Linzer biol. Beitr.	51/1	561-568	26.07.2019

Experimente zur Fekundität der australischen Feldgrille (Insecta: Orthoptera) – Teil 2: Einflussnahme der intraspezifischen Konkurrenz auf die reproduktive Kapazität

Robert STURM

A b s t r a c t : Experiments on the fecundity of the black field cricket (Insecta: Orthoptera) - Part 2: Effect intraspecific competition on the reproductive capacity.

In this second contribution, the possible effect of intraspecific competition on the fecundity of female *Teleogryllus commodus* WALKER 1869 was submitted to a more comprehensive investigation. For this purpose, females were socialized with different numbers of food competitors (1, 4 or 9) during their pre-oviposition period. The animals were kept under standard conditions (environmental temperature: 25 °C, photoperiod: 12 h, relative humidity: 60 %) und supplied with nutriment being characterized by a protein content of 30 %. Oviposition experiments followed a standardized protocol introduced in previous publications. As a main result of the experimental study, fecundity of female *Teleogryllus commodus* is subject to a remarkable decrease with rising number of food competitors occurring in the pre-oviposition period. In the concrete case, total fecundity is reduced from 1187 +/- 76 (1 competitor) to 875 +/- 93 eggs (9 competitors). Average daily fecundity decreases from 26.4 +/- 1.7 to 19.4 +/- 2.1 eggs at the same time. Summing up it may be concluded that intraspecific competition seems to be a by no means negligible control factor with regard to reproductive physiology of crickets.

K e y w o r d s : Fecundity, intraspecific competition, oviposition, *Teleogryllus commodus*, Orthoptera.

Einleitung

Zahlreiche in der näheren Vergangenheit durchgeführte Studien gelangten zu dem Schluss, dass die physiologischen Prozesse poikilothermer Organismen in hohem Maße von exogenen Faktoren beeinflusst werden (HOFFMANN 1985; HONĚK 1993; GEWECKE 1995; STURM 2011). Dies gilt auch für all jene mit der Reproduktion in Verbindung stehenden Vorgänge. Bei Insekten stehen Entwicklung und Fortpflanzung unter dem massiven Einfluss der direkten Umgebung, wobei neben exzitatorischen auch inhibitorische Kontrollgrößen auftreten können. Während die Umgebungstemperatur in der Regel fördernd auf Wachstum und Reproduktion wirkt, kann eine zunehmende Knappheit an Nahrungsressourcen genau den gegenteiligen Effekt hervorrufen (STURM 2008, 2010, 2011, 2016a, 2017).

Bei Erhöhung der Populationsdichte einer Insektenart tritt zwangsweise eine intraspezifische Konkurrenz in Bezug auf Nahrungsangebot, Paarungsprozess und Kolonisation von optimalen Mikrohabitaten auf (GEWECKE 1995; STURM 2011). Die sich daraus ergeben-

den Folgen werden unter anderem durch Veränderungen des Reproduktionsverhaltens zum Ausdruck gebracht (STURM 2008a, 2010, 2011). Das Auftreten zahlreicher Konkurrenten bedingt einerseits, dass ein einzelnes Individuum deutlich erhöhten Stress bei der Futter-, Partner- und Habitatsuche erfährt, andererseits jedoch stärkere (größere) Tiere gegenüber schwächeren (kleineren) einen wesentlichen selektiven Vorteil besitzen. Als Konsequenz dieses Prozesses zeichnen sich "durchschnittliche" Tiere zumeist durch eine massive Reduktion ihrer Fortpflanzungsaktivität aus, wohingegen "überdurchschnittliche" Individuen aus den Gegebenheiten ihren reproduktionsphysiologischen Vorteil herauszuziehen vermögen (WHITMAN 2008; STURM 2008a, 2011, 2014). Bei den oben angeführten Überlegungen ist die interspezifische Konkurrenz noch gar nicht mitberücksichtigt; diese kann letztlich noch zu einer Verstärkung oder Abschwächung der beschriebenen Beobachtungen führen.

