©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

20. Dezember 2015

# Anisoptera-Exuvien (Odonata): nur leere Hüllen?

Kathrin Jäckel und Kamilla Koch

Institut für Zoologie, Abteilung Evolutionäre Ökologie,
Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Becherweg 13, 55128 Mainz,
kathrinjaeckel@gmx.de, kochka@uni-mainz.de

## Abstract

Anisoptera exuviae (Odonata): Only empty husks? – Many organisms leave moulting skins that can be utilised by secondary users. Exuviae of Anisoptera are relatively robust and remain relatively long on the substrate. Therefore, we asked ourselves the following questions: To what extent and for what purpose can secondary users be found in exuviae? Which taxa can be found as secondary users? Do secondary users prefer exuviae of certain dragonfly species? For our study, we systematically collected exuviae of Anisoptera in the nature reserve area Eich-Gimbsheimer Altrhein (Germany, Rheinland-Palatinate) in 2013 and 2014. In 2013 secondary users were found in 30 % and 2014 in 67 % of the exuviae. The differences in the occupation rate with secondary users likely roots in the modified method. The exuviae were screened in the field with flashlights and only taken inside the lab when we found a secondary user in 2013. We certainly missed some secondary users or their traces, like faeces or spider webs. In 2014, all exuviae found were collected. Overall, we found arthropods from 18 genera and 18 families. The secondary users distributed to the orders Arachnida, Diplopoda (Millipedes), Collembola (Springtails), and Insecta (Insects). The family of spiders (Araneae) was most common (2013: 71 %, 2014: 78 %). Within the spiders, the genus *Clubiona* of the family of Clubionidae (sack spiders) was most abundant. *Clubiona* sp. was found at all ages. With a few exceptions, only one secondary user per exuviae was found. The taxa compositions of secondary users at the family level were significantly different in the two years. In 2013, large-volume exuviae were occupied primarily; in 2014, this pattern was not confirmed. In general, exuviae of Anisoptera can be used by different arthropods as a temporarily microhabitat.

## Zusammenfassung

Viele Organismen hinterlassen Häutungshemden, die im Folgenden von Sekundärnutzern besiedelt genutzt werden können. Anisoptera-Exuvien bieten Platz, sind relativ robust und verbleiben vergleichsweise lange am Substrat. Daher stellten wir uns die folgenden Fragen: In welchem Umfang und zu welchem Zwecke findet eine Sekundärnutzung der Exuvien statt? Welche Taxa sind als Sekundärnutzer zu finden? Werden die Exuvien bestimmter Großlibellenarten häufiger genutzt als andere? Für unsere Untersuchung sammelten wir 2013 und 2014 systematisch Großlibellenexuvien im NSG Eich-Gimbsheimer

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



Altrhein (Deutschland, Rheinland-Pfalz) und bestimmten die darin enthaltenen Organismen. Im Jahr 2013 konnten wir in 30 % und im Jahr 2014 in 67 % der Exuvien Sekundärnutzer finden. Die Unterschiede in der Besetzungsrate mit Sekundärnutzern in den Exuvien könnten zum Großteil in der veränderten Methode liegen. 2013 wurden die Exuvien im Feld mit Taschenlampen durchleuchtet und nur bei Sichtung von Sekundärnutzern mitgenommen. So wurden sicherlich einige Sekundärnutzer oder deren Spuren (Gespinste, Kot) übersehen. 2014 wurden alle gefundenen Exuvien eingesammelt. Insgesamt fanden wir Arthropoden aus 18 Gattungen und 18 Familien. Die Sekundärnutzer verteilten sich auf die Klassen Arachnida (Spinnentiere), Diplopoda (Doppelfüßer), Collembola (Springschwänze) und Insecta (Insekten). Die Ordnung der Araneae (Webspinnen) machte an der Exuvienfauna den größten Anteil aus (2013: 71 %, 2014: 78 %). Innerhalb der Araneae war die Gattung *Clubiona* aus der Familie der Clubionidae (Sackspinnen) in beiden Jahren am häufigsten. *Clubiona* sp. fanden wir in allen Altersstufen. Bis auf wenige Ausnahmen war nur ein Sekundärnutzer pro Exuvie zu finden. Die Taxa-Zusammensetzung der Sekundärnutzer auf Familienebene unterschied sich zwischen den beiden Jahren signifikant. 2013 waren großvolumige Exuvien im Laufe der Untersuchung vorrangig besetzt; 2014 bestätigte sich dieses Muster nicht. Großlibellenexuvien stellen für unterschiedliche Arthropoden ein temporär genutztes Mikrohabitat dar.

## Einleitung

Mikrohabitate sind Kleinstlebensräume innerhalb eines Biotops mit geringer räumlicher Ausdehnung (Nehring & Albrecht 2000). Diese unterliegen aufgrund ihres begrenzten Lebensraums einer strengen Selektion durch ihre Nutzer. Bei der Besiedlung durch Organismen spielen viele Parameter eine Rolle, zum Beispiel mikroklimatische Parameter, Verfügbarkeit von Nahrung und Nährstoffen, Eiablage- und Versteckoptionen oder die An- oder Abwesenheit von Konkurrenten oder Prädatoren (Joern 1982). Die jeweiligen Ausprägungen dieser Habitatparameter haben einen großen Einfluss auf die taxonomische Zusammensetzung eines Mikrohabitates (Southwood & Jepson 1962; Evans & Murdoch 1968; Morris 1971, 1973; Murdoch et al. 1972; Tahnvanainen 1972; Root 1973). Schneckenhäuser dienen zum Beispiel diversen Taxa als Mikrohabitate (Mazke-Fialla 1933). Einsiedlerkrebse (Panguridae), Mauerbienen (der Gattung *Osmia*), Springspinnen (Salticidae) und Wildbienen (Überfamilie der Apoidea) nutzen Schneckenhäuser als permanente Wohnstätte, als Unterschlupf zum Schutz vor Räubern, als Überwinterungsquartier oder als Nistplatz (Szinetár et al. 1998; Gess & Gess 1999; Bembé et al. 2001; Vischer 2002; Hula et al. 2009). In Untersuchungen an Schneckenhäusern wurde ein Anteil an Sekundärnutzern von 9–40 % festgestellt (Bauchhenss 1995; Szinetár et al. 1998; Moreno-Rueda et al. 2008; Hula et al. 2009).

Nicht nur Schnecken hinterlassen Überbleibsel, die von anderen Taxa genutzt werden können. Auch alle Vertreter der Häutungstiere (Ecdysozoa) hinterlassen Häute. Diese Häute besitzen alle eine charakteristisch geschichtete, chitinhaltige Cuticula, die nach einem komplexen Prozess unter Beteiligung von Hor-

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



monen abgelöst werden kann (Purves et al. 2006; Wehner & Gehring 2013). Odonaten häuten sich diverse Male während ihrer Larvalentwicklung. Das letzte Häutungshemd – die Exuvie – bleibt dabei als Einziges am Land zurück. Gerade die Exuvien der Anisoptera scheinen geeignet zu sein, von Sekundärnutzern angenommen zu werden. Die Anisoptera-Exuvien bieten für Arthropoden relativ viel Platz, sind relativ robust und verbleiben vergleichsweise lange am Substrat (Sternberg & Buchwald 1999; Roland 2010; Müller 2014). Mit der Sekundärnutzung von Libellenexuvien beschäftigen sich erst seit jüngster Zeit einige wenige Studien (T. Manolis pers. Mitt.; B. Kunz pers. Mitt.; Tyrell 2004; Kunz 2010; Tefarikis 2014; Wieland 2015).

