

**Zur Embryonal- und Larvalentwicklung der Zikade
Psammotettix alienus (DAHLBOM, 1851)
(Hemiptera, Auchenorrhyncha)**

Binari Manurung¹, Werner Witsack¹, Egon Fuchs² und Silke Mehner²

Abstract: Embryonic and nymphal development of the leafhopper *Psammotettix alienus* (DAHLBOM, 1851) (Hemiptera, Auchenorrhyncha). — Studies on embryonic and nymphal development of the leafhopper *P. alienus* (DHLB.) on winter barley (*Hordeum vulgare* L.) under laboratory conditions (+20 °C, 70-95 % RH and 18L/6D of artificial light photoperiod) were carried out. Egg and nymphal stages were described and illustrated. The shape of the egg is ellipsoidal with the anterior pole pointed and the posterior one rounded. After oviposition the colour is creamy-white but during embryogenesis it changes to yellowish. Likewise, the size changes. After oviposition it was 0.92-0.99 mm x 0.18-0.22 mm, but before hatching 0.93-1.07 mm x 0.26-0.30 mm. Thus, width increases more than length. The increase in width may reach nearly 37 %, the increase in length only 7 %. Under light microscope, seven stages of embryonic development can be distinguished. The average duration of embryonic development was 18.3 days (range 16-24 days). Nymphal development includes five instars, which can be distinguished from each other only by the head width or pronotum width, although other characters such as the total length of the body, the length of the fore body, the length of mesonotal wingpads, the number of setae on each side of tergites III-IX and the colouration pattern of the dorsal surface of the body may also be useful. Two different colour morphs occur, a light one and a dark one. Nymphal development lasted 32.4 days (26-39 days). In this case the average duration of the first, second, third, fourth and fifth instar was 5.9 days, 5.1 days, 5.6 days, 6.3 days and 9.4 days, respectively. Therefore, the development from oviposition until emergence lasted 51 days.

Keywords: Auchenorrhyncha, leafhoppers, *Psammotettix alienus*, embryonic development, nymphal development, wheat dwarf virus

1. Einleitung

Die Zwergzikade *Psammotettix alienus* (DHLB.) ist als Überträger des Weizenverzwergungsvirus (*Wheat dwarf virus*, WDV) von wirtschaftlicher Bedeutung (VACKE 1962; LAPIERRE et al. 1991; LINDSTEN & VACKE 1991; VACKE & CIBULKA 2000). In Sachsen-Anhalt befällt das Virus vorrangig Wintergerste, in weitaus geringerem Umfang auch Winterweizen, Triticale und Hafer (MEHNER et al. 2000).

Die Zikade *P. alienus* ist als holarktische Art von Spanien und Frankreich über Europa bis nach Ostasien sowie in Nordamerika verbreitet (SCHIEMENZ et al. 1996). Nach Literaturangaben ist die Art in Mitteleuropa bivoltin und überwintert im Eistadium (SCHIEMENZ et al. 1996). In Sachsen-Anhalt wurden im Jahre 1999 Imagines auf Wintergerste von Ende Mai bis Mitte November nachgewiesen (MANURUNG et al. 2000). Da die Kenntnisse über die Entwicklungsbiologie der hiesigen Populationen von *Psammotettix alienus* noch

¹ Msc. Binari Manurung, Doz. Dr. habil. Werner Witsack, FB Biologie, Institut für Zoologie - Naturschutz, Martin-Luther-Universität, Kröllwitzer Str. 44, 06099 Halle/S.

² Prof. Dr. Egon Fuchs, Dipl.-Ing. Agr. Silke Mehner, Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz - Virologie, Emil-Abderhalden-Str. 27, 06108 Halle/S.

unzureichend sind, wurden diesbezügliche Untersuchungen zur Embryonal- und Larvalentwicklung an Wintergerste (*Hordeum vulgare* L.) unter Laborbedingungen durchgeführt.

2. Material und Methoden

2.1. Herkunft und Haltung der Versuchstiere

Die Eier und Larven wurden aus einer Labor-Stammzucht entnommen. Die Haltung dieser Tiere erfolgte unter Laborbedingungen (+20±2°C; Photoperiode LT = L18/D6) (vgl. auch MÜLLER 1973; WITSACK 1985) auf Wintergerste (*Hordeum vulgare* L., Sorte Marinka und Theresia) in verschieden großen Glasröhren. Das Ausgangsmaterial für die Stammzucht war bei Micheln (Kreis Köthen, Sachsen-Anhalt) gefangen worden.