Die Wirkung der intraspezifischen Konkurrenz auf das Reproduktionsverhalten von Grillen wurde bislang nur sehr rudimentär behandelt, wobei dieser essentielle Faktor insbesondere in theoretische Modellbildungen zur weiblichen Fekundität seinen Eingang fand (STURM 2008a, 2011). Eine genaue Quantifizierung des Einflusses der Populationsdichte auf die reproduktive Kapazität der Orthopteren fehlt noch vollständig und soll hier deshalb zur Behandlung kommen. Im konkreten Fall wurde die Fekundität der australischen Feldgrille *Teleogryllus commodus* in Abhängigkeit von der Anzahl an Nahrungskonkurrenten untersucht.

Material und Methoden

Zucht und Haltung der Tiere

Nymphen und Adulttiere von *Teleogryllus commodus* wurden in einem speziellen Klimaraum gehalten, wobei standardmäßig die folgenden Umweltbedingungen zur Einstellung gelangten: Umgebungstemperatur = 25 °C, Photoperiode = 12 h, Relative Luftfeuchtigkeit = 60 % (STURM 1999, 2000, 2002a, 2002b, 2003, 2008b, 2011, 2012, 2016b, STURM & POHLAMMER 2000). Die Unterbringung der Nymphen erfolgte ab dem vierten bis fünften Häutungsstadium in Plastikboxen (L x B x H = 50 x 40 x 30 cm), welche zuvor mit einer 3 cm dicken Lage aus Torf und Eikartons (Unterschlupf) versehen worden waren. Die Insekten wurden mit Standarddiät für Labortiere, Eiweißkonzentrat, Salat und Wasser gefüttert. Der durchschnittliche Proteingehalt der Nahrung belief sich dabei auf ungefähr 30 %. Nach Vollzug der Adulthäutung wurden die Grillen nach Geschlecht getrennt und jeweils in Glasbehälter mit einem Volumen von 5 l überführt. Diese Gefäße waren zuvor mit zerknülltem Papier und Nahrung (Proteingehalt: 30 %) befüllt worden.

Durchführung der Fekunditätsexperimente

Die Wirkung der Populationsdichte auf die Fekundität der weiblichen australischen Feldgrille wurde durch Variation der Anzahl an Nahrungskonkurrenten in der Präovipositionsphase (1. bis 5. Tag nach der Adulthäutung) studiert. Dazu wurden in den Glasbehältern zwei, fünf oder zehn Tiere mit nahezu identischer physischer Konstitution (gleiche Körpermasse) untergebracht (Abb. 1). Von den sich daraus ergebenden drei experimentellen Serien wurden jeweils 20 Weibchen zur Oviposition geführt, welche nach einem bereits in früheren Publikationen vorgestellten Standardprotokoll ablief

(STURM 2008a, 2011, 2016a, 2017). Einzelne einmal verpaarte Grillen wurden in spezielle Eiablagegefäße überführt, die zuvor mit einer 5 cm mächtigen Schicht aus feuchtem Sand befüllt und mit etwas Nahrung versehen worden waren. Die Tiere wurden alle 48 h in frische, noch ungebrauchte Gefäße übersiedelt, während das mit Eiern durchsetzte Substrat der vorher genutzten Behältnisse zur quantitativen Auswertung gelangte. Die Laborversuche wurden bis zum 50. Tag der adulten Lebensspanne der Weibchen fortgeführt. Aus den sich ergebenden Fekunditätsverläufen wurde die Gesamtzahl der abgelegten Eier (Totalfekundität) durch einfaches Aufsummieren der aus den einzelnen Zählungen resultierenden Werte ermittelt. Zudem wurden die entsprechenden Fekunditätsdaten für drei Phasen der adulten Periode (1.-15. Tag, 16-30. Tag, 31.-45. Tag) bestimmt. Abschließend wurde eine mittlere tägliche Fekundität aus Gesamtzahl der deponierten Eier und Länge der Ovipositionsphase berechnet.

