenzeit oder des Sommers, graben sich die inzwischen vollgefressenen Tiere ein, um die Trockenzeit in einer geräumigen Höhle unter der Erdober-

fläche zu überstehen. Jungtiere häuten sich wahrscheinlich jetzt, und begattete Weibchen legen Eier.

Im Laboratorium haben wir die Tiere am Ende des Sommers, wenn sie nur noch wenig Nahrung annehmen, in ein schmales, mit feuchtem Sand gefülltes Aquarium gesetzt. Hier gruben sie sich sofort eine unterirdische Kammer, in der sie beobachtet werden konnten.

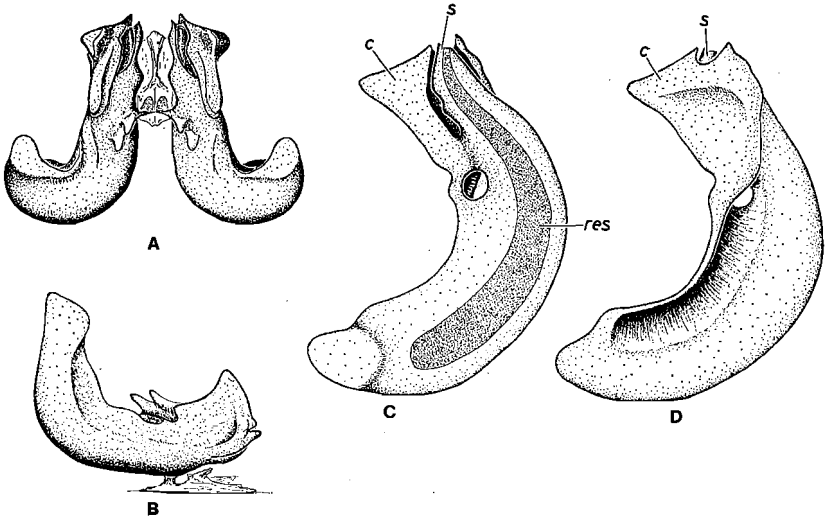


Abb. 3. Die Spermatophore von *Mastigoproctus brasiliensis* (aus WEYGOLDT [9]); A: die Spermatophore von oben; B: die Spermatophore von der Seite; C: das linke Samenpaket von oben; D: das rechte Samenpaket von unten
c: Conductor; res: Samenreservoir; s: Spitze des Samenpaketes

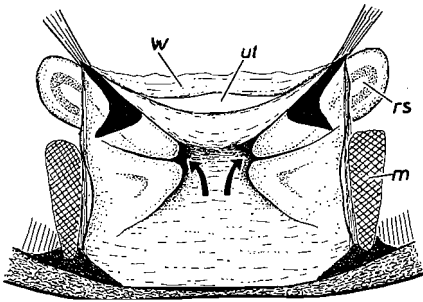


Abb. 4. Blick auf die Innenfläche des Genitalvorhofes am herauspräparierten Genitaloperculum von *Mastigoproctus brasiliensis* (aus WEYGOLDT [9])
m: Dorsoventralmuskel; rs: Receptaculum seminis; ut: Uterus; w: Wand des Genitalatrium. Die Pfeile deuten auf die Eingänge der Receptacula seminis

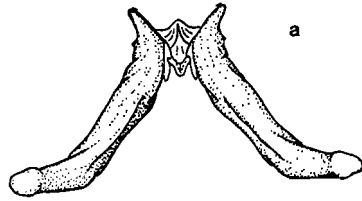
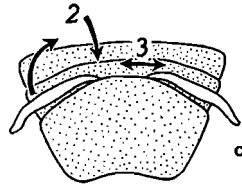
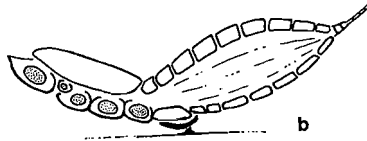


Abb. 5. Die Aufnahme der Samenpakete bei *Mastigoproctus giganteus* (aus WEYGOLDT [8]). a: Die Spermatophore von oben; b: (schematisch) das Weibchen bei der Abnahme der Samenpakete. Die Enden der Samenpakete werden heruntergedrückt. Dadurch bewegen sie sich gleichzeitig nach außen, und die Spitzen werden angehoben; c: Genitalregion des Weibchens mit eben abgenommenen Samenpaketen. Die Pfeile deuten an, wie die Samenpakete erst nach hinten gedreht, dann in die Geschlechtsöffnung gestoßen und schließlich darin hin und her bewegt werden



