

Linzer biol. Beitr.	35/1	487-498	30.6.2003
---------------------	------	---------	-----------

## Längen- und Gewichtsentwicklung der Larven verschiedener Grillenarten (Orthoptera: Gryllidae) vom Zeitpunkt des Ausschlüpfens bis zur Adulthäutung

R. STURM

**A b s t r a c t :** Development of the larval size and weight of various cricket species (Orthoptera: Gryllidae) from the time of hatching to the imaginal moult.

The larval development of the three crickets species *Teleogryllus commodus*, *Gryllus assimilis*, and *Acheta domesticus* was studied at standard conditions (25 °C, photoperiod: 12 h) by 1) describing changes of the outer morphology during larval growth, 2) measuring larval size and weight as a function of time, and 3) documenting eventual changes of body proportions (head, thorax, abdomen) with proceeding age. Concerning modifications of the outer morphology during larval development, similarities between the species can be observed, which are reflected by a uniform start of wing formation during the 7<sup>th</sup> to 9<sup>th</sup> larval instar and generation of the ovipositor in females starting at the 7<sup>th</sup> larval instar. Formation of the tympanum is limited to the last larval instar. Measurements of both body weight and length show increased growth rates for both parameters within the timespan from 10 to 40 days after hatching, but continuously decreasing growth rates between 40 day old larvae and adults. While for early larval instars, ranges of both parameters do not show significant interspecific differences, weight and length may vary considerably between adults of the studied species. Generally, adults of *A. domesticus* are characterized by smallest weight and size, whereas respective individuals of *G. assimilis* can reach highest values for both parameters. Development of larval body proportions of all investigated cricket species is uniformly marked by a continuous reduction of the head size with respect to whole body and, on the other side, a permanent growth of the abdomen. In adults, respective proportions between the body regions are as follows: head: 12-15 %, thorax: 18-33 %, abdomen: 52-70 %.

**K e y w o r d s :** cricket, larval development, larval instar, morphology, body weight, body length.

### Einleitung

Im Allgemeinen ist bei hemimetabolen Insekten zwischen die Periode der Embryogenese und das Adultstadium eine Phase der Larvalentwicklung eingeschaltet. In diesem Entwicklungsabschnitt werden je nach Insektenart verschiedene Anzahlen an Häutungsstadien durchlaufen, welche zu einer sukzessiven Angleichung des äusseren larvalen Erscheinungsbildes (Bildung der Flügel, Hinterleibsanhänge, usw.) an die Adulttiere führen (z.B. FULTON 1915). Nach den Studien von WALKER & MASAKI (1989) variiert die

Anzahl der larvalen Häutungen in der Familie der Gryllidae zwischen 5 und 14. FUZEAU-BRAESCH (1975) konnte zudem feststellen, dass die Häutungszahl innerhalb einer einzelnen Grillenart zum Teil großen Schwankungen unterworfen ist und in der Hauptsache von exogenen Faktoren (Temperatur, Nahrungsangebot, Konkurrenz) gesteuert wird. Die Temperaturabhängigkeit der Larvalentwicklung ist bereits für verschiedene Spezies der Orthoptera ausführlich dokumentiert worden (z.B. BEHRENS et al. 1983, STURM 1999, 2002). Dabei konnte übereinstimmend festgestellt werden, dass eine Erhöhung der Umgebungstemperatur das Larvalstadium zum Teil signifikant verkürzt und infolgedessen zu einer Verringerung der Anzahl an Häutungsstadien führt. Bei *Acheta domestica* (L.) nimmt beispielsweise die Dauer der Larvalentwicklung bei einer Steigerung der Temperatur von 23 °C auf 30 °C um beinahe 50 % ab, während sich die Anzahl der larvalen Häutungen von 12 auf 10 reduziert (STURM 2002).

Im Laufe ihrer Entwicklung sind die Larven hemimetaboler Insekten durch eine kontinuierliche Längen- und Gewichtszunahme gekennzeichnet. Entsprechende Messungen an einzelnen larvalen Häutungsstadien sind bislang vor allem für *Gryllus bimaculatus* DEGEER durchgeführt worden (MERKEL 1977, BEHRENS et al. 1983). Dabei konnte eine Steigerung beider Parameter gemäß einer Polynomfunktion festgestellt werden. Mit zunehmender Temperatur wird die Form der Wachstumskurve durch die Verkürzung der Zeitintervalle zwischen den Häutungen beeinflusst. Ähnliche Ergebnisse wurden bei Untersuchungen an Larven der Motte *Pectinophora gossypiella* erzielt (WELBERS 1975). Bei der betreffenden Art konnte zusätzlich nachgewiesen werden, dass oszillierende Temperaturen (z.B. zwischen Tag- und Nachtphase) neben der Temperatursteigerung an sich noch einen weiteren Größenzuwachs bedingen.

In der vorliegenden Studie soll die Größen- und Gewichtsentwicklung der Larven von *Teleogryllus commodus* WALKER, *A. domestica* und *Gryllus assimilis* FABRICIUS einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Neben dem artspezifischen Verlauf der Entwicklung wird dabei besonderes Augenmerk auf eventuelle interspezifische Unterschiede gelegt. Zusätzlich soll noch der Einfluss verschiedener exogener Parameter auf den larvalen Wachstumsprozess diskutiert werden.