In der hier vorgestellten Studie untersuchten wir folgende Fragestellungen: 1) Welche Taxa sind als Sekundärnutzer in Großlibellenexuvien zu finden? 2) In welchem Umfang und für welche Zwecke findet diese Sekundärnutzung statt? 3) Werden die Exuvien bestimmter Großlibellenarten häufiger genutzt als andere?

Für unsere Untersuchung sammelten wir systematisch Großlibellenexuvien am Fossiliensee im NSG Eich-Gimbsheimer Altrhein, da dort eine vielfältige und reiche Libellenfauna nachgewiesen ist (Renker et al. 2009; Alert 2013; Jäckel 2013; Negraschis 2013; Prinzhorn 2013; Jäckel et al. 2014), und bestimmten die darin enthaltenen Organismen.

## Material und Methoden

### Untersuchungsgebiet

Die Untersuchung fand vom 17.05. bis 22.09.2013 und vom 05.05. bis 15.08.2014 am Fossiliensee im NSG Eich-Gimbsheimer Altrhein in Rheinland-Pfalz statt (49°45.6'N, 8°21.9'E, 80 m ü. NHN). Naturräumlich liegt der Altrheinarm in der Nördlichen Oberrheinebene bzw. im Vorderpfälzer Bergland zwischen Mainz und Worms. Das NSG wird südlich und nördlich von den beiden namensgebenden Ortschaften Eich und Gimbsheim begrenzt. Das Gebiet gilt mit 274 ha Fläche als größtes zusammenhängendes Schilfgebiet in Rheinland-Pfalz (Renker et al. 2009). Der ca. 3,7 ha große Fossiliensee wurde im Zuge des Kiesabbaus von 1967 bis 1977 angelegt und grenzt nördlich, westlich und südlich direkt an das Schilfgebiet (Alert 2013; Jäckel 2013; Negraschis 2013; Prinzhorn 2013). Er ist umgeben von einem Baumgürtel aus hauptsächlich Pappeln *Populus* sp. und Weiden *Salix* sp., aber auch Ahorn *Acer* sp., Schwarzem Holunder *Sambucus nigra* und Weißdorn *Crataegus* sp. Die Ufervegetation besteht vorwiegend aus Sauergräsern Cyperaceae sowie Schilfbeständen in den wenigen Flachwasserbereichen an nord-westlichen und östlichen Uferabschnitten.

### Datenaufnahme

Für unsere Untersuchung am Fossiliensee wählten wir drei Abschnitte mit unterschiedlicher Vegetationsstruktur (Wald, Wald mit Seggengürtel und Weidensaum)

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



Tabelle 1: Überblick über die drei Suchabschnitte mit dem Standort (am Ufer oder im Flachwasserbereich) und Vegetationsaufbau. – Table 1. Overview of the three search sections with location (on the shore or in shallow waters) and vegetation structure.

| Abschnitt | Standort | Vegetation |
|---|---|---|
| Wald | Ufer | Holunder *Sambucus* sp.,<br>Bergahorn *Acer pseudoplatanus*,<br>spärliche Bodenvegetation |
| Wald mit Seggengürtel | Ufer | Alte Pappeln *Populus* sp.<br>mit dichter Bodenvegetation aus Sauergräsern Cyperaceae |
| Weidensaum | Flachwasser | junge Weiden *Salix* sp.,<br>dichte Bestände aus Sauergräsern Cyperaceae,<br>wenig Röhricht |

aus, die jeweils eine ungefähre Fläche von 10 $m^2$ aufwiesen (Tab. 1). 2013 wurden die drei Abschnitte alle sieben bis zehn Tage abgesucht. Beim Fund einer Exuvie leuchteten wir diese mit einer Taschenlampe von der abgewandten Seite an, um eventuelle Sekundärnutzer als Silhouette erkennen zu können. Exuvien mit Sekundärnutzern entfernten wir vorsichtig vom Substrat und verpackten sie in Probenröhrchen. Exuvien, bei denen wir aufgrund starker Verkrustung nicht erkennen konnten, ob sie Sekundärnutzer enthielten, nahmen wir ebenfalls mit (insgesamt nur wenige Fälle). Exuvien ohne auf diese Weise erkennbare Sekundärnutzer ließen wir am Fundort und markierten sie mit einem in unmittelbarer Nähe befestigten Zettel mit fortlaufender Nummer. Für die mittlere und maximale Verweildauer von Exuvien am Substrat berücksichtigten wir nur Exuvien aus 2013 ohne Sekundärnutzer, da diese unbeeinflusst am Schlupfsubstrat belassen wurden. Exuvien, die am letzten Tag der Untersuchung noch am Substrat hingen, schlossen wir aus der Berechnung aus. In 2014 wurden alle Exuvien ohne vorherige Kontrolle direkt beim ersten Fund eingesammelt.

In beiden Jahren untersuchten wir die eingesammelten Exuvien am selben oder am folgenden Tag. Exuvien, die durch ein Gespinst verschlossen waren, legten wir in ein Gefäß und warteten, bis der Sekundärnutzer die Exuvie verließ. Bei allen anderen Exuvien öffneten wir diese vorsichtig, um die Sekundärnutzer herauszulocken und/oder das Innere der Exuvie auf Gespinst-, Kokon- oder ähnliche Spuren hin zu untersuchen. Anhand der gefunden Spuren nahmen wir folgende Einteilung vor, zu welchem Zweck die Exuvie genutzt wurde: 1) Fortpflanzung (Ei-Kokon oder Reste davon), 2) Unterschlupf (stark ausgesponnene Exuvien oder darin befindliche Häutungsreste eines Sekundärnutzers), 3) Verpuppungsplatz (verpuppungsbereite Entwicklungsstadien, Puppen) oder 4) nicht feststellbar. Verpuppungsbereite Entwicklungsstadien beobachteten wir weiter, um eine eindeutige Bestimmung zu erreichen. Wir fotografierten alle gefundenen Sekun-

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



därnutzer und bestimmten sie, soweit dies anhand des Habitus möglich war, nach den Werken von Kočárek (2001), Schaefer (2002) und Bellmann (2006).

Exuvien der Gattungen *Anax* und *Sympetrum* waren im Feld nicht sicher bestimmbar, ohne die Exuvien vom Substrat zu entfernen. Für die weitere Auswertung wurden diese deshalb zusammen als *Anax* sp. und *Sympetrum* sp. geführt. Auch kam es vor, dass Exuvien so stark beschädigt waren, dass eine genaue Artbestimmung nicht mehr möglich war.

### Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mit SPSS (IBM, Version 21). Mit einem $Chi^2$-Homogenitätstest verglichen wir zwischen den drei Abschnitten innerhalb der beiden Untersuchungsjahre die Besetzungsraten der Exuvien mit Sekundärnutzern. Außerdem verglichen wir die Besetzungsrate der Großlibellenexuvien mit Sekundärbewohnern zwischen den beiden Untersuchungsjahren insgesamt sowie für die einzelnen Abschnitte mit einem $Chi^2$-Homogenitätstest.