2.2. Embryonalentwicklung

Zur Ermittlung der Embryonalentwicklung wurde die Methode nach WITSACK (1985) sowie nach SCHÖPKE (1996) angewandt. Zikadenweibchen mit reifen Eiern aus den Stammzuchten wurden auf Wintergerste in den Röhren angesetzt und nach vier Stunden auf neue Wintergerste-Pflanzen umgegesetzt. Die in den jeweils vier Stunden abgelegten Eier wurden aus dem Pflanzengewebe mittels feiner Pinzetten unter dem Stereomikroskop herauspräpariert und danach in Blockglasschälchen mit abgekochtem Leitungswasser überführt. Die Eientwicklung erfolgte dabei untergetaucht. Die Versuche wurden bei +20 °C und einer rel. Luftfeuchtigkeit von 70-95% unter Langtagbedingungen (L18/D6) durchgeführt. Die Kontrolle der Weiterentwicklung erfolgte mit dem Stereomikroskop bei einer Vergrößerung von 20 bis 80 x, je nach Notwendigkeit täglich bis wöchentlich oder in noch längeren Abständen. Die Eigrößen bzw. die Längen und Breiten wurden mittels Okularmessplatte 1:100 ermittelt. Die größten Eilängen und Eiquerschnitte wurden bis zum 15. Tag der Entwicklung gemessen. Die Zunahmerate im Vergleich zu den Werten unmittelbar nach Ablage wurden über die Beziehung

$$I\% = \frac{I_t - I_0}{I_0} \times 100\%$$

errechnet (I% = Längenzunahmerate, I_t = Eilänge zum Zeitpunkt t , I_0 = Eilänge zum Ablagezeitpunkt) (vgl. SCHÖPKE 1996). Zur Festlegung der verschiedenen Stadien der Embryonalentwicklung wurde die Methode nach SCHÖPKE (1996) angewendet. In diesem Fall wurden morphologische und topologische Merkmale im Ei berücksichtigt. Als Indikatoren für ein Entwicklungsstadium wurden die Lage und Form des Embryos und seiner Organe genutzt, außerdem auch Lage und Form der Endosymbionten bzw. Myzetome im Ei sowie der Zustand des Dotters und Merkmale der Eihülle.

2.3. Larvalentwicklung

Für die Untersuchungen zur Larvalentwicklung wurden mehrere Zikadenweibchen auf Wintergerste (*Hordeum vulgare* L.) in einer Glasröhrenzucht (30 x 13 cm) zur Eiablage gebracht und nach einer Woche an neue Pflanzen umgesetzt. Die Pflanzen mit den Eiablagen wurden täglich nach geschlüpften Larven abgesehen. Die Larven wurden nach dem Schlupf auf Wintergerste im 2-3-Blattstadium (Code 12-13) in einer kleinen Röhre (10 x 2,5 cm) angesetzt (nach GUGLIELMINO & VIRLA 1997). Die Haltung dieser Larven erfolgte bei einer Temperatur von +20 °C, Luftfeuchtigkeit 70-95% und Langtagbedingungen (L18/D6). Die Larven wurden täglich kontrolliert, so dass ihre Entwicklung verfolgt werden konnte. Die Nahrungspflanzen wurden je nach Qualitätszustand täglich bzw. spätestens nach zwei Tagen gewechselt. Die Charakterisierung der Larvenstadien erfolgte

in Anlehnung an WALTER (1975, 1978) bzw. nach GUGLIELMINO & VIRLA (1997). Zur Charakterisierung der fünf Larvenstadien wurden (neben der Anzahl der Häutungen) verschiedene Merkmale und Maße der Larven berücksichtigt, insbesondere Gesamtlänge, Vorderkörperlänge (ohne Abdomen), Länge des Mesonotums und der Vorderflügelscheiden, Kopfbreite, Pronotumbreite, Borstenverteilung auf den Terga 3-9 und die Zeichnung der Dorsalseite (Vorhandensein der Mittellinie, des Mittelstreifens, der Längsstreifung und des Seitenstreifens).