## Material und Methoden

Zucht und Haltung der betrachteten Grillenarten erfolgten unter Standardbedingungen (Temperatur: 25 °C, Relative Luftfeuchtigkeit: 60 %, Dauer der Photoperiode: 12 h; MUSIOL et al. 1990) in einer speziell ausgestatteten Klimakammer am Institut für Zoologie der Universität Salzburg. Frisch geschlüpfte Larven wurden zuerst in kleinen, mit feinem Netz verschlossenen Plastikboxen gehalten und nach Erreichen des 3. bis 4. Häutungsstadiums in größere Plastikgefäße (50 × 30 × 20 cm) überführt, welche zuvor mit einer ca. 3 cm hohen Torflage versehen worden waren. In die Behälter wurden leere, den Tieren als Unterschlupf dienende Eikartons gegeben. Die Nahrung der Grillenlarven bestand einheitlich aus frischem Salat, Haferflocken sowie einer Standarddiät für Labortiere (Altromin 1222). Die zudem notwendige Flüssigkeit wurde den Larven durch mit Wasser befeuchtete, in kleine Petrischalen eingelegte Watte pads geboten. Sowohl der Salat als auch die Watte pads wurden alle 2 Tage erneuert, um einen durchgehend guten Ernährungszustand der Insekten gewährleisten zu können. Nach Vollendung der Adulthäutung wurden die Grillen aus den Larvenbehältern entfernt und nach Geschlecht ge-

trennt in Glasgefäße mit einem Fassungsvermögen von 5 Litern übertragen. Die Adulttiere wurden für andere Untersuchungen weiterverwendet.

Der Fortgang der Larvalentwicklung wurde für die einzelnen Grillenarten möglichst genau beobachtet und dokumentiert. Äußere Veränderungen der Larven wie beispielsweise die Bildung von Flügelansätzen, Entwicklung des Ovipositors bei Weibchen sowie kontinuierliche Umgestaltung der Körperproportionen wurden zeichnerisch und photographisch festgehalten. Körpergröße und -gewicht wurden vom Zeitpunkt des Ausschlüpfens in Abständen von jeweils 10 Tagen bis zur Adulthäutung (nach ca. 100 Tagen) ermittelt. Dazu wurden je 50 Tiere pro Messtermin aus den Behältern aussortiert, kurz im CO<sub>2</sub>-Strom narkotisiert und sowohl einzeln mit einer Analysenwaage (Genauigkeit: 0,001 g) abgewogen als auch mit einer Schublehre (Genauigkeit: 0,1 mm) vermessen. Die Körperlänge wurde unabhängig vom Geschlecht als jene Distanz definiert, welche sich von der Stirn des jeweiligen Tieres bis zur Spitze des Abdomens erstreckt. Hinterleibsanhänge, Anlagen des Ovipositors sowie Antennen wurden nicht in die Längmessungen miteinbezogen. Die Darstellung der Messergebnisse erfolgte in Abhängigkeit von der Entwicklungsdauer unter Verwendung von Box-Plots. Zudem wurden eventuelle Veränderungen der Körperproportionen (Länge von Kopf, Thorax und Abdomen bezogen auf Gesamtlänge) graphisch dokumentiert.

