Linzer biol. Beitr.	51/1	579-585	26.07.2019

Effekt der Umgebungstemperatur auf das Ovargewicht bei verschiedenen Grillenarten (Insecta: Orthoptera)

Robert STURM

A b s t r a c t : Effect of the environmental temperature on the ovary weight of various cricket species (Insecta: Orthoptera). – The present contribution tries to take a closer look on the influence of environmental temperature on ovary growth in various cricket species (*Teleogryllus commodus*, *Acheta domesticus*, *Gryllus bimaculatus*, *G. assimilis*). For this purpose adult females were kept in glass vessels (volume: 5 l) under the following thermal conditions: 20 °C, 23 °C, 25 °C, 27 °C, and 30 °C. Ovaries of 5-day-old (N = 20) and 10-day-old individuals (N = 20) were extracted surgically from the anaesthetized and decapitated animals. Afterwards the humidified organs were subjected to a weighing process using a precision balance. For all cricket species, ovary weight performs a noticeable increase with rising environmental temperature. Reproductive organs of 10-day-old females are significantly heavier than the organs of 5-day-old individuals. Finally, also remarkable interspecific differences of the ovary weights can be observed, whereby *G. assimilis* produces the heaviest structures (16 – 147 mg), whilst *A. domesticus* is characterized by the lightest structures (9 – 131 mg).

K e y w o r d s : Environmental temperature, ovary weight, cricket, ecophysiology, reproduction, Orthoptera.

Einleitung

Die wissenschaftliche Literatur der vergangenen Jahrzehnte deutet sehr klar darauf hin, dass die gesamte Reproduktionsphysiologie der Insekten unter dem Einfluss der Umgebungstemperatur steht (UVAROV 1977; HOFFMANN 1985; BEHRENS et al. 1983; GEWECKE 1995; STURM 1999, 2003a, 2008a, 2016a, 2017). Alle Kerbtiere besitzen gemäß umfangreicher experimenteller Daten einen spezifischen thermischen Vorzugsbereich, innerhalb dessen eine Optimierung der Fortpflanzungsaktivität erreicht werden kann. Grundsätzlich führt dabei eine Erhöhung der Temperatur zu einer Steigerung der Paarungsaktivität und reproduktiven Kapazität. Außerhalb des für jede Insektenart unterschiedlichen thermischen Präferenzintervalls kann hingegen ein zumeist sehr rascher Rückgang jeglicher Fortpflanzungsprozesse festgestellt werden (HOFFMANN 1985; GEWECKE 1995; STURM 2011).

Auch bei Orthopteren wird die Reproduktion in erheblichem Maße von der Umgebungstemperatur gesteuert. Für die meisten Grillenspezies kann jener thermische Vorzugsbereich mit der höchsten reproduktiven Aktivität zwischen 25 und 35 °C festgelegt werden (BEHRENS et al. 1983; HOFFMANN 1985; STURM 2011), wobei die maximale Anzahl an Nachkommen bei etwa 30 °C auftritt. Grillen reagieren zudem sehr empfindlich auf Temperaturschwankungen, wie sie etwa zwischen Tag und Nacht oder Licht und Schatten entstehen können, weshalb hier noch ein zusätzlicher Einflussfaktor vorliegt. An

einigen Arten dieser Orthopteren konnte demonstriert werden, dass rasche Temperaturschwankungen (z. B. alle zwei Stunden) eine zusätzliche Steigerung der reproduktiven Kapazität hervorrufen (BEHRENS et al. 1983; HOFFMANN 1985). Diese Beobachtungen spielen für die landwirtschaftliche Schädlingsbekämpfung und die Effizienzsteigerung von Insektenzuchten eine gleichermaßen wichtige Rolle.