Viermal wurde bisher eine Eiablage bei *M. giganteus* beobachtet. Sie fand jedesmal 4—6 Monate nach dem Eingraben und nach der letzten Nahrungsaufnahme statt und fällt im Freien wahrscheinlich in den Beginn der Aktivitätsperiode oder das Ende der Trockenzeit. Das Weibchen von *M. giganteus* legt sich zur Eiablage in seiner Höhle auf den Rücken. Aus seiner Geschlechtsöffnung tritt zunächst eine zähe, weißliche Sekretmasse aus, die über der Geschlechtsöffnung liegen bleibt und in die 40—60 große, weißliche Eier von 4—5 mm Durchmesser gelegt werden. Das die Eier umgebende Sekret erhärtet dann zu einem zarten Brutsack, der an der Geschlechtsöffnung hängen bleibt. Nach der Eiablage stellt sich das Weibchen wieder auf seine Beine und hält sein Opisthosoma steil nach oben abgewinkelt. So wird verhindert, daß der große Brutsack am Boden aufgescheuert wird.

Vier Wochen später (bei 25—26° C) schlüpfen, mit einer gleichzeitigen Häutung und noch immer innerhalb der unterirdischen Brutkammer, die Praenymphen. Das sind weißliche, unfertige und unbeholfene Tierchen, die sofort ihrer Mutter auf den Rücken klettern und sich mit saugnapfartigen Haftorganen an den Spitzen aller Beine, auch der späteren Fühlerbeine, dort festhalten. Sie werden bald bewegungsunfähig.

In diesem Zustand konnte das Weibchen ausgegraben, in eine künstliche Höhle übertragen und gefilmt werden, ohne daß es seine Brut verließ.

Vier Wochen nach dem Schlüpfen häuten sich die Praenymphen zu Protonymphen, die sofort von ihrer Mutter herabsteigen. Zwei bis drei Wochen später sind sie ausgefärbt, ihre Cuticula ist erhärtet, und sie beginnen selbst Nahrung aufzunehmen. Im Freien gräbt das Weibchen wahrscheinlich jetzt einen Gang zur Erdoberfläche, öffnet die Brutkammer und sucht wieder nach Beute. Die jungen Protonymphen beteiligen sich zunächst noch an den Mahlzeiten der Mutter, später verteilen sie sich. Wenn man sie nicht rechtzeitig trennt, fressen sie sich gegenseitig auf.

Ein Weibchen hat bei mir zweimal Eier gelegt. Nach der ersten erfolgreichen Brut paarte es sich wieder, grub sich später erneut ein und produzierte fast genau ein Jahr später das zweite Gelege.

Die jungen Protonymphen häuten sich noch viermal und sind erst nach 3—4 Jahren erwachsen und geschlechtsreif.

Vergleich mit anderen Arten

KLINGEL [1] hat die Paarung von dem ostasiatischen Geißelskorpion *Thelyphonus caudatus* beobachtet. Balz und Spermatophorenübertragung sind ganz ähnlich wie bei *Mastigoproctus*, aber das Weibchen nimmt die Spermien offenbar ohne die merkwürdige Hilfe des Männchens auf. Ähnlich erfolgt auch die Paarung bei der anderen Unterordnung der Geißelskorpione, bei den winzigen Schizomida (STURM [4]). Nur umklammert hier das Weibchen beim Paarungsmarsch nicht den Hinterleib des Männchens, sondern dessen umgestalteten Schwanzfaden. Charakteristisch für Geißelskorpione und Geißelspinnen (Amblypygi) ist, daß bei der Spermatophorenbildung das Weibchen hinter dem Männchen steht, während bei den Skorpionen (WEYGOLDT [6]—[18]) die Partner einander gegenüberstehen.

Das hier geschilderte Brutfürsorge-Verhalten ist wahrscheinlich bei anderen Geißelskorpionen ähnlich (KLINGEL [2]), sogar bei den kleinen Schizomida sind vergleichbare Verhältnisse beobachtet worden (ROWLAND [3]).