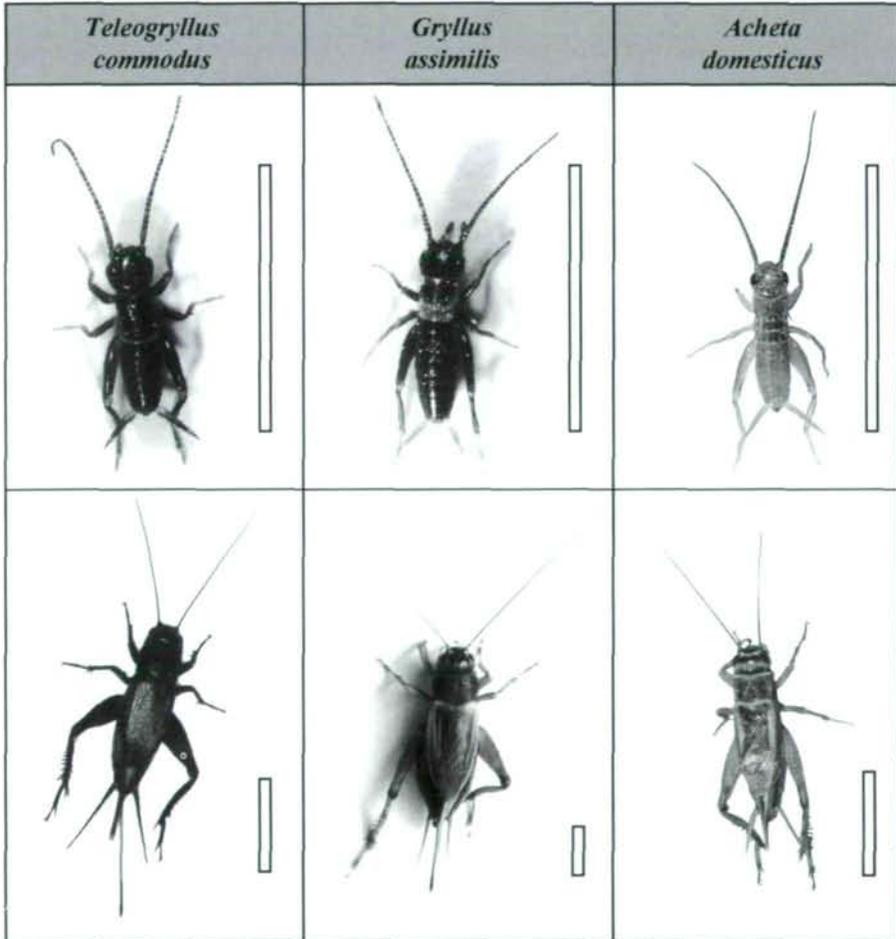
## Ergebnisse

### Entwicklung der äusseren Gestalt bei den untersuchten Arten

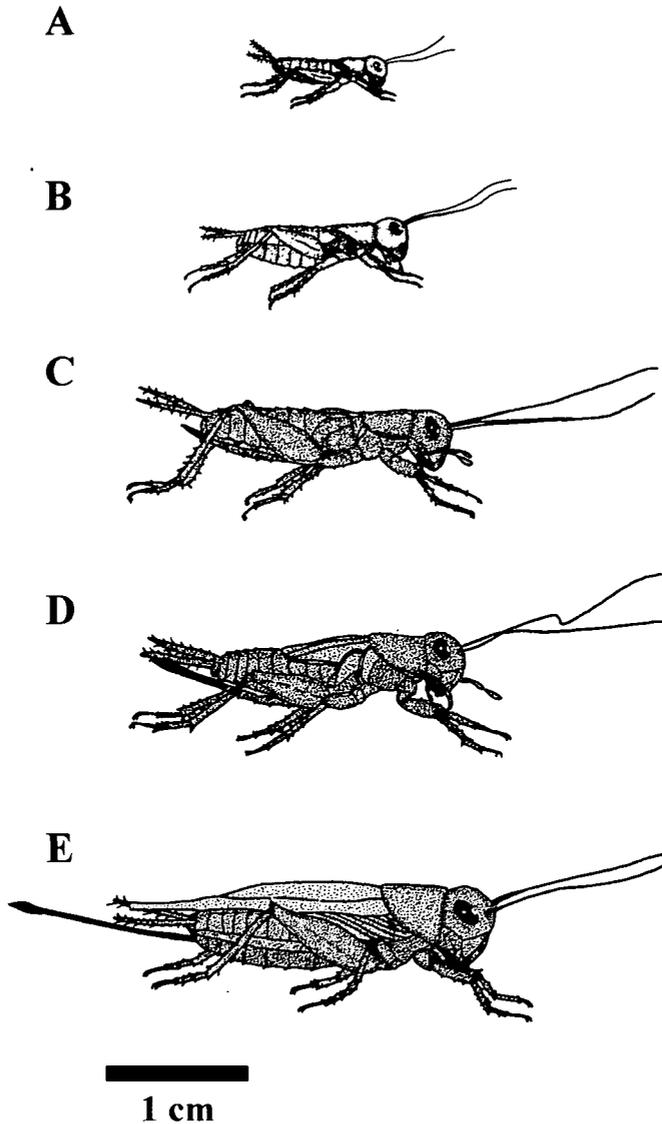
In Abb. 1 sind jeweils Larven (3. bis 4. Häutungsstadium) und Adulttiere der drei untersuchten Grillenarten dargestellt. Wie den Bildern deutlich zu entnehmen ist, entspricht die Körpergrundgestalt der Larven bereits jener der Adulttiere. Lediglich das Fehlen von Flügeln, eventueller äusserer Geschlechtsmerkmale (Ovipositor) sowie der inneren Geschlechtsorgane weist noch auf den larvalen Charakter hin. Zwischen Larven der betrachteten Arten sind nur relativ geringfügige Unterschiede erkennbar. Die Jungtiere sind etwa gleich lang (Abb. 1), und ihre Körperform kann als schmal und länglich beschrieben werden, wobei der Kopf in seiner Breite den übrigen Körper mehr oder weniger deutlich übertrifft. Während Larven von *T. commodus* und *G. assimilis* dunkelbraun bis schwarz gefärbt sind und im Falle der nordamerikanischen Steppengrille einen hellen Ring am Thorax aufweisen, besitzen die Jungtiere von *A. domesticus* eine hellbraune Färbung ohne entsprechendem Farbwechsel im thorakalen Bereich.

Der Ablauf der Larvalentwicklung ist am Beispiel von *T. commodus* in Abb. 2 aufgezeichnet, lässt sich jedoch mit geringfügigen Änderungen auch auf die übrigen Grillenarten übertragen. Mit zunehmender Entwicklungsdauer nähert sich die Gestalt der jeweiligen Jungtiere kontinuierlich an jene der Imagines an, wobei der Adulthabitus selbst erst durch die letzte Häutung (Adult- oder Imaginalhäutung) erreicht wird. Die starke Größenzunahme, welche der Insektenkörper während der Jugendentwicklung erfährt (siehe unten), kann nur durch die regelmäßige Einschaltung von Häutungen ermöglicht werden, da das cuticuläre Exoskelett lediglich eine begrenzte Volumszunahme zulassen würde. Der in Abb. 2 illustrierte Vergleich von 3., 5., 7. und 9. Larvalstadium mit dem Adultstadium von *T. commodus* deutet bereits auf eine mehrfache Längenzu-

nahme während des beschriebenen Zyklus hin (siehe Maßstab). Analog zu *G. assimilis* werden erste Flügelanlagen bei der australischen Feldgrille ab dem 7. bis 8. Häutungsstadium sichtbar. Bei *A. domesticus* treten entsprechende Anlagen ab dem 9. Stadium auf. Während der Flügelentwicklung werden im Allgemeinen zuerst laterale und dorsale Flügelscheiden gebildet (Abb. 2). Die dorsalen Scheiden wachsen in weiterer Folge mit erhöhter Geschwindigkeit und berühren sich wenig später bereits an der Körpermediane. Im folgenden Stadium setzt ein bevorzugt longitudinales Flügelwachstum ein, bis schließlich nach der Adulthäutung die Endform der Flügel erreicht wird.