Um die Frage zu klären, ob die Exuvien nach ihrer Häufigkeit im Habitat besetzt waren oder eher nach ihrer Größe, teilten wir die gefundenen Exuvien aufgrund ihrer Abdominalvolumina in drei Klassen ein: großes Volumen (Aeshniden), mittleres Volumen (*Cordulia aenea*, *Libellula fulva*, *Orthetrum cancellatum*), kleines Volumen (*Crocothemis erythraea, Sympetrum* spec.). Anschließend berechneten wir aus der tatsächlichen Häufigkeit der verschiedenen Exuvien-Größen den erwarteten Anteil besetzter Exuvien unter der Annahme, dass die Besetzung proportional zur relativen Häufigkeit der Exuvien-Größen im Habitat erfolgte. Diesen erwarteten Anteil verglichen wir schließlich für alle drei Exuvien-Größen zusammen mittels $Chi^2$-Homogenitätstest mit dem tatsächlichen Anteil besetzter Exuvien. Bei einem signifikanten Unterschied testeten wir schließlich den erwarteten und den beobachteten Anteil für jedes Abdominalvolumen und jedes Jahr getrennt mit Hilfe eines $Chi^2$-Homogenitätstest auf Unterschiede.

Wir verglichen die Taxa-Zusammensetzung der Sekundärnutzer auf Familienebene für die häufigste Ordnung Araneae (Webspinnen) zwischen den beiden Jahren mittels Exaktem Test nach Fisher.

## Ergebnisse

Im Jahr 2013 waren von den 172 gefundenen Exuvien 53 Exuvien (31 %) im Mittel (Median) ca. sechs Tage nach dem ersten Auffinden von einem oder mehreren Sekundärnutzern bewohnt (max = 56 Tage, N = 53). Generell fanden wir die Exuvien im Mittel ca. sieben Tage (Median) lang am Substrat (max = 86 Tage, N = 108). Die 172 Großlibellenexuvien gehörten zu mindestens elf Arten (Tabelle 2). 2014 belief sich die Zahl auf 113 Großlibellenexuvien aus mindestens elf Arten. Zu den häufigsten Arten zählten *L. fulva*, *O. cancellatum* und *C. aenea*; Arten der Gattung *Sympetrum* waren ebenfalls in großer Zahl vorhanden (Tab. 2). In 76 der insgesamt 113 Exuvien (67 %) konnten wir Sekundärnutzer finden. Insgesamt

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



Tabelle 2: Anzahl aller gefundenen Exuvien je Libellenart in den jeweiligen Untersuchungs-Abschnitten 2013 und 2014. – Table 2. Number of all exuviae per dragonfly species found in the study sections in 2013 and 2014. **We** Weidensaum, willow edge; **Wa-Se** Wald mit Seggengürtel, forest-edge; **Wa** Wald, forest.

| Exuvien-Art | Abschnitt $_{2013}$ | Anzahl $_{2013}$ | Abschnitt $_{2014}$ | Anzahl $_{2014}$ |
|---|---|---|---|---|
| *Aeshna isoceles* | | | We | 1 |
| *Aeshna mixta* | We | 8 | We | 5 |
| *Anax parthenope* | Wa-Se, We | 1/7 | Wa-Se, We | 1/6 |
| *Anax* sp. | Wa-Se, We | 1/1 | We | 2 |
| *Brachytron pratense* | Wa-Se, We | 2/1 | Wa-Se | 3 |
| *Cordulia aenea* | Wa, Wa-Se, We | 4/5/3 | Wa, Wa-Se, We | 4/8/12 |
| *Crocothemis erythraea* | We | 15 | We | 1 |
| *Libellula fulva* | Wa, Wa-Se, We | 17/18/3 | Wa, Wa-Se, We | 6/3/5 |
| *Libellula quadrimaculata* | Wa-Se | 1 | | |
| *Orthetrum cancellatum* | Wa, Wa-Se, We | 4/11/18 | Wa-Se, We | 4/31 |
| *Sympetrum sanguineum* | We | 2 | We | 1 |
| *Sympetrum striolatum* | We | 4 | Wa, Wa-Se, We | 1/1/5 |
| *Sympetrum vulgatum* | We | 1 | We | 10 |
| *Sympetrum* sp. | Wa-Se, We | 5/39 | Wa-Se, We | 1/2 |
| Unbestimmt | Wa-Se | 1 | | |
| Gesamtzahl | | 172 | | 113 |

fanden wir Arthropoden aus 18 Gattungen und 18 Familien als Sekundärnutzer von Großlibellenexuvien (Tab. 3). Bis auf wenige Ausnahmen war nur ein Sekundärnutzer pro Exuvie zu finden. Es gab 2013 und 2014 keine signifikanten Unterschiede in den Besetzungsraten zwischen den drei untersuchten Abschnitten Wald, Wald mit Seggengürtel und Weidensaum (2013: $Chi^2 = 1{,}52$, $df = 2$, $p = 0{,}495$; 2014: $Chi^2 = 0{,}37$, $df = 2$, $p = 0{,}859$). Im Jahr 2014 war (bei veränderter Erfassungsmethode) die Besetzungsrate mit Sekundärnutzern in Großlibellenexuvien signifikant höher als im Jahr 2013 ($Chi^2 = 24{,}12$, $df = 1$, $p < 0{,}001$). Die signifikant höhere Besetzungsrate im Jahr 2014 lag in allen Abschnitten vor (Wald: $Chi^2 = 5{,}43$, $df = 1$, $p = 0{,}033$; Wald mit Seggengürtel: $Chi^2 = 5{,}6$, $df = 1$, $p = 0{,}036$; Weidensaum: $Chi^2 = 12{,}24$, $df = 1$, $p = 0{,}001$).

2013 entsprach der jeweilige Anteil der besetzten Exuvien-Größen aufgeteilt nach ihrem Abdominalvolumen nicht dem Anteil, den diese an der Gesamtexuvienzahl ausmachten ($Chi^2 = 17{,}35$, $df = 2$, $p < 0{,}001$, Abb. 1). Im Jahr 2013 wurden in großvolumigen Exuvien verhältnismäßig mehr Sekundärnutzer gefunden ($Chi^2 = 4{,}17$, $df = 1$, $p < 0{,}05$). Im Jahr 2014 entsprach die Besetzungsrate dagegen dem Anteil, den die einzelnen Exuvien-Größen aufgeteilt nach ihrem Abdominalvolumen an der Gesamtexuvienzahl ausmachten ($Chi^2 = 0{,}63$, $df = 2$, $p = 0{,}728$).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



Die Sekundärnutzer verteilten sich auf die Klassen Arachnida (Spinnentiere) (2013: 76 %, 2014: 78 %, zwei Ordnungen), Diplopoda (Doppelfüßer) (2013: 2 %; 2014: 0 %, eine Ordnung), Collembola (Springschwänze) (2013: 2 %, 2014: 0 %, eine Ordnung) und Insecta (Insekten) (2013: 21 %; 2014: 22 %, sechs Ordnungen). Innerhalb der häufigsten Ordnung der Araneae (Webspinnen) herrschte die Gattung *Clubiona* aus der Familie der Clubionidae (Sackspinnen) in beiden Jahren vor (Abb. 2), die außer im Wald in allen Abschnitten vorkam und dort jeweils den größten Anteil ausmachte (2013: 70 %; 2014: 53 %). Im Jahr 2014 war der Anteil an nicht bestimmbaren Familien höher als 2013. Die Taxa-Zusammensetzung der Araneae auf Familienebene unterschied sich zwischen den beiden Jahren signifikant (Exakter Test nach Fisher: $Chi^2 = 16{,}86$, $df = 7$, $p = 0{,}003$).