3. Ergebnisse

3.1. Embryonalentwicklung

3.1.1. Morphologie und Größenänderung der Eier

Die Eier der Zwergzikade *P. alienus* sind schlank ellipsenförmig. Der vordere Eipol hat eine abgestumpfte Spitze, der hintere Eipol ist rund. Die Farbe des frischen abgelegten Eies ist creme-weiß, später im Verlauf der Embryogenese wird sie gelblich. Die Größe (Länge und Breite) nimmt im Verlauf der Embryogenese deutlich zu (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Längen- und Breitenveränderung des Eies im Laufe der Embryogenese bei der Zwergzikade *P. alienus* (DHLB.) (n= 40). X= Mittelwert, SD= Standardabweichung

Merkmal	X	SD	Min. - Max.
Eilänge (mm)			
frisch abgelegt	0,96	0,01	0,92-0,99
Anfang Anatrepsis	0,96	0,01	0,92-0,99
Ende Anatrepsis	0,97	0,01	0,94-0,99
Anfang Katatrepsis	1,02	0,02	0,96-1,07
Eibreite (mm)			
frisch abgelegt	0,2	0,01	0,18-0,22
Anfang Anatrepsis	0,2	0,01	0,18-0,22
Ende Anatrepsis	0,21	0,01	0,18-0,22
Anfang Katatrepsis	0,28	0,01	0,26-0,3

Wie Tab. 1 zeigt, nimmt die Eibreite in größerem Umfang zu als die Eilänge. Die Zunahme der Eigröße ist deutlich zu erkennen zwischen dem Ende der Anatrepsis (Einrollung = Invagination) und dem Anfang der Katatrepsis (Ausrollung) im Alter von 2 - 8 Tagen (Abb. 1). Das größte Wachstum – insbesondere der Breite – erfolgte vom 3. bis 6. Tag. Vom 8. Tag bis zum Schlüpfen war die Größe des Eies stabil. Die Zunahme der Breite konnte bis zu 37% erreichen, die der Länge nur bis zu 7%. Der Vorgang der Zunahme der Eigröße während der Embryonalentwicklung von Zikaden wurde bereits von WITSACK (1991) bei *Euscelis incisus* sowie von SCHÖPKE (1996) bei *Macrosteles sexnotatus* und *Javesella pellucida* beschrieben. Die Zunahme der Eibreite bei *E. incisus* erreichte fast 30%, die der Eilänge bis zu 50%. Bei *M. sexnotatus* betragen diese Werte bis ca. 35 bzw. bis ca. 5%, bei *J. pellucida* bis ca. 35 bzw. bis ca. 15%.

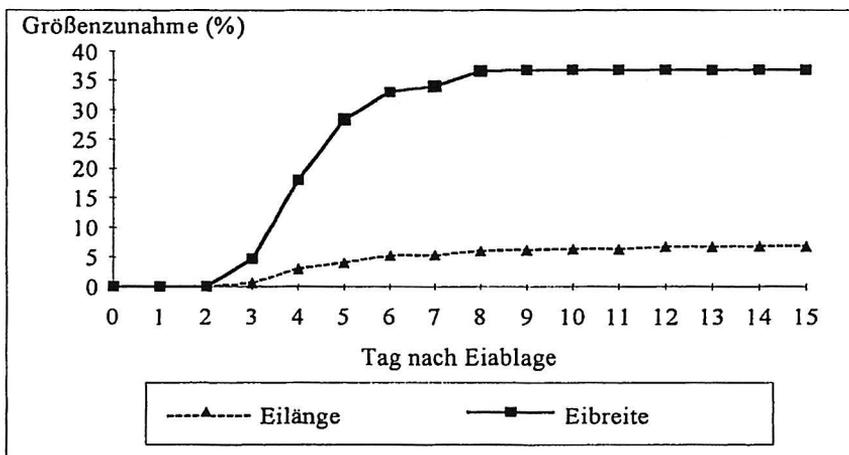


Abb. 1: Größenzunahmeraten der Eier der Zikade *P. alienus* (DFLB.) (n=40)

3.1.2. Dauer und Stadien der Embryonalentwicklung

Bei Untersuchungen an insgesamt 201 Eiern betrug der Mittelwert der Embryonalentwicklungsdauer bei *P. alienus* 18,3 Tage (16-24 Tage) (Tab. 3), im Vergleich dazu bei *Euscelis incisus* (KBM.) 17,3 Tage (SCHÖPKE 1996). Unter dem Stereomikroskop konnten während der Embryonalentwicklung sieben Stadien unterschieden werden (Abb. 2), die nachfolgend beschrieben werden.