**Abb. 1:** Photographien von Larven (3. bis 4. Häutungsstadium) und Adulttieren der untersuchten Grillenarten. Die Larven sind durch große Ähnlichkeiten bezüglich der äusseren Gestalt und Größe gekennzeichnet (Balken entsprechen jeweils 1 cm). Während Jungtiere von *T. commodus* und *G. assimilis* dunkelbraun bis schwarz gefärbt sind, zeigen die Larven von *A. domesticus* eine hellbraune Färbung. Die Größenunterschiede zwischen den jeweiligen Adulttieren (Balken: 1 cm) können als signifikant bezeichnet werden. *A. domesticus* stellt dabei die kleinste Grillenart dar, gefolgt von *T. commodus* und schließlich *G. assimilis*.



**Abb. 2:** Veränderungen der äusseren Morphologie während der Larvalentwicklung am Beispiel eines Weibchens der australischen Feldgrille *T. commodus*. **A.** 3. bis 4. Häutungsstadium; **B.** 5. Häutungsstadium; **C.** 7. Häutungsstadium; **D.** 9. Häutungsstadium; **E.** Adulttier. Flügelbildung und Entwicklung des Ovipositors setzen etwa mit dem 7. Häutungsstadium ein. Die Länge des Legestachels wird mit jeder weiteren Larvalhäutung verdoppelt bis verdreifacht.

Bei weiblichen Larven setzt die Bildung des Ovipositors einheitlich mit dem 7. Häutungsstadium ein (Abb. 2), wobei sich die Länge des Legestachels mit jeder weiteren

Häutung verdoppelt bis verdreifacht. Die zur akustischen Wahrnehmung notwendigen Tympanalorgane werden einheitlich erst im letzten Larvalstadium ausgebildet.

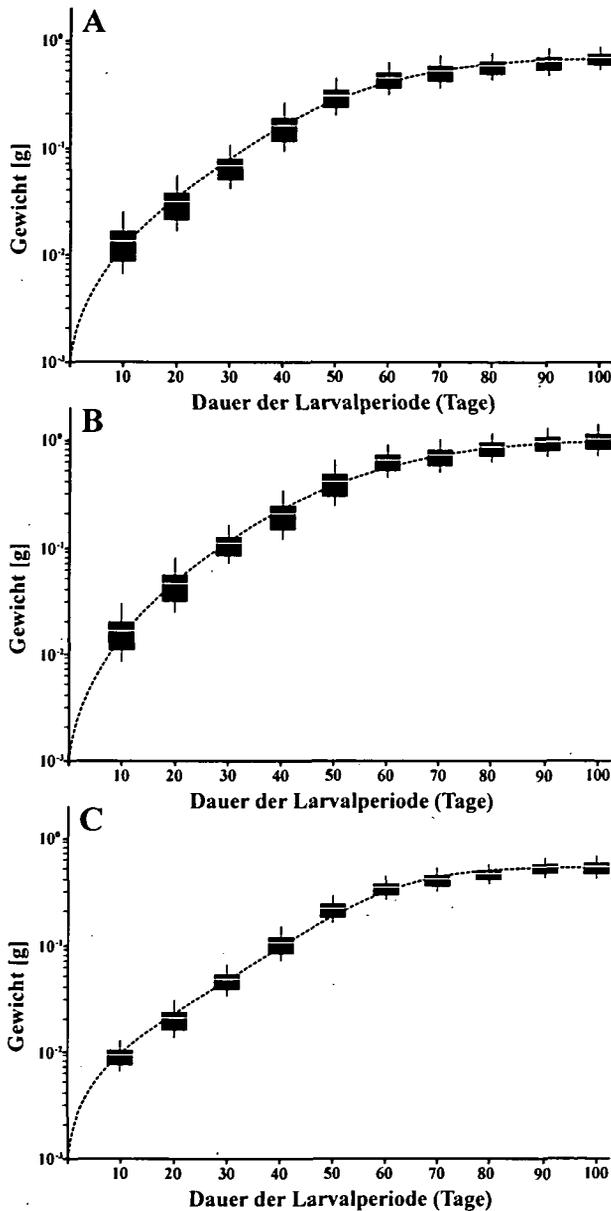
### **Gewichts- und Längenzunahme der Larven**

Die Ergebnisse der Gewichts- und Längenmessungen an verschiedenen larvalen Entwicklungsstadien der 3 betrachteten Grillenarten sind in den Abb. 3 und 4 zusammengefasst. Bezüglich der Entwicklung des Körpergewichtes ergibt sich für die 3 Spezies ein ähnliches Bild. So beträgt das Gewicht einzelner Larven direkt nach dem Ausschlüpfen maximal 1 mg. Zehn Tage danach schwankt das Körpergewicht einheitlich zwischen 5 und 15 mg (Abb. 3A-C), steigt im weiteren Verlauf der Entwicklung kontinuierlich an (bis 10 mg pro Tag) und erreicht bei den letzten Stadien eine Plateauphase, welche auf nur mehr geringfügige Gewichtszuwächse zwischen Subadulten und Adulten hindeutet. Im Gegensatz zu frühen Larvalstadien sind die Körpergewichte der Adulttiere von signifikanten interspezifischen Unterschieden gekennzeichnet. *A. domesticus* weist hier das geringste Gewicht auf (400-600 mg), gefolgt von *T. commodus* (500-800 mg) und schließlich *G. assimilis* (800-1200 mg). Während die teilweise großen Spannweiten bei den Larven auf unterschiedlich raschen Entwicklungsverlauf einzelner Tiere und variablen Ernährungszustand zurückzuführen sind, ist bei Adulttieren neben dem Grad der Darmfüllung die Reifeentwicklung der Gonaden (z.B. Anzahl reifer Eier in den Ovarien) mitverantwortlich für entsprechende Gewichtsschwankungen.

