

Untersuchungen zur Überwinterungsdormanz der Zikade *Javesella pellucida* (Fabr., 1794)

(Auchenorrhyncha, Delphacidae)

Marcel Seyring¹ und Werner Witsack²

Abstract: *Investigations on the hibernation dormancy of the delphacid Javesella pellucida (Fabr., 1794) (Delphacidae, Auchenorrhyncha).* – The overwintering dormancy of the delphacid *Javesella pellucida* was investigated by laboratory and field studies. Under long-day conditions in the laboratory the development of *J. pellucida* occurs continuously. Short-day conditions induce a larval dormancy, which is established in the medium larval stages (L₃ and L₄). After conversion to long-day conditions, the developmental time of the dormancy larvae is decreased. Larvae, which hatched from eggs later than 08.08.2007 in the field, only achieved the fourth larval stage until hibernation due to short-day conditions. The influence of low temperatures has a modifying effect on dormancy. As could be shown in field studies, *Javesella pellucida* hibernates in the third and fourth larval stages. The hibernation dormancy of *Javesella pellucida* is a photo-period-driven oligopause in terms of Müller and Witsack.

Keywords: *Javesella pellucida*, Delphacidae, Auchenorrhyncha, Oligopause, Dormanz, Hibernation.

1. Einleitung

Im Unterschied zu manchen Wirbeltieren ist es Zikaden nicht möglich, den widrigen Umweltbedingungen im Winter großräumig auszuweichen (Müller 1992). Deshalb haben Zikaden wie auch viele andere Insekten Überlebensmechanismen entwickelt, um die Mortalität während der winterlichen Bedingungen zu verringern (Witsack 2002). Diese Mechanismen bewirken eine drastische Einschränkung des Energieumsatzes und führen zur Dormanz (Witsack 1971). Nach Müller (1970) ist Dormanz „jede negative Abweichung von der optimalen artspezifischen Entwicklungsgeschwindigkeit, die als Anpassung an ungünstige Umweltverhältnisse gelten kann“. Die am besten angepassten Entwicklungsstadien der Zikaden, welche die pessimalen Bedingungen im Winter überlebten, wurden während der Evolution selektiert. So bildeten sich artspezifische Überwinterungsstadien (Ei-, Larval- und Imaginalüberwinterer) heraus (Witsack 2002). Müller (1970, 1976, 1992) begründete ein ökologisch orientiertes System, um die vielfältigen bei Insekten vorkommenden Dormanzerscheinungen einzuordnen. Dieses System wurde von Witsack (1981) modifiziert. Es unterscheidet die fünf Dormanzformen Quieszenz, Oligopause, Eudiapause, Parapause und Hyperpause. Dabei ist die Umweltbeeinflussbarkeit der Dormanz ein Hauptkriterium zur Einordnung in das ökologische System (Witsack 1981). Mit Umweltbeeinflussbarkeit ist gemeint, in wie weit sich die Induktion bzw. Termination der Dormanz durch Umweltfaktoren steuern lässt.

¹ Fritz-Reuter-Str. 6, 06114 Halle (Saale), E-Mail: marcel-seyring@gmx.de

² Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Biologie/Bereich Zoologie, Hoher Weg 4, D-06120 Halle (Saale); E-Mail: witsack@zoologie.uni-halle.de

Eigene Freilanduntersuchungen (Seyring & Witsack, in Vorbereitung) zeigten, dass vor allem die Zikadenarten *Javesella pellucida*, *Psammotettix alienus* und *Zyginidia scutellaris* mit hohen Abundanzwerten in Getreidekulturen vorkommen. Um eine genauere Gefahrenabschätzung dieser potenziellen Schaderreger zu ermöglichen, sind auch Informationen zu ihrer Überwinterung nötig. Über die Dormanztypen von *P. alienus* und *Z. scutellaris* liegen bereits erste Ergebnisse von Witsack & Manurung (2005) bzw. Huth (2007) vor. Das Interesse dieser Arbeit galt daher *J. pellucida*.

Nach Schiemenz (1987) sowie Nickel & Remane (2002) handelt es sich bei der im Grünland und auf Getreidefeldern teilweise sehr häufig vorkommenden Delphacide *Javesella pellucida* um einen Larvalüberwinterer. Die Form der Dormanz sowie deren Induktions- und Terminationsmechanismen sind bislang jedoch nicht geklärt. Aus diesem Grund wurden Laborversuche zur Induktion und Termination der Larvaldormanz von *J. pellucida* durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche werden im Folgenden vorgestellt.

2. Material und Methoden

2.1. Laboruntersuchungen zur Dormanz von *Javesella pellucida*

Für die Aufklärung der Dormanz von *Javesella pellucida* war der mögliche Einfluss der Photoperiode und der Temperatur auf die Dormanz zu prüfen. Durch verschiedene Versuche unter Laborbedingungen sowie unter kontrollierten Freilandbedingungen im Herbst 2006 auf dem Freigelände des Instituts für Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg sollten die Dormanzmechanismen ergründet werden.

Die Haltung von *J. pellucida* erfolgte in Röhren- bzw. Zylinderzuchten (Müller 1973, Witsack 1985, Schöpke 1996, Manurung 2002) an Winterweizen (*Triticum aestivum*). Es wurden Tontöpfe (Durchmesser 14 cm) mit einem Gemisch aus ungedüngter Blumenerde und Sand (Verhältnis ca. 3:1) befüllt und darin 10 bis 15 Weizenkörner zum Keimen gebracht. Über die Winterweizenpflanzen im Zwei- bis Dreiblattstadium wurde ein beidseitig offener Glaszylinder (Durchmesser 9 bzw. 10 cm, Höhe 20 bzw. 25 cm) gestülpt und die obere Öffnung mit Gaze verschlossen (Abb. 1). Um eine Austrocknung der Pflanzen zu vermeiden, wurden die Tontöpfe in mit feuchtem Sand gefüllte Fotoschalen gestellt.



Abb. 1: Röhren- bzw. Zylinderzuchten in mit Sand gefüllter Fotoschale zur standardisierten Haltung von *Javesella pellucida*. – Fig. 1: Tubebreed in sand-filled photo-basins for the standardized keeping of *Javesella pellucida*.