Stadium I - frisch abgelegtes Eies, ca. 4 bis 24h nach Ablage

In dieser Zeit ist das Ei im Blastodermstadium, noch hyalin, relativ schlaff und plastisch verformbar. Der Dotter ist undifferenziert, der Symbiontenballen (Sb) ist am hinteren Eipol als kugeliges Gebilde sichtbar.

Stadium II - ca. 2 d nach Ablage

Die Furchung des Dotters hat eingesetzt. Im dorsalen Teil des Eihinterpols ist auf der Dotteroberfläche eine vom Grundriss herzförmige Keimscheibe (Germinationszone) zu sehen. Von hier aus wächst der Keimstreif (KS) bogenförmig, in Richtung Apikalpol des Eies, in den Dotter. Der Keimstreif ist etwa bis zur Hälfte eingerollt (Stadium der Einrollung = Anatrepsis = Invagination).

Stadium III - ca. 3 d nach Ablage

In diesem Stadium ist die Anatrepsis beendet. Die Dotterfurchung erstreckt sich über die gesamte Oberfläche. Der Embryo liegt (lateral gesehen) S-förmig im Dotter. Der Symbiontenballen ist nur sehr schwer zu erkennen. In dieser Phase beginnt die Eischwellung.

Stadium IV - ca. 4 -7 d nach Ablage

Die Eischwellung (Zunahme des Eidurchmesser durch Wasseraufnahme) ist deutlich zu erkennen. Das Ei ist sehr prall. Der noch geschlossene Schlupfspalt (Sp) ist bereits sichtbar.

Stadium V -ca. 8 -9 d nach Ablage

Die beiden roten Augenflecke (A) sind deutlich zu erkennen. Sie befinden sich in der Nähe der hinteren Eipols.

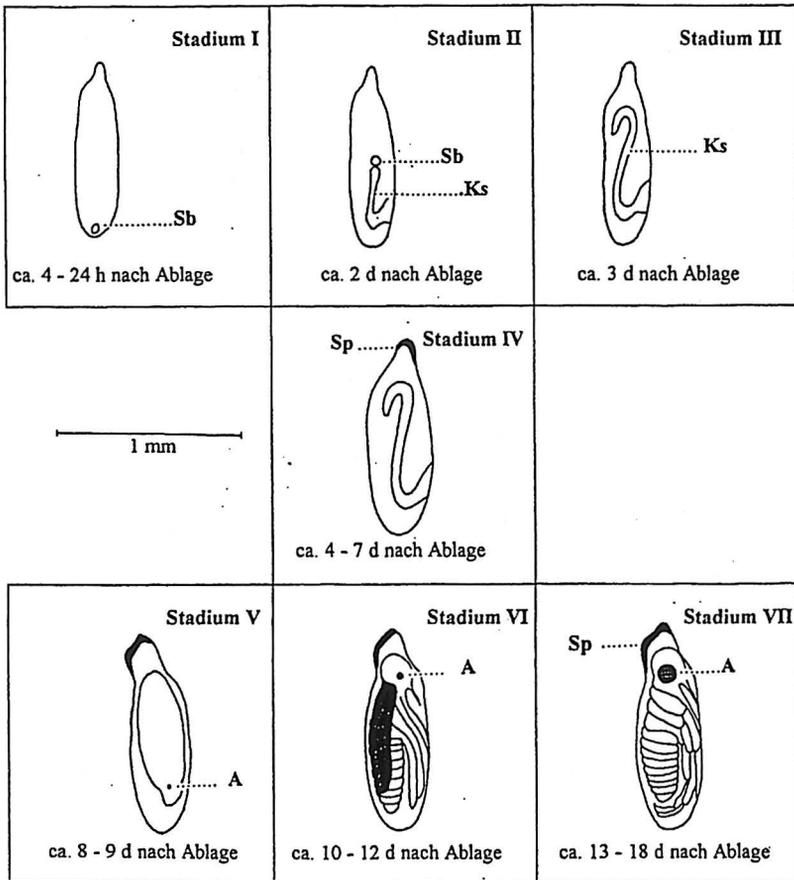


Abb. 2: Die sieben Embryonalstadien von *Psammotettix alienus* (DHLB.) (schematische Darstellung nach lichtmikroskopisch sichtbaren Merkmalen am lebenden Ei. Zeitangaben für Temperaturen von +20°C)

