

## Spermatophorenbau und -bildung bei Arthropoden mit indirekter Spermatophoren-Übertragung

Von HARTMUT ANGERMANN und FRIEDRICH SCHALLER

*Mit 8 Abbildungen im Text*

Durch die Arbeiten Prof. SCHALLERS und seiner Schüler wurde in neuerer Zeit bei mehreren Arthropodengruppen indirekte Spermatophoren-Übertragung gefunden. Nach SCHALLER versteht man unter indirekter Übertragung nicht die Fälle, in denen die Spermatophore in oder an die weibliche Geschlechtsöffnung gebracht wird, sondern nur die Fälle, in denen das ♂ die Spermatophore auf den Boden absetzt, von wo sie das ♀ dann aufnimmt.

Tabelle 1 Übersicht über die Arthropodengruppen mit indirekter Spermatophoren-Übertragung

Spinnentiere	Tausendfüßler	Insekten
<u>Scorpiones (Skorpione)</u>	Progoneata	Apterygota (Urinsekten)
<u>Pedipalpi (Geißelskorpione)</u>	<u>Symphyla</u>	<u>Collembola (Spring-schwänze)</u>
<u>Pseudoscorpiones (Afterskorpione)</u>	<u>Pauropoda</u>	<u>Protura</u>
Solifugae (Walzenspinnen)	Diplopoda	
	<u>Pselaphognatha (Pinselfüßler)</u>	<u>Diplura (Campodea)</u>
Opiliones (Weberknechte)	Opisthogoneata	<u>Thysanura (Felsen-springer und Silberfischchen)</u>
	<u>Chilopoda</u>	
Araneae (Webspinnen)		
Acari (Milben)		Pterygota
<u>Oribatiden (Moosmilben)</u>		
<u>Arrenuriden (Wassermilben)</u>		

In Tabelle 1 sind die Gruppen, bei denen indirekte Spermatophorenübertragung nachgewiesen wurde, durchgehend unterstrichen; bei den durch unterbrochene Linien gekennzeichneten Gruppen wird sie vermutet. Es ist auffällig, daß es sich, mit Ausnahme der Milben, durchweg um Gruppen handelt, die innerhalb der Arthropoden allgemein als ursprünglich gelten.

Nach dem Bau der Spermatophoren lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: bei der ersten Gruppe wird das Samenmaterial in Tröpfchenform an Fäden aufgehängt; es handelt sich also nach dem bisherigen Sprachgebrauch um keine eigentlichen Spermatophoren. Bei der zweiten Gruppe wird die Spermamasse, gestielt oder ungestielt, auf den Boden abgesetzt.

Die erste, kleinere Gruppe vertreten unter den Thysanura die Machiliden (Felsenspringer) und unter den Diplopoda *Polyxenus* (*Pselaphognatha*), deren ♂♂ entweder an einem gespannt gehaltenen Faden oder an einem frei gespannenen