Zur Untersuchung des Einflusses

von Photoperiode und Temperatur auf die Larvaldormanz von *Javesella pellucida* wurden Klimaschränke der Firmen Rumed (Typ 3001) und Heraeus Instruments (Typ BK 600) benutzt, welche das Einstellen einer konstanten Temperatur ermöglichten. Als Lichtquelle kamen in den Klimaschränken angebrachte Werkstatt-Handleuchten (Leuchtstoffröhre: 8 Watt, 220 V, Länge 40 cm) zum Einsatz. Die Beleuchtung der Klimaschränke wurde durch mechanische Zeitschaltuhren gesteuert. Dies ermöglichte die Einstellung der Photoperiode für Kurztag- und Langtagversuche. Auf die einzelnen Versuche wird später näher eingegangen.

2.2. Freilanduntersuchungen

Die experimentellen Versuche mit *Javesella pellucida* (Versuche unter Freilandbedingungen) fanden im Freigelände des Bereichs Ökologie am Hohen Weg 4 in Halle-Kröllwitz statt. Dabei wurden die Zuchtbehälter, welche – wie in den Laborversuchen – mit Erde und Weizenkörnern bestückt und mit Gaze verschlossen wurden, ca. 10 cm in den Erdboden eingegraben.

3. Ergebnisse

3.1. Laboruntersuchungen zur Dormanz von *Javesella pellucida*

Die Verursachung der Dormanz wird als Induktion bezeichnet und führt zur Manifestation der Dormanz. Diese Induktion kann entweder konsekutiv (erst nach Eintreten der Umweltverschlechterung) oder prospektiv (vorausschauend, noch während optimaler Umweltbedingungen) erfolgen (Müller 1992). Zur Beendigung der Dormanz sind zumeist entsprechend geeignete Terminationsbedingungen notwendig.

3.1.1. Zur Induktion der Larvaldormanz von *J. pellucida*

Da für viele Zikadenarten bereits eine photoperiodisch bedingte Dormanzinduktion (durch Kurztag) nachgewiesen werden konnte (Witsack 1985), wurde auch für *Javesella pellucida* ein Einfluss der Photoperiode auf die Induktion der Larvaldormanz vermutet. Um diese Annahme zu bestätigen, wurde ein Versuch mit drei Versuchsansätzen durchgeführt. Dazu wurden im August 2007 adulte *Javesella pellucida* (82 ♀♀ und 75 ♂♂) im Amselgrund, einem Feuchtgrünland im Stadtgebiet Halle/Saale, mit dem Kescher gefangen. Die gefangenen Zikaden wurden auf drei Versuchsansätze aufgeteilt und am 07.08. bzw. 08.08.2007 unter folgenden Bedingungen zur Eiablage gebracht:

- Versuchsansatz 1: 25 ♀♀ u. 25 ♂♂, Labor, Langtag 18L/6D, +20 °C
- Versuchsansatz 2: 25 ♀♀ u. 25 ♂♂, Labor, Kurztag 8L/16D, +20 °C
- Versuchsansatz 3: 32 ♀♀ u. 25 ♂♂, Freilandbedingungen (08.08.07 – 28.10.07)

Aus diesen Eiablagen schlüpften nach etwa zwei bis drei Wochen die ersten Larven. Die an den ersten vier Schlupftagen geschlüpften L₁-Larven wurden mit dem Exhaustor abgesammelt und an frischen Pflanzen weiterhin den jeweiligen Versuchsbedingungen ausgesetzt. Damit betrug die Altersunterschiede der Versuchstiere maximal vier Tage.

Nach 6, 7, 8 und 9 Wochen wurden die Anzahl der Larven sowie deren Larvenstadien erfasst. Dazu wurden sie mit dem Exhaustor von den Pflanzen abgesammelt. Die Bestimmung der Stadien erfolgte anhand des vorläufigen Bestimmungsschlüssels für Zikadenlarven (Zenner *et al.* 2005) sowie von Vergleichstieren aus Laborzuchten.

In den Abbildungen 2 bis 4 ist der Verlauf der Entwicklung von *J. pellucida* unter den drei verschiedenen Bedingungen (Langtag- bzw. Kurztag-Laborbedingungen und Freilandbedingungen) dargestellt. Die Differenzen der Individuenzahlen zwischen den Terminen sind auf die Mortalität zurückzuführen.

Unter Langtagbedingungen (Abb. 2) erreichten bereits nach 6 Wochen 84 % der als L₁ angesetzten Larven das Imaginalstadium. Die restlichen 34 der 211 Individuen befanden sich noch im L₅-Stadium. In der folgenden Woche stieg der Anteil adulter Tiere auf fast 100 %. Die zwei noch verbliebenen L₅-Larven starben bis zum nächsten Kontrolltermin, so dass ab der 8. Woche nach dem Schlupf nur noch Imagines vorhanden waren. Dieser Versuchsansatz stellte die Kontrollvariante für die folgenden Versuche unter Kurztag- und Freilandbedingungen dar und zeigte, dass die Entwicklung von *J. pellucida* unter Langtagbedingungen subitan (ununterbrochen) erfolgt. Somit kann eine obligatorische Larvaldormanz (bei der die Entwicklung stagnieren würde) ausgeschlossen werden.

Der Kurztagversuch (Abb. 3) zeigte einen deutlichen Effekt der Photoperiode, nämlich eine Verzögerung bzw. Stagnation der Entwicklung. Sechs Wochen nach dem Schlupf der *J. pellucida*-Larven hatten sich lediglich 12 Individuen zu Imagines (17 %) weiterentwickelt. Die restlichen Larven verblieben im dritten (22 %) bzw. vierten (61 %) Larvalstadium. An den nachfolgenden Kontrollterminen entwickelten sich keine weiteren Individuen zu Imagines. Die L₃-Larven setzten ihre Entwicklung fort, so dass sich neun Wochen nach dem Larvenschlupf der Großteil der Individuen (81 %) im vierten Larvenstadium befand. Ab der achten Woche konnte eine L₅-Larve registriert werden. Diese entwickelte sich offenbar etwas verzögert weiter. Dass sich die L₄-Larven mehrere Wochen nicht weiterentwickelten, ist ein Zeichen für das Vorliegen einer Dormanz in diesem Larvenstadium. Diese Larvaldormanz wurde bei einem Großteil der Individuen (81 %) offenbar durch die verkürzte Photophase induziert.