Zur Entstehung des Films

Mastigoproctus brasilianus C. L. Koch wurde im November 1970 in den Küstenurwäldern nördlich vom Rio Doce im brasilianischen Bundesstaat Espirito Santo gesammelt und lebend nach Freiburg gebracht. Hier wurden die Tiere einzeln in flachen Kulturschalen auf Sand gehalten und mit Schaben gefüttert. Wichtig sind ein Versteck aus Kiefernrinde und eine Trinkwasserschale.

Für Paarungsbeobachtungen und zum Filmen werden ein Männchen und ein Weibchen nachts bei Rotlicht in ein größeres, mit flachen Steinen

ausgelegtes Beobachtungsgefäß gesetzt. Meist beginnt die Balz dann sofort. Die Beobachtung wird dadurch erleichtert, daß die Tiere, wenn sie einmal intensiv balzen, sich kaum stören lassen und nach der Spermatophorenbildung, also bei der Entleerung der Samenpakete, sogar hin- und hergeschoben werden können, ohne daß die Paarung abgebrochen wird. Bei Licht paaren sich die Tiere allerdings nicht.

Gefilmt wurde deshalb mit Elektronenblitz-Beleuchtung. Selbst diese stört, zumindest bei den Anfangsphasen der Balz, deutlich. Aus diesem Grund und um ein Umherwandern in den für das Filmen ungünstigen Ecken des Beobachtungsgefäßes zu vermeiden, wurde den Tieren erlaubt, in einem Versteck aus Kiefernrinde zu balzen. Es wurden hier nur kurze Einstellungen aufgenommen, während derer das Verdeck des Versteckes abgenommen wurde. Während der Spermatophorenbildung konnte das Versteck ganz weggeräumt werden; die Tiere ließen sich danach nicht mehr stören.

Das Weibchen von *Mastigoproctus giganteus* Lucas wurde im August 1968 in Miami, Florida, USA als Protonymphe, zusammen mit einigen anderen Tieren, gesammelt und im Laboratorium aufgezogen. Die Aufnahmen zeigen das Weibchen, das zweimal Eier legte, mit seiner ersten Brut im Juni 1972.

Erläuterungen zum Film¹

Geißelskorpione sind eine nur wenige Arten umfassende Ordnung tropischer und subtropischer Arachniden. Ihre Palpen sind starke scherenartige Fangwerkzeuge. Das erste Beinpaar ist verlängert und zu Fühlerbeinen umgestaltet. Am Ende des Körpers tragen sie einen vielgliedrigen Anhang, die Geißel.

Hier sehen wir ein Weibchen von *Mastigoproctus brasilianus* aus den Küstenurwäldern von Espirito Santo in Brasilien. Das Tier ist ohne Geißel 5 cm lang.

Die Männchen haben längere und kräftigere Palpen. Bei nächtlichen Begegnungen zweier Männchen kann es zu kampftartigen Auseinandersetzungen kommen. Die Gegner packen sich gegenseitig an den Palpen und versuchen, einander hin und herzuschieben und zu zerren. Zu Verletzungen kommt es dabei nur selten. An der Basis der Geißel münden zwei Drüsen, die hochprozentige Essigsäure sezernieren. Diese kann zur Abwehr weit verspritzt werden. Im innerartlichen Kampf jedoch wird diese Substanz kaum angewandt.

Geißelskorpione sind nachtaktive Tiere und verbergen sich tagsüber unter alten Holzstämmen. Die Aufnahmen entstanden im Labor bei Blitzlicht-Beleuchtung, da die Tiere auf Dauerlicht mit Flucht reagieren.

Bei Erregung zittern die Tiere heftig mit der Geißel.

Schließlich gibt eines der Tiere den Kampf auf und zieht sich zurück.

¹ Wortlaut des gesprochenen Kommentars.

Hier ist ein Weibchen von *Mastigoproctus brasiliensis* — von rechts kommend — auf ein Männchen gestoßen. Erregt zuckt es mit dem Körper und schlägt mit der Geißel.

Das Männchen packt das Weibchen an den Palpenscheren und betrillert es mit den Fühlerbeinen.

Dann versucht es, die Fühlerbeine des Weibchens zu ergreifen und ihre Spitzen zwischen die Cheliceren zu führen.