Erklärung: SB = Symbiontenballen, Ks = Keimstreif, A = Auge, Sp = Schlupfspalt

Stadium VI - ca. 10 - 12 d nach Ablage

Die Ausrollung (Katarepsis) des Embryos findet statt. Die beiden Augenflecke erreichen jetzt den apikalen Bereich des Eies. Extremitätenanlagen sowie Mundkegel sind deutlich erkennbar.

Stadium VII - ca. 13 - 18 d nach Ablage

Die Segmentierung aller Extremitätenanlagen ist sichtbar, ebenso der Thorax- und Kopfbereich (Mundkegel). Die Augen sind groß und die Ommatidien gut erkennbar. Der Embryo ist jetzt schlupfbereit.

3.2. Larvalentwicklung

3.2.1. Beschreibung der einzelnen Larvenstadien

Die Larvalentwicklung von *P. alienus* erfolgt – wie bei anderen Zikadenarten - über fünf Larvenstadien (Paurometabolie) (Abb. 3). Die morphometrischen Merkmale wie Gesamtlänge, Vorderkörperlänge, Kopfbreite, Pronotumbreite, Länge des Mesonotums mit den Vorderflügelscheiden, Borstenverteilung auf den Terga III-IX und Streifenzeichnung auf der Dorsalseite der fünf Larvenstadien werden in Tabelle 2 dargestellt.

Tab.2: Maße und Kennzeichen der Larvenstadien von *Psammodettix alienus* (DHLB.) (n = 50). X = Mittelwert, R = Min. - Max., SD = Standardabweichung

Merkmal		L 1	L 2	L 3	L 4	L 5
Gesamtlänge (mm)	X	1,17	1,46	1,75	2,29	2,99
	R	0,91-1,27	1,22-1,67	1,48-2,07	1,86-2,88	2,70-3,42
	SD	0,1	0,13	0,13	0,2	0,22
Vorderkörperlänge (mm)	X	0,52	0,64	0,79	1	1,32
	R	0,44-0,57	0,53-0,76	0,74-0,88	0,99-1,14	1,20-1,5
	SD	0,03	0,04	0,03	0,06	0,07
Kopfbreite (mm)	X	0,33	0,44	0,55	0,72	0,87
	R	0,30-0,35	0,41-0,45	0,52-0,59	0,69-0,78	0,84-0,96
	SD	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
Pronotumbreite (mm)	X	0,3	0,39	0,49	0,64	0,81
	R	0,28-0,32	0,38-0,41	0,46-0,53	0,6-0,69	0,78-0,9
	SD	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
Mesonotum- und Vorderflügelscheidenlänge (mm)	X	0,07	0,09	0,19	0,45	1
	R	0,05-0,08	0,08-0,13	0,15-0,22	0,36-0,57	0,96-1,08
	SD	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02
Borstenverteilung auf den Terga III-IX	-/-/-	2/2/2/2/3/	2/2/2/2/3/	2/2/2/2/3/	2/2/2/2/3/	2/2/2/2/3/
	/3/3/2	3/3-3	3/3-3	3/3-3	3/3-3	3/3-3
Streifung: Mittellinie		+	+	+	+	+
Mittelstreifen		-	+	+	+	+
Längstreifung		-	+	+	+	+
Seitenstreifen		-	+	+	+	+

Eine Differenzierung und Identifizierung der fünf Larvenstadien ist eindeutig an Hand der Kopfbreite sowie Pronotumbreite möglich (vgl. Tab. 2). Überschneidungen wurden nicht festgestellt, so dass jedes Stadium eindeutig zu identifizieren ist. Eine Abtrennung der Larvenstadien durch andere Merkmale ist dagegen nicht eindeutig möglich, da sich die Maße der Merkmale bei einigen Larvenstadien überschneiden.

