Chun, Carl, 1910, Die Cephalopoden. 1. Teil: *Oegopsida*. Wiss. Ergebn. deutsch. Tiefsee-Exped. Valdivia, Bd. 18, pp. 1—402, 2 pls. and 32 figs. in text, Atlas of 61 pls.

Drew, G. A., 1911, Sexual Activities of the Squid, *Loligo pealii* (Les.) I. Copulation, Egg-Laying, and Fertilization. Journal of Morphology, vol. 22, pp. 327—352, pls. 1—4, June 1911.

Gray, J. E., 1849, Catalogue of the Mollusca in the collection of the British Museum. Part I. *Cephalopoda antepedia*. pp. i—viii, 1—164, small 8vo, London.

Lebert, H., and Robin, C., 1845, Note sur un fait relatif au mécanisme de la fécondation du Calmar commun (*Septa loligo* L., *Loligo vulgaris*). Annales Sciences Naturelles (3), vol. 4, pp. 95—102, pl. 9, figs. 5, 6.

Naef, A. J., 1912, Teuthologische Notizen. 4. Die Gattungen der Loliginidae. 5. Die Arten der Gattung *Teuthis*. Zoolog. Anz., vol. 39, pp. 741—749, figs. 3a—3g, August 1912.

Watasé, S., 1905, Luminous Organs of *Abraliopsis*, a New Phosphorescent Cephalopod from the Japan Sea. The Zoological Magazine (Tokyo), vol. 17, pp. 119—122, 1 fig. in text, June 1905.

4. Die Begattung und der Spermatophorenbau bei der Maulwurfsgrille (Gryllotalpa gryllotalpa L.).

Von B. Th. Boldyrev, Moskau.

(Mit 3 Figuren.)

eingeg. 12. Juli 1913.

Vor einigen Jahren lenkte ich meine Aufmerksamkeit auf die Begattung und Spermatophorenbildung bei der Ordnung Orthoptera. Indem ich den Begattungsakt, das Verhalten der Weibchen zu den vom Männchen empfangenen Spermatophoren beobachtete und die letzteren bei einer Anzahl von Locustodea und Gryllodea (Gatt. *Decticus*, *Platycleis*, *Olynthoscelis*, *Tylopsis*, *Tachycines*, *Gryllus* und *Locusta*)[1] einer Untersuchung unterwarf, bin ich zur Ansicht gekommen, daß die *Gryllodea* im Bau ihrer Spermatophoren, sowie in dem Verhalten der Weibchen zu denselben sich sehr wesentlich von Locustodea unterscheiden. Die Spermatophoren der Grillen haben die Gestalt eines einfachen »Flakons« (kolbenförmig) mit ziemlich langem Hals (*Gryllus desertus*, Pall. und *G. domesticus* L.). Eine oder zwei Stunden nach vollzogener Begattung werden die Spermatophoren durch Kontraktionen des Hinterleibes des Weibchens aus seiner Genitalöffnung im fast leeren Zustand ausgepreßt und abgeworfen; die Samenelemente wandern inzwischen in die Samentasche des Weibchens ein. Nicht selten geschieht es, daß,

[1] Boldyrev, B., »Begattung und Spermatophoren bei *Tachycines asynamorus* Adel«. Rev. Russe d'Entomol. XII. 1912. Nr. 3. S. 552—570. — »Über die Spermatophoren einiger Locustodea und Gryllodea« (vorläuf. Mitteil.). Ibidem S. 571—573. Die Arbeit selbst erscheint im Bd. XL. Horae Soc. Ent. Ross. — Siehe auch Rev. Russe d'Entom. Bd. 12. No. 4. 1912. p. XLIV—XLVI und meinen Vortrag (Compt. Rend. de Séanc. de la Soc. Entom. de Russie a 1912).

falls das *Gryllus*-Weibchen erschreckt wird, es die vom Samen noch ganz gefüllte Spermatophore abbeißt, was aber normalerweise nicht stattfindet. Die Grillen begatten sich mehrmals, und die Anzahl der vom einzelnen Männchen produzierten Spermatophoren ist sehr groß. Diese Spermatophore der Gryllodea nenne ich »einfache« und »echte« Spermatophore, indem ich unter dem Namen »Spermatophore«, der Definition von N. Cholodkovsky[2] folgend, die Gebilde verstehe, »die in den Geschlechtsorganen der Männchen entstehen und zum Übertragen des Samens in die weiblichen Geschlechtsorgane dienen ...«. Was die Locustodea anbelangt, so fangen die Weibchen gleich nach der vollzogenen Begattung an, die an ihrer Genitalöffnung fixierten Spermatophoren zu fressen. Dieses Benehmen der Weibchen würde natürlich eine vorzeitige Vernichtung des Samens herbeiführen, wenn die Spermatophoren der Locustodea nach dem Gryllodeentypus gebaut würden. Die viel komplizierter gebaute Spermatophore der Locustodea besteht aus zwei folgenden Abschnitten: 1) Aus einer Hauptabteilung, deren Hohlräume vom Samen ausgefüllt sind und 2) aus einer der Hauptabteilung von vorn angefügten weißen, klebrigen, schleimigen Masse, welche im Innern kein Sperma enthält. Kurz nach der Begattung neigt das Weibchen seinen Kopf nach hinten, um die Spermatophore aufzufressen, findet aber zuerst diese klebrige, zähflüssige Masse des 2. Abschnittes und gebraucht häufig einige Stunden, um dasselbe zu verzehren. Im Laufe dieser Zeit gelangen die Samenelemente des an der Genitalöffnung fest fixierten Hauptabschnittes in die Samentasche des Weibchens, so daß, wenn das Weibchen endlich die Hauptabteilung der Spermatophore zu fressen anfängt (die Verzehrung dauert höchstens 15 Minuten), dieselbe vollständig leer ist. Bei den Locustodea werden die Spermatophoren in viel längeren Zwischenpausen gebildet als es bei den Gryllodea der Fall ist, — eine Tatsache, welche in dem viel komplizierteren Bau der Spermatophore bei den Locustiden ihre Erklärung findet. Die schleimige Masse der Locustidenspermatophore, die zum Schutz des Samens gegen vorzeitige Vernichtung dient, wird von mir »Spermatophylax« (Samenschützer) benannt, und die mit diesem Schutzapparat ausgerüsteten Spermatophoren bezeichne ich als »zusammengesetzte«, »echte« Spermatophoren. In letzterer Zeit machte Cholodkovsky[3] einen Vorschlag, alle »die Gebilde, die zur Verstopfung der weiblichen Scheide oder überhaupt zum Schutz des Samens dienen«, mit dem Namen »Spermatophragmen« zu bezeichnen. Ich für meinen Teil ziehe es vor, den Schutzapparat der Locustidenspermatophore als ein Gebilde sui generis