Versahentlich hat das Männchen das rechte vordere Laufbein des Weibchens ergriffen, doch gleich faßt es das linke Fühlerbein und führt es an die Cheliceren.

Die Spitzen der Fühlerbeine werden dann längere Zeit mit den sich alternierend bewegenden Cheliceren bearbeitet.

Zwischendurch wird das Weibchen immer wieder betrillert.

Zuweilen verliert das Männchen ein Fühlerbein seiner Partnerin und greift erneut danach.

Eine bis zwei Stunden nach Beginn der Balz dreht sich das Männchen so um, daß das Weibchen seinen Hinterleib von unten umfassen kann. Es hält die Fühlerbeine seiner Partnerin jetzt nur noch zwischen den Cheliceren.

Jetzt greifen die Palpen des Weibchens nach dem Opisthosoma des Männchens.

In dieser Haltung kann das Paar umherlaufen, bis es einen geeigneten Platz für das Absetzen der Spermatophore gefunden hat.

Von unten sieht man, wie das Männchen die Fühlerbeine des Weibchens zwischen den Cheliceren hält.

Am geeigneten Platz preßt dann das Männchen seine Geschlechtsöffnung gegen den Boden. So verharrt es etwa drei Stunden, um die Spermatophore zu bilden.

Unter der Körpermitte des Männchens wird jetzt die am Boden haftende Spermatophore sichtbar.

Vorsichtig zieht das Männchen seine Partnerin vorwärts; seine Geißel bewegt sich dabei hin und her.

Hochbeinig schreitet das Weibchen über die Spermatophore bis sich seine Geschlechtsöffnung unmittelbar darüber befindet.

Dann drückt es seinen Körper herab und nimmt mit der Geschlechtsöffnung die Spitzen der beiden großen Samenpakete auf.

Sobald die Samenpakete fest verankert sind, löst das Weibchen seine Palpen vom Opisthosoma des Männchens.

Das Männchen dreht sich um, betrillert intensiv seine Partnerin, steigt über ihren Vorderkörper und umgreift ihr hochgehaltenes Opisthosoma.

Deutlich sind jetzt die beiden Samenpakete zu sehen, die noch weit aus der weiblichen Geschlechtsöffnung hervorragen.

Sie werden vom Männchen tief in die weibliche Geschlechtsöffnung und in die beiden Receptacula seminis gestoßen.

Das Männchen zieht mit seinen Palpenscheren die noch aus der Geschlechtsöffnung hervorschauenden Enden der Samenpakete seitwärts auseinander und drückt sie wieder zusammen. Dadurch wird das Sperma aus den Samenpaketen in die Receptacula seminis gedrückt. Dieses Verhalten kann bis zu zwei Stunden dauern.

Zwischen den Samenpaketen sieht man die Basis der Spermatophore, die oft auch am Boden haften bleibt, hier aber vor der Geschlechtsöffnung hängt. Die Bewegungen des Männchens werden zum Schluß langsamer.

Am Ende der Paarung wird das Weibchen unruhig. Es zuckt mit den Fühlerbeinen und der Geißel, ja sogar mit dem ganzen Körper.

Das Männchen löst die Umklammerung, und die Partner trennen sich. Erst einige Stunden später läßt das Weibchen die noch in seiner Geschlechtsöffnung steckenden leeren Samenpakete fallen.

Nach mehreren Wochen, im Freiland wahrscheinlich am Ende der Regenzeit, gräbt sich das Weibchen ein und bleibt, ohne Nahrung aufzunehmen, einige Monate in seiner unterirdischen Kammer. Dort legt es 30 bis 50 Eier, die in einem sezernierten Brutsack an der Geschlechtsöffnung getragen werden.

Hier wurde ein Weibchen der nordamerikanischen Art *Mastigoproctus giganteus* ausgegraben, bei dem die jungen Praenymphen schon geschlüpft und auf ihre Mutter geklettert sind. Die Praenymphen sind fast bewegungsunfähig. Ihre Extremitäten und andere Organe sind noch nicht fertig ausgebildet. Mit saugnapfartigen Haftorganen an den Beinen halten sie sich an der Mutter fest und leben von den im Darm gespeicherten Dottervorräten. Erst nach der nächsten Häutung können sie ein eigenständiges Leben beginnen.