Die Larven von *P. alienus* konnten in heller und dunkler Form gefunden werden. Bei der dunklen Form sind Mittellinie, Mittelstreifen, Längstreifung, Seitenstreifen sowie Borstenhof und Fleck deutlicher zu erkennen als bei der hellen. Eine ausführliche Beschreibung, insbesondere der hellen Form, haben GUGLIELMINO & VIRLA (1997) geliefert.

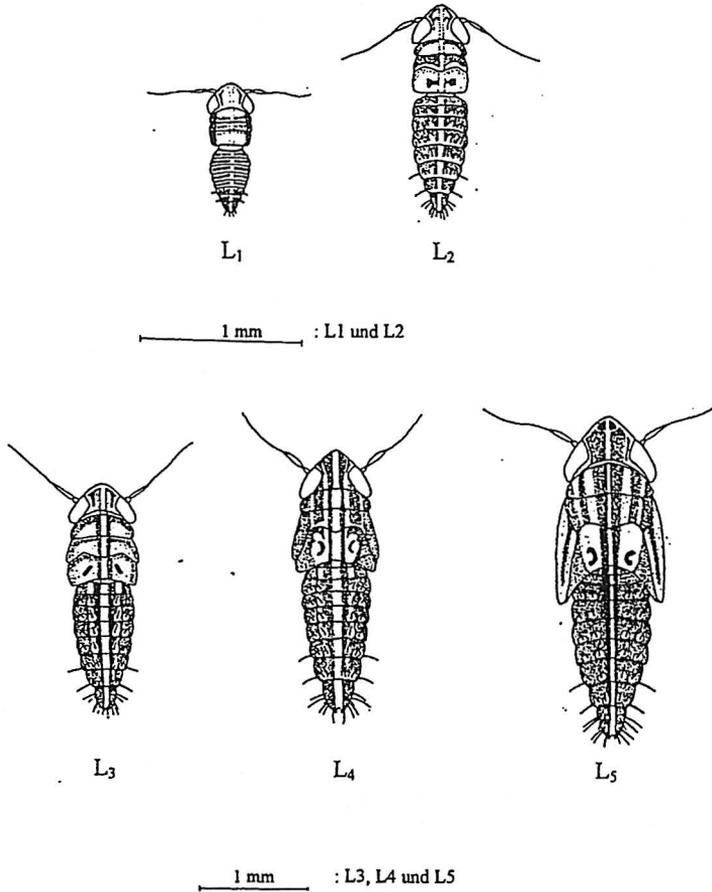


Abb. 3: Die fünf Larvenstadien von *Psammotettix alienus* (DHLB.) in Dorsalsicht – dunkle Form (abgewandelt nach GUGLIELMINO und VIRLA 1997)

3.2.2. Dauer der Larvalentwicklung

Die Entwicklungsdauer der einzelnen Larvenstadien von *P. alienus* unter Laborbedingungen (+20°C, 70-95% RH, L18L/D6) wird in Tab. 3 dargestellt. Die Gesamtzeit der Larvalentwicklung dauerte insgesamt 32,4 Tage (26-39 Tage). Die Entwicklungszeit für L 1 betrug 5,9 Tage, für L 2 5,1 Tage, für L 3 5,6 Tage, für L 4 6,3 Tage und für L 5 9,4 Tage. Bei einer durchschnittlichen Dauer der Embryonalentwicklung von 18,3 Tagen entwickelt sich unter den genannten Laborbedingungen eine Generation von der Eiablage bis zum Schlüpfen der ersten Imagines der Folgegeneration in insgesamt 50,7 Tagen. Bei anderen Haltungsbedingungen dieser Zikade, nämlich auf Hafer (*Avena sativa* L.), unter +27°C, 80% RH und L14/D10, betrug die Embryonal- und Larvalentwicklung zusammen nur 26,6 (22 - 43) Tage (GUGLIELMINO & VIRLA 1997). Bei höheren Temperaturen ist die Entwicklungszeit also offensichtlich deutlich kürzer, wie dies auch von anderen Insektenarten bekannt ist (vgl. z.B. BEGON et al. 1996).