[2] Cholodkovsky, »Über die Spermatodosen der Locustiden«. Zool. Anz. 1913. Bd. XLI. Nr. 13. S. 615—619.

[3] l. c.

zu betrachten und denselben von den »Spermatophragmen« getrennt zu halten, unter welch letzteren ich die Gebilde verstehe, wie sie von Cholodkovsky[4] in einer seiner früheren Arbeiten definiert worden waren. In jener Arbeit versteht der Verfasser unter dem Namen »Spermatophragmen« »die Massen des Drüsensecrets, die nur als ein Übertragungsmedium, als Unterhalt der Samenmasse während der Begattung oder zur Verstopfung der weiblichen Genitalöffnung dienen«.

Die Untersuchungen über die Begattung und den Bau der Spermatophoren der *Gryllotalpa* wurden von mir noch im Sommer des vorigen Jahres unternommen, aber bald wegen des Mangels einer genügenden Anzahl der Tiere wieder aufgegeben. Im Sommer (Mai—Juni) dieses Jahres gelang es mir endlich in der Umgebung von Moskau eine große Anzahl von Maulwurfsgrillen zu verschaffen. Ich fand die Insekten am Ufer eines kleinen Teiches, wo sie sich an ganz feuchten Stellen aufhielten (v. 12. Mai st. n.). Es waren einerseits die überwinterten Larven (von 10 mm Körpergröße), anderseits bereits geschlechtsreife Männchen und Weibchen. Weder ihre Nester noch die Eier konnten gefunden werden. Die Maulwurfsgrillen wurden in großen mit Erde gefüllten Terrarien untergebracht. (Die Tiere standen unter Beobachtung vom 12. Mai bis zum 18. Juni.) Am liebsten fraßen die Maulwurfsgrillen Regenwürmer, Engerlinge, Kartoffel, Salat, Kohlblätter und auch Weißbrot. Täglich wurde die Erde im Terrarium reichlich mit Wasser benetzt, da die Maulwurfsgrillen sehr gierig trinken. Am Tage sieht man die Insekten gewöhnlich nicht, nur in den Dämmerungsstunden verlassen sie ihre Gänge und erscheinen auf der Oberfläche. Dabei habe ich kein einziges Mal gesehen, daß sie durch den Flug aus der Gefangenschaft sich zu befreien versuchten. Kleine Streitigkeiten und Kämpfe zwischen einzelnen Individuen, besonders zwischen den Männchen, sind gar nicht selten, haben aber meist einen friedlichen Ausgang, obwohl es durchaus nicht ausgeschlossen ist, daß die besiegte Partei dabei gefressen werden könnte. Im allgemeinen sind aber die Maulwurfsgrillen ein durchaus friedliches Geschlecht; sogar ihre kleinen Larven lassen sich ganz gut mit ausgewachsenen Individuen halten, ohne dabei merklich Schaden zu erleiden. Wenn in einer unterirdischen Galerie zwei Maulwurfsgrillen sich begegnen, so weicht gewöhnlich die schwächere aus und überläßt der stärkeren den Weg; wenn aber die beiden gleich stark und hartnäckig sind, so entsteht ein heftiger Kampf, wobei als Angriffs- und Verteidigungswaffen die vorderen Grabbeine benutzt werden. Ein trockenes Krachen der aufeinander stoßenden Chitinteile und eigentümliche kurze, zirpende Töne, die durch

[4] Cholodkovsky, N., »Über die Spermatophoren, besonders bei den Insekten«. Trav. de la Soc. Imp. de Nat. de St. Pétersb. 1910. Bd. 41. fasc. 1.

scharfes Aufwerfen der Tegmina hervorgerufen werden, ertönen vom Kampfplatz. Wenn eine Maulwurfsgrille von hinten angegriffen wird, so hebt sie die Hinterleibsspitze ein wenig nach oben auf und spritzt dem Gegner ins Gesicht ihre unangenehm riechenden, flüssigen Exkremente, deren Geruch wahrscheinlich durch die Secrete der gut entwickelten Analdrüsen bedingt wird. Die Benutzung dieser eigentümlichen Verteidigungswaffen kann man häufig beobachten, wenn man die Maulwurfsgrille mit der Hand anfaßt. Die Maulwurfsgrillen sind ausgezeichnete Schwimmer. Beim Schwimmen rudern sie mit dem 2. und 3. Beinpaar; das erste Beinpaar wird dicht vor dem Kopf unbeweglich gehalten und funktioniert gleich einem Kiel. Auf der Oberfläche, sowie in ihren Gängen bewegen sich die Maulwurfsgrillen sehr geschickt vorwärts, wie auch rückwärts; im letzteren Falle dienen die Cerci als Tastorgane. Schon vom ersten Tage der Gefangenschaft (12. Mai st. n.) »singen« die Gryllotalpen in ihren Terrarien. Dies »Singen«, wenn man es so nennen darf, klingt ganz verschieden je nach dem einen oder andern Moment des Lebens der Maulwurfsgrille. Beim Untersuchen der Tegmina der Weibchen und Männchen fand ich an dem Ast der Vena axillaris (plicata) bei den beiden Geschlechtern die Zähnchen des Stimmapparates. (Beim Weibchen sind diese Zähnchen schwächer entwickelt.) In der Stimme der Maulwurfsgrille unterscheide ich folgende Modulationen:

1) Ein kurzer zirpender Ton, der durch rasche Tegminaschläge hervorgebracht wird. Dieser Ton kann auch vom Weibchen produziert werden, wenn auch nicht so scharf und klingend. Diesen Laut lassen die erschrockenen Insekten häufig erklingen; auch kann es sich um ein Warnungssignal handeln beim Zusammentreffen zweier Männchen.