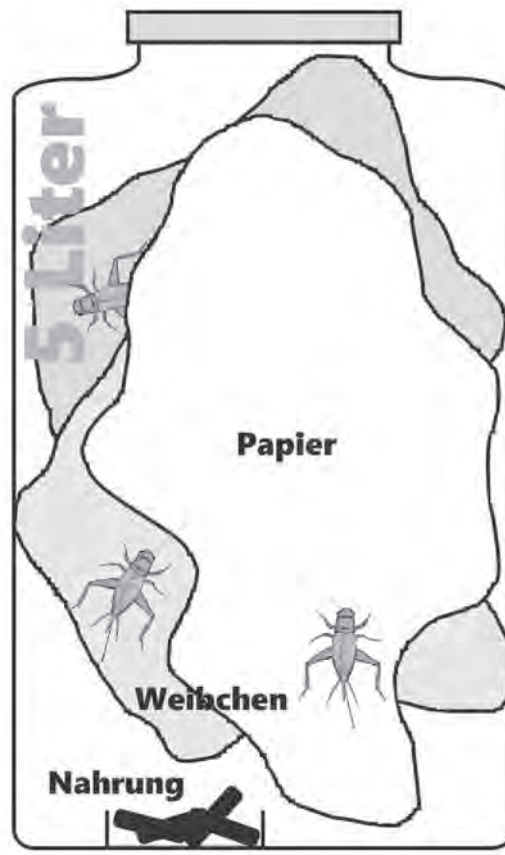

Abb. 1: Glasbehälter mit einem Volumen von 5 l zur Unterbringung der adulten Weibchen. Für die experimentellen Serien wurde die Individuendichte innerhalb des Gefäßes variiert (STURM 2008a, 2010, 2011).

Ergebnisse

Einfluss der intraspezifischen Konkurrenz auf die Totalfekundität

Die Abhängigkeit der Totalfekundität von der während der Präovipositionsphase bestehenden Nahrungskonkurrenz ist im Diagramm der Abb. 2 zusammengefasst. Hier lässt sich eine deutliche Abnahme der reproduktiven Kapazität mit steigender Populationsdichte in den Haltungsgefäßen konstatieren. Konkret legen Weibchen, welche zuvor mit lediglich einem Tier vergesellschaftet waren, insgesamt 1187 +/- 76 Eier ins Substrat ab. Weibliche Tiere, die in Konkurrenz zu vier weiteren Grillen standen, sind hingegen durch eine Totalfekundität von 1045 +/- 82 Eiern gekennzeichnet. Bei jenen Weibchen schließlich, welche in der Gesellschaft von neun Nahrungskonkurrenten hausten, bemisst sich die reproduktive Kapazität auf 875 +/- 93 Eier. Wie aus der grafischen Darstellung deutlich hervorgeht, besteht zwischen der ersten und zweiten experimentellen Serie nach Anwendung entsprechender Teststatistik (U-Test) ein hochsignifikanter Unterschied (p <0,001. Auch die Mittelwertsdifferenz zwischen zweiter und dritter Serie lässt sich als hochsignifikant (p < 0.001) einstufen.