English Version of the Spoken Commentary

Whip-scorpions are an order of tropical and sub-tropical Arachnids comprising only a few species. Their pedipalps are modified to powerful pincers, which they use to catch prey. The first pair of legs is elongated to form antenniform processes. At the rear of the abdomen they have a segmented appendage, the whip.

This specimen is a female *Mastigoproctus brasiliensis* from the coastal jungles of Espirito Santo in Brazil.

Without its whip the animal measures two inches in length.

The males have longer and more powerful pedipalps. Nocturnal encounters between two males often result in ritual fights. The antagonists grasp each other by the palps and try to push and pull one another to and fro. Injuries are only seldom sustained. At the base of the whip the ducts of two glands open, secreting concentrated acetic acid. This can be squirted over a considerable distance at an adversary, but in interspecific fighting the substance is hardly ever used.

Whip-scorpions are nocturnal creatures which hide under old tree trunks during the day. The film sequences were shot in the laboratory with the aid of flash lamps, as the animals flee from permanent bright illumination.

When irritated the scorpions vibrate their whips vigorously.

Finally one of the adversaries gives in and withdraws.

Here a female *Mastigoproctus brasiliensis*, coming from the right, encounters a male. She jerks her body excitedly and lashes her whip.

The male grasps the female by the pincers and taps her with his antenniform legs.

Then he attempts to grasp the antenniform legs of the female and draw their tips through his chelicerae.

By mistake the male had grasped the right frontal walking leg of the female; but then he quickly takes the left antenniform leg and draws it towards the chelicerae.

The tips of the antenniform legs are then manipulated for some time by the chelicerae.

At intervals the female is again tapped.

Sometimes the male loses hold of one of his partner's antenniform legs and has to grasp it again.

One to one and a half hours after onset of courtship, the male turns around so that the female can embrace the rear abdomen from beneath. He retains the antenniform legs of his partner in his chelicerae.

Now the female's palps reach out to grasp the opisthosoma of the male.

In this attitude the pair can move about in search of a suitable place to deposit the spermatophore.

From beneath, it can clearly be seen how the male holds the female's antenniform legs in his chelicerae.

When a suitable location has been found, the male presses his genital aperture to the ground. He remains thus for about three hours in order to form the spermatophore.

Under the medial part of the male's body the spermatophore can now be seen attached to the ground.

The male cautiously pulls his partner forwards. Meanwhile he moves his whip to and fro.

With legs extended the female now walks over the spermatophore until her genital aperture is directly above it.

Then she lowers her body on to it and receives the tips of the large sperm packages into her aperture.

As soon as the sperm packages are firmly grasped, the female releases her palps from the opisthosoma of the male.

The male turns round, tapping his partner vigorously, steps over the female's prosoma, and embraces her elevated opisthosoma.

The two sperm packages can now be seen clearly, still projecting far out of the female's genital aperture.

The male pushes them deep into the female genital aperture and into the two receptacula seminis.

The male uses his pincers to draw aside the ends of the sperm packages still projecting from the genital aperture, and then presses them together again. In this way the sperm is pressed out of the packages into the receptacula seminis. This procedure takes anything up to two hours.

Between the sperm packages can be seen the base of the spermatophore, which also often adheres to the ground but in this case remains hanging from the genital aperture. The male's movements slow down towards the end of mating.

At the end of mating the female becomes restless. She jerks her antenniform legs and her whip and even her whole body.

The male releases his grip and the partners separate.

Later the female drops the empty sperm packages which are still protruding from her genital aperture.

After several weeks, in freedom probably at the end of the rainy season, the female digs a burrow and remains for several months in her subterranean chamber without ingesting any food. There she lays some 30 to 50 eggs, which are carried in a brood sack secreted from and borne at the genital aperture.

A female of the North American species *Mastigoproctus giganteus* has been dug up after the young prenymphs have hatched out and climbed on to the mother's body. The prenymphs are scarcely mobile; their appendages and other organs are not yet fully formed. With the aid of sucker-like prehensile organs on their legs they cling to the mother and live off the yolk stored in their gut. They can only begin an independent existence after the next moult.