2) Ein kurzes hellklingendes Trillern der zornigen Männchen, wenn sie um die Gunst des Weibchens streiten: das ist die Stimme der Eifersucht.

3) Ein in den Dämmerungs- und Abendstunden lange dauerndes, heiserklingendes Trillern eines das Weibchen lockenden Männchens. Das ist das kraftvollste Lied der Maulwurfsgrille.

4) Ein eigentümliches Trillern des in unmittelbarer Nähe des Weibchens sich befindenden Männchens. Dieses Lied besteht in einem heiseren, kaum hörbaren Säuseln der Tegmina und wird bald unterbrochen bald von neuem begonnen. Was die Stimme des Weibchens anbetrifft, so fand ich, daß die Weibchen nur beim Erschrecken die Töne produzieren, sonst hört man von Weibchen keine Lieder trotz der aufmerksamen Beobachtung in gemeinsamen sowie auch in gesonderten Terrarien. Es sei hier nebenbei bemerkt, daß wir im Flügelgeäder ein treffliches Unterscheidungsmerkmal der beiden Geschlechter besitzen.

Für die männlichen Flügeldecken (Tegmina) charakteristisch erscheint eine große, trapezförmige Zelle (leicht von oben zu sehen), die sich zwischen der Verästelung der Vena axillaris befindet und von vorn durch eine mit Stimmapparat versehene Ader abgegrenzt wird.

In der Umgebung von Moskau wurden die ersten Abendlieder der Maulwurfsgrille von mir erst den 21. Mai wahrgenommen, und dann hörte ich dieselben auch später im Juni. Auch am Tage gelang es mir, manchmal im Freien ein kurzes Trillern der rufenden Männchen wahrzunehmen. Das Singen der in den Terrarien gehaltenen Tiere konnte ich vom 12. Mai ab täglich hören, am intensivsten wohl aber gegen das Ende des Monats. Während der ganzen Beobachtungsperiode hörte ich ein heiseres, kaum hörbares Trillern der verliebten Männchen aus den unterirdischen Gängen klingen. Am 7. Juni fand ich in einem Terrarium die ersten abgelegten Eier. [Voriges Jahr fand ich die ersten Eier erst am 17. Juni im Freien, die Eiablage fand gewiß auch vor diesem Datum statt.] Die Eikammern der *Gryllotalpa* befinden sich in unterirdischen Gängen, gewöhnlich in der Nähe von Gewässern, an den Fluß- oder Teichufern und liegen in einer Tiefe von höchstens 8 cm. Die Maulwurfsgrillen vermögen sich ganz geschickt zu putzen, was bei ihrem massiven Körperbau kaum zu glauben ist. Indem das Insekt seinen Kopf bald nach rechts, bald nach links neigt, reibt es sich die Augen mit der inneren Oberfläche des ersten Beinpaares. Mit Hilfe desselben Beinpaares werden die Fühler an die Mundteile gebracht und durch letztere durchgezogen und gereinigt. Die Mundteile dienen auch zum Putzen aller 3 Beinpaare, bei welcher Beschäftigung die Maulwurfsgrille sich stark nach der Seite umbiegt. Durch rasche in vertikaler Richtung ausgeführte Bewegungen des 2. Beinpaares, welches dabei ein wenig gebogen wird, putzt die *Gryllotalpa* ihre Vorderbrustseiten und die äußere Fläche der Grabbeine; das 3. Beinpaar dient zum Putzen der Cerci.

Beim Untersuchen der Maulwurfsgrillen stellte ich mir die Aufgabe, ihre Begattung, das Liebeswerben der Männchen genau zu verfolgen, sowie auch den Bau ihrer Spermatophoren möglichst eingehend zu untersuchen. Da in der Biologie der Maulwurfsgrille noch viel Unaufgeklärtes zu vermuten war, so ging ich ganz vorsichtig an die Sache. Zuerst wurden die gefangenen Männchen und Weibchen zusammen in Terrarien gehalten, die um die Hälfte mit Erde gefüllt wurden. Um bei den Beobachtungen die Gefangenen nicht zu stören, machte ich meine Beobachtungen nur abends oder in der Nacht beim schwachen Licht der elektrischen Taschenlaterne. Es wollte mir zuerst gar nicht gelingen, ein Männchen bei seinem Liebeswerben zu sehen, obwohl man nachts sowie am Tage deutlich ein sanftes trillerndes Liedchen aus der Erde erschallen hörte. Ich trennte dann die Weibchen und