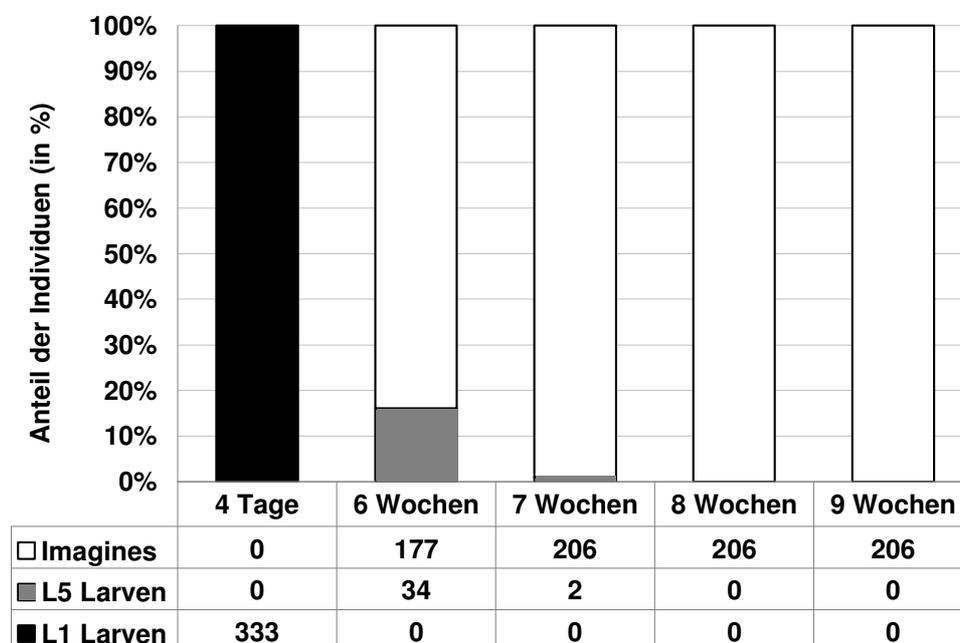


Abb. 2: Entwicklung von *Javesella pellucida* unter Langtagbedingungen (18L/6D, +20 °C). Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Entwicklungsstadien nach 4 Tagen, 6, 7, 8 und 9 Wochen. (Die Differenz der Individuenzahl zwischen den Terminen ist durch Mortalität begründet). – Fig. 2: Development of *Javesella pellucida* under long-day conditions (18L/6D, +20 °C). The fig. shows the percentage proportions of developmental stages after 4 days, 6, 7, 8 and 9 weeks (differences in the number of individuals are caused by mortality).

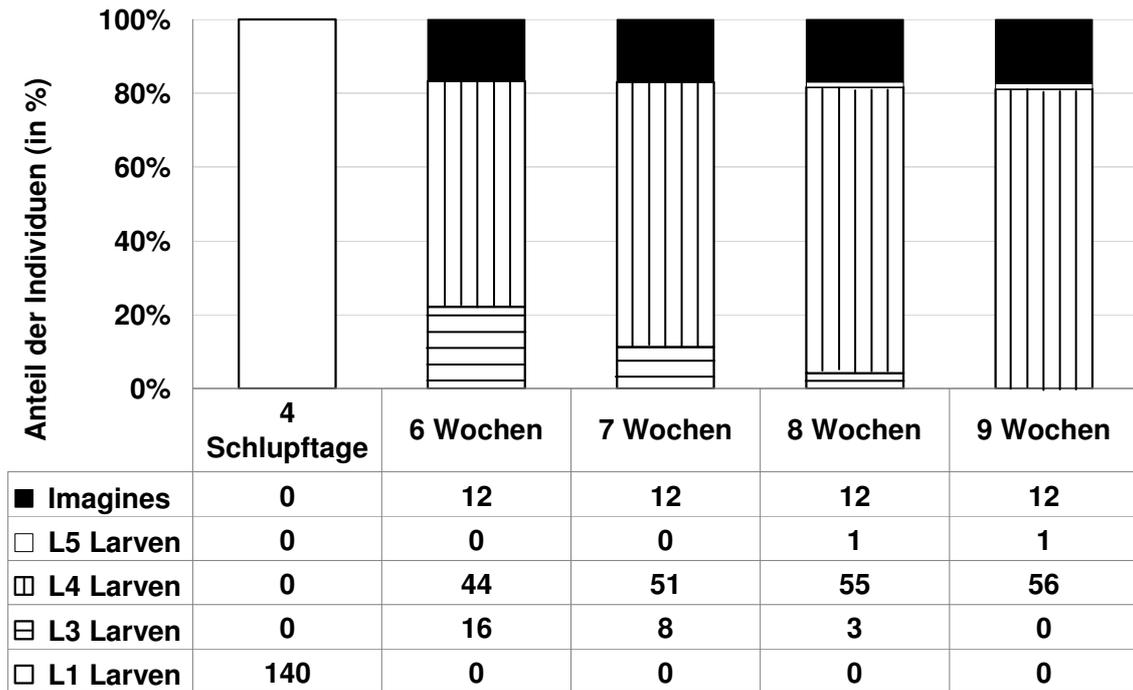


Abb. 3: Entwicklung von *Javesella pellucida* unter Kurztagbedingungen (8L/16D, +20°C). Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Entwicklungsstadien nach 4 Tagen, 6, 7, 8 und 9 Wochen. (Die Differenz der Individuenzahl zwischen den Terminen ist durch Mortalität bedingt). – Fig. 3: Development of *Javesella pellucida* under short-day conditions (8L/16D, +20 °C). Shown are the percentage proportions of the developmental stages after 4 days, 6, 7, 8 and 9 weeks (differences in the number of individuals are caused by mortality).

Da die Haltungsbedingungen bei alle Tieren gleich waren, spricht die Weiterentwicklung einiger Larven (17 %) zu Imagines unter Kurztag für einen genetisch bedingten Polymorphismus. Solche Polymorphismen ermöglichen eine differenzierte Reaktion der Arten unter verschiedenen Umweltbedingungen (Witsack 1985) und sind auch von anderen Zikadenarten bekannt. So registrierte zum Beispiel Witsack (1991) stark variierende Anteile von Diapauseeiern von verschiedenen *Euscelis incisus*-Weibchen.