Aktuelleren Forschungen zufolge tritt bei zahlreichen Grillenarten eine Steigerung der Fekundität (Anzahl der abgelegten Eier) mit zunehmender Umgebungstemperatur auf (STURM 1999, 2008a, 2011, 2016a, 2017). Im Gegensatz zu diesen relativ leicht studierbaren äußeren Prozessen sind die im Körperinneren ablaufenden reproduktionsphysiologischen Vorgänge und ihre thermische Beeinflussbarkeit noch wenig untersucht. Einige frühere Arbeiten zeigen, dass die mit der Fortpflanzung in Verbindung stehenden Organe bei entsprechendem Temperaturanstieg ihre Aktivität zu erhöhen vermögen (STURM 2003a, 2011), um eine merkliche Anhebung der Ei- beziehungsweise Spermatozoenproduktion zu gewährleisten. Der vorliegende Beitrag soll demonstrieren, wie die Ovarien verschiedener Grillenarten (*Teleogryllus commodus* WALKER, 1869, *Acheta domesticus* LINNAEUS, 1758, *Gryllus bimaculatus* DE GEER, 1773, *G. assimilis* LINNAEUS, 1758) auf Veränderungen der externen Temperaturbedingungen reagieren.

Material und Methoden

Zucht und Haltung der Grillen

Die einzelnen Grillenarten wurden in einem speziellen Klimaraum gezüchtet und gehalten. Für die einzelnen experimentellen Serien wurden folgende Umgebungstemperaturen gewählt: 20 °C, 23 °C, 25 °C, 27 °C, and 30 °C. Alle anderen Umweltfaktoren wie Photoperiode (12 h) und Relative Luftfeuchtigkeit (60 %) wurden unabhängig von den thermischen Bedingungen konstant gehalten. Die Nymphen der einzelnen Spezies wurden in speziellen Plastikboxen (L x B x H = 50 x 40 x 30 cm) untergebracht. Nach der Adulthäutung erfolgte eine Separation der Tiere nach Geschlecht und die getrennte Unterbringung von Männchen und Weibchen in Glasgefäßen (Volumen: 5 l). Die Tiere wurden mit Standarddiät, Eiweißkonzentrat, Salat und Wasser (Proteingehalt: 30 %) ernährt und mit unterschiedlichen als Unterschlupf dienenden Materialien (Papierknäuel, Eikartons) versorgt (STURM 1999, 2002a, 2002b, 2008b, STURM & POHLHAMMER 2000).

Untersuchung der Ovarien

Für die Studie der reproduktiven Organe wurden von jeder Grillenart beziehungsweise experimentellen Serie jeweils 20 jüngere (fünf Tage alt) und 20 ältere (10 Tage alt) Individuen herangezogen. Die Entfernung der Ovarien erfolgte an den anästhesierten und dekapitierten Tieren mithilfe eines mikrochirurgischen Eingriffs am Abdomen (Abb. 1); STURM & POHLHAMMER 2000; STURM 2002a, 2002b, 2008b, 2012, 2013). Die Organe wurden in weiterer Folge unter Zuhilfenahme von Filterpapier getrocknet und auf einer Präzisionswaage abgewogen. Der Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Ovargewicht sowie intra- und interspezifische Unterschiede der Gewichtsdaten wurden einer deskriptiven und konklusiven statistischen Analyse unterzogen.