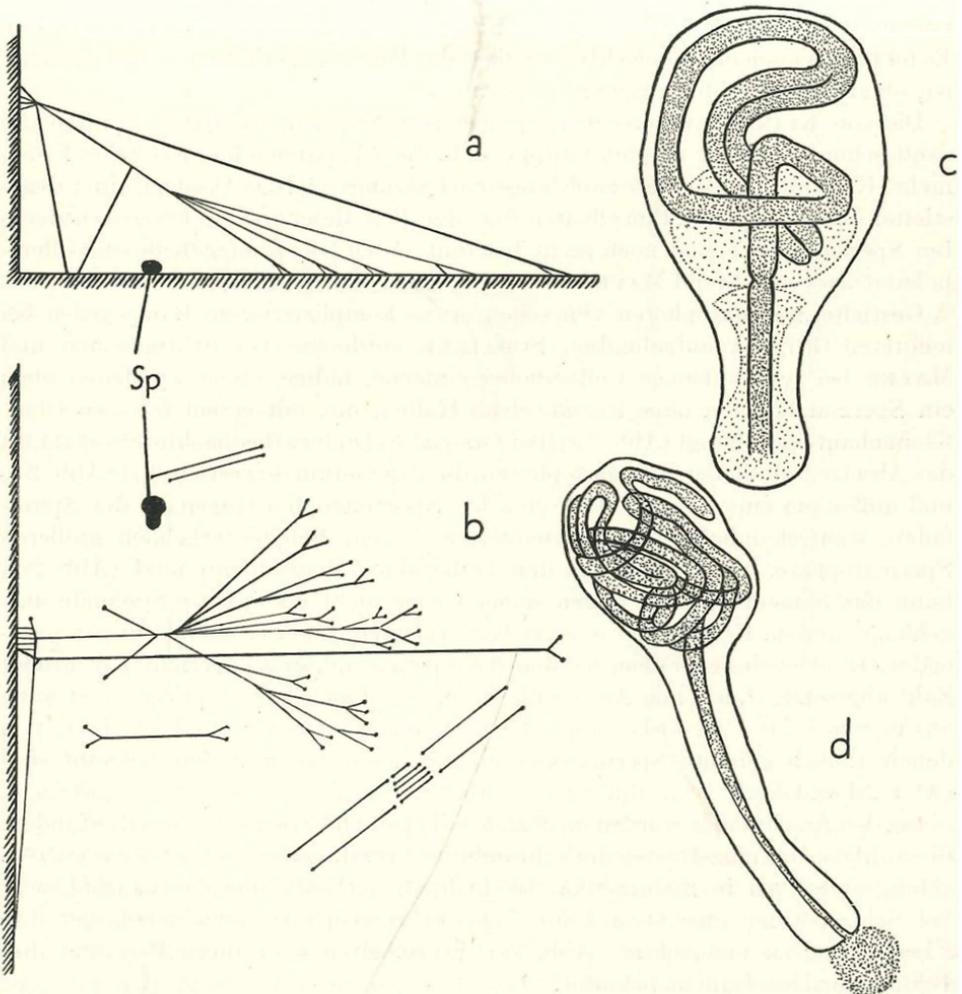


Abb. 1. Fadenanlage und Spermatophore (Sp) von *Lepisma* von der Seite a) und von oben b). c) Spermatophore von *Lepisma* von oben; d) Spermatophore von *Thermobia*. (a, b und c nach STURM, d nach SAHRHAGE).

Fadengerüst ihre Spermatröpfchen aufhängen, worüber STURM und SCHÖMANN schon eingehend berichtet haben.

Eine Übergangsform gleichsam ist das ebenfalls von STURM untersuchte Silberfischchen *Lepisma saccharina* (Thysanura). Das ♂ spannt zwar Fäden, setzt aber die Spermatophore auf den Boden ab. Vor dem Absetzen der ungestielten Spermatophore zieht das ♂ von einer Wand zum Boden einen Signalfaden und viele Stolperfäden (Abb. 1 a und b), die dem ♀ zeigen, wo es anhalten muß, um die Spermatophore aufzunehmen. Die Spermatophore selbst (Abb. 1 c) ist birnförmig und enthält in einer Sekrethülle einen gewundenen, gegabelten Kanal, der das Sperma enthält. Eine ähnliche Spermatophore ist vom nahe verwandten Ofenfischchen *Thermobia domestica* (Thysanura) schon lange bekannt (Abb. 1 d). Es fehlen aber genaue Beobachtungen über das Paarungsverhalten, so daß unsicher ist, ob auch dort Fäden gespannt werden.