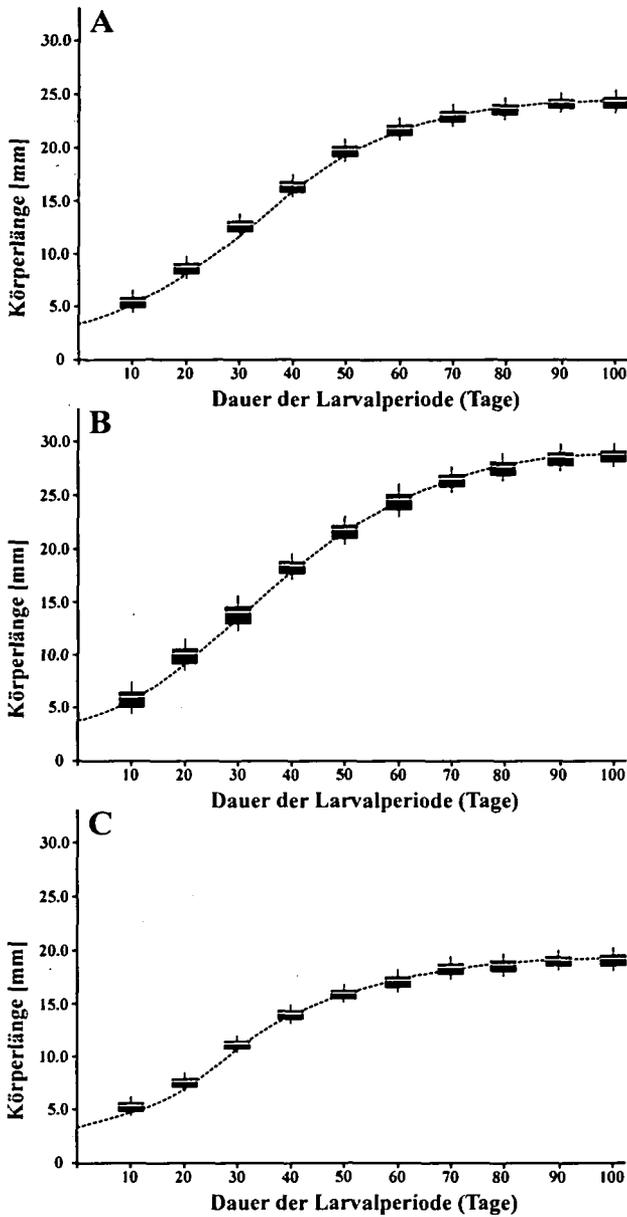
Die Entwicklung der Körperlänge bei den untersuchten Grillenarten unterliegt ähnlichen Gesetzmäßigkeiten wie der oben dokumentierte Gewichtszuwachs (Abb. 4A-C). Nach dem Ausschlüpfen sind die Larven von *T. commodus*, *G. assimilis* und *A. domesticus* durch einheitliche Körperlänge zwischen 3 und 4 mm gekennzeichnet. Nach 10 Tagen variiert die Länge von 5 bis 7 mm und nimmt mit Fortdauer der Larvalentwicklung mit unterschiedlicher Geschwindigkeit zu. Zwischen dem 10. und 40. Tag der Larvalphase können demnach Wachstumsraten von bis zu 1 mm pro Tag beobachtet werden, während zu späteren Zeitpunkten die Entwicklung der Körperlänge wieder deutlich eingebremst wird (< 0,5 mm pro Tag). Dies führt – ähnlich wie beim Körpergewicht – zur Bildung einer Plateauphase am Ende der Larvalperiode beziehungsweise Beginn des Adultstadiums (Abb. 4). Die Körperlängen der Adulttiere zeigen zum Teil signifikante interspezifische Unterschiede. So erreicht *A. domesticus* eine Länge von 1,5 bis 2,0 cm, gefolgt von *T. commodus* mit 2,2 bis 2,5 cm und *G. assimilis* mit 2,7 bis 3,0 cm (siehe auch Abb. 1). Die durch den Box-Plot zum Ausdruck gebrachten Spannweiten larvaler Körperlängen sind im wesentlichen auf Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit zurückzuführen. Adulte Variationen entstehen durch Messungen verschieden alter Tiere und die Tatsache, dass auch in der postlarvalen Phase noch geringe Wachstumsschübe auftreten.

### **Entwicklung der Körperproportionen**

Veränderungen der Körperproportionen zwischen Larval- und Adultstadien der untersuchten Grillenarten sind bereits ansatzweise in Abb. 1 zu erkennen. Besonders fällt dabei auf, dass Kopf und Thorax in ihrer Proportion im Laufe der Larvalentwicklung deutlich hinter das Abdomen zurücktreten. Dies wird auch durch die in Abb. 5 dargestellten Diagramme bestätigt, in welchen zeitabhängig die Längen der einzelnen Körperabschnitte als prozentuelle Anteile an der Gesamtkörperlänge aufgetragen sind.



**Abb. 3:** Gewichtszunahme der drei untersuchten Grillenarten während der Larvalentwicklung. **A.** *T. commodus*; **B.** *G. assimilis*; **C.** *A. domesticus*. Während das maximale Gewicht nach dem Ausschlüpfen 1 mg beträgt, erreichen Adulttiere je nach Art ein Körpergewicht von 400 bis 1200 mg. Höchste Gewichtszuwächse sind einheitlich zwischen dem 10. und 40. Tag der Larvalentwicklung festzustellen. Die Regressionskurven verlaufen durch die Mediane der Boxen.