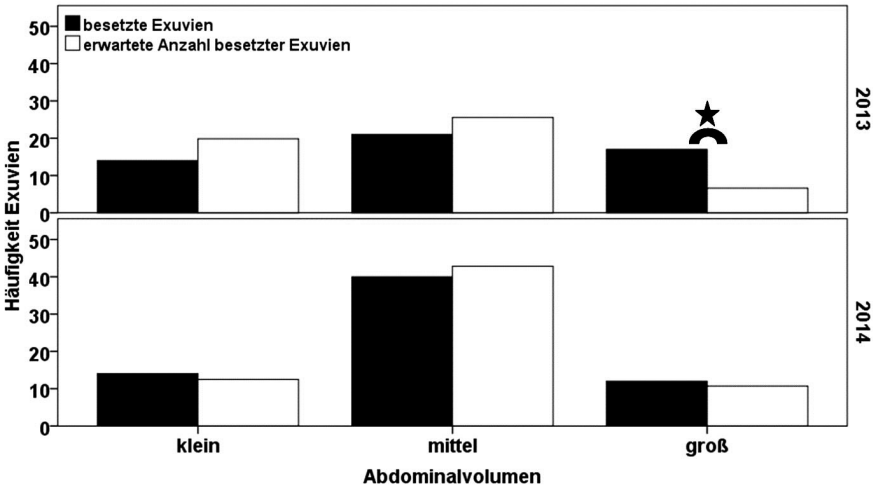


Abbildung 1: Vergleich der tatsächlichen Häufigkeit besetzter Exuvien (schwarze Balken) der verschiedenen Exuvien-Größen (kleines, mittleres, großes Abdominalvolumen) mit dem erwarteten Anteil besetzter Exuvien (weiße Balken) unter der Annahme, dass die Besetzung nach der Häufigkeit im Habitat erfolgte. Die tatsächliche Häufigkeit und die erwartete Häufigkeit von Sekundärnutzern für 2013 (oben) und 2014 (unten) wurde mit Hilfe eines $Chi^2$-Homogenitätstest auf Unterschiede getestet. Bei signifikantem Ergebnis wurde der $Chi^2$-Test nochmals im entsprechenden Jahr für jedes Abdominalvolumen getrennt durchgeführt, um die sich unterscheidenden Häufigkeiten zu ermitteln (* signifikanter Unterschied). – Figure 1. Comparing the actual frequency of secondary users (black bars) of different exuviae sizes (large, average, small, volume of abdomen) with the expected frequency (white bars) under the assumption that the exuviae were occupied according to their frequency in the habitat. The actual frequency and the expected frequency of secondary users in 2013 (top) and 2014 (bottom) were tested using a chi-square homogeneity test. When the result was significant, we repeated the test separately for each abdominal volume in the relevant year to determine the differing frequencies (* significant difference).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



Tabelle 3: Übersicht über alle in den Exuvien gefundenen Arthropoden mit Anzahl und besiedelter Exuvienart 2013 und 2014. Nicht bestimmbare Gattungen/Familien/Ordnungen ergaben sich durch gefundene Spuren wie Kot, Hautreste oder Gespinste, die keinem bestimmten Gast zugeordnet werden konnten. – Table 3. Overview of all arthropods found in the exuviae of dragonfly species in 2013 and 2014. Unidentified genera/families/orders resulted from observed signs like droppings, exuviae or spider webs that could not be attributed to a specific guest.

| Sekundärnutzer Familie | Gattung/Art | Exuvien Gattung | $Anzahl_{2013}$ | $Anzahl_{2014}$ |
|---|---|---|---|---|
| Araneae (Webspinnen) | | | | |
| Clubionidae | *Clubiona* sp. | *Aeshna* | 4 | 1 |
| (Sackspinnen) | | *Anax* | 6 | 5 |
| | | *Brachytron* | 3 | 0 |
| | | *Cordulia* | 3 | 5 |
| | | *Crocothemis* | 4 | 1 |
| | | *Libellula* | 1 | 1 |
| | | *Orthetrum* | 2 | 12 |
| | | *Sympetrum* | 4 | 6 |
| | | unbestimmt | 1 | 0 |
| Linyphiidae | *Hypomma* sp. | *Anax* | 1 | 0 |
| (Baldachinspinnen) | nicht bestimmbar | *Orthetrum* | 1 | 1 |
| | | *Sympetrum* | 1 | 0 |
| | | *Cordulia* | 0 | 3 |
| | | *Libellula* | 1 | 0 |
| Lycosidae (Wolfspinnen) | *Pirata piraticus* | *Crocothemis* | 1 | 0 |
| Salticidae (Springspinnen) | *Heliophanus* sp. | *Libellula* | 1 | 0 |
| Theridiidae (Kugelspinnen) | *Enoplognatha* sp. | *Libellula* | 0 | 1 |
| Thomisidae | *Ozyptila* sp. | *Cordulia* | 0 | 1 |
| (Krabbenspinnen) | | *Libellula* | 4 | 3 |
| nicht bestimmbar | nicht bestimmbar | *Anax* | 1 | 2 |
| | | *Brachytron* | 0 | 1 |
| | | *Cordulia* | 0 | 4 |
| | | *Libellula* | 0 | 3 |
| | | *Orthetrum* | 0 | 4 |
| | | *Sympetrum* | 1 | 5 |
| Opiliones (Weberknechte) | | | | |
| Phalangiidae | *Opilio canestrinii* | *Libellula* | 2 | 0 |
| Julida | | | | |
| Julidae | *Ommatoiulus sabulosus* | *Orthetrum* | 1 | 0 |

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



| Sekundärnutzer Familie | Gattung/Art | Exuvien Gattung | Anzahl$_{2013}$ | Anzahl$_{2014}$ |
|---|---|---|---|---|
| Collembola (Springschwänze) | | | | |
| Orchesellidae | *Orchesella cincta* | *Cordulia* | 1 | 0 |
| Coleoptera (Käfer) | | | | |
| Carabidae (Laufkäfer) | *Odacantha melanura* | *Aeshna* | 1 | 0 |
| Chrysomelidae (Blattkäfer) | *Galerucella lineola* | *Sympetrum* | 2 | 0 |
| Coccinellidae (Marienkäfer) | *Harmonia axyridis* | *Libellula* | 0 | 1 |
| Scirtidae | *Cyphon* sp. | *Libellula* | 0 | 1 |
| | | *Orthetrum* | 0 | 1 |
| Dermaptera (Ohrwürmer) | | | | |
| Forficulidae | *Apterygida media* | *Aeshna* | 0 | 1 |
| | | *Anax* | 1 | 0 |
| | | *Orthetrum* | 3 | 1 |
| | *Forficularia auricularia* | *Anax* | 1 | 0 |
| | | *Orthetrum* | 1 | 0 |
| | nicht bestimmbar | *Orthetrum* | 1 | 0 |
| Heteroptera (Wanzen) | | | | |
| Miridae (Weichwanzen) | *Agnocoris* sp. | *Anax* | 0 | 1 |
| Lepidoptera (Schmetterlinge) | | | | |
| Ypsolophidae | *Ypsolopha sequella* | *Cordulia* | 1 | 0 |
| Neuroptera (Netzflügler) | | | | |
| Chrysopidae (Florfliegen) | nicht bestimmbar | *Libellula* | 0 | 1 |
| Sisyridae (Schwammhafte) | *Sisyra nigra* | *Crocothemis* | 1 | 0 |
| Psocoptera (Staubläuse) | | | | |
| nicht bestimmbar | nicht bestimmbar | *Cordulia* | 0 | 2 |
| | | *Orthetrum* | 0 | 4 |
| | | *Sympetrum* | 0 | 2 |
| nicht bestimmbar | | | | |
| nicht bestimmbar | nicht bestimmbar | *Aeshna* | 0 | 1 |
| | | *Orthetrum* | 0 | 1 |