Auch bei dem Versuchsansatz unter Freilandbedingungen wurde der Effekt der Photoperiode auf die Induktion der Larvaldormanz von *J. pellucida* deutlich (Abb. 4). Dort manifestierte sich die Dormanz bereits in der sechsten Woche nach dem Schlupf zu fast 100 %. So befanden sich 78 der 79 Larven im L₄- und eine Larve im L₃-Stadium, was bedeutet, dass keine der angesetzten Larven bis dahin das Imaginalstadium erreichte. Ab der siebten Woche befanden sich 100 % der Individuen im L₄-Stadium. Die zu diesem Zeitpunkt vorherrschende Photoperiode (Versuche fanden zwischen dem 26.08. und 28.10.07 statt) induzierte demnach zu 100 % die Larvaldormanz von *J. pellucida*.

Die Ergebnisse aus dem Freilandversuchsansatz unterscheiden sich von denen des Kurztagversuchsansatzes dadurch, dass sich unter Laborbedingungen ein Teil der Larven zur Imago entwickelten, während unter Freilandbedingungen alle Individuen als Larve in Dormanz verblieben. Offensichtlich sind dafür die unterschiedlichen Versuchstemperaturen verantwortlich. Während die Versuchstemperatur bei dem Kurztagversuchsansatz konstant bei +20 °C lag, waren die Temperaturen (mittlere Lufttemperaturen bzw. tiefstes Tagesminimum, siehe Tabelle 1) im Freiland während des Untersuchungszeitraums (08.08.07 bis 28.10.07) deutlich kühler.

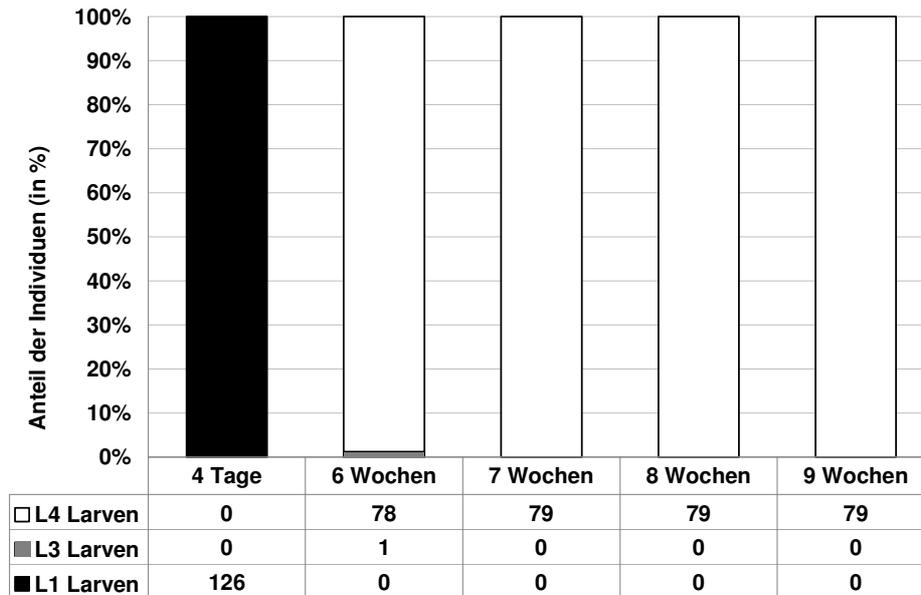


Abb. 4: Entwicklung von *Javesella pellucida* unter Freilandbedingungen. Dargestellt ist der %-Anteil der Entwicklungsstadien nach 4 Tagen, 6, 7, 8 und 9 Wochen. Die Differenz der Individuenzahl zwischen den Terminen ist durch Mortalität begründet. – Fig. 4: Development of *Javesella pellucida* under field conditions. Shown are the percentages of the developmental stages after 4 days, 6, 7, 8 and 9 weeks (differences in the number of individuals are caused by mortality).

Weiterhin waren die Larven von *J. pellucida* im Freilandversuch nicht konstanten Temperaturen, sondern größeren Temperaturschwankungen während des Tagesgangs (vor allem im Wechsel von Photo- und Skotophase) und von Tag zu Tag ausgesetzt. Über den Einfluss solcher Wechseltemperaturen gibt es bislang keine genauen Angaben in der Literatur. Zumindest zeigt die Dormanzrate von 100 % im Freilandversuch im Vergleich zu 81 % im Kurztagversuch, dass der Polymorphismus bei kühleren Temperaturen nicht mehr sichtbar wird. Wahrscheinlich existiert neben der photoperiodischen Wirkung auch ein quieszitärer Effekt (durch die kühleren Bedingungen verursacht) auf die Larvaldormanz von *J. pellucida*. Es wird möglicherweise die kritische Photoperiode (Photophase) durch kühleren Temperaturen heraufgesetzt, was zu einer hohen Dormanzrate führen könnte.

Tabelle 1: Witterungsparameter für die Dekaden von August bis Oktober 2007, ermittelt am Standort der meteorologischen Station Etzdorf, westlich von Halle/Saale. – Table 1: Weather parameters in the month-decades from August to October 2007, measured at the meteorological station at Etzdorf in the west of Halle/Saale.

Monat	Dekade	Mittlere Lufttemperatur in °C	Tiefstes Tagesminimum in °C
August	I	18,4	8,4
	II	17,8	6,5
	III	16,3	4,5
September	I	13,3	7,6
	II	12,7	2,9
	III	13,1	4,8
Oktober	I	11,1	3
	II	8,4	-1,1
	III	5,2	-2,1

Um zu prüfen, ob Kühle einen Einfluss auf die Dormanz-Induktion von *J. pellucida* ausübt, wurden ein bis vier Tage alte Larven Kühlebedingungen ausgesetzt. Adulte Imagines wurden im Labor unter Langtagbedingungen (18L/6D) und +20 °C an Weizen zur Eiablage gebracht. Die daraus an vier aufeinanderfolgenden Tagen geschlüpften L₁-Larven wurden danach an frische Pflanzen gesetzt und unter Langtagbedingungen (18L/6D) und +15 °C (statt +20 °C bei den vorangegangenen Untersuchungen) gehalten. Analog zu den vorherigen Versuchen wurde ab der sechsten Woche nach dem Schlupf der Larven wöchentlich die Anzahl und das Entwicklungsstadium der Larven bestimmt. Die Ergebnisse sind in Abb. 5 dargestellt.