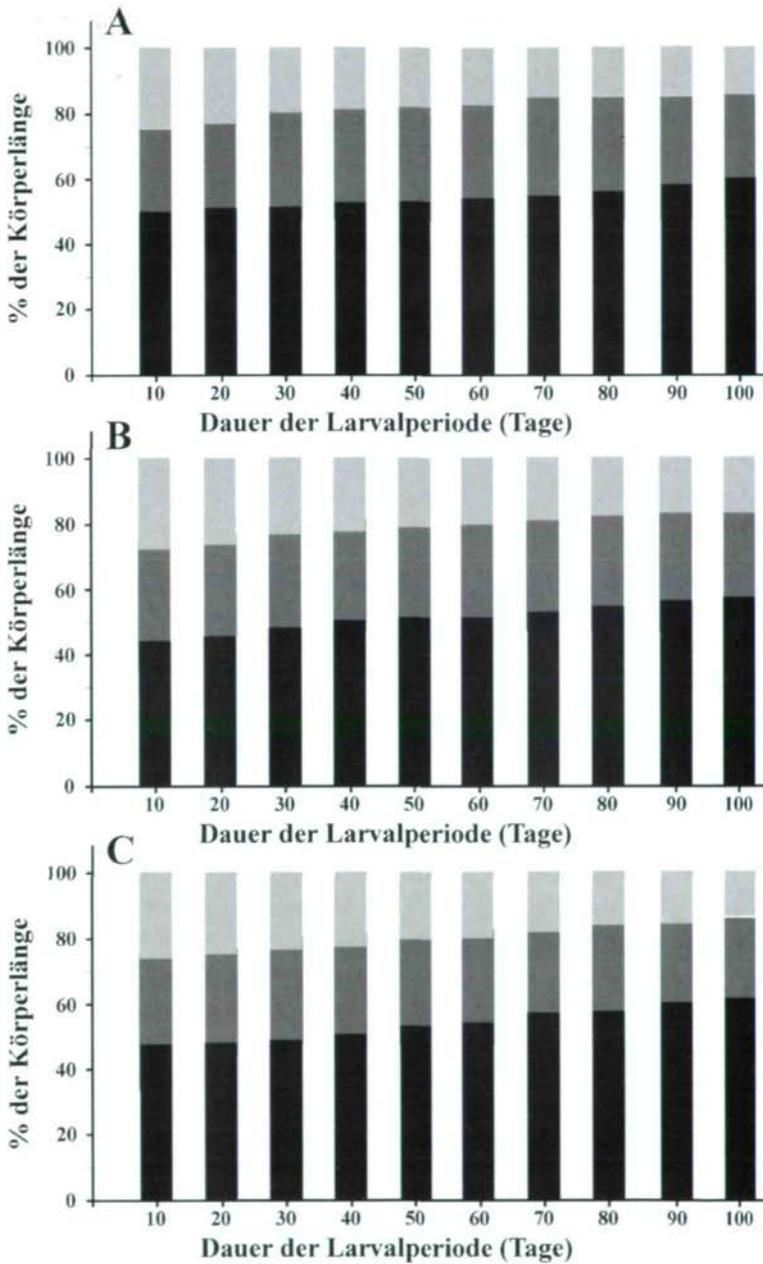
**Abb. 4:** Längenzunahme der drei untersuchten Grillenarten im Zuge der Larvalentwicklung. **A.** *T. commodus*; **B.** *G. assimilis*; **C.** *A. domesticus*. Höchste Wachstumsraten (bis 1 mm pro Tag) treten zwischen 10. und 40. Tag der Larvalperiode auf. Im weiteren Verlauf nimmt die Wachstumsgeschwindigkeit kontinuierlich ab und erreicht gegen Ende der Entwicklung eine Plateauphase.

Unabhängig von der betrachteten Art beträgt bei 10 Tage alten Larven der Anteil des Kopfes an der Gesamtlänge etwa 20 %, jener des Thorax 25-30 % und jener des Abdomens 50-55 %. Diese Proportionen ändern sich kontinuierlich zugunsten des Abdomens, sodass sich für Adulttiere im Allgemeinen folgende Längenanteile der einzelnen Körperabschnitte ergeben: Kopf: 12-15 %, Thorax: 18-33 %, Abdomen: 52-70 %. Die größten Veränderungen der Proportionen treten – wie schon im Falle der Gewichts- und Längenentwicklung – zwischen dem 10. und 40. Tag der Larvalperiode auf, wohingegen die nachfolgende Phase nur mehr geringe diesbezügliche Modifikationen erkennen lässt.