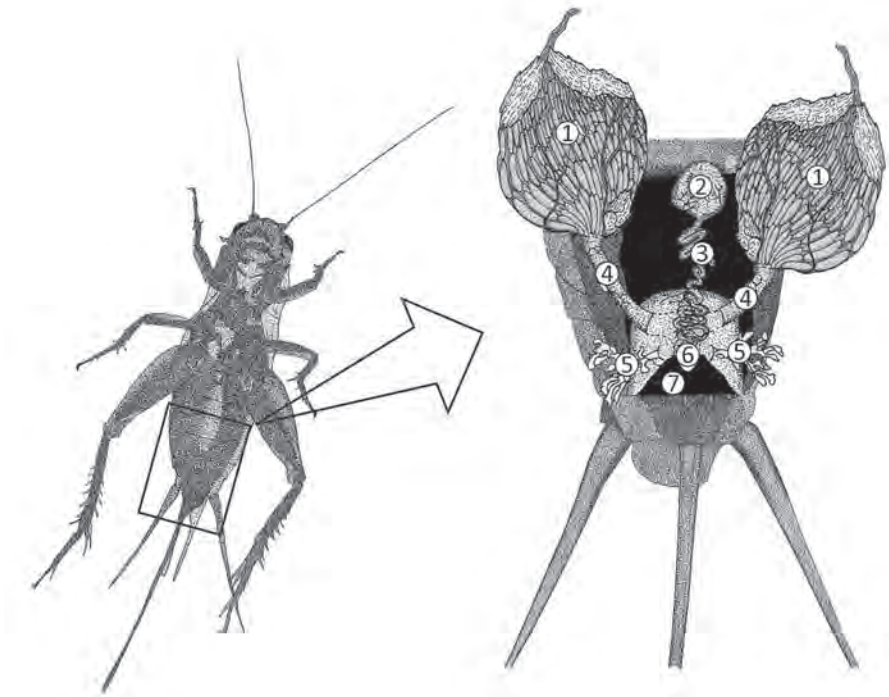

Abb. 1: Position und Präparation der reproduktiven Organe von Grillenweibchen(STURM 2016a). Die Ovarien (1) wurden nach Durchtrennung der Ovidukte (4) entfernt (2 = Receptaculum seminis, 3 = Ductus receptaculi, 5 = akzessorische Drüsen, 6 = Genitalkammer).

Ergebnisse

Temperaturabhängigkeit der Ovargewichte

Für alle vier untersuchten Arten kann eine deutliche Abhängigkeit der Ovargewichte von der Umgebungstemperatur konstatiert werden. Im Falle von *Teleogryllus commodus* steigt der Gewichtswert der Organe bei fünf Tage alten Individuen von 12 +/- 3,2 mg (20 °C) auf 23 +/- 2,2 mg (30 °C) an, wohingegen bei zehn Tage alten Tieren ein Anstieg von 36 +/- 8,4 mg (20 °C) auf 135 +/- 15,6 mg (30 °C) erfolgt. Beim Heimchen *Acheta domesticus* ergibt sich hinsichtlich der Intensität der Gewichtserhöhung ein ganz ähnliches Bild, wobei die jüngeren Weibchen eine entsprechende Steigerung von 9 +/- 1,8 mg (20 °C) auf 19 +/- 2,1 mg (30 °C), die älteren Weibchen hingegen eine Steigerung von 28 +/- 5,4 mg (20 °C) auf 131 +/- 8,9 mg (30 °C) erkennen lassen. Die Mittelmeerfeldgrille *Gryllus bimaculatus* zeigt bei jüngeren Individuen einen Anstieg der Ovargewichte von 13 +/- 2,2 mg (20 °C) auf 29 +/- 2,3 mg (30 °C), während ältere Individuen das Gewicht der Reproduktionsorgane von 46 +/- 12,1 mg (20 °C) auf 142 +/- 15,6 mg (30 °C) anzuheben vermögen. Zuletzt sei noch die nordamerikanische Steppengrille *G. assimilis* genannt, bei der die Gewichte der reproduktiven Strukturen von