Literatur und Filmveröffentlichungen

- [1] KLINGEL, H.: Paarungsverhalten bei Pedipalpen (*Thelyphonus caudatus* L., *Holopeltidia*, *Uropygi*, und *Sarax sarawakensis* SIMON, *Charoninae*, *Amblypygi*). Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1962 (1963), 452—459.
- [2] KLINGEL, H.: Mating and maternal behaviour in *Thelyphonus caudatus* L. (*Pedipalpi*, *Holopeltidia*, *Uropygi*). Treubia, Bogor, 26 (1963), 65—69.
- [3] ROWLAND, J. M.: The brooding habits and early development of *Trithyreus pentapeltis* (COOK), (*Arachnida*: *Schizomida*). Ent. News 83 (1972), 69—74.
- [4] STURM, H.: Indirekte Spermatophorenübertragung bei dem Geißelskorpion *Trithyreus sturmi* KRAUS (*Schizomidae*, *Pedipalpi*). Naturwissenschaften 6 (1958), 142—143.
- [5] STURM, H.: Zur Ethologie von *Trithyreus sturmi* KRAUS (*Arachnida*, *Pedipalpi*, *Schizopeltidia*). Z. Tierpsychol. 33 (1973), 113—140.
- [6] WEYGOLDT, P.: Beobachtungen zur Fortpflanzungsbiologie und zum Verhalten der Geißelspinne *Tarantula marginemaculata* C. L. KOCH (*Chelicerata*, *Amblypygi*). Z. Morph. Tiere 64 (1969), 338—360.
- [7] WEYGOLDT, P.: Courtship behavior and sperm transfer in the giant whip scorpion, *Mastigoproctus giganteus* (LUCAS) (*Uropygi*, *Thelyphonidae*). Behavior, Leiden 36 (1970), 1—8.
- [8] WEYGOLDT, P.: Notes on the life history and reproductive biology of the giant whip scorpion, *Mastigoproctus giganteus* (*Uropygi*, *Thelyphonidae*) from Florida. J. Zool. Lond. 164 (1971), 137—147.
- [9] WEYGOLDT, P.: Spermatophorenbau und Samenübertragung bei *Uropygen* (*Mastigoproctus brasiliensis* C. L. KOCH) und *Amblypygen* (*Charinus brasiliensis* WEYGOLDT und *Admetus pumilio* C. L. KOCH), (*Chelicerata*, *Arachnida*). Z. Morph. Tiere 71, 1972.
- [10] WEYGOLDT, P.: Geißelskorpione und Geißelspinnen (*Uropygi* und *Amblypygi*). Z. Kölner Zoo 15 (1972), 95—107.
- [11] WEYGOLDT, P.: *Admetus pumilio* (*Tarantulidae*) — Kampfverhalten. Film E 1859 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1972.

- [12] WEYGOLDT, P.: *Admetus pumilio* (Tarantulidae) — Paarungsverhalten. Film E 1860 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1972.
- [13] WEYGOLDT, P.: *Charinus brasilianus* (Charontidae) — Kampfverhalten. Film E 1861 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1972.
- [14] WEYGOLDT, P.: *Charinus brasilianus* (Charontidae) — Paarungsverhalten. Film E 1862 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1972.
- [15] WEYGOLDT, P.: *Tarantula marginemaculata* (Tarantulidae) — Paarungsverhalten. Film E 1863 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1972.
- [16] WEYGOLDT, P.: *Euscorpius italicus* (Chaectidae) — Paarungsverhalten. Film E 1914 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1973.
- [17] WEYGOLDT, P.: Beutefang, Kampf- und Paarungsverhalten bei Geißelspinnen (Amblypygi). Film C 1104 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1973.
- [18] WEYGOLDT, P.: *Mastigoproctus brasilianus* (Uropygi) — Balz und Spermaübertragung. Film E 1915 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1973.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. P. WEYGOLDT, Biologisches Institut I (Zoologie) der Albert-Ludwigs-Universität, D-7800 Freiburg i. Br., Katharinenstr. 20.

Angaben zum Film

Der Film wurde 1974 veröffentlicht und ist für die Verwendung im Hochschulunterricht bestimmt. Tonfilm, 16 mm, farbig, 119 m, 11 min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden im Jahre 1971. Veröffentlichung aus dem Biologischen Institut I (Zoologie) der Universität Freiburg, Prof. Dr. P. WEYGOLDT, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. G. LOTZ; Aufnahme: R. DRÖSCHER.