### Diskussion

Bei hemimetabolen Insekten kommt es während der zwischen Embryonal- und Adultphase eingeschalteten Larvalperiode zu einer schrittweisen Annäherung der Jungtiere an den Adulthabitus. Dies wird einerseits durch eine kontinuierliche Heranführung der äusseren Gestalt an die Imago und andererseits durch das Heranreifen der inneren Geschlechtsorgane zum Ausdruck gebracht. Wie die durchgeführten Untersuchungen zeigen konnten, ist die larvale Phase bei *T. commodus*, *G. assimilis* und *A. domesticus* vor allem ab der zweiten Hälfte durch signifikante morphologische Veränderungen wie Ausdifferenzierung der Flügel oder Entwicklung des Ovipositors bei weiblichen Tieren gekennzeichnet. Studien der Larvalentwicklung anderer Grillenarten (z.B. FULTON 1915, HOFFMANN 1985, WALKER & MASAKI 1989) deuten darauf hin, dass dieser Sachverhalt einheitlich für alle Vertreter der Familie der Gryllidae zu gelten scheint. Das Weinhähnchen *Oecanthus fultoni* zeigt beispielsweise eine in der Regel aus 5 Häutungsstadien zusammengesetzte Larvalperiode. Flügel- und Ovipositorbildung setzen bei dieser Grille einheitlich mit dem 4. Häutungsstadium, also nach Absolvierung von mehr als 50 % der Jugendentwicklung ein (FULTON 1915). Im Falle der Mittelmeer-Feldgrille *G. bimaculatus* erfolgt die Bildung der Flügelscheiden stets ab dem vorletzten (in der Regel 8. bis 9.) Larvalstadium („next to last larval instar“; MERKEL 1977). Die zur Wahrnehmung von Schallschwingungen notwendigen Tympanalorgane werden bei fast allen Grillenarten am Ende der Larvalperiode angelegt. Eine Ausnahme liegt hier für die Maulwurfgrille *Gryllotalpa gryllotalpa* vor, deren akustische Organe bereits nach der 2. Larvalhäutung vollständig entwickelt sind (WALKER & MASAKI 1989).

Die schrittweise Angleichung der Jungtiere an das Adultstadium ist durch einen Wachstumsprozess charakterisiert, der in einer kontinuierlichen Zunahme von Körpergewicht und –länge zum Ausdruck gebracht wird. Bei den 3 untersuchten Grillenarten konnte ein nahezu einheitlicher Wachstumsverlauf während der postembryonalen Phase diagnostiziert werden. Sowohl Gewicht als auch Länge der Jungtiere zeigen etwa in der ersten Hälfte der larvalen Entwicklung einen steilen Anstieg mit Wachstumsraten von bis zu 10 mg beziehungsweise 1 mm pro Tag. Ab der zweiten Hälfte der Larvalperiode nimmt die Wachstumsgeschwindigkeit stetig ab, sodass zwischen letztem larvalen Häutungsstadium und Adulttier nur mehr geringfügige Erhöhungen von Gewicht und Länge feststellbar sind (Abb. 3, 4). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stehen im Einklang mit bereits früher durchgeführten Untersuchungen des larvalen Wachstumsprozesses von *T. commodus* (STURM 2002). Vergleichbare Resultate konnten darüberhinaus für *G. bimaculatus* dokumentiert werden (MERKEL 1977, BEHRENS et al. 1983). So ist die



**Abb. 5:** Veränderungen der Körperproportionen während der Larvalentwicklung. Anteil des Kopfes (hellgrau), Thorax (mittelgrau) und Abdomens (schwarz) an der gesamten Körperlänge und deren Veränderung mit zunehmender Entwicklungsdauer. **A.** *T. commodus*; **B.** *G. assimilis*; **C.** *A. domesticus*.

larvale Gewichtszunahme der Mittelmeer-Feldgrille analog zu den in der vorliegenden Studie erfassten Grillenarten bis etwa zur Halbzeit der Entwicklung mit 50 bis 100 % pro Tag sehr hoch und nimmt in weiterer Folge bis zum Einsetzen der Adulthäutung kontinuierlich ab. Dieser charakteristische Verlauf des larvalen Wachstums lässt sich auch bei anderen Insektengruppen beobachten (z.B. Motten; WELBERS 1975). Wie aus Abb. 5 entnommen werden kann, ist der Wachstumsprozess bei hemimetabolen Insekten durch Unterschiede zwischen den einzelnen Körperabschnitten geprägt (allometrisches Wachstum). Dabei tritt der Kopf allmählich in seiner Größe hinter Thorax und Abdomen zurück. Den größten Längenzuwachs erfährt der Hinterleib durch die Ausdifferenzierung der inneren Geschlechtsorgane. Wie zahlreichen früheren Studien zu entnehmen ist, wird der larvale Wachstumsverlauf in eindrucksvoller Weise von exogenen Parametern gesteuert (siehe Überblicke in HOFFMANN 1985, GEWECKE 1995). Einen signifikanten Einfluss auf die Larvalentwicklung übt vor allem die Umgebungstemperatur aus (GHOURI & MCFARLANE 1958, MERKEL 1977, BEHRENS et al. 1983, STURM 2002), deren Erhöhung 1) zu einer Verkürzung der Jugendentwicklung beziehungsweise Reduktion der Häutungsstadien und damit verbunden 2) zu einem deutlichen Anstieg der Wachstumsraten führt (siehe Abb. 1 in MERKEL 1977). Noch zusätzlich verstärkt kann dieser Trend in vielen Fällen durch zeitlich alternierende Temperaturen werden (z.B. alle 4 Stunden Wechsel zwischen 14 und 26 °C; BEHRENS et al. 1983). Wie von MERKEL (1977) ausführlich am Beispiel von *G. bimaculatus* beschrieben wurde, wird der Verlauf des larvalen Wachstums auch von der Zusammensetzung der angebotenen Nahrung merkbar beeinflusst. Im Allgemeinen lässt sich dabei feststellen, dass ein höherer Proteingehalt (Casein) mit einer entsprechenden Zunahme der Entwicklungsgeschwindigkeit verbunden ist. Unter natürlichen Bedingungen gilt zudem der Stickstoffgehalt der Nahrung als möglicher limitierender Faktor (MCNEILL 1973). Bereits die frühen Studien von GORDON (1959) konnten beweisen, dass spezifische Nahrungsdefizite weniger ein Aussetzen einzelner Körperfunktionen als vielmehr die Verlangsamung des gesamten Stoffwechsels bewirken. Der Einfluss exogener Faktoren auf die Entwicklung ist gegenwärtig bereits für zahlreiche Insekten geprüft worden, lässt jedoch auch für die Zukunft noch viele Fragen offen.