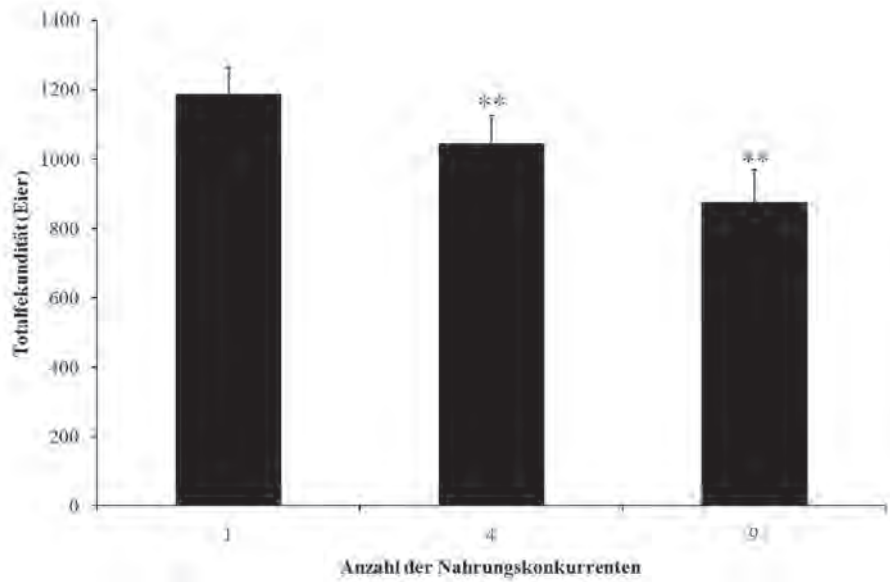

Abb. 2: Abhängigkeit der Totalfekundität (Gesamtzahl der abgelegten Eier) von der Anzahl der Nahrungskonkurrenten bei der australischen Feldgrille (**: p < 0,001).

Auswirkung der intraspezifischen Konkurrenz auf die tägliche Fekundität

Auch die auf drei Phasen aufgeteilte Fekundität zeigt eine klar erkennbare Abhängigkeit von der Populationsdichte während der Präovipositionsperiode. Bei der ersten experimentellen Serie (ein Konkurrent) konnten Fekunditätswerte von 786 +/- 71 (6.-15. Tag), 284 +/- 54 (16.-30. Tag) und 117 +/- 15 Eiern (31.-45. Tag) ermittelt. Im Falle der zweiten experimentellen Serie (vier Konkurrenten) sanken diese Werte auf 684 +/- 63,