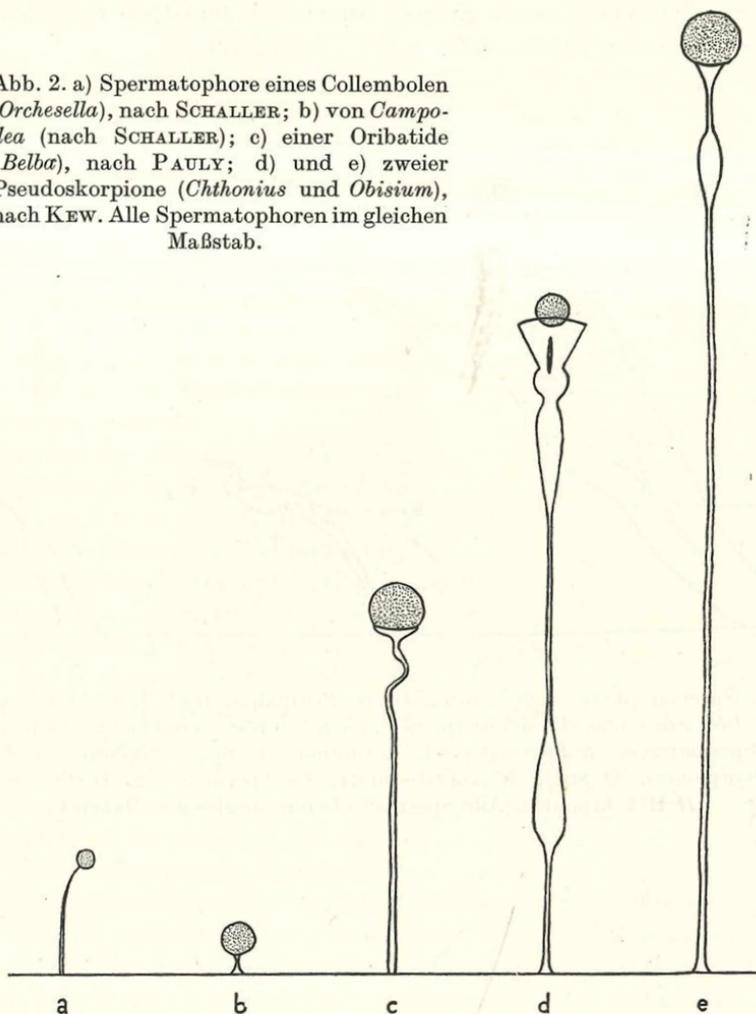
Die von KLINGEL untersuchte Spinnenassel *Scutigera coleoptrata* (Chilopoda) zählt schon völlig zur zweiten Gruppe, d. h. die ♂♂ spannen hier gar keine Fäden mehr. KLINGEL beobachtete nach längerem Paarungsspiel das Absetzen einer ungestielten Spermatophore. Einzelheiten über den Bau dieser erst vor kurzem entdeckten Spermatophore sind noch nicht bekannt. Auch bei sprunggabellosen Collembolen (*Onychiurus*) fand MAYER kürzlich ungestielte Spermatophoren.

Gestielte Spermatophoren von schon etwas komplizierterem Bau wurden bei mehreren Gruppen aufgefunden. SCHALLER entdeckte bei arthropleonen und MAYER bei symphyleonen Collembolen einfache, fädige Stiele, an denen oben ein Spermatröpfchen ohne irgendwelche Hüllen, nur mit einem festeren Oberflächenhäutchen, hängt (Abb. 2 a). Bei *Campodea* (Diplura) beobachtete SCHALLER das Absetzen ähnlicher Spermatophoren, die aber viel kürzer gestielt sind (Abb. 2 b) und außerdem eine häutige Hülle um den Spermatropfen tragen, in der Spiralfäden, wahrscheinlich Sprengmechanismen, liegen. Bei der erheblich größeren Spermatophore, die PAULY bei den Oribatiden (Moosmilben) fand (Abb. 2 c), kann das Samentröpfchen wegen seiner Größe nicht einfach am Stielende aufgehängt werden. Es liegt hier in einer becherartigen Erweiterung des oberen Stielendes. In allen diesen Fällen werden die Spermatophoren ungerichtet in großer Zahl abgesetzt, d. h. ohne Anwesenheit von ♀♀. Das gleiche Verhalten ist auch anzunehmen für Pseudoskorpione der Gattungen *Chthonius* und *Obisium*, von denen ähnlich gebaute Spermatophoren schon seit längerer Zeit bekannt sind (Abb. 2 d und e).

Bei den Arachnoidea wurden noch andere Typen von Spermatophoren gefunden, die wohl die kompliziertesten der echt indirekt übertragenen sind. Erst vor kurzem gelang es STURM in Südamerika, bei Pedipalpen (Geißelskorpionen), und zwar bei Schizonotiden eine etwa 1 mm hohe Spermatophore aufzufinden und ihre Übertragung zu beobachten (Abb. 3 a). Einzelheiten über ihren Bau und ihre Bildung sind noch nicht bekannt.