### Zusammenfassung

Die larvale Entwicklung der drei Grillenarten *Teleogryllus commodus*, *Gryllus assimilis* und *Acheta domestica* wurde unter Festlegung von Standard-Laborbedingungen (25 °C, Photoperiode: 12 h) einer detaillierten Betrachtung unterzogen. Dabei wurden 1) Änderungen der äusseren Gestalt während des larvalen Wachstums beschrieben, 2) Messungen zur Dokumentation von Körpergewicht und -länge als Funktion der Zeit durchgeführt und schließlich 3) Modifikationen der Körperproportionen (Kopf, Thorax, Abdomen) mit zunehmendem Alter untersucht. In Bezug auf Veränderungen der äusseren Gestalt während der Larvalentwicklung sind große Ähnlichkeiten zwischen den Arten feststellbar. Dies äussert sich durch einheitlichen Start der Flügelbildung zwischen 7. und 9. Häutungsstadium und bei Weibchen durch Bildung des Ovipositors beginnend mit dem 7. Stadium. Die Entwicklung der Tympanalorgane bleibt im Allgemeinen auf das letzte Larvalstadium beschränkt. Wiederholte Messungen von Körpergewicht und -länge zeigen erhöhte Wachstumsraten beider Parameter innerhalb der Zeitspanne von 10 bis 40 Tage nach dem Ausschlüpfen, jedoch kontinuierlich abnehmende Wachstumsraten zwischen 40 Tage alten Larven und Adulttieren. Während bei frühen Häutungsstadien die Spannweiten beider Parameter kaum

durch interspezifische Unterschiede gekennzeichnet sind, unterliegen Gewicht und Länge der Adulttiere bisweilen deutlichen Schwankungen zwischen den Arten. Generell weist *A. domesticus* die geringsten Gewichts- und Längenwerte auf, wohingegen *G. assimilis* Maxima für beide Parameter zeigt. Die Entwicklung der Körperproportionen ist bei allen studierten Arten einheitlich durch eine kontinuierliche Reduktion der Kopfgröße in Bezug auf die Gesamtkörperlänge und – auf der anderen Seite – durch eine permanente Zunahme der Abdomenlänge charakterisiert. In Adulttieren bestehen folgende Proportionen der Körperregionen: Kopf: 12-15 %, Thorax: 18-33 %, Abdomen: 55-70 %.

### Literatur

- BEHRENS W., HOFFMANN K.H., KEMPA S., GÄBLER 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.
- FULTON B.B. (1915): The tree crickets of New York: life history and bionomics. — N. Y. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. **42**: 1-47.
- FUZZEAU-BRAESCH S. (1975): Cycle de vie et évolution larvaire d'un grillon d'Algérie. — C. R. Hebd. Seances Acad. Sci. Ser. D Sci. Nat. **218**: 1385-1388.
- GEWECKE M. (1995): Physiologie der Insekten. — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, 445 S.
- GHOURI A.S.K. & J.E. MCFARLANE (1958): Observations on the development of crickets. — *Can. Entomol.* **90**: 158-165.
- GORDON H.T. (1959): Minimal nutritional requirements of the german roach *Blattella germanica* L. — *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **77**: 290-352.
- HOFFMANN K.H. (1985): Environmental Physiology and Biochemistry of Insects. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- MCNEILL S. (1973): The dynamics of a population of *Leptoterna dolabrata* (Heteroptera: Miridae) in relation to its food resources. — *J. Anim. Ecol.* **42**: 495-507.
- MERKEL G. (1977): The effects of temperature and food quality on the larval development of *Gryllus bimaculatus* (Orthoptera, Gryllidae). — *Oecologia* **30**: 129-140.
- MUSIOL I., JIRIKOWSKI G.F. & K. POHLHAMMER (1990): Immunohistochemical characterization of a widely spread Arg8-vasopressin-like neuroendocrine system in the cricket *Teleogryllus commodus* WALKER (Orthoptera, Insecta). — *Acta histochemica*, Suppl. **40**: 137-142.
- STURM R. (1999): Einfluß der Temperatur auf die Eibildung und Entwicklung von *Acheta domesticus* (L.) (Insecta: Orthoptera: Gryllidae). — *Linzer biol. Beitr.* **31/2**: 731-737.
- STURM R. (2002): Einfluss der Temperatur auf die Embryonal- und Larvalentwicklung bei verschiedenen Grillenarten (Insecta: Orthoptera). — *Linzer biol. Beitr.* **34/1**: 485-502.
- WALKER T.J. & S. MASAKI (1989): Natural History. — In: HUBER F., MOORE T.E. & W. LOHER (eds.): Cricket behaviour and neurobiology. Cornell University Press, Ithaca, London, 565 S.
- WELBERS P. (1975): Der Einfluß von tagesperiodischen Wechseltemperaturen bei der Motte *Pectinophora*. 1. Entwicklungsdauer, Larvengewicht und Reproduktionsrate. — *Oecologia* **18**: 31-42.

Anschrift des Verfassers: MMMMag. Dr. Robert Sturm  
Brunnleitenweg 41  
A-5061 Elsbethen, Austria

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Linzer biologische Beiträge](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [0035\\_1](#)

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

Artikel/Article: [Längen- und Gewichtsentwicklung der Larven verschiedener Grillenarten \(Orthoptera: Gryllidae\) vom Zeitpunkt des Ausschlüpfens bis zur Adulthäutung 487-498](#)