Tab. 3: Entwicklungsdauer (Tage) der Zwergzikade *P. alienus* (DHLB.) (t= +20 °C; LT: L18/D6; RH; 70-95 %). X = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Stadium	X	SD	Min./Max.
Embryonalentwicklung (n= 201)	18,3	1,5	16-24
Larvalentwicklung			
L 1 (n= 62)	5,9	0,5	5-7
L 2 (n= 58)	5,1	0,7	4-6
L 3 (n= 58)	5,6	0,8	4-7
L 4 (n= 58)	6,3	0,8	5-8
L 5 (n= 55)	9,4	0,6	8-11
Larvalentwicklung gesamt	32,4		26-39
Embryonal-/Larvalentwicklung gesamt	50,7		42-63

Es ist möglich, dass neben der Temperatur auch die Wirtspflanzen einen Einfluss u.a. auf wichtige biologische Parameter wie die Entwicklungsdauer, das Überleben oder die Fekundität ausüben können. Eigene Versuche mit *P. alienus* wurden bisher noch nicht durchgeführt. Die Untersuchungen von SEDLACEK et al. (1986) an der Zikade *Graminella nigrifrons* (FORBES) bestätigen solche Möglichkeiten, denn bei *G. nigrifrons* waren die Fekundität und Überlebensrate an Mais (Sorte Pioneer 3369A) höher als an „Johnson-grass“ (*Sorghum halepense* L.). Bei der Eiablage bevorzugte *P. alienus* (nach GIUSTINA 1993) Hafer, Gerste und Weizen gegenüber Mais, *Festuca* und *Bromus*.

4. Diskussion

Da während der Embryogenese von *P. alienus* die Blastokinese (wie bei *M. sexnotatus*, vgl. SCHÖPKE 1996) vollständig ist, gehört die Form der Embryonalentwicklung zum Jassiden-Typ. Während der Embryonalentwicklung nimmt die Eibreite deutlich mehr zu als die Eilänge. Dieses entspricht etwa den Verhältnissen bei *M. sexnotatus* und *J. pellucida* (nach SCHÖPKE 1996). Im Gegensatz dazu nimmt bei *Euscelis incisus* (KBM.) die Eilänge mehr zu als die Eibreite (WITSACK 1991). Die größte Zunahme der Eilänge und Eibreite bei *P. alienus* wurde am 4. Tag nach der Anatrepsis festgestellt. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch der Schlupfspalt erkennbar. Das bedeutet, dass die intensivste Wasser-

aufnahme ab der späten Phase der Anatrepsis am 3. Tag stattfand. Deshalb ist bei *P. alienus* eine Korrespondenz der Wasseraufnahme mit dem Erreichen eines bestimmten Entwicklungsstadiums festzustellen.

Wie für *M. sexnotatus* bereits beschrieben (SCHÖPKE 1996), schlüpfen die Larven von *P. alienus* unter Wasser und trieben durch eine sie umgebende hydrophobe Lipidschicht nach Verlassen der Eihüllen an die Wasseroberfläche. Es konnten regelmäßige Larven nach ihrem Schlupf auf der Wasseroberfläche laufend beobachtet werden.

Die helle und dunkle Form der Larven von *P. alienus* konnten im Freiland und auch in der Stammzucht im Labor gefunden werden. Nach unseren Beobachtungen ist die helle Form vorrangig im Freiland zu finden. Erste Versuche im Labor zeigen, dass sich unter Langtagbedingungen (L18/D6) helle Larven entwickeln. Im Gegensatz dazu erscheinen dunkle Larven vorrangig unter Kurztagbedingungen (L8/D16). Die Färbung der Larvenformen hängt also offenbar von der Photoperiode ab.

Die Maße verschiedener morphologischer Strukturen der einzelnen Larvenstadien von *P. alienus* in dieser Arbeit (insbesondere von jüngeren Stadien) sind geringer als die von GUGLIELMINO & VIRLA (1997) genannten. Dies ist wahrscheinlich auf die Messmethode zurückzuführen. Die eigenen Maße wurden an lebenden bzw. narkotisierten Larven genommen, während GUGLIELMINO & VIRLA (1997) im Alkohol vorher konservierte Larven benutzten. Das Konservierungsmittel könnte eine Schwellung der Larven verursacht haben. Das gilt insbesondere für die jüngeren Larvenstadien, die nur schwach chitiniert sind und deren Abdominalsegmente leicht gedehnt werden können.