*Clubiona* sp. fanden wir in allen Altersstufen. Zwischen dem 05.07.2013 und 02.08.2013 fanden wir sechs Exuvien mit Hinweis auf eine Fortpflanzung (Kokonreste oder intakte Kokons mit/ohne Elterntier). Die Kokons waren im Abdomen der Exuvien befestigt und der Bereich mit einer weiteren Gespinstwand nach außen verschlossen. Bei einer Exuvie schlüpften die Spiderlinge 16 Tage nach dem Einsammeln der Exuvie und dem Öffnen des Abdomens aus den Eiern, blieben aber weiterhin im Kokon, bis nach vier Tagen die ersten Jungspinnen den Gespinstsack verließen. Bei zwei weiteren Exuvien verließen die Jungspinnen nach

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



acht bzw. elf Tagen die Exuvien, wobei im Abdomen Hautreste der Jungspinnen zurück blieben.

### Besondere Einzelfunde

Am 01.06.2013 fanden wir in einer *C. aenea*-Exuvie eine Raupe des Osterhasenfalters *Ypsolopha sequella*, die gerade dabei war, sich einzuspinnen. Am 04.06.2013 war die Puppe erkennbar, aus der am 17.06.2013 der Falter schlüpfte. Am 27.07.2013 fanden wir in zwei *Sympetrum*-Exuvien jeweils eine Puppe bzw. Raupe des Blattkäfers *Galerucella lineola*. Die Verpuppung erfolgte bei ersterer am 28.07.2013, bei letzterer am 02.08.2013. Einen Kokon des Schwammhaftes *Sisyra nigra* befand sich am 21.06.2013 in einer Exuvie von *C. erythraea.* Am 23.06.2013 erfolgte der Schlupf.

## Diskussion

Im ersten Untersuchungsjahr 2013 waren von den 172 untersuchten Exuvien am Ende der Untersuchungszeit 31 % mit Sekundärnutzern besetzt. Einen ähnlichen Anteil fand auch Manolis in einer vergleichbaren Studie in den USA (T. Manolis pers. Mitt.). Wieland (2015) fand dagegen bei einer Untersuchung im Mainzer

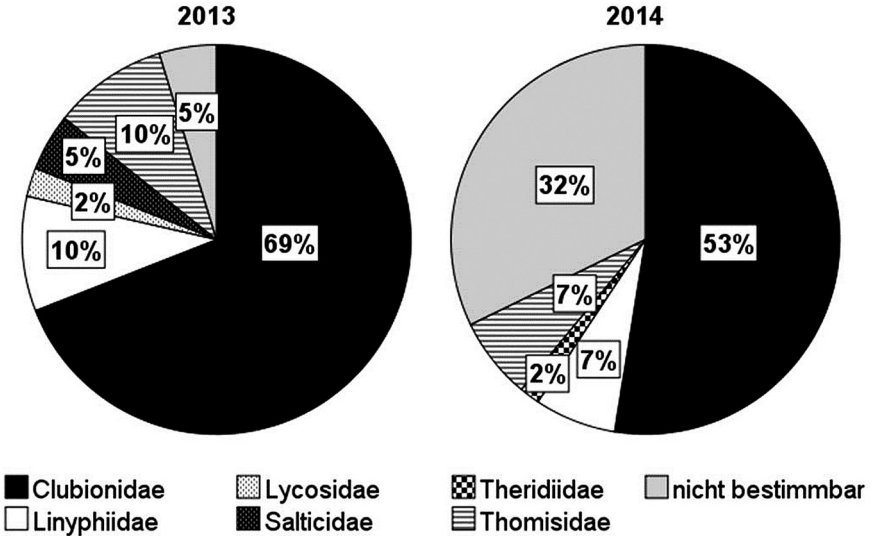


Abbildung 2: Anteil der Familien der Araneae an den besetzten Großlibellenexuvien für 2013 im Naturschutzgebiet Eich-Gimbeheimer Altrhein (n = 42) und 2014 (n = 59). – Figure 2. Percentage of families of Araneae for occupied dragonfly exuviae in the nature reserve area Eich-Gimbsheimer Altrhein 2013 (n = 42) and 2014 (n = 59).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



NSG Laubenheimer-Bodenheimer Ried eine Besetzungsrate von 12 % Sekundärnutzern in Großlibellenexuvien. Wir vermuten, dass der tatsächliche Anteil an besetzten Exuvien in unserer Untersuchung in 2013 noch höher war, da einige Sekundärnutzer aufgrund ihrer geringen Größe oder von außen schwer sichtbarer Spuren bei der Kontrolle der Exuvien mit Taschenlampen übersehen wurden. Bestätigt wird unsere Vermutung durch die signifikant höhere Besetzungsrate 2014 von 67 %. Hier fanden wir in vielen Exuvien Spuren einer Besetzung wie Gespinste oder Kot. Zusätzlich könnte es sein, dass die Sekundärnutzer sich zum Zeitpunkt der Datenaufnahme nicht in der Exuvie aufhielten. Die Abwesenheit