Eine in der Form recht ähnliche Spermatophore wurde schon von VACHON für den Pseudoskorpion *Chelifer cancroides* beschrieben (Abb. 3 b). Sie ist im wesentlichen dreigeteilt: 1. Stiel mit Basalkorn, 2. Spermaträger mit drei Paaren

Abb. 2. a) Spermatophore eines Collembolen (*Orchesella*), nach SCHALLER; b) von *Campodea* (nach SCHALLER); c) einer Oribatide (*Belba*), nach PAULY; d) und e) zweier Pseudoskorpione (*Chthonius* und *Obisium*), nach KEW. Alle Spermatophoren im gleichen Maßstab.



von flügelartigen Anhängen, 3. Spermakapsel mit zwei Endhörnern. Das ♂ ergreift das ♀ und drückt es mehrmals kräftig auf die Spermatophore nieder. Dabei wird das Spermia aus den Endhörnern, die in die *Receptacula seminis* des ♀ eindringen, ausgepreßt. Die Flügel bilden Widerlager für die Genitalplatten des ♀ und verhindern so ein Verschieben der Spermatophore.

Bei den Skorpionen der Gattung *Euscorpilus*, die ich selbst untersuchte, ist die Spermatophore bis zu 8 mm lang und, wohl im Zusammenhang mit ihrer Größe, noch komplizierter gebaut (Abb. 3c). Ihre Teile sind Stiel, Kopfabschnitt (in dem die Spermaballen liegen), zweiteiliger Öffnungsapparat und Hebelapparat. Durch das Aufnahmeverhalten des ♀ wird der Hebel heruntergebogen, so daß

sich die Spermatophore genau in dem Augenblick öffnet, in dem das Samenmaterial sicher in den Uterus externus des ♀ gelangen muß.

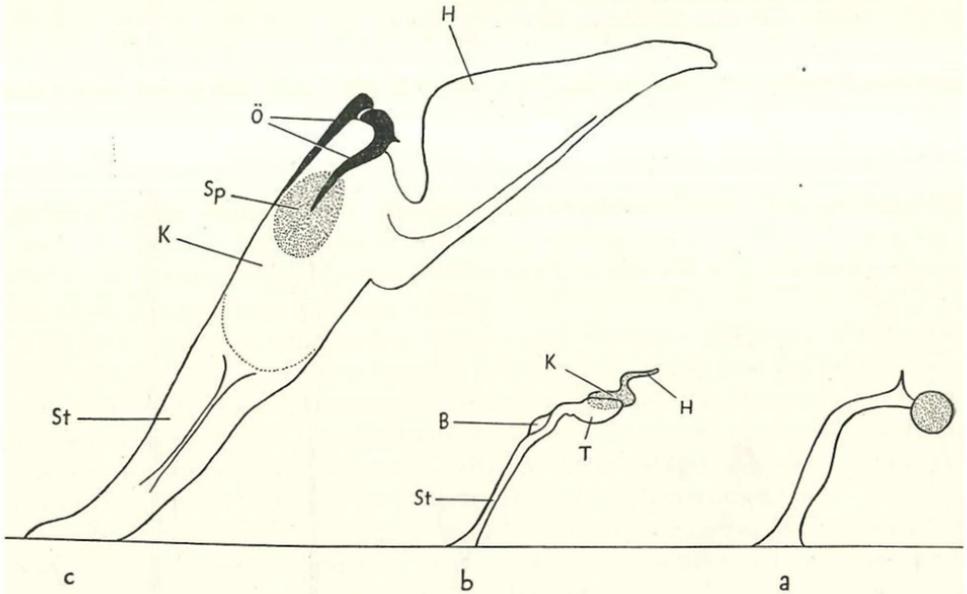


Abb. 3. a) Spermatophore eines Schizonotiden (Pedipalpi), nach Briefskizze von STURM; b) von *Chelifer cancroides* (Pseudoscorpiones), nach VACHON, vereinfacht, *St* Stiel, *B* Basalkorn, *T* Spermaträger, *K* Spermakapsel, *H* Endhorn; c) Spermatophore von *Euscorpius italicus* (Scorpiones), *St* Stiel, *K* Kopfabschnitt, *Sp* Spermaballen, *Ö* Öffnungsapparat, *H* Hebelapparat. Alle Spermatophoren im gleichen Maßstab.

