

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

E 2248/1976

Heterosminthurus insignis (Collembola) **Balz und Spermaübertragung**

GÖTTINGEN 1976

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Heterosminthurus insignis (Collembola) Balz und Spermaübertragung

G. BRETFELD, Kiel

Allgemeine Vorbemerkungen¹

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 [5]). 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 [6]).

Echte Paarbildung gibt es bei zwei Tribus der Familie Sminthuridae innerhalb der symphypleonen Collembolen: bei den Sminthuridini und den Bourletiellini. Die Männchen der Sminthuridini klammern sich mit ihren Antennen an denen der Weibchen fest. Bei den Bourletiellini gibt es eine Gattungsgruppe ohne und eine mit Paarbildung (BETSCH [1]).

¹ Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 8. — Mit dankenswerter Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

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 stehen bleiben; sie trockneten schon nach wenigen Minuten ein (BRETFELD [2], [3]).

Zum Objekt

Die im Film gezeigte Art *Heterosminthurus insignis* (Reuter, 1876) 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 vortragt. 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 fast bis an den Kopf heran. Sie wird in der Ruhelage von basal ebenfalls verschmolzenen Extremitäten des dritten Segments festgehalten, dem Retinakulum. 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 0,95 (Männchen) bzw. 1,3—1,8 mm (Weibchen) groß. Sie sehen hellgelb bis dottergelb aus, mit schwarzen Augenflecken und violett getönten dritten und vierten Antennengliedern. Die Kutikula ist dünn und transparent. Im Fettkörper sind die weißen Exkretlager zu erkennen (sie bestehen aus Ammoniummonourat, SCHALLER [6]).

Heterosminthurus insignis kommt in Nord- und Mitteleuropa vor und lebt in der Vegetation von feuchten bis nassen Biotopen, wo die Tiere

besonders bei sonnigem Wetter aktiv sind. Man fängt sie mit einem dichten Streifnetz. In der Gefangenschaft ernähren sie sich 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 Nachtfrost im Herbst nicht. Nur die Eier, die immer auf dem Boden abgelegt werden, überwintern.

Das Verhalten¹

Erster Kontakt:

Das Männchen läuft meist umher und trifft zufällig auf ein Weibchen, das zuerst mit den Antennen berührt wird. Das paarungswillige Weibchen bleibt daraufhin stehen.

Abwehr:

Ein Weibchen, das nicht in der richtigen Stimmung ist, bleibt nicht stehen. Es kann mit dem dritten Beinpaar nach dem Männchen schlagen und es sogar mit der Furca fortschleudern.

Balz:

Nach dem ersten Kontakt geht das Männchen nach hinten und berührt mit der Kopfvorderseite die Analborsten des Weibchens. Die Antennen werden lang an den Körper des Weibchens gelegt. Gleich darauf schiebt das Männchen den Kopf unter das kleine Abdomen, winkelt die Antennen so an, daß die Spitzen zur Unterseite des Weibchens zeigen und reibt die Region des Clypeus an der Geschlechtsöffnung. Um diese Balzstellung und -handlung zu ermöglichen, muß das Weibchen das Abdomen etwas heben. Reiben und Ruhepausen mit gestreckten Antennen wechseln ab.

Absetzen der Spermatophore und Übertragung des Spermias:

Bleibt das Weibchen stehen, so läuft das Männchen nach vorn, wobei es jedoch immer den Kopf zum Weibchen wendet. Nach einem kurzen Kontakt Kopf an Kopf dreht sich das Männchen um 180°, reibt die Abdomenborsten an der Kopfvorderseite des Weibchens, geht eine Körperlänge vor und setzt eine Spermatophore ab. Dazu läßt es aus der Geschlechtsöffnung ein Sekret auf die Unterlage austreten, das durch Heben des Abdomens zu einem Stiel ausgezogen und mit einem Spermotropfen 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 120 µm ausmacht. Das Männchen dreht sich gleich nach Fertigstellung

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

der Spermatophore zurück, zieht die Antenne, die dabei zuerst in die Nähe des Tropfens gerät, dicht daran entlang und nimmt eine bestimmte Stellung an der Spermatophore ein: Die erwähnte Antenne wird zweimal geknickt an den Kopf gezogen, die Glieder 1 und 2 zeigen nach oben, das 3. Glied nach unten zu den Coxen der Beine, das 4. Glied wiederum nach oben. Die bei der Rückdrehung innen liegende Kopfseite wird 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 in Richtung auf das Weibchen lang ausgestreckt. Das andere Vorderbein hat keine besondere Aufgabe. Um diese Antennen- und Beinhaltung zu erreichen, muß das Männchen den Kopf um fast 90° drehen. Außerdem senkt es den Kopf zum Boden hinab, so daß sich der Stiel der Spermatophore zu einem horizontal liegenden S formt. Das Männchen bewegt in einer Art Nachbalz die langgestreckte Antenne am Körper des Weibchens auf und ab und zappelt mit dem zweiten Bein der Seite, an der der Tropfen festgehalten wird.