Männchen voneinander, hielt sie einige Tage in gesonderten Terrarien und brachte sie dann wieder in ein gemeinsames Terrarium. In der Tat gelang es mir jetzt manchmal die liebeswerbenden Männchen zu bemerken; die Anwesenheit der andern Männchen störte aber die ganze Sache, da, durch ihr Trillern aufgeregt, das Männchen das Objekt seiner Werbung gewöhnlich beiseite ließ und kampfbereit seinen vermutlichen Nebenbuhler aufsuchte. Die Beobachtungsmethode wird noch einmal umgeändert. Die einzelnen Pärchen werden in kleinen Drahtnetzterrarien mit 3—4 cm hoher Erdschicht gebracht. Dieses Verfahren ermöglicht mir jederzeit durch einfaches Schütteln die Gänge der Tiere zu öffnen und die Begattung und die Anzahl derselben genau festzustellen. Durch die Eingänge der von Maulwurfsgrillen gegrabenen Galerien bin ich imstande (wenn auch nicht in allen Einzelheiten) das Liebeswerben des Männchens, die Lage der copulierenden Individuen, (das ♀ sitzt wie bei der Gattung *Gryllus* auf dem ♂) zu beobachten und was noch wichtiger, finde ich endlich eine Spermatophore, indem ich einen Gang eröffnet habe, in welchem vor kurzer Zeit ein Liedchen erklang. Um das Verhalten des Weibchens zur Spermatophore feststellen zu können, da es doch unentschieden blieb, ob die Spermatophore von selbst abfiel, oder durch das Weibchen abgestreift wurde, bringe ich ein Weibchen gleich nach der Begattung in einen Behälter, dessen Boden aus einer feuchten Torfplatte besteht und beobachte es beim geschwächten Lichte der Laterne. In einem Falle verlor das Weibchen in 8 Minuten noch ganz mit Samen gefüllte Spermatophore, ohne sie mit seinen Kiefern zu berühren. Bei gleichen Bedingungen versuchten die Weibchen in andern Fällen sofort, oder nach Verlauf $^1/_4$ Stunde, mit ihren Mundwerkzeugen die Spermatophore zu erreichen. Diese Versuche wurden gewöhnlich in einer halbliegenden Stellung ausgeführt, wobei sich das Weibchen mehrmals vergebens bog, um die Spermatophore mit den Kiefern zu fassen. Alle Bemühungen schlugen aber fehl und nach Verlauf von 1 St. 5 Min.—1 St. 30 Min. fielen gewöhnlich schon ganz leere Spermatophoren von selbst ab. Bei der Gattung *Gryllus*, z. B. bei der gewöhnlichen Hausgrille, bleiben die gestörten oder erschreckten (durch intensive Beleuchtung, Berührung) Weibchen entweder unbeweglich oder beißen ihre noch Samen enthaltenden Spermatophoren einfach ab und verzehren manchmal dieselben, was normalerweise nicht stattfindet. Um endlich sicher entscheiden zu können, ob vielleicht bei der Maulwurfsgrille dieses Abbeißen der Spermatophore durch dieselben Reize ausgelöst wird, wie bei *Gryllus* (in diesem Falle Erschrecken bei dem Übertragen in einen andern Behälter), modifizierte ich meine Versuche in folgender Weise. Das Männchen und Weibchen werden 1—2 Tage gesondert gehalten und dann erst in ein kleines Drahtnetz-

terrarium mit dem Torfboden gebracht. In wenigen Minuten gewöhnen sich die Insekten an ihre neue Wohnstätte. Bald sieht man, wie das Männchen seine Tegmina aufhebt, sich dem Weibchen nähert und sein leises heiseres Lied ertönen läßt; das Werben dauert 6—7 Minuten. Dann klettert das Weibchen auf den Rücken des Männchens, fällt aber nach vergeblichen Versuchen, sich festzuhalten, herunter. Das Männchen bleibt auf einige Sekunden in seltsamer Stellung mit nach oben gerichteter Hinterleibsspitze und ausgestülpten Copulationsorganen. Bald aber beruhigt es sich und fängt von neuem an zu singen. In 20 Minuten versuchte das Weibchen viermal vergeblich den Rücken des Männchens zu besteigen. Jetzt wird mir die Ursache der mißlungenen Versuche ganz klar: die Maulwurfsgrillen copulieren in ihren unterirdischen Galerien, und das Weibchen, nachdem es den Rücken des Männchens bestiegen hat, wird vom Abrutschen durch die Wände der Galerie verhindert. Um den Tieren zu helfen machte ich folgende Einrichtung. Längs der Glaswand des Terrariums stellte ich senkrecht eine Torfplatte von der Größe dieser Wand, so daß die Entfernung zwischen dieser Torfplatte und der Glaswand um wenige Millimeter die Körperbreite der Maulwurfsgrille übertrifft. Auf diese Weise werden im Terrarium 2 Abteilungen gebildet, wobei die Breite der an die Glaswand angrenzenden Abteilung dem Durchmesser der *Gryllotalpa*-Gänge gleicht. In der Torfwand wurde unten eine Öffnung gelassen, durch welche beide Abteilungen miteinander in Verbindung standen. In ein auf diese Weise eingerichtetes Terrarium setzte ich wieder ein *Gryllotalpa*-Pärchen. Durch die oben beschriebene Öffnung in der Torfwand gelangen beide in die schmälere Abteilung; das Männchen beginnt wieder sein leises Singen, und nach einigen Minuten sitzt das Weibchen auf dem Rücken des Männchens fest, da die Torfwand das Hinabgleiten des Weibchens verhindert. In diesen soeben beschriebenen Behältern konnte ich ganz ruhig und genau die Begattung der Maulwurfsgrillen beobachten und das weitere Schicksal der Spermatophore in allen Einzelheiten und zu jeder beliebigen Zeit verfolgen. Die Begattung bei den Maulwurfsgrillen vollzieht sich folgendermaßen. Das gesondert gehaltene Pärchen wird in ein auf diese Art eingerichtetes Terrarium gesetzt, welches sie zuerst genau untersuchen. Es kommt manchmal vor, daß das betreffende Paar durchaus nicht geneigt ist, zur Begattung zu schreiten, was man leicht am ängstlichen Benehmen des Männchens und drohenden Bewegungen des Weibchens merken kann. In solchen Fällen muß man eins von den beiden (gewöhnlich das Weibchen) durch ein andres Exemplar ersetzen. Zuerst hält sich das Männchen in der Nähe des Weibchens auf, wobei sein Hinterleib gewöhnlich dem Weibchen zugekehrt ist. Dann hebt das Männchen seine Tegmina, läßt zugleich die