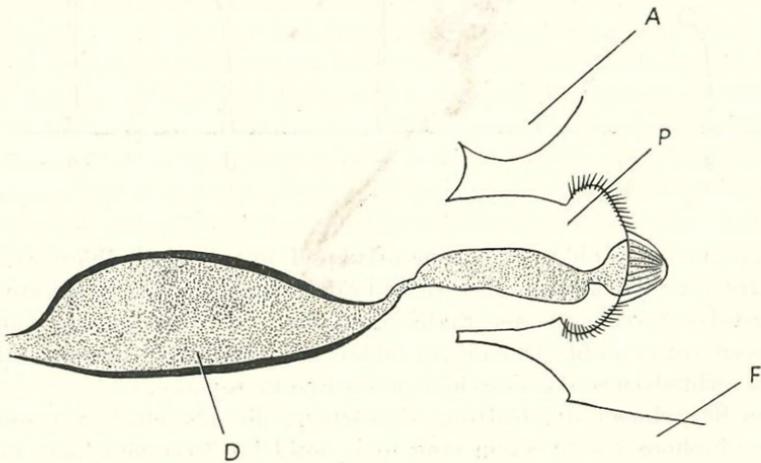


Abb. 4. Genitalorgane von *Dicyrtonima minuta* (Collembola), nach SCHALLER, *D* Ductus ejaculatorius, *P* „Penis“, *F* Furca, *A* 5. und 6. Abdominalsegment.

Abb. 5. a) Hoden von *Belba* (Oribatei), nach MICHAEL, *D* Drüsenteil, *H* eigtl. Hoden; b) Schema des Spermatophorenköpfchens mit Sekretbecher (*B*) und Stielende (*St*).

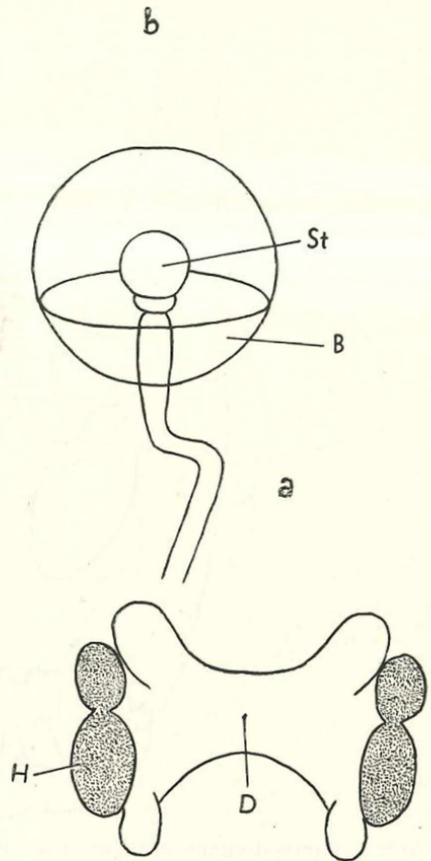
Bei diesem Überblick über die Bautypen von Spermatophoren konnten die Verhaltensweisen leider nur kurz gestreift werden, die in ihrer genauen Abstimmung auf den Spermatophorenbau erst die Samenübertragung sichern und oft erst Einzelheiten der Morphologie der Spermatophore verständlich werden lassen.

Die Kenntnis des Bildungsvorganges der Spermatophoren ist in vielen der angeführten Fälle noch sehr unvollständig. Bei den fadenziehenden Formen ist Vorbedingung, daß ein spinnbares Sekret zur Verfügung steht. Bei *Machilis* wird nach STURM der Faden wahrscheinlich mit dem Penis gesponnen, bei *Polyxenus* nach SCHÖNMAN die spermatragenden Querfäden ebenfalls von den hier paarigen Penes, die der Orientierung der ♀♀ dienende Fadenstraße dagegen von besonderen Spinnrüsen.

Bei *Lepisma* sind Fadenziehen und Absetzen der Spermatophore zwei getrennte Vorgänge. Die Bildung der komplizierten Spermatophore dürfte nur durch gründliche Untersuchung der männlichen Sexualorgane unter dem Gesichtspunkt der Spermatophorenbildung zu klären sein. Diese Untersuchungen stehen aber bisher noch aus.

Bei den fadenlosen Formen ist die Spermatophore im einfachsten Fall ein Spermatropfen, der frei auf den Boden abgesetzt wird, wie dies MAYER bei *Onychiurus* (Collembola) beobachten konnte. Die Tropfen sind hüllenlos, was daraus hervorgeht, daß sie sofort vom Gips, der den Untergrund bildete, aufgesogen wurden. Die Spermatophore von *Scutigera*, die ebenfalls ungestielt auf den Boden gesetzt wird, läßt auf Grund ihrer Größe und ihrer gestreckten Form einen komplizierteren Bau erwarten; ihre Bildungsweise ist noch unbekannt.