5. Literatur

- BEGON, M.E., J.L. HARPER & C.R. TOWNSEND (1996): Ecology. 3rd ed. — Blackwell, Oxford.
- GUGLIELMINO, A. & E.G. VirLA (1997): Postembryonic development and biology of *Psammotettix alienus* (Dahlbom) (Homoptera, Cicadellidae) under laboratory conditions. — Boll. Zool. agr. Bachic. Ser. II, 29(1): 65-80.
- GIUSTINA, W.D. (1993): Donnees Ecologiques et Biologiques Sur *Psammotettix alienus* (Homoptera, Auchenorrhyncha). I. Choix de la Plante-Hote de Ponte. Survie Sur Dicotyledones Cultivees. — In: 3rd International Conference on Pest in Agriculture, Montpellier 7-9 December 1993, pp. 457-464.
- LAPIERRE, H., M.T. COUSIN, W. DELLA GIUSTINA, J.P. MOREAU, M. KHOGALI, J. ROUX, B. GELIE & E. OLLIER (1991): Agent pathogene et vecteur-description, biologie, interactions. — Phytoma - La Defense des vegetaux 432: 26-28.
- LINDSTEN, K. & J. VACKE (1991): A possible barley adapted strain of *Wheat dwarf virus* (WDV). Acta Phytopath. — Entomol. Hungarica 26: 175-180.
- MEHNER, S., B. MANURUNG, M. GRÜNZIG, W. WITSACK & E. FUCHS (2000): Zur Ökologie des *Wheat dwarf virus* (WDV) in Sachsen-Anhalt. — Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. 376: 319.
- MANURUNG, B., W. WITSACK, S. MEHNER, M. GRÜNZIG & E. FUCHS (2000): Vorläufige Ergebnisse zur Populationsdynamik der Zikade *Psammotettix alienus* (DAHLBOM, 1851) (Homoptera, Auchenorrhyncha), einem Vektor für *Wheat dwarf virus*. — Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. 376: 557.
- MÜLLER, H.J. (1973): Erfahrungen bei der Haltung und Aufzucht von Zikaden (Homoptera: Auchenorrhyncha) für ökologische Untersuchungen. — Wiss. Ztschr. Friedrich-Schiller-Universität Jena, Mat.-Nat. R. 22(3/4): 643-665.
- SCHÖPKE, H. (1996): Untersuchungen zur Autökologie von Zikaden (Homoptera, Auchenorrhyncha) unter besonderer Berücksichtigung des Wasserangebotes im Verlauf der Embryogenese. — Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. 113 pp.

- SCHIEMENZ, H., R. EMMRICH & W. WITSACK (1996): Beiträge zur Insektenfauna Ostdeutschlands: Homoptera-Auchenorrhyncha (Cicadina) (Insecta), Teil IV: Unterfamilie Deltocephalinae. — Faun. Abh. Staat. Mus. Tierkd. 20: 153-256.
- SEDLACEK, J.D., K.V. YEARGAN & P. H. FREYTAG (1986): Laboratory life table studies of the Blackfaced Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) on Johnsongrass and Corn. — Environ. Entomol. 15: 1119-1123.
- VACKE, J. (1962): Some new findings on *Wheat dwarf virus*. — Plant Virology, Proc. of 5th Conference of Czechoslov. Plant Virol., pp. 331-334.
- VACKE, J. & R. CIBULKA (2000): Comparison of DAS-ELISA and Enzyme Amplified ELISA for detection of Wheat dwarf virus in host plants and leafhopper vectors. — Plant Protection Science 36: 41-45.
- WALTER, S. (1975): Larvenformen mitteleuropäischer Euscelinen (Homoptera, Auchenorrhyncha). — Zool. Jb. Syst. 102: 241-302.
- WALTER, S. (1978): Larvenformen mitteleuropäischer Euscelinen (Homoptera, Auchenorrhyncha) Teil II. — Zool. Jb. Syst., 105: 102-130.
- WITSACK, W. (1985): Dormanzformen von Zikaden (Homoptera, Auchenorrhyncha) und ihre ökologische Bedeutung. — Zool. Jb. Syst. 112: 71-139, 141-183.
- WITSACK, W. (1991): Simultane Embryonaldormanzen bei *Euscelis incisus* (KBM.) (Homoptera, Auchenorrhyncha) als populationsökologische Mehrfachabsicherung für das Überleben im Winter. — Zool. Jb. Syst. 118: 287-307.