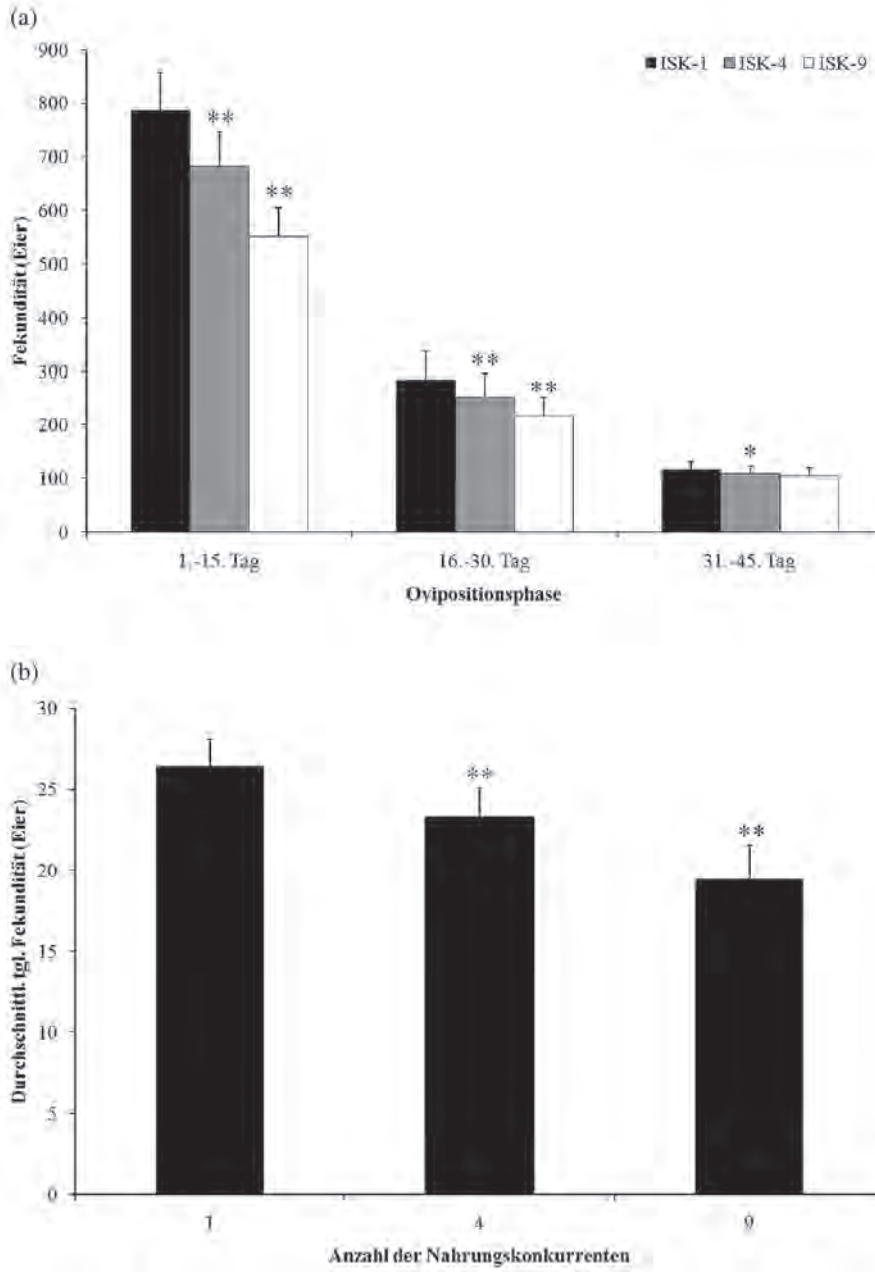

Abb. 3: (**a**) Fekunditätswerte in einzelnen Phasen der Ovipositionsperiode und ihre Abhängigkeit von der Anzahl intraspezifischer Konkurrenten (ISK); (**b**) Durchschnittliche tägliche Fekundität und ihre Abhängigkeit von der Anzahl intraspezifischer Konkurrenten(*: $p < 0,05$, **: $p < 0,001$).

252 +/- 44 und 109 +/- 13 Eier, und bei der dritten experimentellen Serie (neun Konkurrenten) legten die Weibchen 553 +/- 52, 218 +/- 32 und 104 +/- 16 Eier in das Substrat ab (Abb. 3a). Zwischen erster und zweiter Gruppe bestehen wiederum größtenteils hochsignifikante Unterschiede. Auch zwischen zweiter und dritter Gruppe kann zumeist hohe Signifikanz bezüglich der Mittelwertsdifferenzen beobachtet werden. Die durchschnittliche tägliche Fekundität nimmt Werte von 26,4 +/- 1,7 (1. Serie), 23,3 +/- 1,8 (2. Serie) und 19,4 +/- 2,1 Eiern (3. Serie) an; hier finden die bereits zuvor beschriebenen Trends noch ihre zusätzliche Unterstreichung.

Diskussion

Die in dieser Studie vorgestellten Resultate deuten sehr klar darauf hin, dass Weibchen der australischen Feldgrille ihre Reproduktionskapazität je nach vorhandener intraspezifischer Konkurrenz erhöhen oder verringern können. Je mehr Nahrungskonkurrenten in unmittelbarer Umgebung eines weiblichen Tiers auftreten, desto geringer bemisst sich dessen Fekundität. Im konkreten Fall konnte bei einer Verfünffachung der Individuendichte eine Reduktion der Totalfekundität um 26 % und eine Abnahme der durchschnittlichen täglichen Fekundität um 26,5 % festgestellt werden. Die im Experiment festgehaltene negative Einflussnahme der intraspezifischen Konkurrenz auf die Reproduktionsphysiologie der Grillenweibchen stellt eine weitgehende Bestätigung von theoretischen Hypothesen und Modellannahmen dar, welche in früheren Publikationen aufgestellt wurden (STURM 2008a, 2010, 2011, 2018). Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass bei anderen Grillenarten ein ganz ähnliches Verhalten der weiblichen Tiere beobachtet werden kann. Für eine Verifizierung dieser Annahme sind jedoch noch weitere Studien nötig.

In der Vergangenheit konnten die Populationsdichte und damit in Verbindung stehende Nahrungskonkurrenz bereits als maßgeblicher Einflussfaktor in Bezug auf die Jugendentwicklung verschiedener Grillen herausgearbeitet werden (STURM 2011, 2016a, 2018). Hierbei wurde unter anderem festgestellt, dass die Entwicklungszeit einzelner Nymphen umgekehrt mit der Anzahl der Nahrungskonkurrenten korreliert. Dadurch besteht in größeren Zuchten letztlich ein Kontrollinstrument zur ökonomisch sinnvollen Abstimmung von Entwicklungszeiten. Bei verstärkter Nachfrage nach Futtertieren auf dem Markt kann die Nymphogenese durch Ausdünnung der Population deutlich reduziert werden, während bei geringer Nachfrage eine Verzögerung der Jugendentwicklung durch entsprechende Steigerung des Konkurrenzdrucks herbeigeführt werden kann. Hier darf allerdings niemals außer Acht gelassen werden, dass Grillen eine omnivore Lebensweise verfolgen und bei Nahrungsknappheit dem Kannibalismus verfallen (UVAROV 1977; CHAPMAN 1998; BELLMANN 2006; FISCHER et al. 2016), was sich wiederum negativ auf die gesamte Zucht auswirken kann.