Flügel längs der Hinterleibsseiten sinken und beginnt mit seinem heiseren fast lautlosen Trillern. Man sieht dabei, wie sein ganzer Körper hin und her zuckt, ohne daß er dem Weibchen näher käme. Falls sich das Weibchen den Wünschen des Männchens nicht besonders nachgiebig erweist und einen Drohungslaut ausstößt, zieht sich das Männchen zurück, um dann wieder mit denselben eigentümlichen Zukkungen dem Weibchen näher zu treten. Dabei singt es ununterbrochen, und je ferner es vom Weibchen sich befindet, desto stärker klingt sein Lied. Endlich steht das Männchen unmittelbar vor dem Weibchen, und sie betasten sich gegenseitig mit ihren Fühlern und Palpen. Ein unmerkliches Warnungszeichen von seiten des Weibchens und das Männchen tritt zurück, um nach einigen Augenblicken zurückzukehren. Dabei schiebt es seinen Hinterleib gegen den Kopf des Weibchens; seine Cerci kommen mit den Fühlern des Weibchens in Berührung und führen dabei leichte zitternde Bewegungen aus. Die scharfklingende Stimme des Männchens sinkt bis zum kaum hörbaren Säuseln. Die Hinterleibsspitze ist hoch aufgerichtet, stark ausgestreckt, bald die Stirn, bald die Mundteile des Weibchens berührend, während das Weibchen mit seinen Mundwerkzeugen die Hinterleibsspitze des Männchens betastet. Manchmal betasten sich die beiden gegenseitig mit ihren Cerci. Es kommt auch vor, daß das Weibchen dem Männchen nachläuft, wenn das letztere sich entfernte, aber häufiger bleibt das Weibchen unbeweglich sitzen, den Kopf dem singenden Männchen zugekehrt, welches häufig mit den Hinterbeinen seine Cerci putzt. Das Liebeswerben dauert manchmal nur 1 Minute, manchmal nimmt es 40 Minuten und mehr in Anspruch; durchschnittlich 6—15 Minuten. Dann kommt die Reihe an das Weibchen aktiv zu handeln; der Hinterleib des Männchens ist gegen das Weibchen gerichtet, und das letztere klettert rasch auf den Rücken des ersteren und stützt seine Beine gegen die Wände des Ganges. Das Männchen hört mit dem Singen auf, erhebt sich hoch auf den ausgestreckten 1. und 3. Beinpaaren, biegt den Hinterleib aufwärts um und versucht seine ausgestülpten gelblichweißen Copulationsorgane in die Genitalöffnung des Weibchens einzuführen, was ihm gewöhnlich in 1—3 Sekunden gelingt. Dabei führt das Männchen die eigentümlich gestalteten soliden Chitinauswüchse seines Genitalapparates unter die senkrecht stehende Lamina subgenitalis des Weibchens ein[5] (Fig. 1). Wenn wir in diesem Augenblick, ehe die Spermatophore ausgeschieden wird, das Pärchen stören, können die Insekten nur mit großer Mühe auseinander gehen. Das Weibchen sitzt auf dem Rücken des Männchens fest an das letztere angeschmiegt und stützt sein 1. Beinpaar gegen die

---

[5] Berlese, A., Gli insetti T. 1. fig. 372.

Vorderbrust des Männchens, mit dem 2. und 3. Beinpaar hält sich das Weibchen an den Wänden des Ganges fest. Während der Begattung bleibt das Weibchen unbeweglich, nur sein Hinterleib biegt sich nach unten. Die Lage des Männchens weist auf eine heftige Spannung hin; mit dem ein wenig gesenkten Kopf und Pronotum, mit hochaufgerichtetem langgestrecktem Hinterleib steht das Männchen auf dem 1. und 3. Beinpaar (das 2. Beinpaar berührt die Erde nicht). Seine Flügel hängen tief an den Seiten des Abdomens herab, den Rückenteil des letzteren frei lassend; die Cerci sind schief nach oben gerichtet. Der Begattungsakt dauert 2—3 Minuten. Am Anfang des Begattungsaktes befinden sich

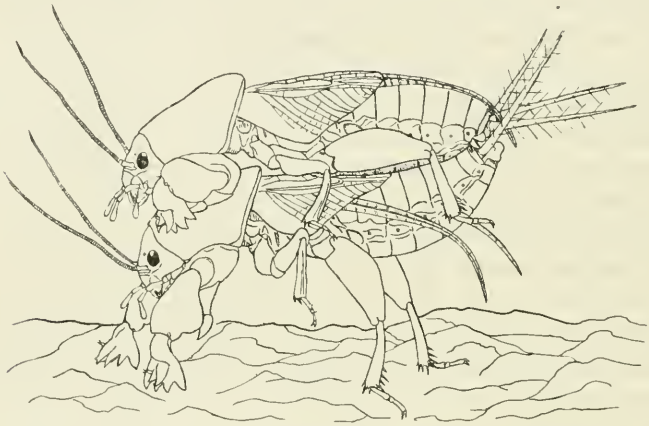

Fig. 1. Die Copulationsstellung der *Gryllotalpa gryllotalpa* L.