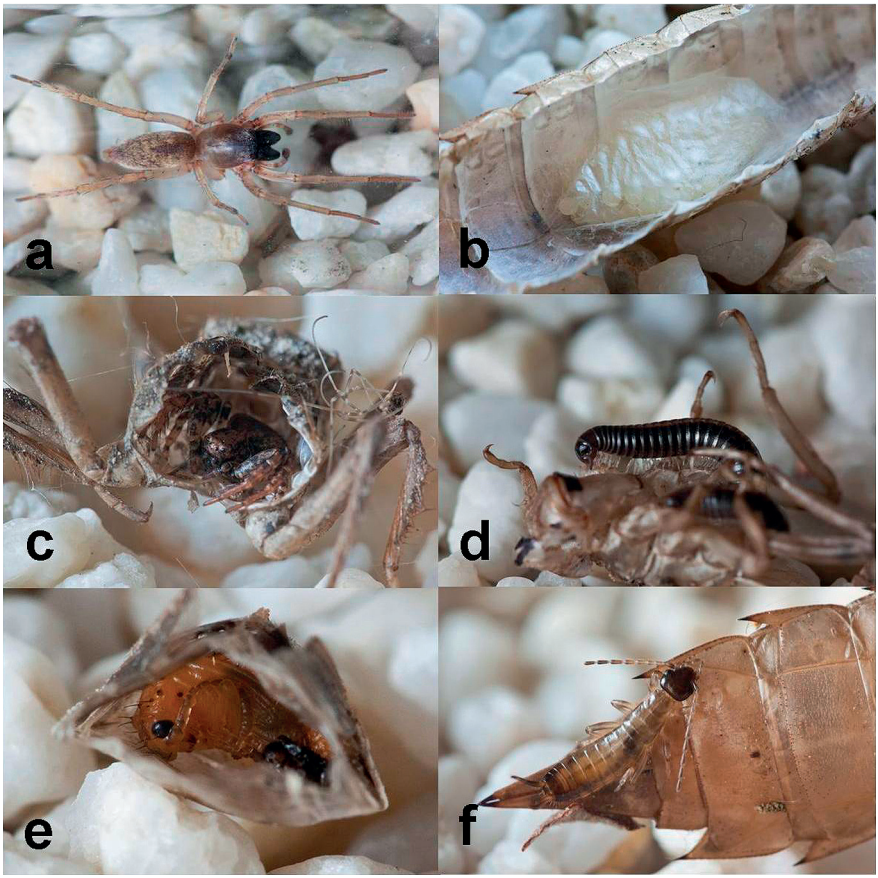


Abbildung 3: Verschiedene Sekundärnutzer von Großlibellenexuvien. – Figure 3. Different secondary users of dragonfly exuviae. a) *Clubiona* sp. (Clubionidae); b) Kokon, cocoon of *Clubiona* sp.; c) *Ozyptila* sp. (Thomisidae); d) *Ommatoiulus sabulosus* (Julidae); e) Puppe von, pupae of *Galerucella lineola* (Coleoptera); f) Larvenstadium von, larval stage of *Apterygida media* (Dermaptera).

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



eines Sekundärnutzers könnte einerseits in einer tagaktiven Lebensweise außerhalb des Unterschlupfes begründet liegen, andererseits aber auch in einer Fluchtreaktion aufgrund von Störung während der Exuviensuche. Colenutt (2003) gibt diese schnellen Fluchtreaktionen bspw. für Arten der Gattung *Clubiona* an.

Zu den Sekundärnutzern der Großlibellenexuvien zählten Vertreter der Klassen Arachnida, Diplopoda, Collembola und Insecta aus insgesamt zehn Ordnungen und achtzehn Familien. Die Ordnung der Araneae machte an der Exuvienfauna den größten Anteil aus (2013: 71 %, 2014: 78 %). Auch bei anderen Autoren waren Spinnen die häufigsten Sekundärnutzer, während Insekten nur in geringer Individuenzahl vorkamen (Tyrell 2004; Burrial et al. 2007). Wieland (2015) fand allerdings Insekten und Spinnen mit 41 % und 47 % zu fast gleichen Anteilen. Spinnen zählen aufgrund ihrer zahlenmäßigen Dominanz und der Entwicklung unterschiedlichster Strategien für den Nahrungserwerb zu den wichtigsten insektivoren Räubern in terrestrischen Ökosystemen (Foelix 1979; Nyfeller et al. 1994). Die Spinnenarten in unserer Studie gehörten überwiegend zu den ohne Netz jagenden Familien Clubionidae (Sackspinnen), Thomisidae (Krabbenspinnen), Lycosidae (Wolfspinnen) und Salticidae (Springspinnen). Lediglich die zu den Linyphiidae (Baldachinspinnen) zählenden Zwergbaldachinspinnen bauen kleine, unscheinbare Netze (Bellmann 2006). Vorherrschend waren Vertreter der Gattung *Clubiona* (2013: 70 %, 2014: 53 %). *Clubiona* ist eine weit verbreitete und recht häufige Gattung aus 29 schwer zu bestimmenden Arten (für die Artbestimmung ist eine Genitalpräparation nötig). Die Arten bewohnen als freie Jäger die Kraut- und Strauchschicht unterschiedlichster Lebensräume. Darin liegt vermutlich auch der Grund, warum wir im Wald aufgrund der fehlenden Bodenvegetation keine *Clubiona* finden konnte. Einige *Clubiona*-Arten leben häufig an feuchten Standorten in Gewässernähe. Die Bindung an das Gewässer ist allerdings nicht unbedingt in den mikroklimatischen Bedingungen begründet, sondern in der Vegetationsstruktur, da die Weibchen bspw. von *Clubiona phragmitis* und *Clubiona stagnatilis* für den Kokonbau breitblättrige Pflanzen benötigen (Bellmann 2006). Die Gattung *Clubiona* wird auch bei Tyrell (2004) als Sekundärnutzer von Libellenexuvien erwähnt. Manolis fand in einer mehrjährigen Studie zu diesem Thema Arten der Salticidae, Clubionidae und Thomisidae, wobei *Sassacus vitis* (Salticidae) mit 50 % vorherrschte (T. Manolis pers. Mitt.).

Im ersten Untersuchungsjahr 2013 wurden die unterschiedlichen Exuviengrößen nicht ihrer Häufigkeit im Habitat entsprechend genutzt. Vor allem die großvolumigen Aeshniden waren am Ende fast alle besetzt, was auch Untersuchungen von Tyrell (2004) bestärken. Der Befund konnte allerdings im Jahr 2014 nicht bestätigt werden, da sich die Besetzungsrate nun mehr nach der Häufigkeit richtete, mit der die Exuvien im Habitat vorkamen. Auch hier könnte die veränderte Erfassungsmethode eine wesentliche Rolle gespielt haben. Welche Exuvienart letztendlich genutzt wird, hängt vermutlich sowohl von der Größe der Sekundärnutzer als auch vom Zweck der Besiedlung ab. Hier wären genauere Auswertungen für einzelne Arten hilfreich, die die Körpergröße der Sekundärnutzer mit dem Abdominalvolumen der Exuvien in Zusammenhang bringen. So lässt sich nur

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



feststellen, dass bspw. die häufige *Clubiona* sp. zur Fortpflanzung ausschließlich Aeshniden-Exuvien aufsuchte (siehe unten).

Insekten nutzten Exuvien als Unterschlupf (bspw. Fund von Häutungsresten von *A. media*) und Verpuppungsplatz (*S. nigra*, *G. lineola*). Leere Insektenkokons finden sich in geringer Anzahl auch bei Manolis (pers. Mitt.). Der Zweck der Besiedelung durch die Insekten war in der Hälfte der Fälle nicht feststellbar. Da die gefundenen Insekten zu Arten gehörten, die ihre Umgebung durch Bauaktivitäten wenig beeinflussen, war dies auch nicht zu erwarten. Aufgrund der spezifischen Fortpflanzungsbiologie der gefundenen Insektenarten überraschen auch die fehlenden Nachweise bezüglich Fortpflanzungsaktivitäten nicht. Demgegenüber gibt es einige Hymenoptera (Megachilidae), die in Gastropoden-Schalen nisten (Gess & Gess 1999; Moreno-Rueda et al. 2008). Obwohl die Ordnung der Araneae aufgrund ihrer Spinnaktivität potentiell mehr Spuren an einer Exuvie hinterlassen können (bspw. Auskleidung der Exuvie mit Spinnseide, eingesponnene Beutereste, Kokonreste), konnten wir auch hier in der Hälfte der Fälle keinen Besiedlungszweck in den Exuvien nachweisen. Gerade *Clubiona* sp. als häufigste Art legt sich als Unterschlupf ein festes Gespinst zwischen Grashalmen (hier v.a. die am Gewässerufer lebenden Arten), unter Baumrinde oder am Boden zwischen Steinen an (Dahl 1937; Edwards 1958; Dondale & Redner 1982; Pollard & Jackson 1982; Austin 1984). Da es sich bei vielen der gefundenen *Clubiona* sp. um juvenile Tiere gehandelt hat, könnten die wesentlich feineren Gespinste dieser Stadien beim Öffnen der Exuvien schneller zerstört und nicht mehr als solche erkannt worden sein. Auch ein nur temporärer Aufenthalt der Spinnen in den Exuvien kann das Fehlen von Spuren erklären.