In der freien Natur spielt die Nahrungskonkurrenz vor allem bei jenen Insekten eine Rolle, welche auf bestimmte Lebensräume spezialisiert sind, jedoch außerhalb dieser Habitate kaum angetroffen werden können. Unter den Grillen kann diese spezialisierte Lebensweise vor allem für das Heimchen *Acheta domesticus* L. (1758) konstatiert werden. Die Spezies weist eine starke Bindung an anthropogene Räume auf und überwintert zumeist in geheizten Häusern (STURM 1999, 2018; FISCHER et al. 2016). In derart eng umgrenzten Habitaten führen Erhöhungen der Populationsdichte zwangsläufig zu signifikanten Veränderungen im Fortpflanzungsverhalten.

Die vorliegende Studie lieferte zwar konkrete und durchaus schlüssige Ergebnisse, kann jedoch erst als Startpunkt einer Reihe weiterer Untersuchungen angesehen werden, in denen die intra- und interspezifische Konkurrenz und deren Wirkung auf die Fortpflanzung näher beleuchtet werden.

Zusammenfassung

Im vorliegenden zweiten Beitrag wurde der mögliche Einfluss der intraspezifischen Konkurrenz auf die Fekundität der weiblichen australischen Feldgrille (*Teleogryllus commodus* WALKER, 1869) einer umfangreicheren Untersuchung zugeführt. Zu diesem Zweck wurden Weibchen während ihrer Präovipositionsphase mit unterschiedlichen Anzahlen an Nahrungskonkurrenten (1, 4 oder 9) vergesellschaftet. Die Tiere wurden unter Standardbedingungen (Umgebungstemperatur: 25 °C, Photoperiode: 12 h, Relative Luftfeuchtigkeit: 60 %) gehalten und mit Nahrung versorgt, welche einen Gesamtproteingehalt von 30 % aufwies. Die Ovipositionsexperimente erfolgten nach einem standardisierten Protokoll, das bereits in vorangegangenen Publikationen zur Vorstellung gelangt war. Als wesentliches Resultat der experimentellen Studie kann ein merklicher Rückgang der Fekundität der weiblichen australischen Feldgrille mit steigender Anzahl an Nahrungskonkurrenten, welche während der Präovipositionsphase auftreten, festgestellt werden. Im konkreten Fall nimmt die Totalfekundität von 1187 +/- 76 (1 Konkurrent) auf 875 +/- 93 Eier (9 Konkurrenten) ab. Die durchschnittliche tägliche Fekundität fällt zur gleichen Zeit von 26,4 +/- 1,7 auf 19,4 +/- 2,1 Eier ab. Zusammenfassend kann der Schluss gezogen werden, dass intraspezifische Konkurrenz einen keineswegs vernachlässigbaren Kontrollfaktor bezüglich der Reproduktionsphysiologie von Grillen repräsentiert.

Literatur

BELLMANN H. (2006): Der Kosmos Heuschreckenführer. Die Arten Mitteleuropas sicher bestimmen. —Stuttgart (Franck-Kosmos Verlags-GmbH): 365 pp.

FISCHER J., STEINLECHNER D., ZEHM A., PONIATOWSKI D., FARTMANN Th., BECKMANN A. & Ch. STETTMER (2016): Die Heuschrecken Deutschlands und Nordtirols Bestimmen, Beobachten, Schützen. —Wiebelsheim (Quelle & Meyer): 367 pp.

GEWECKE M. (Hrsg.) (1995): Physiologie der Insekten. —Stuttgart, Jena, New York (Gustav Fischer): 445 pp.