Die Übertragung des Spermas kann noch in dieser Phase vom Weibchen verhindert werden, wenn es zwar auf die Spermatophore zugeht, sie aber ganz auffrißt. Geht das Weibchen jedoch weiter vor (nach ca. 2 min), das Männchen entsprechend zurück, so reißt der Tropfen vom Männchen los. Ein Teil bleibt am Kopf zurück, davon frißt das Weibchen weiter, ein anderer Teil bleibt am Stiel und gleitet unter der Ventralseite des Weibchens entlang, bis er an der Geschlechtsöffnung haftet. Das ist der Augenblick, in dem das Sperma vom Weibchen aufgenommen wird. Eine kurze Zeit noch frißt das Weibchen von den Sekretresten am Männchen, löst dann die Geschlechtsöffnung von der Spermatophore, dreht sich um und frißt oft auch diese Reste und den Stiel. Beide Tiere putzen sich schließlich und beenden damit Paarung und Spermaübertragung.

Filmbeschreibung

1. Paar von oben. Erster Kontakt. Das Männchen tastet mit den Antennen am Weibchen und versucht die Balzstellung einzunehmen. Das Weibchen wehrt sich durch Schlagen mit einem Bein. Schließlich wendet sich das Männchen ab.
2. Paar schräg von oben. Das Männchen nimmt die Balzstellung ein, wird aber vom Weibchen mit der Furca fortgeschleudert.
3. Paar von oben. Das balzende Männchen wird von einem Rivalen gestört. Es versucht den Störer mit einem Furcaschlag zu entfernen. Schließlich verliert der Rivale jedoch den Kontakt zu dem Paar.
4. Paar schräg von oben. Ungestörte Balz.

5. Paar von hinten. Das Männchen reibt die Borsten der Clypeus-Region an der Geschlechtsöffnung des Weibchens.
 6. Paar von oben. Das Männchen läuft vor das Weibchen, setzt eine Spermatophore ab und nimmt die geschilderte Stellung daran ein. Das Weibchen geht langsam vor.
 7. Paar an der Spermatophore, das Männchen von vorn gesehen. Die Knickungen der Antenne sind deutlich.
 8. Paar von oben wie in Einstellung 6. Das Männchen betastet das Weibchen, während es vom Spermatropfen trinkt. Endlich geht das Weibchen weiter: Das Sperma wird in die Geschlechtsöffnung übertragen (nicht sichtbar). Das Weibchen frißt die Reste der Spermatophore.
- Blende.
9. Paar von oben und von der Seite. Balzendes Männchen. Das Paar geht langsam vorwärts.
 10. Das gleiche Paar wie in Einstellung 9. Das Männchen setzt eine Spermatophore ab.
 11. Paar von oben. Das Männchen nimmt die komplizierte Stellung an der Spermatophore ein.

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] BRETTFELD, G.: Grundzüge des Paarungsverhaltens europäischer Bourletiellini (Collembola, Sminthuridae) und daraus abgeleitete taxonomisch-nomenklatorische Folgerungen. *Z. zool. Syst. Evolutionsforsch.* **8** (1970), 259—273.
 - [3] BRETTFELD, 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] SCHALLER, F.: Die „Copula“ der Collembolen (Springschwänze). *Naturwiss.* **39** (1952), 48.
 - [6] SCHALLER, F.: I. Überordnung und 1. Ordnung Collembola (Springschwänze). *Handb. Zool., Berlin*, **4** (2) 2/1 (1970), 1—72.
-
- [7] BRETTFELD, G.: *Heterosminthurus bilineatus* (Collembola) — Balz und Spermaübertragung. Film E 2015 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1973.
 - [8] BRETTFELD, G.: *Heterosminthurus chaetocephalus* (Collembola) — Balz und Spermaübertragung. Film E 2252 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, 67 m, 6 min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden im Jahre 1973. 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 des Weibchens, darunter das Ausschlagen der Furca gegen das Männchen. Ein balzendes Männchen schlägt mit der Furca nach einem Rivalen. Ferner sind die Balz und das Absetzen der Spermatophore zu beobachten. Das Männchen nimmt eine komplizierte Stellung an der Spermatophore ein.

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. One of these forms is thrusting the furcula against the male. Also a male can be seen thrusting his furcula against a rival. The film then shows mating and the deposition of a spermatophore. The male exhibits a complex posture when touching his spermatophore.

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. Ruer la furca contre le mâle en est une. On peut aussi observer un mâle ruant la furca contre un rival. Aussi la parade et la déposition d'une spermatophore sont-elles montrées. En touchant sa spermatophore le mâle prend une position compliquée.