Die Gattung *Clubiona* war die einzige Gruppe, bei der wir im gesamten Juli 2013 Fortpflanzungsaktivitäten in den Exuvien nachweisen konnten. Auch Tyrell (2004) fand Fortpflanzungsnachweise dieser Art. Bei Burrial et al. (2007) pflanzten sich Salticiden in Exuvien fort, ebenso wie bei Manolis (pers. Mitt.). Kunz (2010) fand ein *Xysticus*-Weibchen (Thomisidae), das über mehrere Wochen ihren in einer Exuvie abgelegten Kokon umsorgte. Wieland (2015) fand weitere Fortpflanzungsnachweise bei den Theridiidae (Kugelspinnen) und ebenfalls den Salticidae. Viele Vertreter der Salticidae sowie die meisten Clubionidae legen ihren Kokon in ihrem Wohngespinst an, wobei Weibchen der Gattung *Clubiona* einen Gespinstsack aus umgeknickten bzw. eingerollten Blättern herstellen (Bellmann 2006; Suter et al. 2011). Dabei passen sie an geeigneten Substraten die Größe des hergestellten Gespinstsacks an ihre eigene Größe und das damit korrelierende Volumen des Geleges an (Suter et al. 2011), was sich in der bevorzugten Nutzung großvolumiger Aeshniden-Exuvien wiederspiegeln könnte. Analog zur Nutzung von Gräsern schlossen sich die Weibchen zusammen mit ihrem Kokon ein (Bellmann 2006), um möglicherweise die Eier gegen oophage Prädatoren zu beschützen (Pollard 1984). Tyrell (2004) beobachtete, dass dunkle Exuvien von Spinnen scheinbar bevorzugt werden. Eventuell weisen dunkle Exuvien durch eine stärkere Erwärmung bei Sonnenschein ein günstigeres Mikroklima auf. Sehr interessant wäre es, das Mikroklima in den Exuvien zu erfassen und mit

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



dem Klima im Umfeld der Exuvie zu vergleichen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit). Die Jungtiere von *Clubiona* verbleiben einige Zeit im Gespinstsack (Dahl 1937), was auch in dieser Studie festzustellen war. Die Zeit, nach der die Jungspinnen sich außerhalb der Exuvie zeigten, betrug 8–20 Tage. Vergleichswerte für die reine Entwicklungsdauer der Eier liegen bei ca. zehn Tagen für *C. reichlini* und generell für die unterschiedlichsten Spinnenfamilien bei meist 10–15 bis max. 35 Tagen bei Temperaturen von 20°C (Li & Jackson 1996). Diese relativ lange Dauer, zu der auch noch die Zeit vom Einzug eines Weibchens bis zum Kokonbau mit eingerechnet werden muss, scheint Libellen-Exuvien als wenig geeignete Mikrohabitate zur Fortpflanzung auszuweisen. Die Haltbarkeit der Exuvien am Substrat lag im Mittel in unserer Untersuchung bei sieben Tagen. Eine ähnlich kurze Haltbarkeitsdauer von nur vier Tagen stellte auch Müller (2014) bei kombinierten Freiland- und Laborexperimenten fest. Demgegenüber stellten Alert (2013) und Negraschis (2013) bei einer parallel verlaufenden Untersuchung zur Exuvienhaltbarkeit am Fossiliensee eine mittlere Verweildauer am Substrat von 16–21 Tagen fest. Diese Unterschiede lassen sich vermutlich durch den bei Alert (2013) und Negraschis (2013) primär untersuchten Standort Wald erklären, an dem die Exuvien hauptsächlich an Ästen und Stämmen von Bäumen und Sträuchern zu finden waren, die aufgrund ihrer rauen Oberfläche nach Roland (2010) und Müller (2014) eine lange Haltbarkeit begünstigen. In der aktuellen Studie hingen viele Exuvien auch an Sauergräsern, von denen die Exuvien leichter abrutschen können. Für die Haltbarkeit von Exuvien scheint auch ein Schutz gegenüber Witterungseinflüssen durch die überdeckende Baumschicht eine entscheidende Rolle zu spielen wie Müller (2014) bestätigt, wobei sich die Exuvien v. a. bei Regen sowie Wind in Kombination mit Regen schneller vom Substrat lösen. Insgesamt muss aber auch bedacht werden, dass gerade Spinnen ihre Umgebung verändern und beeinflussen können, so dass am Substrat festgesponnene Exuvien, wie sie vor allem bei den sich fortpflanzenden Weibchen auftraten, eine deutlich längere Haltbarkeit zeigten (persönliche Beobachtung; vergleiche auch Roland 2010). Hierzu sind weitere Untersuchungen geplant. Der im Vergleich ähnlich hohe Anteil an besetzten Gastropoden-Schalen (Bauchhenss 1996; Gess & Gess 1999), die im Gegensatz zu Libellenexuvien eine sehr lange Verweildauer im Habitat haben, zeigt, dass die Haltbarkeit der Behausung keine Voraussetzung für eine erfolgreiche Besiedelung darstellt. Entscheidend ist sicher vielmehr das Habitat, wobei struktur- und vegetationsreiche Uferzonen von Gewässern als Ökoton durch einen hohen Artenreichtum gekennzeichnet sind. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Großlibellenexuvien für unterschiedliche Arthropoden ein temporär genutztes Mikrohabitat darstellen.

## Danksagung

Vielen Dank, Friederike Kastner und Benno von Blanckenhagen, für die kritischen Anmerkungen. Vielen Dank an die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd für

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



die Erteilung der Ausnahmegenehmigungen für den Fang von wild lebenden Tieren besonders geschützter Arten für wissenschaftliche Zwecke. Danke auch an Klaas Reißmann, der sich der Bestimmung der Käfer angenommen hat.

## Literatur

Alert L. (2013) Vergleich der Lebensweisen und Umweltansprüche von subadulten mit denen adulter Weibchen des Spitzenflecks Libellula fulva (Odonata: Libellulidae). Bachelorarbeit, Universität Mainz

Austin A.D. (1984) Life history of Clubiona robusta L. Koch and related species (Araneae, Clubionidae) in South Australia. *Journal of Arachnology* 12: 87–104

Bauchhenss E. (1995) Überwinternde Spinnen aus Schneckenhäusern. *Arachnologische Mitteilungen* 9: 57–60

Bellmann H. (2006) Kosmos Atlas Spinnentiere Europas. 3. Auflage. Kosmos-Verlag, Stuttgart

Bembé B., G. Gerlach, J. Schuberth & K. Schönitzer (2001) Die Wildbienen im Botanischen Garten München. *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 50: 30–41

Burrial A.T. V.X. Melera & F.J. Ocharan (2007) Utilización de exuvias de Orthetrum brunneum (Fonscolombe, 1837) (Odonata: Libellulidae) como lugar de cría por Sibianor aurocinctus (Ohlert, 1865) (Araneae: Salticidae). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 41: 344.