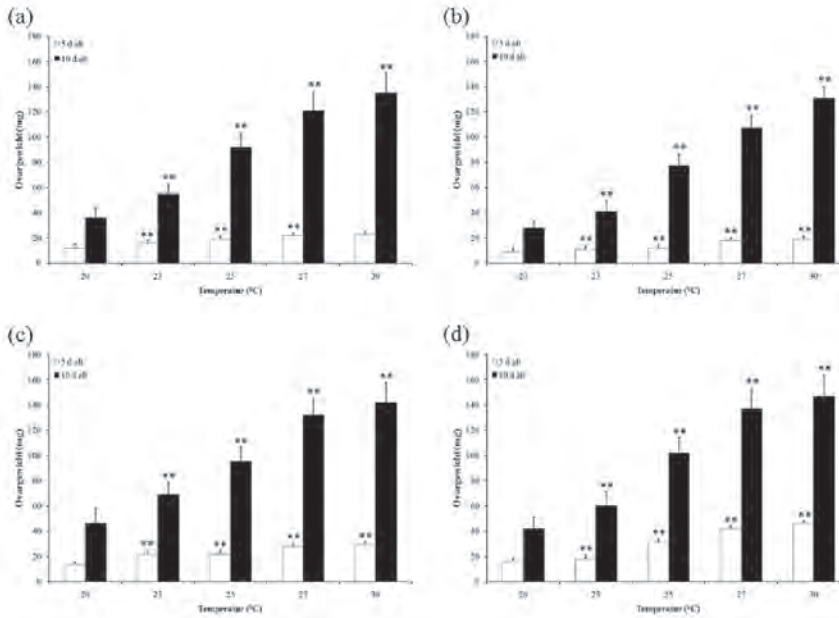

Abb. 2: Abhängigkeit der Ovargewichte (mg) von der Umgebungstemperatur und dem Entwicklungsstadium der Weibchen bei vier verschiedenen Grillenarten: (**a**) *Teleogryllus commodus*, (**b**) *Acheta domesticus*, (**c**) *Gryllus bimaculatus*, (**d**) *Gryllus assimilis* (**: $p < 0{,}001$).

16 +/- 2,8 mg (20 °C) auf 46 +/- 3,1 mg (30 °C) beziehungsweise von 42 +/- 8,8 mg (20 °C) auf 147 +/- 16,3 mg (30 °C) anwachsen (Abb. 2a-d).

Interspezifische Gewichtsunterschiede

In Abb. 3 wurden die für die einzelnen Umgebungstemperaturen und Grillenspezies gemessenen Ovargewichte einem direkten Mittelwertsvergleich unterzogen. Wie den Diagrammen sehr klar entnommen werden kann, vermag die nordamerikanische Steppengrille unter den vorgegebenen Bedingungen die schwersten Ovarien zu produzieren. Dahinter folgen die Mittelmeerfeldgrille und die australische Feldgrille, und den letzten Platz in der Reihung nimmt schließlich das Heimchen ein. Die interspezifischen Unterschiede sind teilweise als signifikant ($p < 0{,}05$), teilweise aber auch als hochsignifikant ($p < 0{,}001$) einzuschätzen.

Diskussion

Aus den hier vorgestellten Ergebnissen lassen sich drei eindeutige Erkenntnisse gewinnen: (1) Die Ovargewichte der untersuchten Grillenarten steigen innerhalb des thermischen Präferenzbereichs mit der Umgebungstemperatur an. (2) Die Gewichte der Reproduktionsorgane stellen altersabhängige Größen dar, wobei jüngere, in der Präovipositionsphase befindliche Weibchen leichtere Ovarien aufweisen als ältere, geschlechtsreife Tiere. (3) Die Ovargewichte unterliegen zum Teil deutlichen interspezifischen Schwankungen. Einige Vorstudien an der australischen Feldgrille (STURM 2011a, 2016a) konnten