Bei dem Collembolen *Dicyrtonima minuta* untersuchte SCHALLER die männlichen Geschlechtsorgane unter dem Gesichtspunkt der Spermatophorenbildung. Wenn auch diese Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, läßt sich doch schon folgendes sagen: Besondere Anhangsdrüsen sind nicht vorhanden, aber der Ductus ejaculatorius (Abb. 4), der ein drüsiges Zylinderepithel aufweist, ist von einer stark lichtbrechenden Masse erfüllt, die mit der Stielsubstanz der Sper-



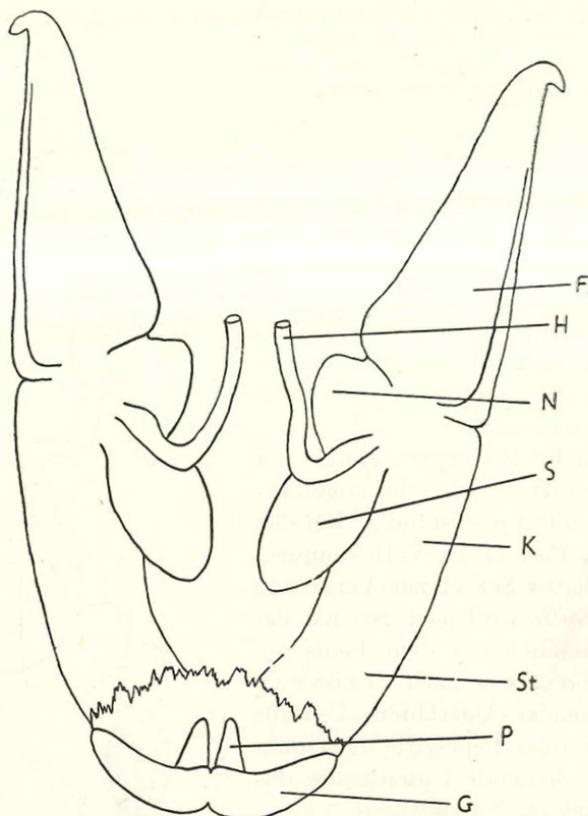


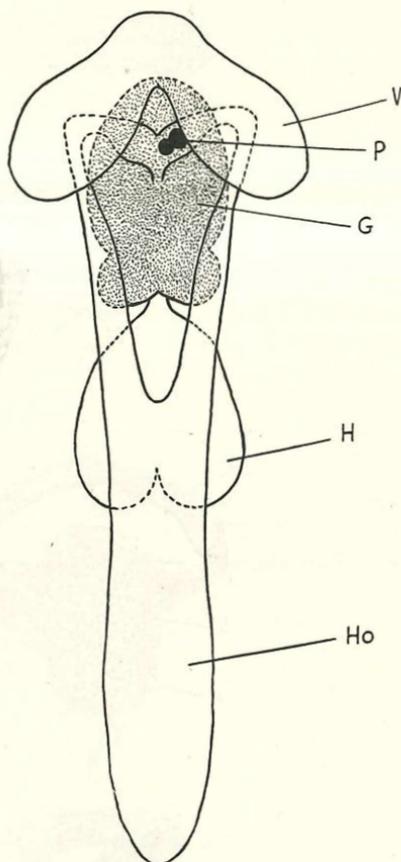
Abb. 6. Paraxialorgane von *Euscorpium italicus*, Ventralansicht. *St* Stiel, *K* Kopfabschnitt, *N* Nodus, *F* Fahne, *S* Samenblase, *H* Hodenschläuche, *G* Genitalklappe, *P* Genitalpapillen.

matophore identisch ist. Die Flüssigkeit des Spermatophorenköpfchens und die darin enthaltenen Spermien entstammen direkt dem Hoden. Da der Stiel kein Ausguß der Geschlechtswege ist, muß er erst beim Absetzen ausgezogen werden.

Auch bei den Moosmilben fehlen nach PAULY akzessorische Drüsen (Abb. 5a). Die Substanz von Stiel und Becher entstammt hier dem drüsigen Mittelteil des Hodens. Der Stiel wird auch hier ausgezogen, nur das obere gewellte Ende wird ohne Zug ausgepreßt. Ob es für Becher und Stielende (Abb. 5b) eine Gußform gibt, ist nicht bekannt.

