

# ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

---

*E 2252/1976*

## **Heterosminthurus chaetocephalus (Collembola)** **Balz und Spermaübertragung**

Mit 1 Abbildung

GÖTTINGEN 1976

---

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

## Heterosminthurus chaetocephalus (Collembola) Balz und Spermaübertragung

G. BRETTFELD, Kiel

### Allgemeine Vorbemerkungen<sup>1</sup>

#### Spermaübertragung bei den Collembolen

Die Collembolen übertragen ihr Sperma meist indirekt. Das Männchen setzt eine Spermatophore ab, die aus einem Stiel mit einem Spermatropfen an der Spitze besteht. Das Weibchen geht über die Spermatophore hinweg, so daß der Tropfen an ihre Geschlechtsöffnung gelangt (SCHALLER [6]). Eine direkte Spermaübertragung ist bisher nur von *Sphaeridia pumilis* sicher belegt. Bei dieser Art klammert sich das Männchen mit den Beinen so unter dem Abdomen des Weibchens an, daß der Kopf abwärts zeigt und der Spermatropfen gleich an die Geschlechtsöffnung des Weibchens abgegeben wird (HUTASSE-JEANNENOT [4] und eigene unveröffentlichte Beobachtungen). Eine Paarbildung ist bei den meisten Gruppen der Collembolen nicht entwickelt; Männchen und Weibchen handeln völlig unabhängig voneinander. Die Spermatophoren bleiben ohne Schaden mehrere Stunden stehen. Ansätze zur Paarbildung sind beobachtet worden bei *Podura aquatica*, bei der das Männchen das Weibchen zur Spermatophore hinschiebt, und bei *Dicyrtomina minuta*, bei der das Männchen eine Gruppe von Spermatophoren direkt vor einem Weibchen aufbaut (SCHALLER [7]).

Echte Paarbildung gibt es bei zwei Tribus der Familie Sminthuridae innerhalb der symphypleonen Collembolen, nämlich bei den Sminthuridini und den Bourletiellini. Die Männchen der Sminthuridini klammern

---

<sup>1</sup> Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 9 u. 10. — Mit dankenswerter Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

sich mit ihren Antennen an den Antennen der Weibchen fest. Bei den Bourletiellini gibt es eine Gattungsgruppe ohne und eine mit Paarbildung (BETSCH [1]). Diese Paare halten meist keinen festen Kontakt miteinander, zeigen aber eine gattungs- und artspezifische Balz. Auch die Bourletiellini weichen vom Prinzip der indirekten Spermaübertragung nicht ab; jedoch bewirkt das Paarungsverhalten eine Synchronisation der Handlungen der Partner, so daß das Sperma schon wenige Sekunden nach dem Absetzen der Spermatophore in die Geschlechtsöffnung des Weibchens gelangen kann. Diese schnelle Spermaübertragung bedeutet eine besondere Anpassung an den Lebensraum: Die Bourletiellini leben hauptsächlich in durchsonnter, niederer Vegetation. Deshalb könnten die Spermatophoren nicht wie bei den am und im Boden lebenden Collembolen mehrere Stunden stehenbleiben; sie trockneten schon nach wenigen Minuten ein (BRETTFELD [2], [3]).