Während bei dem Vergleichsexperiment bei Langtag und +20° C nach 6 Wochen bereits über 80 % der als L₁ angesetzten Larven das Imaginalstadium erreichten und nach 7 Wochen der Anteil adulter Tiere auf nahezu 100 % angestiegen war, erschienen unter den etwas kühleren Versuchsbedingungen (+15 °C) bei Langtag erst ab der 9. Woche nach dem Versuchsansatz der Junglarven die ersten Imagines. Der Großteil der Tiere befand sich zu diesem Zeitpunkt noch im L₃- bis L₅-Stadium. Diese entwickelten sich in den folgenden Wochen kontinuierlich weiter. Erst nach 14 Wochen erreichten 94 % der Individuen das Imaginalstadium. Fünf der ursprünglich angesetzten Junglarven hatten auch nach der 14. Woche noch nicht ihre Entwicklung bis zum Imaginal-Stadium vollendet, sondern erreichten lediglich das L₄- (1 Ind.) bzw. L₅-Stadium (4 Ind.).

Im Vergleich zum Langtagversuch bei +20 °C (bereits nach 7 Wochen 100 % Imagines) verlief die Entwicklung unter Langtag und +15 °C also deutlich verzögert. Da sich so gut wie alle Larven komplett zu Imagines entwickelten, kann Kühle (+15 °C) als alleiniger Induktionsfaktor der Larvaldormanz ausgeschlossen werden. Sie kann aber die Induktion der Dormanz fördern. So entwickelten sich die ersten Imagines nach 8 Wochen, während manche Individuen erst nach 14 Wochen das Imaginalstadium erreichten.

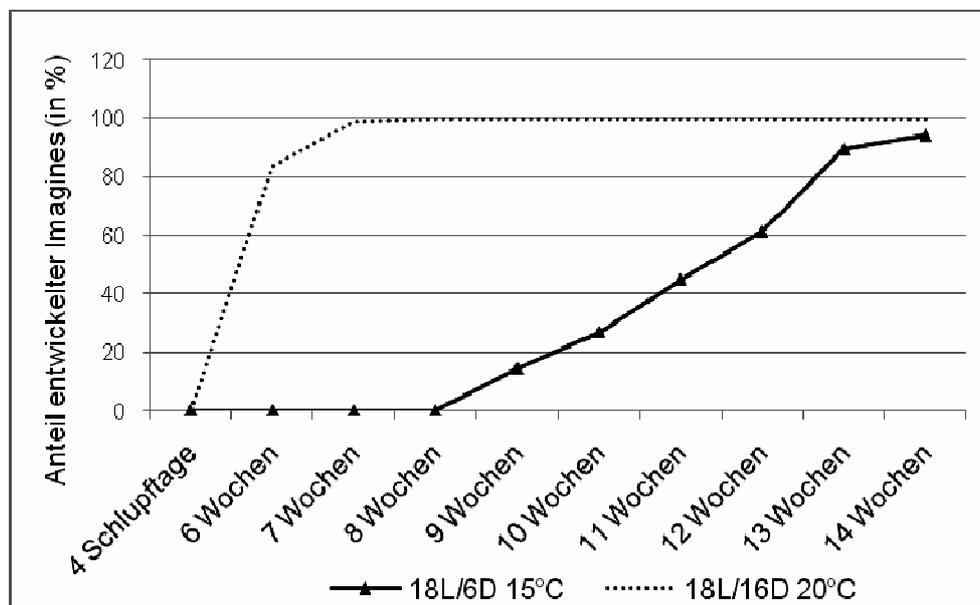


Abb. 5: Entwicklung von *Javesella pellucida* unter Langtagbedingungen (18L/6D) und +15 °C sowie Langtagbedingungen (18L/6D) und +20 °C. Dargestellt ist der prozentuale Anteil der entwickelten Imagines nach 4 Tagen, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, und 14 Wochen. – Fig. 5: Development of *Javesella pellucida* under long-day conditions and +15 °C plus long-day conditions and +20°C. Shown are the percentage proportions of the developmental stages after 4 days, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, and 14 weeks.

Der Einfluss der Kühle auf die Manifestation der Dormanz konnte mit diesem Versuch nicht vollständig geklärt werden. Dazu bedarf es weitergehender Experimente bei verschiedenen Photophasen und Temperaturen.

3.1.2. Zur Termination der Larvaldormanz von *J. pellucida*

Die Einordnung der Dormanz in das ökologische System nach Witsack (1981) erfordert sowohl die Kenntnis der Induktions- als auch Terminationsfaktoren der Dormanz. Wie im letzten Kapitel gezeigt wurde, besitzt *J. pellucida* eine fakultative Larvaldormanz. Diese wird hauptsächlich durch die Photoperiode (Kurztag) induziert und manifestiert sich vorrangig im L₄-Stadium.

Um eine Aussage über die Termination der Larvaldormanz von *Javesella pellucida* treffen zu können, sollte ein weiterer Versuch klären, ob die – in den vorherigen Versuchen zur Induktion der Larvaldormanz von *J. pellucida* – in Dormanz befindlichen Larven ihre Entwicklung unter Langtagbedingungen fortsetzen. Deshalb wurden die in Dormanz verbliebenen Larven aus dem Kurztag- und Freilandversuchsansatz (etwa neun Wochen nach dem Larvalschlupf) separat an frischen Weizenpflanzen unter Langtagbedingungen (18L/6D) und +20 °C gehalten. Die Anzahl und das Entwicklungsstadium der Individuen wurden während des Versuches wöchentlich ermittelt. Abbildung 6 zeigt den Verlauf der Entwicklung dieser Dormanzlarven, nachdem diese unter Langtagbedingungen gebracht wurden.

Bereits zwei Wochen nach der Überführung der Larven von *J. pellucida* aus dem Freiland in Langtagbedingungen hatten sich 4 % der Larven zu Imagines entwickelt. Ab der dritten Woche hatten bereits 60 % (aus Kurztagversuchen) bzw. 70 % (aus Freilandversuchen) der Larven ihre Entwicklung zur Imago vollendet. Nach vier (Larven aus Freilandversuchen) bzw. fünf (Larven aus Kurztagversuchen) Wochen unter Langtagbedingungen hatten sämtliche ehemalige Larven das Imaginalstadium erreicht.