der Hinterleib des Männchens und besonders die Anhänge seines Copulationsapparates in einer langsamen wellenförmigen Bewegung, die durch die Einführung der Spermatophore in die Genitalöffnung des Weibchens hervorgebracht werden können. Je näher der Begattungsakt seinem Ende zuschreitet, um so heftiger und häufiger werden diese konvulsiven Bewegungen, bis endlich das Männchen die Hinterleibsspitze hoch streckt und das Abdomen des Weibchens mit aufhebt. In demselben Moment wird zwischen den ausgestülpten Genitalanhängen des Männchens eine weiß gefärbte Spermatophore sichtbar, welche im Laufe von 1—2 Sekunden schon an die weibliche Genitalöffnung angeheftet wird, und zwar unter der Lamina subgenitalis. Zugleich, nicht ohne gewisse Anstrengung, löst sich das Männchen vom Weibchen los und läuft rasch davon; das letztere fällt kraftlos zu Boden und bleibt unbeweglich sitzen, wie es auch das Männchen tut. Die Spermatophore der Maulwurfsgrille ist zuerst von rein weißer Farbe, nach Verlauf von 4 Minuten aber beginnt sie durchsichtiger zu werden, und in 6—10 Minuten sieht die Spermatophore trüb glasartig, durchsichtig aus, und nur in ihrem

Innern schimmert die Samenmasse wie ein weißer Fleck durch. Mit der Zeit wird dieser Fleck immer blasser, da die Spermatozoen allmählich in die Samentasche des Weibchens einwandern. Solange die Spermatophore in ihrem ganzen Umfang weiß gefärbt ist, bleibt sie sehr weich, und nur später erlangt sie ihre solide Konsistenz. Was das Verhalten des Weibchens zu der Spermatophore anbelangt, so bleibt gewöhnlich das Weibchen nach der erfolgten Begattung unbeweglich sitzen, falls es von neuem vom Männchen nicht belästigt wird. (Daher wurden die letzteren gewöhnlich sogleich nach der Begattung entfernt.) Es vergehen erst 22—43 Minuten (seltener nur 13), bis das Weibchen, welches bis jetzt der Spermatophore keine Aufmerksamkeit schenkte, versucht sich umzubiegen und die Spermatophore mittelst seiner Kiefer aus der Genitalöffnung zu entfernen, was dem Weibchen nur in dem Falle gelingt, wenn es sich in den Gängen befindet. Hier auf die Wände gestützt, halb liegend oder sich stark bückend, ergreift das Weibchen mit seinen Oberkiefern die Spermatophore, zieht sie heraus und verzehrt sie binnen einer halben Minute vollständig. Wenn man zu dieser Zeit die Spermatophore vom Hinterleib des Weibchens mit der Pinzette abnimmt, so überzeugt man sich gleich, daß sie bereits ganz leer ist. Wir sehen also, daß das Entfernen und Verzehren der Spermatophore nach einer bestimmten Zeit ganz charakteristisch für die Maulwurfsgrillenweibchen ist. Nur ein einziges Mal konnte ich konstatieren, daß die Spermatophore 24 Minuten nach der Begattung sich loslöste. Solange die Spermatophore an dem Hinterleib des Weibchens sich befindet, merkt man an den Abdominalsegmenten des letzteren konvulsive Zuckungen, welche wahrscheinlich ein tieferes Eindringen der Spermatophore in die Genitalöffnung des Weibchens bedingen. Im Gegensatz zu der Gattung *Gryllus* findet bei *Gryllotalpa*, solange die Spermatophore am Abdomen sitzt, kein allmähliches Austreten derselben aus der weiblichen Genitalöffnung statt.

Das Männchen hält sich nach erfolgter Begattung in der Nähe des Weibchens auf, seinen Kopf dem Vorder- oder Hinterende des Körpers des letzteren zugekehrt. Im ersten Falle betasten sie sich gegenseitig mit ihren Fühlern, im zweiten hebt das Weibchen vorsichtig seinen Hinterleib bei jedem Berühren der Fühler des Männchens. Schon nach 12—20 Minuten verraten die Zuckungen des Hinterleibes des Männchens die Absicht, sein Liebeswerben von neuem anzufangen; aber erst nach 24—37 Minuten begibt es sich zur neuen Begattung. Diese erstaunlich rasche Herstellung einer neuen Spermatophore wird durch den ziemlich einfachen Bau derselben leicht erklärlich. Bei den Locustodea mit ihrer »zusammengesetzten« Spermatophore sind die einzelnen Paarungen durch größere Ruhepausen voneinander getrennt. Das Männchen

der Maulwurfsgrille besitzt die Fähigkeit, im Laufe von wenigen Stunden einige Spermataphoren zu bilden. Ich beobachtete z. B., daß ein Männchen den Begattungsakt achtmal in $10^1/_2$ Stunden vollführte, $4^1/_2$ Stunden davon befand es sich im gesonderten Terrarium allein. So sind auch die Weibchen. Ein Weibchen ließ sich in 5 Stunden viermal begatten und dabei befand es sich doch beinahe 3 Stunden allein. Tagelang hintereinander konnte ich ein und dasselbe Männchen zur Begattung verwenden, und seine Energie schien dadurch gar nicht erschöpft. Die massive, mit Sperma prall gefüllte Samentasche des Weibchens weist auch auf die mehrmalige Befruchtung hin, da die darin sich befindliche Samenmasse den Samengehalt einer Spermatophore bei weitem übertrifft. (Diese Befunde stimmen vollkommen mit meinen Beobachtungen an der Gattung *Gryllus* überein.) Schon 24 bis 39 Minuten nach der Begattung, ohne die an der Geschlechtsöffnung sitzende Spermatophore zu beseitigen, schreiten nicht selten die Weibchen wieder zur neuen Begattung. Die Anhänge des copulativen Apparates des Männchens können dabei natürlich nicht in die von der Spermatophore besetzte Genitalöffnung des Weibchens eingeführt werden, was das Weibchen zwingt, die Spermatophore zuerst abzubeißen, um die Begattung zu vollziehen. Übrigens gelingt es in solchen Fällen manchmal dem Männchen durch die Bewegungen seines Copulationsapparates die Spermatophore von der weiblichen Genitalöffnung abzustreifen. Die zur Untersuchung bestimmten Spermatophoren wurden gleich nach der Begattung mittelst einer Pinzette aus der Genitalöffnung des Weibchens ausgezogen; seltener fanden die von Weibchen verlorenen Spermatophoren Verwendung. Um das eben befruchtete Weibchen samt der Spermatophore zu konservieren, tötete ich es durch einige Tropfen von Chloroform und dann erst legte ich es in 70—80 %-igen Alkohol ein. Die Spermatophoren wurden entweder frisch im Wasser untersucht oder durch Alkohol in Nelkenöl überführt und in Kanadabalsam eingeschlossen. Die Spermatophore der *Gryllotalpa* (Fig. 2) gehört zu demselben Typus wie die der Gattungen *Gryllus*, *Liogryllus*, *Oecanthus* und stellt einen rundlichen, birnförmigen »Flakon« dar, in dessen Innerem ein Hohlraum sich befindet. Dieser »Flakon« ist mit einem langen fadenförmigen Anhang versehen, welcher in seinem Innern einen feinen Kanal zum Ausfließen des Samens aufweist. An einer Seite besitzt der »Flakon« eine kleine zapfenförmige Ausstülpung. Die Wand des »Flakons« ist sehr solid gebaut und zuerst von rein weißer Farbe, die dann erst später glasartig durchsichtig wird und sich dabei beträchtlich erhärtet. An der Wand des »Flakons« unterscheidet man eine dünne elastische äußere Schicht (*b*) und dicht an dieselbe anliegend eine harte und brüchige innere Schicht (*a*). An den durch