### Zum Objekt

Die im Film gezeigte Art *Heterosminthurus chaetocephalus* Hüther, 1971, gehört zu der zuletzt genannten Tribus Bourletiellini. Wie bei allen symphypleonen Collembolen sind der Thorax und die Abdomensegmente 1—4 miteinander verschmolzen zu einem aufgewölbten, sog. „großen Abdomen“. Das Segment 5 mit der ventralen Geschlechtsöffnung und das Segment 6, das in Form von drei Klappen den terminalen After umgibt, bilden als „kleines Abdomen“ den hinteren Teil des Körpers. Am Abdomen fallen umgewandelte Extremitäten auf. Am ersten Segment entspringt der unpaare Ventraltubus, der bis hinter den Kopf vorragt. Aus ihm können durch Drucksteigerung im Körper zwei lange Schläuche ausgestülpt werden. Sie dienen zum adhäsiven Halten des Tieres, zum Putzen und zur Wasseraufnahme; lange Muskeln ziehen sie wieder in den Körper zurück. Am vierten Segment liegt die Sprunggabel (Furca), deren paarige Hauptteile (Dentes mit den Mucrones an ihrer Spitze) auf einer unpaaren Basis (Manubrium) sitzen. Auch die Furca reicht bis fast an den Kopf heran. Sie wird in der Ruhelage von basal ebenfalls verschmolzenen Extremitäten am dritten Segment festgehalten, dem Retinaculum. Die Furca dient normalerweise der Flucht: Wird sie gegen die Unterlage geschlagen, so schnellt sich das Tier fort. Der Kopf trägt viergliedrige Antennen mit besonders langem Endglied und besitzt vereinfachte Komplexaugen, die jederseits aus nur acht Ommatidien aufgebaut sind. Die Tiere werden ca. 0,7 (Männchen) bzw. 0,8—1,0 mm (Weibchen) groß. Sie sehen hellgelblich aus. Die Augenflecke besitzen schwarzes Pigment, und die Antennenspitzen sind zart violett getönt. Die Kutikula ist dünn und transparent. Im Fettkörper sind die weißen Exkretlager zu erkennen (sie bestehen aus Ammoniummonourat, SCHALLER [7]).

*Heterosminthurus chaetocephalus* ist bisher nur aus Norddeutschland bekannt (zwei Fundorte in Schleswig-Holstein). Die Art besiedelt dort eine feuchte Wiese sowie das angrenzende, krautreiche Schilfgebiet eines verlandeten Sees und eine grasige Stelle in einem degenerierten Moor. Man fängt die Tiere mit einem dichten Streifnetz, da sie in der Vegetation leben und besonders bei sonnigem Wetter aktiv sind. Sie ernähren sich in Gefangenschaft von Pollen, Hyphen, Sporen, Algen und toten tierischen und pflanzlichen Substanzen. In einer Vegetationsperiode (Mai bis Oktober) leben mindestens zwei Generationen. Die Tiere überleben die ersten Nachtfröste im Herbst nicht. Nur die Eier, die immer auf dem Boden abgelegt werden, überwintern.

### Das Verhalten<sup>1</sup>

#### *Erster Kontakt:*

Das Männchen läuft meist schnell umher und trifft zufällig auf ein Weibchen. Auf die Berührung mit den Antennen folgt ein äußerst vorsichtiges Tasten. Das Männchen versucht anschließend, das Weibchen zwischen den weit ausgebreiteten und gestreckten Antennen „einzufangen“, mit der Vorderseite des Kopfes den Körper zu berühren und seitwärtsgehend die Balzstellung, Kopf an Kopf mit dem Weibchen, zu erreichen.

#### *Abwehr:*

Ist das Weibchen nicht in Paarungsstimmung, so kann es sich auf verschiedene Weise gegen das tastende Männchen wehren: a) es läuft fort und kann dem nun lebhaft folgenden Männchen mit einer schnellen Wendung entkommen; b) es schlägt mit den Beinen, besonders dem 3. Paar, nach dem Männchen; c) es hebt das Abdomen und schnellt das Männchen mit einem Schlag der Furca fort; d) es springt selber mit einem Furaschlag fort.

#### *Balz:*

Ist das Weibchen paarungswillig, dann bleibt es stehen, hebt die Antennen und ermöglicht dem Männchen, daß es den Kopf-an-Kopf-Kontakt herstellt. Das Männchen legt die Antennen langgestreckt, jedoch locker, an das Abdomen des Weibchens. Diese Grundstellung wird während der ganzen Balz, die 5—15 min dauern kann, beibehalten. Während dieser Zeit bewegt das Männchen seine Antennen auf und ab: mit kleiner Amplitude, wenn es sie langgestreckt hält („Lang-Phase“), abwechselnd damit auch mit großer Amplitude, wobei es beide Antennen so weit hebt, daß die Antennen des Weibchens dadurch ebenfalls