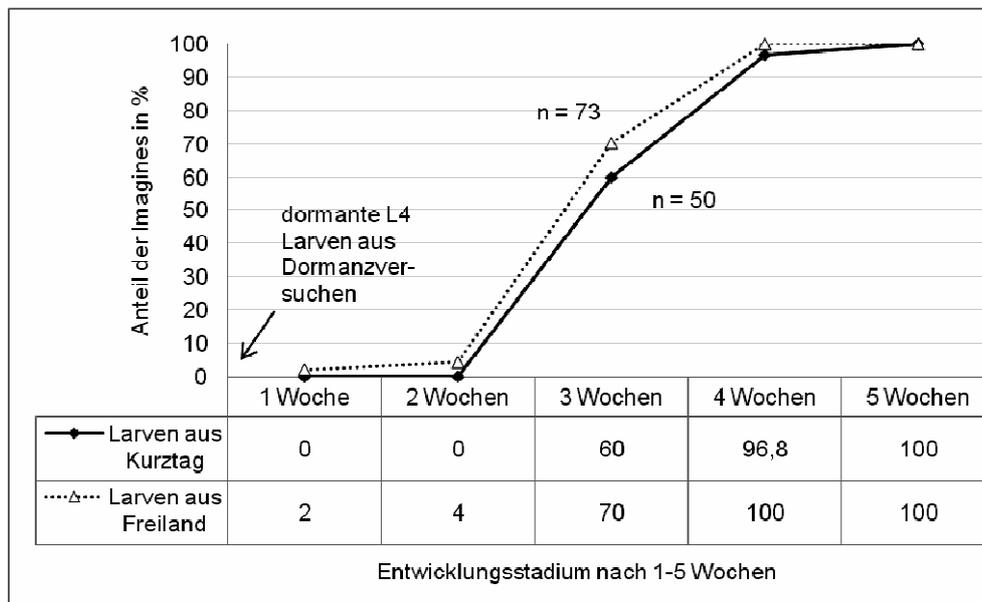


Abb. 6: Entwicklung der sich in Dormanz befindlichen Larven (aus Kurztag- und Freilandversuchen) von *Javesella pellucida* unter Langtagbedingungen (18L/6D, +20 °C). Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Individuen, welche sich zur Imago entwickelten. – Fig. 6: Development of dormant *Javesella pellucida* larvae (from short-day and long-day trials) after keeping in long-day conditions (18L/6D) and +20 °C. Shown are the percentage proportions of individuals, which completed their development to the imago.

Beim Vergleich des Entwicklungsverlaufes der Larven aus den Kurztag- und Freilandversuchen konnten nur geringe Unterschiede gefunden werden. So vollzog sich die Entwicklung der Larven aus den Freilandversuchen etwas rascher als die der Kurztaglarven. Dieser Versuch zeigte, dass sich die Entwicklung von *J. pellucida*-Dormanzlarven nach Übergang in optimale Bedingungen (Langtag, +20 °C) mit geringer Verzögerung fortsetzt. Demnach stellt die Photoperiode sowohl Induktions- als auch Terminationsfaktor für die Larvaldormanz von *J. pellucida* dar.

3.2. Bevorzugtes Überwinterungsstadium von *J. pellucida*

Wie auch die Kurztagversuche zeigten, manifestierte sich die Dormanz der Larven fast ausschließlich im L₄-Stadium. Um dieses Ergebnis auch mit Freilanddaten zu belegen, wurden am 12.02.2007 und am 21.11.2007 Fänge von *J. pellucida* im Amselgrund (Feuchtgrünland im Stadtgebiet Halle/Saale) durchgeführt. Dabei wurden die an der Basis der Grasvegetation sitzenden Larven direkt mit dem Exhaustor gefangen und in Glasröhrchen mit 96 %-igem Alkohol überführt. Im Labor fand die Zuordnung der Larven zum jeweiligen Larvenstadium statt. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse dieser Fänge.

Wie zu erkennen ist, manifestierte sich die Dormanz der Larven im Jahr 2006/2007 sowie 2007/2008 vorwiegend im vierten Larvalstadium. Nur wenige Larven (1 Larve am 12.02.07 bzw. 14 Larven am 21.11.07) gingen im L₃-Stadium in Dormanz. Diese Ergebnisse stimmen sowohl mit denen der Laborversuche als auch mit den Angaben aus der Literatur (Baumert 1959) überein. Demnach überwintert *J. pellucida* in unseren Breiten vorrangig im L₄-Stadium, seltener auch als L₃-Larve. Die Überwinterung von *J. pellucida* als L₅-Larve, wie sie von Baumert (1959) beschrieben wurde, konnte hier nicht bestätigt werden.

3.3. Einordnung der Larvaldormanz von *J. pellucida*

Zur Einordnung der Dormanz in das modifizierte ökologische System der Dormanztypen (Witsack 1981) spielen verschiedene Kriterien eine Rolle. So ist es entscheidend, ob die Dormanz konsekutiv (als direkte Folge pessimaler Bedingungen) oder prospektiv (noch vor Eintritt der pessimalen Bedingungen, also vorausschauend) induziert wird. Weiterhin ist es von Bedeutung, ob es sich um eine obligatorische oder fakultative Dormanz handelt.

Wie die Versuche zur Induktion und Termination der Dormanz von *J. pellucida* zeigten, wird durch Kurztagbedingungen eine Larvaldormanz induziert. Das dabei bevorzugte Dormanzstadium ist die L₄-Larve. Neben der Photoperiode spielt aber offenbar auch die Temperatur (Kühle) eine gewisse Rolle bei dieser Dormanz. Da sich die Larven von *J. pellucida* unter Langtagbedingungen subitan (direkt) weiterentwickeln, kann eine obligatorische Dormanz (Parapause oder Hyperpause) ausgeschlossen werden.

Tabelle 2: Anzahl der überwinterten (12.02.2007) bzw. überwinternden (21.11.2007) Larven von *Javesella pellucida* im Amselgrund (Feuchtgrünland im Stadtgebiet Halle/Saale). – Table 2: Numbers of hibernated (12.02.2007) and hibernating (21.11.2007) larvae of *Javesella pellucida*, sampled in the Amselgrund (wetland area in Halle/Saale).

Datum	Larvenstadium				
	L1	L2	L3	L4	L5
12.02.2007	-	-	1	115	-
21.11.2007	-	-	14	111	-

Die Induktion der Dormanz erfolgte als unmittelbare Folge der veränderten Photoperiode (Kurztag) und war demnach konsekutiv. Konsekutive, fakultative Dormanzen gehören entweder zu den Quieszenzen oder zu den Oligopausen. Bei den Quieszenzen findet sowohl die Manifestation als auch die Termination der Dormanz ohne zeitliche Verzögerung statt. Oligopausen sind dadurch gekennzeichnet, dass die Manifestation der Dormanz meist in einem bestimmten Entwicklungsstadium (wie auch hier) sowie verzögert (akkumulativ), nach Beginn der pessimalen Bedingungen, stattfindet. Auch die Termination der Dormanz erfolgt mit einer Verzögerung (abhängig von der Dauer der pessimalen Bedingungen) nach der Rückkehr in optimale Bedingungen.