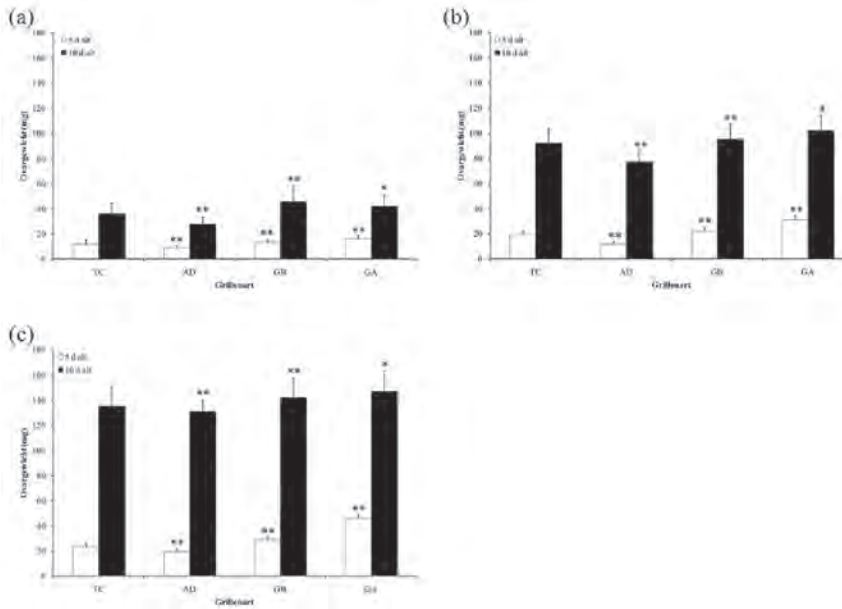

Abb. 3: Interspezifische Unterschiede der Ovargewichte für verschiedene Umgebungstemperaturen und Entwicklungsstadien der Weibchen: (**a**) 20 °C, (**b**) 25 °C, (**c**) 30 °C. Abkürzungen: TC = *Teleogryllus commodus*, AD = *Acheta domesticus*, GB = *Gryllus bimaculatus*, GA = *Gryllus assimilis*.

bereits eine entsprechende thermische Beeinflussung der Organgewichte festhalten, ohne jedoch die hier dargelegten vergleichenden Untersuchungen durchzuführen.

Grundsätzlich hängt das Gewicht des weiblichen Reproduktionsorgans eng mit der Anzahl der darin produzierten Eier zusammen. Die Eizahl wiederum steht in Verbindung mit der Körpergröße (Masse) der Tiere (UVAROV 1977; HONĚK 1993; WHITMAN 2008; STURM 2016b, 2017), welche ihrerseits von zahlreichen exogenen Faktoren beeinflusst wird. Zahlreiche frühere Publikationen deuten darauf hin, dass die Umgebungstemperatur einen der wichtigsten Umweltfaktoren repräsentiert, weil höhere Temperaturen bei den poikilothermen Tieren zu steigenden Stoffwechselraten und zu einer erhöhten Nahrungsaufnahme führen (BEHRENS et al. 1983; HOFFMANN 1985; GEWECKE 1995; CHAPMAN 1998). Da bei den Adulttieren ein Großteil der zugeführten Energie in den Fortpflanzungsprozess investiert wird, kommt es letztendlich zu einem temperaturgesteuerten Wachstum der Gonaden. Für Männchen der australischen Feldgrille konnte in etlichen experimentellen Studien der Nachweis dafür erbracht werden, dass die Anzahl der in den Hodenfollikeln erzeugen und in die Spermatophoren abgefüllten Spermatozoen von der Größe der Tiere abhängt (STURM 2013, 2014). Die Dimensionen der Insekten wiederum werden von deren Intensität der Nahrungsaufnahme bestimmt, die ihrerseits unter dem Einfluss der thermischen Umgebungsbedingungen steht.

Die signifikanten Gewichtsunterschiede von Ovarien verschieden alter Weibchen lassen sich ganz einfach damit erklären, dass in der Präovipositionsphase, welche je nach Art und Umgebungsbedingungen vier bis sechs Tage andauert (STURM 1999, 2003a, 2008a, 2010), in den Organen ein intensiver ovogenetischer Prozess abläuft. Neben der ständi-

gen Bildung neuer Eier tritt ein intensiver Reifungsprozess der reproduktiven Zellen ein, im Zuge dessen das Zellvolumen um ein Vielfaches anwächst (UVAROV 1977; GEWECKE 1995; STURM 2011). All diese Vorgänge werden natürlich auf die oben genannte Art und Weise auch von den thermischen Umgebungsbedingungen beeinträchtigt.