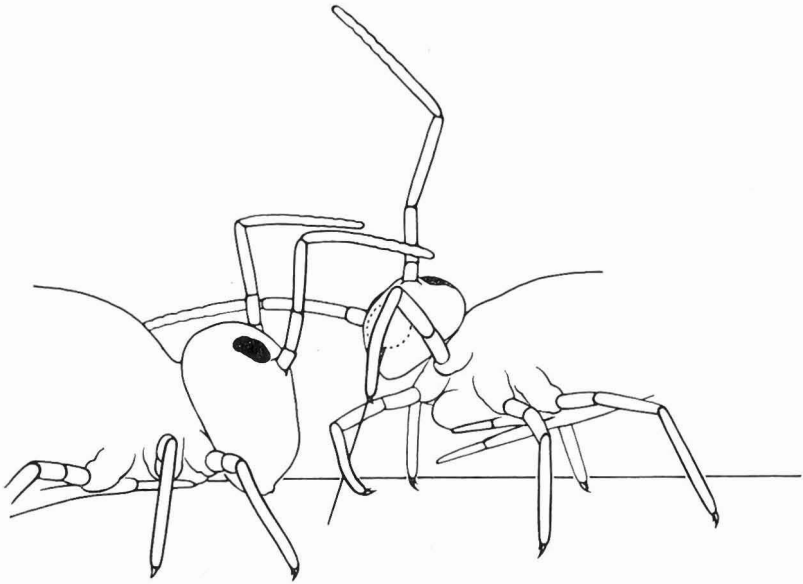
<sup>1</sup> Eine ausführliche Darstellung, in der auch das unveröffentlichte Filmmaterial ausgewertet wird, ist in Arbeit.

gehoben und zusammengedrückt werden. In dieser „Hoch-Phase“ senken sich die Köpfe der Partner und bewegen sich um ein Gelenk zwischen den beiden Clypei. An dieser Stelle besitzt das Männchen als sekundäres Geschlechtsmerkmal eine Gruppe verschieden stark gekrümmter Borsten. In der Lang-Phase der Antennenhaltung vibriert das Männchen mit dem ganzen Körper und schlägt die Vorderbeine alternierend empor. Das Weibchen wird davon nicht getroffen. Etwa 15 Sekunden vor dem Ende der Balz dreht sich das Männchen um 180°, setzt aber keine Spermatophore ab, sondern entfernt sich mindestens eine Körperlänge, dreht sich zurück und geht wieder langsam mit ausbreiteten Antennen auf das Weibchen zu, wo es die Grundhaltung einnimmt und weiterbalzt. Diese Handlung habe ich als „Leerumdrehen“ bezeichnet (BRETFELD [2]).

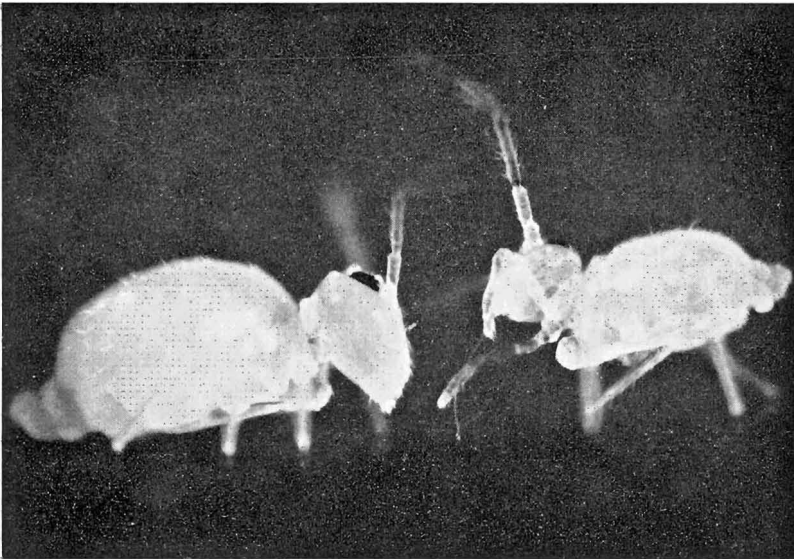
#### *Absetzen der Spermatophore und Übertragung des Spermas:*