Beim Pseudoskorpion *Chelifer cancroides* stellte VACHON fest, daß das Material von Stiel und Spermaträger der Spermatophore den hinteren Dorsaldrüsen entstammt, die in die Genitalkammer münden (Abb. 6). Der Inhalt der Spermakapsel stammt aus Vesicula seminalis und Prostata-Reservoir, während ihre Hülle aus dem Sekret der vorderen akzessorischen Drüsen gebildet wird. Spermakapsel und -träger können bei ihrer bizarren Form nur in einer Gußform entstehen, die aber

Abb. 7. Genitalorgane von *Chelifer cancroides*, Dorsalansicht (nach VACHON, vereinfacht), *G* Genitalkammer (punktiert), *H* hintere Dorsaldrüsen, *V* vordere akzessorische Drüsen, *P* Prostata-Reservoir und Vesicula seminalis (schwarz), *Ho* Hoden.



in den männlichen Genitalräumen nicht zu finden ist. VACHON nimmt daher an, daß sich im Augenblick der Spermatophorenbildung die Genitalorgane verformen, so daß dann in der Genitalkammer vorübergehend eine Gußform zur Verfügung steht. Trotz dieser Erklärung gibt er für das Basalkorn, für die verschiedenen Flügel des Spermaträgers und für die Endhörner der Spermakapsel keine Bildungsorte an.

Bei den Skorpionen schließlich bieten sich, wenn man einmal weiß, daß überhaupt Spermatophoren auftreten, die längst bekannten Paraxialorgane (Abb. 7) als Bildungsstätten geradezu an, da sie in ihrer Form einer gestreckten Spermatophore stark ähneln (vgl. Abb. 3 c). Die einzigen Anhangsgebilde sind bei den Euscorpium Arten, die ich untersuchte, die Samenblasen, die an der Mündung der Hodenschläuche liegen und gewöhnlich dicht mit Spermatozysten gefüllt sind. Auf Querschnitten durch die Paraxialorgane reifer ♂♂ sind die Hartteile der späteren Spermatophore deutlich sichtbar (Abb. 8). Sie werden vom Zylinderepithel, das die ganzen Paraxialorgane auskleidet, abgeschieden. Es wird dabei deutlich, daß in jedem Paraxialorgan nur eine Spermatophorenhälfte gebildet wird. Während des ganzen, bis dreistündigen Paarungsspiels liegen diese „Prospermatophoren“ unverändert in den Paraxialorganen. Erst unmittelbar vor dem Absetzen werden die Spermaballen aus den Samenblasen in die Schalenhälften des Kopfabschnittes der späteren Spermatophore gepreßt (Abb. 8 c). Beim Absetzen tritt zuerst aus der Genitalöffnung ein Tropfen hyalinen Sekretes aus, das in zahlreichen tiefen Seitenfalten der Basalregion der Paraxialorgane gebildet wird. Dies schnell erstarrende Sekret klebt die gleichzeitig austretenden Stielen am Boden fest und heftet die beiden Spermatophorenhälften, die beim Durchtritt durch die muskulöse Scheide fest zusammengepreßt werden, in ihrer ganzen Erstreckung aneinander.

Durch Fixierung von ♂♂ zu verschiedenen Zeitpunkten konnte ich feststellen, daß die Neubildung einer Spermatophore, die gleich nach dem Absetzen der vor-