Nelkenöl aufgehellten Präparaten sieht man, daß die innere Schicht an ihrer Peripherie aus äußerst dünnen aufeinander liegenden Schichten besteht und durch das stärkere Lichtbrechungsvermögen von der tiefer darunter liegenden Masse der Flakonwand sich unterscheiden läßt. Der zur Aufnahme des Samens dienende Hohlraum hat die Form eines Apfels, welche Ähnlichkeit besonders durch eine rundliche Einstülpung der dem Samenkanal gegenüber liegenden Flakonwand hervorgehoben wird (*c*). Der Samenkanal (*k-k*) entspringt fast aus der Mitte einer der Wandungen des apfelförmigen Hohlraumes, führt zuerst in den äußeren zapfenförmigen Auswuchs des Flakons ein, biegt sich hier um und bricht, eine kleine ovale Auftreibung (*g*) bildend, durch die Wand des Flakons durch und verläuft außen in Gestalt eines dünnen zugespitzten Fadens. Auf der Mitte der Flakonwand, unmittelbar an seiner schleifenförmigen Biegungsstelle, ist der Kanal gelblichbraun gefärbt, außerhalb des Flakons ist er vollständig durchsichtig. Die Kanalwandungen bestehen aus zwei soliden stark lichtbrechenden Schichten, von denen die äußere Schicht viel dünner ist als die innere. An der Stelle, an welcher der Kanal die Wand des Flakons verläßt, befinden sich an dem letzteren zwei niedrige auseinander weichende Leisten, die zum Fixieren der Spermatophore an der Genitalöffnung des Weibchens dienen. Diese Gebilde nenne ich »Anker« der Spermatophore (*f*). Gleich nach dem Austreten der Spermatophore sind die Wandungen ihres Samenkanals noch ganz weich und können leicht in die Länge gezogen werden. Wenn man eine frische, oder noch besser halb entleerte Spermatophore durchschneidet, so findet man gewöhnlich im Innern eine weißliche, durchsichtige, elastische Membran (*d*), die die Samenmasse (*h*) umgibt. Diese Membran bleibt weich und dehnbar im Gegensatz zu der äußeren Wand der Spermatophore. Nur an 2 Punkten ist diese Membran an der Flakonwand angewachsen, und zwar an der Stelle der rundlichen Einstülpung der Flakonwand (*c*) und in der Nähe der Ursprungsstelle des Samenkanals (*k*). Sonst steht diese Membran in keiner Verbindung mit

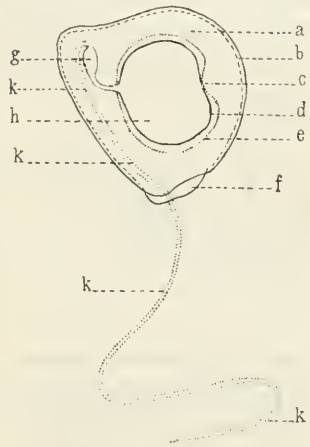

Fig. 2. Die Spermatophore der *Gryllotalpa gryllotalpa* (halb schematisch). *a*, die innere Schicht der Flakonwand; *b*, die äußere Schicht derselben; *c*, die Einstülpung der inneren Schicht der Flakonwand; *d*, das Samensäckchen; *e*, der »apfelförmige« Raum; *f*, der »Anker«, eins von zwei Plättchen, die die Spermatophore in der Vaginalöffnung fixieren; *k-k*, der Samenkanal; *g*, die Biegungsstelle und Auftreibung desselben; *h*, der vom Samen ausgefüllte Hohlraum.