Aus einer Hoch-Phase heraus dreht sich das Männchen schließlich um, genau wie beim Leerumdrehen, reibt die Borsten des kleinen Abdomens jedoch kurz am Kopf des Weibchens und geht nur einen Schritt vor. Dort setzt es eine Spermatophore ab, indem es aus der Geschlechtsöffnung ein Sekret auf die Unterlage austreten läßt, das durch Heben des Abdomens zu einem Stiel ausgezogen und mit einem Spermatropfen gekrönt wird. Der Tropfen besteht aus einem relativ kleinen Spermienanteil und einer größeren Menge spermatozoenfreien Sekrets. Die Spermatophore ist meist 0,4 mm groß, wovon der ganze Tropfen nur 50 µm ausmacht. Das Männchen dreht sich gleich nach Fertigstellung der Spermatophore zurück, zieht die Antenne, die dabei zuerst in die Nähe des Spermatropfens gerät, dicht daran entlang und nimmt eine bestimmte Stellung an der Spermatophore ein: Die erwähnte Antenne wird steil emporgestreckt, die bei der Rückdrehung inne liegende Kopfseite an den Tropfen gelegt, das Vorderbein der gleichen Seite zwischen Femur und Tibiotarsus geknickt und von außen an den Tropfen gedrückt. Anscheinend trennt das Männchen auf diese Weise das Sekret vom Spermienanteil des Tropfens. Die Antenne der anderen Seite wird horizontal gehalten; das andere Vorderbein wird mit einer Borste des Tibiotarsus an den Stiel der Spermatophore gehakt. Um diese Antennen- und Beinhaltung zu erreichen, muß das Männchen den Kopf um fast 90° drehen (Abb.).

Nach 0,5 bis 3 min geht das Weibchen, das immer still stehengeblieben ist, vor und trinkt vom Sekrettropfen am Kopf des Männchens. Gleich danach geht es weiter und leitet die Übertragung des Spermas ein: Das Männchen geht entsprechend rückwärts, die Spermatophore wird gebogen, das Männchen hält den Kontakt der Vorderbeine mit der Spermatophore möglichst lange aufrecht, schließlich reißt der Tropfen jedoch



a



b

Das Männchen hat vor dem Weibchen eine Spermatophore abgesetzt und eine komplizierte Stellung daran eingenommen

vom Männchen ab und schnell auf dem Stiel unter der Ventralseite des Weibchens entlang bis an dessen Geschlechtsöffnung. In diesem Moment schüttelt das Männchen das Weibchen heftig. Das Weibchen senkt danach die Geschlechtsöffnung zu Boden, wobei augenscheinlich die Aufnahme des Spermas erfolgt, und frißt weiter an den Resten des Tropfens, die noch am Männchen kleben. Das Männchen beginnt jetzt wieder mit leichten Auf- und Abbewegungen der Antennen, ähnlich denen in der Balz. Die Paarung ist beendet, wenn das Weibchen fast alle Sekretreste am Männchen gefressen hat. Dann löst es sich von den inzwischen erhärteten Spermaresten an der Geschlechtsöffnung, dreht sich um, sucht nach den Resten der Spermatophore und frißt auch diese. Schließlich putzen sich beide Tiere und laufen auseinander.

### **Filmbeschreibung**

1. Paar von oben. Erster Kontakt. Das Männchen tastet mit langgestreckten Antennen am Weibchen, das jedoch nicht stehenbleibt und mit den Beinen nach dem Männchen schlägt.
2. Paar von oben. Das Männchen nimmt die Balzstellung ein und beginnt mit den Auf- und Abbewegungen der Antennen. Das Weibchen wendet sich aber aus dem Bereich der Antennen heraus und geht fort.
3. Paar von oben. Ein Männchen folgt einem gehenden Weibchen, indem es seitwärts mitläuft, den Kopf aber immer zum Weibchen gerichtet hält.
4. Paar von oben. Ein Männchen geht von vorn langsam auf ein Weibchen zu, nimmt die Balzstellung ein und balzt. Das Weibchen wendet sich ab.
5. Paar von oben und von der Seite. Das Männchen balzt mit einem Weibchen, das nicht fortgeht.
6. Paar von oben und von der Seite. Nach kurzer Balz zeigt das Männchen das Leerumdrehen, das Absetzen einer Spermatophore und die Stellung, die es daran einnimmt. Das Weibchen geht vor, der Spermotropfen gelangt an die Geschlechtsöffnung, das Männchen schüttelt das Weibchen und zeigt die Nachbalz. Zum Schluß dreht sich das Weibchen um und frißt den Rest der Spermatophore, deren Stiel man kurz aufblitzen sieht.