HOFFMANN K.H. (1985): Environmental physiology and biochemistry of insects. — Heidelberg (Springer-Verlag): 296 pp.

HONĚK A. (1993): Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. — Oikos **66**: 483-492.

STURM R. (1999): Einfluss der Temperatur auf die Eibildung und Entwicklung von *Acheta domesticus* (l..). (Insecta: Orthoptera: Gryllidae). — Linzer biol. Beitr. **31** (1): 731-737.

STURM R. (2002a): Development of the accessory glands in the genital tract of female *Teleogryllus commodus* WALKER (Insecta, Orthoptera). — Arthrop. Struct. Dev. **31**: 231-241.

STURM R. (2002b): Morphology and ultrastructure of the female accessory glands in various crickets (Orthoptera, Saltatoria, Gryllidae). — Dtsch. Entomol. Ztschr. **49**: 185-195.

STURM R. (2003): The spermatophore in the black field cricket *Teleogryllus commodus* (Insecta: Orthoptera: Gryllidae): size, structure and formation. — Entomol. Abh. **61**: 227-232.

STURM R. (2008a): Eiproduktion und Oviposition bei der australischen Feldgrille *Teleogryllus commodus* Walker, 1869: Experimentelle Ergebnisse und Modellrechnungen (Orthoptera: Ensifera, Gryllidae). — EZ **118**: 41-45.

STURM R. (2008b): Morphology and histology of the ductus receptaculi and accessory glands in the reproductive tract of the female cricket, *Teleogryllus commodus*. — J. Insect Sci. **8**: 1-11.

STURM R. (2010): Life time egg production in females of the cricket *Teleogryllus commodus* (Insecta: Orthoptera): Experimental results and theoretical predictions. — Linzer biol. Beitr. **42** (1): 803-815.

STURM R. (2011): Ökophysiologische Studien an ausgewählten Orthopteren. — 112 pp., Saarbrücken (VDM).

STURM R. (2012): Morphology and ultrastructure of the accessory glands in the female genital tract of the house cricket, *Acheta domesticus*. — J. Insect Sci. **12**: 99.

STURM R. (2013): Dependence of spermatophore size and sperm number on body weight in various cricket species (Insecta, Orthoptera). — Linzer biol. Beitr. **45** (2): 2127-2138.

STURM R. (2014): Comparison of sperm number, spermatophore size, and body size in four cricket species. — J. Orthopt. Res. **23**: 39-47.

STURM R. (2016a): Relationship between body size and reproductive capacity in females of the black field cricket (Orthoptera: Gryllidae). — Linzer biol. Beitr. **48** (2): 1823-1834.

STURM R. (2016b): Morphology and development of the accessory glands in various cricket species. — Arthropod Struct. Dev. **45**: 585-593.

STURM R. (2017): Dependence of daily oviposition activity and total fecundity on body mass in the house cricket Acheta domesticus (L.). — Linzer biol. Beitr. **49** (1): 961-969.

STURM R. (2018): Heuschrecken im Hochgebirge. — NR 71: 500-505.

STURM R. & K. POHLHAMMER (2000): Morphology and development of the female accessory sex glands in the cricket *Teleogryllus commodus* (Saltatoria: Ensifera: Gryllidae). — Inv. Reprod. Dev. **38**: 13-21.

UVAROV B. (1977): Grasshoppers and Locusts Vol. II. — London (Centre for Overseas Pest Research): 613 pp.

WHITMAN D.E. (2008): The significance of body size in the Orthoptera: a review. — J. Orthopt. Res. **17**: 117-134.

Anschrift des Verfassers: MMMMMMag. Dr. Robert STURM
Brunnleitenweg 41
A-5061 Elsbethen, Österreich
E-Mail: sturm_rob@hotmail.com

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Linzer biologische Beiträge

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: 0051_1

Autor(en)/Author(s): Sturm Robert

Artikel/Article: Experimente zur Fekundität der australischen Feldgrille (Insecta: Orthoptera) â€' Teil 2: Einflussnahme der intraspezifischen Konkurrenz auf die reproduktive Kapazität 561-568