Inhalt des Films

Der Film zeigt das kampffähliche Verhalten zweier Männchen und die Paarung von *Mastigoproctus brasilianus* sowie ein Weibchen von *M. giganteus* mit Praenymphen in seinem Brutnest.

Beim Kampf packen die Gegner einander bei den Palpenscheren und stoßen oder ziehen einander hin und her. Dabei zittern ihre Geißeln.

Bei der Balz ergreift das Männchen die Fühlerbeine des Weibchens mit den Palpenscheren und bearbeitet die Fühlerbeinspitzen mit den Cheliceren. Nach etwa einer Stunde hält das Männchen nur noch die Spitzen der weiblichen Fühlerbeine in den Cheliceren und dreht sich so um, daß das Weibchen den männlichen Hinterleib von unten und hinten umklammern kann. In dieser Haltung wird die Spermatophore gebildet — ein Vorgang, der drei Stunden dauert. Schließlich geht das Männchen vor und zieht das nachfolgende Weibchen zur Spermatophore. Dieses nimmt die Samenpakete aus der Spermatophore und läßt das Männchen los. Das Männchen dreht sich daraufhin um, steigt über das Vorderende des Weibchens und umklammert dessen Hinterleib von vorn und oben. Mit den Palpenscheren stopft es die

Samenpakete in die weibliche Geschlechtsöffnung und schiebt sie dort hin und her. Eine Stunde später zuckt das Weibchen mit dem Körper; das Männchen läßt los und geht weg.

Summary of the Film

The film shows the agonistic display performed by a male when encountering another male and the mating behaviour of *Mastigoproctus brasilianus* and a female of *M. giganteus* carrying prenymphs in her brood chamber.

Agonistic display is performed when a male encounters another male. The opponents tap each other with their antenniform legs and each one grasps the palps of its opponent and tries to push or pull him strongly. Usually no damage results.

When a male encounters a female he taps her body with his antenniform legs and grasps her antenniform legs with his palpal chelae. Then, he starts "chewing" on the tips of her antenniform legs. After about an hour he releases her antenniform legs from his palpal chelae but continues to hold their tips between his chelicerae, and turns until facing the same direction as the female. The female now embraces his opisthosoma from behind and below. In this position he deposits the spermatophore. This takes about three hours. Thereafter, the male slowly steps forward, moving his flagellum from side to side, and pulls the female towards the spermatophore. The female picks up two sperm packages from the spermatophore and releases the male's opisthosoma. The male now turns towards the female, steps over her front end and embraces her opisthosoma from above. With his palpal chelae he pushes the sperm packages into the female gonopore and into the seminal receptacles and moves their ends from side to side, thereby emptying the sperm reservoirs. Later, the female shakes her body and the male releases her opisthosoma and walks away.

Résumé du Film

Le film montre le comportement quelque peu combatif de deux mâles et l'accouplement du *Mastigoproctus brasilianus*, ainsi qu'une femelle de *M. giganteus* avec des prénymphe, dans son nid de couvée.

Pendant le combat, les mâles se saisissent mutuellement par les palpes tout en se tirant et en se poussant en tous sens; leurs flagelles tremblent.

Lors de l'accouplement, le mâle saisit de ses palpes les pattes tactiles de la femelle et en travaille les extrémités de ses chélicères. Au bout d'une heure environ, le mâle ne tient plus que les extrémités des pattes tactiles de la femelle dans ses chélicères et se tourne de manière à ce que celle-ci puisse enlacer son abdomen par derrière et par en-dessous. C'est dans cette position que la spermatophore est constituée — processus qui dure trois heures. Finalement, le mâle avance et attire à sa suite la femelle sur la spermatophore. La femelle retire les paquets séminaux de la spermatophore et lâche le mâle qui se retourne alors, monte sur l'avant du corps de la femelle et enlace son abdomen par devant et par en-dessous. Il introduit de ses palpes les paquets séminaux dans l'orifice génital de la femelle et les y pousse d'avant en arrière. Une heure plus tard, la femelle a un soubresaut, le mâle la lâche et s'éloigne.