Wie gezeigt wurde, manifestierte sich die Larvaldormanz von *J. pellucida* zeitverzögert. So entwickelten sich die L₁-Larven von *J. pellucida* trotz Kurztagbedingungen noch bis zum dritten Larvalstadium und verblieben in diesem. Auch die Termination der Dormanz von *J. pellucida* verlief zeitverzögert. Daher kann die Larvaldormanz von *J. pellucida* als eine typische photoperiodisch induzierte Oligopause angesehen werden.

4. Diskussion

In Mitteleuropa überstehen die Zikaden (wie andere Insektenarten auch) den widrigen Witterungsbedingungen im Winter in Dormanz (Witsack 2002). Über die Dormanz von *Javesella pellucida* war bislang wenig bekannt. Aus Literaturangaben geht hervor, dass diese Delphacide in Deutschland – wie die Mehrzahl der Delphaciden – als Larve überwintert (Baumert 1959, Schiemenz 1987, Nickel & Remane 2002, Biedermann & Niedringhaus 2004). Hinsichtlich des überwinterten Larvenstadiums existieren jedoch unterschiedliche Angaben. In Finnland (Raatikainen 1967), der ehemaligen Tschechoslowakei (Dlabola 1960) und in Schweden (Lindsten 1961) überwintert *J. pellucida* vorwiegend als L₃- bis L₄-Larve. Nach Angaben von Hassan (1939) findet die Überwinterung der Larve in England im L₄- und L₅-Stadium statt. In Deutschland überwintert *J. pellucida* hauptsächlich als L₄-Larve, seltener als L₃- und L₅-Larve (Baumert 1959). Die eigenen Versuche stützen die Aussage von Baumert (1959). Jedoch konnte die Überwinterung als L₅-Larve in den Jahren 2006 und 2007 nicht bestätigt werden. Raatikainen (1967) registrierte eine starke Variabilität bezüglich des Larvalstadiums der überwinterten Larven von *J. pellucida* in verschiedenen Untersuchungsjahren. Er konnte zeigen, dass eine positive Korrelation der Temperatursummen im Sommer und dem überwinterten Larvalstadium besteht. So scheint es möglich, dass zumindest ein Teil der Individuen von *J. pellucida* in Deutschland nach einem besonders warmen Sommer auch als L₅-Larve überwintern könnte. Dies konnte jedoch durch die eigenen Untersuchungen in den beiden relativ warmen Sommern der Jahre 2006 und 2007 nicht bestätigt werden.

Die Induktions- und Terminationsfaktoren dieser Larvaldormanz, welche auf den Dormanztyp schließen lassen, waren bisher unbekannt. Die Laborversuche zeigten, dass die Larvaldormanz von *J. pellucida* hauptsächlich von der Photoperiode abhängig ist. Dabei ist die Photoperiode sowohl Induktions- (Kurztag) als auch Terminationsfaktor (Langtag) der Dormanz. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass Kurztag in Verbindung mit kühleren (und wechselnden) Temperaturen (vgl. Freilandversuchsansatz) zu einer 100 %-igen Penetranz der Larvaldormanz von *J. pellucida* führt. Nach dem modifizierten ökologischen System der Dormanztypen (Witsack 1981) handelt es sich bei der Dormanz von *J. pellucida* um eine typische Oligopause. Die Induktion und Termination dieser konsekutiven Dormanz (Manifestation erfolgt unmittelbar auf die pessimalen Bedingungen) erfolgt stets durch denselben Faktor. In Mitteleuropa ist das zumeist die Photoperiode

(Witsack 2002). Hinsichtlich der Effektivität liegt dieser Dormanztyp zwischen den ebenfalls konsekutiven Quieszenzen und den besonders effektiven prospektiven (vorausschauenden) Dormanztypen (Eudiapause, Parapause und Hyperpause) (Witsack 2002).

Es existieren bereits eine Reihe detaillierter Arbeiten zur Dormanz einzelner Zikadenarten (vgl. Müller 1957; Witsack 1971, 1973, 1985, 1991). Dennoch gibt es noch einen hohen Bearbeitungsbedarf hinsichtlich der Dormanzformen mitteleuropäischer Zikaden. So ist bislang nur wenig über die Larvaldormanz von Delphaciden bekannt. Es ist wahrscheinlich, dass viele der einheimischen, larvalüberwinternden Delphaciden einen ähnlichen Dormanztyp wie *J. pellucida* (photoperiodisch induzierte Oligopause) aufweisen.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Eier von *Javesella pellucida* einer hygrischen Dormanz unterliegen können, wenn das umgebende Pflanzengewebe höhere osmotische Werte besitzt, besonders bei sommerlicher Trockenheit und Hitze (Schöpke 1996). Dieser konnte in Laborversuchen zeigen, dass die Schlupfraten der Embryonen von *J. pellucida* bei Wassermangel bereits nach einer zweitägigen Trockenperiode um mehr als zwei Drittel reduziert sind.

Eine Reihe von Arten der Delphacidae überwintert im, bei diesen Arten offensichtlich weniger empfindlichen, Eistadium. Diese Form der Überwinterung im Eistadium ist, offensichtlich wegen der hygrischen Empfindlichkeit, bei *Javesella pellucida* nicht möglich. Eine Überwinterung im Imaginal-Stadium wurde für diese Art bisher nicht festgestellt. Die spätesten Funde adulter Individuen im Jahr liegen in den Monaten September bis Oktober (nach Schiemenz (1987) Mitte September und nach Holzinger *et al.* (2003) Mitte Oktober). Danach wurden bis zum Erscheinen der aus den überwinterten Larven im April schlüpfenden Imagines keine adulten Individuen im Freiland festgestellt. Diese Form der Überwinterung als Larve in einer photoperiodisch geprägten Oligopause ist wohl die einzige Möglichkeit einer erfolgreichen Existenz der Art.