Blende.

7. Paar von schräg oben. Das Männchen balzt bis zum Leerumdrehen, setzt eine Spermatophore ab und nimmt die komplizierte Stellung daran ein.
8. Paar von der Seite. Das Männchen steht an der Spermatophore.

9. Paar schräg von der Seite. Das Männchen steht an der Spermatophore. Das Weibchen geht vor, wobei das Männchen die Spermatophore mit den Vorderbeinen so lange wie möglich begleitet. Wenn der Spermatropfen an der Geschlechtsöffnung des Weibchens angelangt ist, wird es vom Männchen heftig geschüttelt. Diesmal findet das Weibchen die Reste der Spermatophore nicht.

10. Paar von der Seite. Das Männchen setzt eine Spermatophore ab, wobei zu beobachten ist, daß der Tropfen in zwei Portionen austritt.

### Literatur und Filmveröffentlichungen

- [1] BETSCH, J. M.: Contribution à l'étude de la reproduction chez les Bourletiellinae (Collemboles Symphypléones). *Pedobiol.* **14** (1974), 179—181.
- [2] BRETFELD, G.: Grundzüge des Paarungsverhaltens europäischer Bourletiellini (Collombola, Sminthuridae) und daraus abgeleitete taxonomisch-nomenklatorische Folgerungen. *Z. zool. Syst. Evolutionsforsch.* **8** (1970), 259—273.
- [3] BRETFELD, G.: Das Paarungsverhalten europäischer Bourletiellini (Sminthuridae). *Rev. Ecol. Biol. Sol* **8** (1971), 145—153.
- [4] HUTASSE-JEANNENOT, F.: A film on biology of *Sphaeridia pumilis* (Symphypleona, Collembola, Insecta). *Pedobiol.* **14** (1974), 177.
- [5] HÜTHER, W.: Ein neuer *Heterosminthurus* aus Nord-Deutschland. (Collembola). *Senckenbergiana biol.* **52** (1971), 257—261.
- [6] SCHALLER, F.: Die „Copula“ der Collembolen (Springschwänze). *Naturwiss.* **39** (1952), 48.
- [7] SCHALLER, F.: I. Überordnung und 1. Ordnung Collembola (Springschwänze). *Handb. Zool., Berlin* **4** (2) 2/1 (1970), 1—72.
- 
- [8] BRETFELD, G.: *Heterosminthurus bilineatus* (Collembola) — Balz und Spermaübertragung. Film E 2015 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1973.
- [9] BRETFELD, G.: *Heterosminthurus insignis* (Collembola) — Balz und Spermaübertragung. Film E 2248 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1976.

#### *Anschrift des Verfassers:*

Dr. G. BRETFELD, Zoologisches Institut der Universität Kiel, D-2300 Kiel, Hegewischstr. 3.

### Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1976 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 65 m, 6 min (Vorführgeschw. 24 B/s).



Die Aufnahmen entstanden im Jahre 1974. Veröffentlichung aus dem Zoologischen Institut der Universität Kiel, Lehrstuhl für Allgemeine Zoologie, Dr. G. BRETFELD, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. G. LOTZ; Aufnahme und Schnitt: H. WITTMANN.

### **Inhalt des Films**

Der Film zeigt zu Beginn den ersten Kontakt der Partner und verschiedenes Abwehrverhalten der Weibchen. Ferner sind zu beobachten die Balz, das Absetzen der Spermatophore, die komplizierte Stellung daran und die Übertragung des Spermas in die Geschlechtsöffnung des Weibchens.

### **Summary of the Film**

The film shows the first contact between male and female and different forms of defence behaviour of the female against the male. It also shows mating, the deposition of a spermatophore, the complex posture of the male when touching his spermatophore and the transfer of sperm into the genital opening of the female.

### **Résumé du Film**

Le film montre la première entrée en contact du mâle avec une femelle et les différentes formes de défense de la femelle. On peut aussi observer la parade, la déposition d'une spermatophore, la position compliquée du mâle en touchant sa spermatophore et la transmission du sperm dans l'orifice génital de la femelle.