Die interspezifischen Differenzen der Ovargewichte stehen in enger Verbindung mit dem bereits weiter oben diskutierten Phänomen. Grundsätzlich sind größere Tiere zur Ausbildung größerer Ovarien und zur Oviposition einer größeren Menge an Eiern befähigt als kleine Tiere (HONĚK 1993; WHITMAN 2008). Frühere Studien konnten demonstrieren, dass die nordamerikanische Steppengrille unter Laborbedingungen die größten Individuen unter den hier beschriebenen Arten hervorzubringen vermag, während sich das Heimchen in seiner Größe eher zurücknimmt. Hier muss freilich immer berücksichtigt werden, dass es auch bei kleinwüchsigen Spezies entsprechende Ausreißer nach oben und bei großwüchsigen Arten Ausreißer nach unten geben kann (STURM 2003a, 2011, 2013, 2014; WHITMAN 2008). Die Steuerung des Größenwachstums unterliegt einer gewissen Selektion und stellt damit einen wesentlichen Faktor in der Evolution einer Insektenart dar. Oftmals sind große Individuen gegenüber kleinen im Vorteil; es gibt jedoch auch Situationen, in denen kleinwüchsige Tiere eine bessere Überlebenschance besitzen, so dass sich hier eine Art dynamisches Gleichgewicht einstellt. Abschließend kann festgestellt werden, dass die Reproduktionphysiologie von Insekten zwar immer besser verstanden wird, aber auch noch durch zahlreiche offene Fragen gekennzeichnet ist.

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag unternimmt den Versuch, den Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Ovarwachstum von verschiedenen Grillenarten (*Teleogryllus commodus*, *Acheta domesticus*, *Gryllus bimaculatus*, *G. assimilis*) näher zu beleuchten. Zu diesem Zweck wurden Weibchen unter den folgenden thermischen Bedingungen in Glasgefäßen (Volumen: 5 l) gehalten: 20 °C, 23 °C, 25 °C, 27 °C, and 30 °C. Die Ovarien von fünf Tage alten (N = 20) und zehn Tage alten Individuen (N = 20) wurden aus den anästhesierten und dekapitierten Tieren nach einem mikrochirurgischen Eingriff entfernt. Danach wurden die Gewichte der getrockneten Organe mithilfe einer Präzisionswaage ermittelt. Bei allen betrachteten Grillenarten erfährt das Ovargewicht eine bemerkenswerte Steigerung mit anwachsender Umgebungstemperatur. Die Reproduktionsorgane von zehn Tage alten Weibchen sind zudem signifikant schwerer als jene der fünf Tage alten Individuen. Zuletzt können auch noch interspezifische Differenzen der Ovargewichte beobachtet werden, wobei *G. assimilis* die schwersten Strukturen (16 – 147 mg), *A. domesticus* hingegen die leichtesten Strukturen (9 – 131 mg) erzeugt.

Literatur

BEHRENS W., HOFFMANN K.H., KEMPA S., GÄßLER S. & G. MERKEL-WALLNER (1983): Effects of diurnal thermoperiods and quickly oscillating temperatures on the development and reproduction of crickets, *Gryllus bimaculatus*. — Oecologia **59**: 279-287.

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. (2003a): Längen- und Gewichtsentwicklung der Larven verschiedener Grillenarten (Orthoptera: Gryllidae) vom Zeitpunkt des Ausschlüpfens bis zur Adulthäutung. — Linzer biol. Beitr. **35** (1): 487-498.

STURM R. (2003b): The spermatophore of the black field cricket *Teleogryllus commodus* (Insecta: Orthoptera: Gryllidae): size, structure and formation. — Entomol. Abh. **61**: 227-332.

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. — Saarbrücken (VDM): 112 pp.

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. & 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: Effekt der Umgebungstemperatur auf das Ovargewicht bei verschiedenen Grillenarten (Insecta: Orthoptera) 579-585