5. Zusammenfassung

Durch Labor- und Freilandexperimente wurde die Überwinterungsdormanz der Delphacide *Javesella pellucida* untersucht. Unter Langtag vollzieht sich im Labor eine subitane, ununterbrochene Entwicklung der Art. Durch Kurztag wird eine Dormanz in den mittleren Larvenstadien (L₃- und L₄-Stadium) induziert. Bei Überführung der Kurztag-(Dormanz)-Larven unter Langtag setzt sich die Entwicklung verzögert fort. Aus den Eiablagen der ab 08.08.2007 unter Freilandbedingungen gebrachten Weibchen schlüpften Larven, die aber durch die Kurztag-Photoperiode im Freiland nur das vierte Larvenstadium bis zur Überwinterung erreichten. Modifizierend kann sich der Einfluss von Kühle auf die Dormanz auswirken. Durch Freilanduntersuchungen wurde das dritte und vierte Larvenstadium als Überwinterungsstadium festgestellt. Die Überwinterungsdormanz ist eine photoperiodisch geprägte Oligopause i. S. von Müller und Witsack.

6. Literatur

- Baumert, D. (1959): Mehrjährige Zuchten einheimischer Strepsipteren an Homopteren. 2. Imagines, Lebenszyklus und Artbestimmung von *Elenchus tenuicornis* Kirby. – Zool. Beitr. N.F. 4: 343-409.
- Biedermann, R.; Niedringhaus, R. (2004): Die Zikaden Deutschlands – Bestimmungstabellen für alle Arten. – Wissenschaftlich Akademischer Buchvertrieb Fründ, Scheeßel: 409 pp.
- Dlabola, J. (1960): Einige grundsätzliche Beziehungen zwischen der Umwelt und der Entwicklung der Zikade *Calligypona pellucida*. (F.). – Acta Symp. Evol. Ins.: 366-371.

- Hassan, A. I. (1939): The biology of some British Delphacidae (Homopt.) and their parasites with special reference to the Strepsiptera. – Trans. Royal Entomol. Soc. Lond. 89: 345-384.
- Huth, A. (2007): Biologische und ökologische Untersuchungen zur Maisblattzikade *Zyginidia scutellaris*. – Diplomarbeit, Institut für Biologie, Bereich Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: 105 pp.
- Lindsten, K. (1961): Studies on virus diseases of cereals in Sweden. – II. On virus diseases transmitted by the leafhopper *Calligypona pellucida* (F.). – K. Lantbr. Högsk. Annlr 27: 199–271.
- Manurung, B. (2002): Untersuchungen zur Biologie und Ökologie der Zwergzikade *Psammotettix alienus* Dahlb. (Auchenorrhyncha) und zu ihrer Bedeutung als Vektor des *Wheat dwarf virus* (Weizenverzweigungs-Virus, WDV). – Dissertation Universität Halle-Wittenberg, 112 pp.
- Müller, H. J. (1957): Über die Diapause von *Stenocranus minutus* FABR. (Homoptera, Auchenorrhyncha). – Beitr. Ent. 7 (3/4): 203-226.
- Müller, H. J. (1970): Formen der Dormanz bei Insekten. – Nova Acta Leopoldina NF. 35: 7-27.
- Müller, H. J. (1973): Erfahrungen bei der Haltung und Aufzucht von Zikaden (Homoptera: Auchenorrhyncha) für ökologische Untersuchungen. – Wiss. Z. FSU Jena 22: 643-665.
- Müller, H. J. (1976): Formen der Dormanz bei Insekten als Mechanismen der ökologischen Anpassung. – Verh. Dtsch. Zool. Ges.: 46-58.
- Müller, H. J. (1992): Dormanzen bei Arthropoden. – Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York: 298 pp.
- Nickel, H., Remane, R. (2002): Artenliste der Zikaden Deutschlands, mit Angabe von Nährpflanzen, Nahrungsbreite, Lebenszyklus, Areal und Gefährdung (Hemiptera, Fulgoromorpha et Cicadomorpha). – Beiträge zur Zikadenkunde 5: 27-64.
- Raatikainen, M. (1967): Bionomics, enemies and population dynamics of *Javesella pellucida* (F.) (Homoptera, Delphacidae). – Ann. Agri. Fenniae 6, Suppl. 2: 149 pp.
- Schiemenz, H. (1987): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Homoptera – Auchenorrhyncha (Cicadina) (I). – Faun. Abh. Mus. Tierkde. Dresden 15 (8): 41-108.
- Schöpke, H. (1996): Untersuchungen zur Autökologie von Zikaden (Homoptera: Auchenorrhyncha) unter Berücksichtigung des Wasserangebots im Verlauf der Embryogenese. – Dissertation, Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: 113 pp.
- Witsack, W., Manurung, B. (2005): Embryonalentwicklung, Dormanz und Überwinterung von *Psammotettix alienus* (Dahlbom, 1851), des Vektors des Weizenverzweigungsvirus (Hemiptera, Cicadellidae, Deltocephalinae). – Beiträge zur Zikadenkunde 8: 29-48.
- Witsack, W. (1971): Experimentell-ökologische Untersuchungen über Dormanz-Formen von Zikaden (Homoptera – Auchenorrhyncha) I. Zur Form und Induktion der Embryonal-dormanz von *Muellerianella brevipennis* (Boheman) (Delphacidae). – Zool. Jb. Syst. 98: 316-340.
- Witsack, W. (1973): Zur Biologie und Ökologie in Zikadeneiern parasitierender Mymariden der Gattung *Anagrus* (Chalcidoidea, Hymenoptera). – Zool. Jb. Syst. 100: 223-299.
- Witsack, W. (1981): Zum weiteren Ausbau des ökologischen Systems der Dormanzformen. – Zool. Jb. Syst. 108: 502-518.
- Witsack, W. (1985): Dormanzformen bei Zikaden (Homoptera: Auchenorrhyncha) und ihre ökologische Bedeutung. – Zool. Jb. Syst. 112: 79-183.
- 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.
- Witsack, W. (2002): Dormanzformen mitteleuropäischer Zikaden. – In: Holzinger, W. (Hrsg.): Zikaden Leafhoppers, Planthoppers and Cicadas (Insecta: Hemiptera: Auchenorrhyncha). – Denisia 4: 471-482.
- Zenner, G., Stöckmann, M., Niedringhaus, R. (2005): Preliminary key to the nymphs of the German Auchenorrhyncha fauna (Hemiptera, Fulgoromorpha et Cicadomorpha). – Beiträge zur Zikadenkunde 8: 59-78.