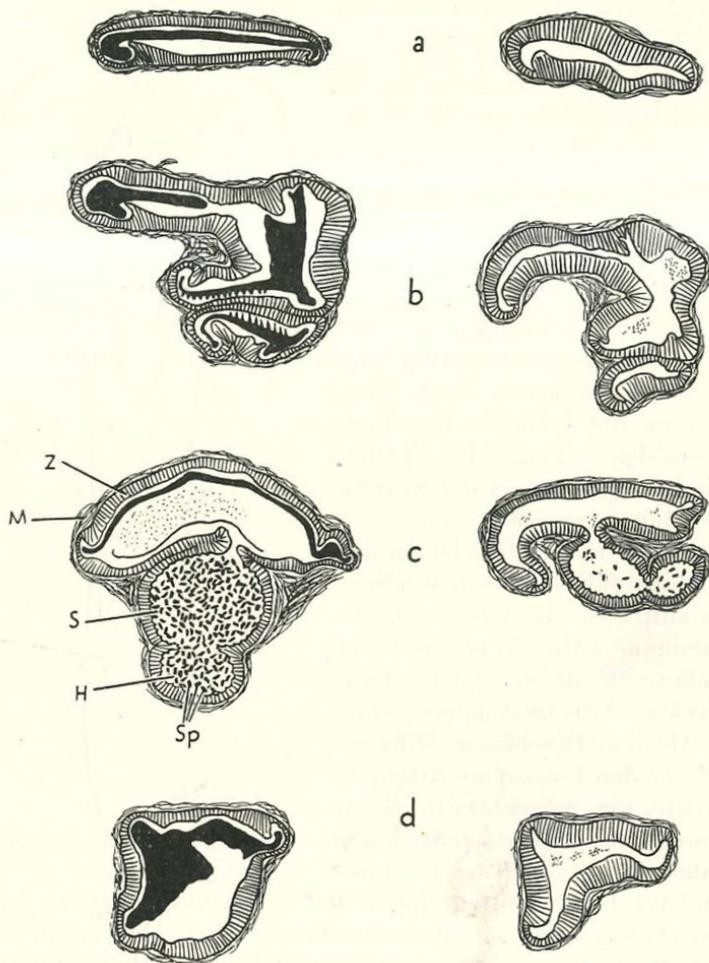


Abb. 8. Querschnitte durch ein Paraxialorgan von *E. italicus*. Links vor, rechts nach dem Absetzen einer Spermatophore. Querschnitt durch a) Fahne, b) Nodulus, c) Kopfabschnitt und d) Stielabschnitt. *M* Muskelhülle, *Z* Zylinderepithel, *S* Samenblase, *H* Hodenschlauch, *Sp* Spermatocysten.

hergehenden beginnt, etwa 3—4 Tage dauert. Außerdem zeigte sich, daß die Paraxialorgane erst 3—4 Wochen nach der Reifehäutung funktionsfähig werden.

Es lassen sich bei den behandelten Fällen, wenn man von der Gruppe der fadenziehenden Formen absieht, zwei Typen der Spermatophorenbildung unterscheiden: Erstens einfach gebaute „Tröpfchenspermatophoren“ (SCHALLER 1954), deren Stiele beim Absetzen ausgezogen werden (z. B. Collembolen), und zweitens kompliziertere Gebilde, die in einer Gußform entstehen (Skorpione). Als Mischtypen könnte man die Spermatophoren von *Belba* (Oribatei) und *Chelifer* auffassen,

wo die Stiele sicher ausgezogen werden, während die komplizierteren Strukturen wohl nur in einer Gußform entstanden sein können.

#### Literatur:

- ANGERMANN, H. (1955): *Naturwissensch.* 42, 303.
- , u. SCHALLER, F. (1955): *Verh. d. Dtsch. Zool. Ges. in Erlangen*, 459—462.
- KEW, H. W. (1930): *Proceedings Zool. Soc. London*.
- KLINGEL, H. (1956): *Naturwissensch.* 13, 311.
- MAYER, H. (1956): *Naturwissensch.* 6, 137—138.
- PAULY, F. (1956): *Zool. Jahrb., Abt. System.* 84, 275—328.
- SCHALLER, F. (1952): *Naturwissensch.* 39, 48.
- , (1954): *Naturwissensch.* 41, 406.
- , (1954): *Forschungen und Fortschritte* 11, 321—326.
- , (1955): *Forschungen und Fortschritte* 9, 261—263.
- , (1956): *Forschungen und Fortschritte* 8, 225—231.
- SCHÖMANN, K. H. (1956): *Zool. Jahrb., Abt. System.* 84, 195—256.
- STURM, H. (1955): *Z. f. Tierpsychol.* 12, 337—363.
- , (1955): *Verh. d. Dtsch. Zool. Ges. in Erlangen*, 463—466.
- VACHON, M. (1938): *Recherches Anatomiques et Biologiques sur la Reproduction et le Développement des Pseudoscorpions*. Paris.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Deutsche Entomologische Zeitschrift \(Berliner Entomologische Zeitschrift und Deutsche Entomologische Zeitschrift in Vereinigung\)](#)

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: [100\\_Jahre](#)

Autor(en)/Author(s): Angermann Hartmut, Schaller Friedrich

Artikel/Article: [Spermatophorenbau und -bildung bei Arthropoden mit indirekter Spermatophoren -Übertragung 228-237](#)