der inneren Flakonwand, und nach dem Ausfließen des Samens zieht sie sich in ein gefaltetes Klümpchen zusammen, indem ihre Verwachsung mit der Flakonwand erhalten bleibt. Der Raum zwischen der Flakonwand und dieser samenumgebenden Membran (die ich daher »Samensäckchen« nenne) füllt sich jetzt mit einer durchsichtigen Flüssigkeit. Der Übergang der Samenmasse in die Samentasche geschieht meiner Meinung nach im Wege der Diffusion, d. h. durch gegenseitiges Eindringen der Flüssigkeiten der weiblichen Genitalgänge und der Spermatophore. Wenn man die mit Samen gefüllte Spermatophore ins Wasser bringt, so spritzt mit großer Kraft die Samenflüssigkeit durch den Samenkanal ins Wasser aus, in demselben in Gestalt von kleinen Rauchwolken sich allmählich ausbreitend. Die Form und Größe der Spermatophore selbst ändert sich dabei gar nicht. Weder in der Spermatophore noch in der Samentasche treten die Spermatozoen miteinander in Vereinigung (sogenannte »Spermatodesmen« — Cholodkovsky), sondern liegen in dichten Massen zusammen. Die Spermatophore der Maulwurfsgrille ist im Verhältnis zu der Körpergröße des Insekts oder gar im Vergleich mit den Spermatophoren der Gattung *Gryllus* sehr klein; ihre Länge beträgt $2^2/_5$—$2^4/_5$ mm, die Breite erreicht $2^3/_5$—$2^4/_5$ mm. Der größte Durchmesser des »apfelförmigen« Raumes beträgt $1^3/_5$—$1^4/_5$ mm, der kleinste $1^2/_5$—$1^3/_5$ mm. Der außerhalb des Flakons liegende Teil des Kanals besitzt die Länge von $8^1/_2$—$9^3/_4$ mm. Am Ende der Befruchtung ändert die Spermatophore weder die Färbung ihrer Wand noch die feste Konsistenz derselben; nur im Innern der Spermatophore sieht man kümmerliche Reste des »Samensäckchens« mit geringerem Quantum Samen. An der Genitalöffnung des Weibchens fixierte Spermatophore sendet ihren Samenkanal ins Innere des zur Samentasche führenden Einführungsganges ein, so daß nur $^3/_4$ Flakon von außen sichtbar ist (Fig. 3). Der zapfenförmige äußere Anhang des Flakons ist stets nach unten gerichtet; in seinem Innern kann man schon mit bloßem Auge den weißgefärbten Hohlraum unterscheiden, sowie auch die Biegungsstelle und rundliche Auftreibung des Samenkanals. Der »Anker« des Flakons und $^1/_3$ von letzterem sind in einem rundlichen Raum unter der Lamina subgenitalis versteckt, so daß der Samen stets luftdicht abgeschlossen sich befindet; durch diese Einrichtung sitzt die Spermatophore in der weiblichen Genitalöffnung sehr fest. Wenn wir jetzt das Liebeswerben, die Begattung, die Bildung der

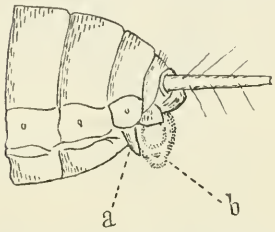

Fig. 3. Die Hinterleibsspitze von *Gryllotalpa gryllotalpa* L. mit der daraufsitzenden Spermatophore. *a*, Lamina subgenitalis; *b*, die Spermatophore.

Spermatophore bei der Maulwurfsgrille mit denselben Phänomenen bei andern Gryllodea vergleichen, wird uns klar, daß die *Gryllotalpa*, ihrer eigentümlichen Gestalt und Lebensweise ungeachtet, dicht an die übrigen Gryllodea sich anschließt. Der Gesang des Männchens, sein Liebeswerben, Begattung, der Bau der Spermatophore — alles erinnert uns an die Verhältnisse bei den *Gryllus desertus* und *Gr. domesticus*. (Ich möchte an dieser Stelle auch erwähnen, daß von den Locustiden die Stenopelmatidae [Tachycines] sich in dieser Hinsicht den Gryllodeen sehr ähnlich benehmen.) Das Verhalten des Weibchens zu der Spermatophore ist im Grunde genommen dasselbe wie bei *Gryllus*, mit dem einzigen Unterschied, daß die oben erwähnten *Gryllus*-Arten nach Ablauf einer bestimmten Zeit ihre Spermatophore einfach verlieren, während die Maulwurfsgrille dieselbe verzehrt. Die häufige Begattung und rasche Herstellung der neuen Spermatophoren bildet keine charakteristische Eigenschaft der Maulwurfsgrille allein. Die Spermatophore der *Gryllotalpa* weicht in ihrem Bau kaum beträchtlich vom Spermatophorentypus der übrigen Gryllodea ab: sie gehört doch auch zur Gruppe der »einfachen« Spermatophoren, ohne den den Locustiden eignen Spermatophylax zu besitzen; der letztere ist bei der Maulwurfsgrille ganz überflüssig, da ein besonderer Instinkt die Weibchen der *Gryllotalpa* treibt, ihre Spermatophoren nicht eher abzuwerfen bzw. aufzufressen, bis die darin enthaltenden Spermamassen in die Samentasche übergehen, was einer ganz bestimmten Zeit bedarf. Daß bei Locustodea und Gryllodea noch einige Formen der Spermatophoren, außer den »einfachen« und »zusammengesetzten«, sich finden lassen, glaube ich kaum. Die genaue Untersuchung einer ganzen Reihe von Locustodea und Gryllodea muß die Eigentümlichkeiten in dem Spermatophorenbau als ein systematisches Merkmal ausnützen, welches für die Charakteristik der einzelnen Gruppen von hohem Wert wird. Es weist manches darauf hin, daß die einzelnen Gattungen (nach meiner Untersuchung z. B. Decticidae) ganz eigentümliche Spermatophoren besitzen, durch welche sie sich von den andern Familien (z. B. von den Stenopelmatiden, Phaneropteriden) unterscheiden. Die Eigentümlichkeiten in dem Liebeswerben und der Begattung können auch auf die Verwandtschaft der einzelnen Gruppen hinweisen. In diesem Sommer versuche ich meine Beobachtungen auf die ganze Reihe von Locustodea und Gryllodea des Westkaukasus auszudehnen.

Moskau, am 23. Juni.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zoologischer Anzeiger

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: 42

Autor(en)/Author(s): Boldyrev B. Th.

Artikel/Article: Die Begattung und der Spermatophorenbau bei der Maulwurfsgrille (Gryllotalpa gryllotalpa L.) 592-605