Colenutt S.R. (2003) Review of the current known biology and distribution of Rosser's Sac Spider Clubiona rosserae. Unpublished report to SAP Steering Group

Dahl F. (1937) Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise, 33. Teil: Gnaphosidae-Anyphaenidae-Clubionidae-Hahniidae-Argyronetidae-Theridiidae. Gustav Fischer-Verlag, Jena

Dondale C.D. & J.H. Redner (1982) The insects and arachnids of Canada, Part 9. The sac spiders of Canada and Alaska, Araneae: Clubionidae and Anyphaenidae. Agriculture Canada Publication, New York

Edwards R.J. (1958) The spider subfamily Clubioninae of the United States, Canada and Alaska (Araneae: Clubionidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 6: 365–436

Evans F.C. & W.W. Murdoch (1968) Taxonomic composition, trophic structure, and seasonal occurrence in a grassland insect community. *Journal of Animal Ecology* 37: 259–273

Foelix R.F. (1979) Biologie der Spinnen. Thieme-Verlag, Stuttgart

Gess F.W. & S.K. Gess (1999) The use by wasps, bees and spiders of shells of Trigonephrus Pilsb. (Mollusca: Gastropoda: Dorcasiidae) in desertic winter-rainfall areas in southern Africa. *Journal of Arid Environments* 43: 143–153

Hula V., J. Niedobová & O. Košulič (2009) Overwintering of spiders in land-snail shells in South Moravia (Czech Republic). *Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae (Brno)* 94: 1–12

Jäckel K. (2013) Vergleichende Untersuchungen zum männlichen Territorialverhalten von Libellula fulva und L. quadrimaculata (Odonata: Libellulidae). Diplomarbeit, Universität Mainz

Jäckel K., S. Prinzhorn, J. Falk, A. Deichmann, C. Willigalla & K. Koch (2014) Nächtliche Ruheplätze der Odonata, insbesondere der Arten Ischnura elegans und

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



Coenagrion pulchellum (Odonata). *Libellula* 33 (1/2): 113–126

Joern A. (1982) Vegetation structure and microhabitat selection in grasshoppers (Orthoptera, Acrididae). *The Southwestern Naturalist* 27: 197–209

Kočárek P. (2001) Description of preimaginal stages of Apterygida media (Dermaptera: Forficulidae), with a key to the nymphs of Central European Dermaptera species. *Entomological Problems* 32 (1): 93–97

Kunz B. (2010) Ein ungewöhnliches Zuhause: Brutfürsorge der Krabbenspinne (Xysticus cristatus) in einer Vierfleck-Exuvie (Libellula quadrimaculata). *Mercuriale* 10: 51–52

Li D. & R.R. Jackson (1996) How temperature affects development and reproduction in spiders: a review. *Journal of Thermal Biology* 21 (4): 245–274

Mazek-Fialla K. (1933) Über den Zusammenhang zwischen der Lebensweise einiger Landpulmonaten und deren subepithelialen Drüsen. *Zoomorphology* 27: 451–475

Moreno-Rueda G., C. Marfil-Daza, F.J. Ortiz-Sanchez & A. Melic (2008) Weather and the use of empty gastropod shells by arthropods. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 44 (3): 373–377

Morris M.G. (1971) Differences between the invertebrate faunas of grazed and ungrazed chalk grassland. IV. Abundance and diversity of Homoptera-Auchenorhyncha. *Journal of Applied Ecology* 8: 37–52

Morris M.G. (1973) Chalk grassland management and the invertebrate fauna. In: Jeremy A.C., Stott P.A. (Ed.) Chalk grassland: Studies on its Conservation and Management in South-east England. *Kent Trust for Nature Conservation*: 27–34

Müller S. (2014) Haltbarkeit von Exuvien unter dem Einfluss verschiedener Umweltparameter. Bachelorarbeit, Universität Mainz

Murdoch W.W., E.C. Evans & C.W. Peterson (1972) Diversity and pattern in plants and insects. *Ecology* 53: 819–829

Negraschis V. (2013) Vergleich der Habitatnutzung juveniler mit der adulter Männchen des Spitzenflecks Libellula fulva (Odonata: Libellulidae). Bachelorarbeit, Universität Mainz

Nehring S & U Albrecht (2000) Biotop, Habitat, Mikrohabitat -– Ein Diskussionsbeitrag zur Begriffsdefinition. *Lauterbornia* 38: 75–84

Nyfeller M., W.L. Sterling & D.A. Dean (1994) How spiders make a living. *Entomological Society of America* 23 (6): 1357–1367

Pollard S.D. (1984) Egg guarding by Clubiona cambridgei (Araneae, Clubionidae) against conspecific predators. *Journal of Arachnology* 11 (3): 323–326

Pollard S.D. & R.R. Jackson (1982) The biology of Clubiona cambridgei (Aranea, Clubionidae): intraspecific interactions. *New Zealand Journal of Ecology* 5: 44–50

Prinzhorn S. (2013) Räumliche Einnischung und geschlechtsspezifische Aspekte während der Emergenz der Großlibellen (Odonata: Anisoptera) – Systematische Exuvienaufsammlung am Fossiliensee. Diplomarbeit, Universität Mainz

Purves W.K., D. Sadava, D.M. Hillis, H.C. Heller & M.R. Berenbaum (2006) Biologie. 7. Auflage. Spektrum-Verlag, Stuttgart.

Renker C., H. Beck, W. Fluck, R. Fritsch, F. Grimm, A. Haybach, E. Henss, P. Keller, H.H. Ludewig, F. Malec, M. Marx, H. Nickel, A. Oesau, J. Rodeland, H. Simon, L. Simon, D.T. Tietze, S. Trautmann, G. Weitmann, M. Weitzel & C. Willigalla (2009) Eine Momentaufnahme aus der Flora und Fauna des Eich-Gimbsheimer Altrheins – Ergebnisse des 11. GEO-Tags der Artenvielfalt am 13. Juni 2009. *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 11 (3): 879–940

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at



Roland H.-J. (2010) Haltbarkeit von Anax-Exuvien am Ort der Emergenz (Odonata: Aeshnidae). *Libellula* 29 (3/4): 231–240

Root R.B. (1973) Organization of a plant-arthropod association in single and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleraceae*). *Ecological Monographs* 43: 95–124

Schaefer M. (2002) Brohmer. Fauna von Deutschland. Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim

Southwood T.R.E. & W.F. Jepson (1962) The productivity of grasslands in England for Oscinella frit (L.) (Chloropidae) and other stem-boring Diptera. *Bulletin of Entomological Research* 53: 395–407

Sternberg K. & Buchwald R. (Ed.) (1999) Die Libellen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil; Kleinlibellen (Zygoptera). Eugen Ulmer-Verlag, Stuttgart

Suter R.B., P.R. Miller & G.E. Stratton (2011) Egg capsule architecture and siting in a leaf-curling sac spider, Clubiona riparia (Araneae: Clubionidae). *Journal of Arachnological Society* 39 (1): 76-83

Szinetár C., Z. Gál & J. Eichardt (1998) Spiders in snail shells in different Hungarian habitats. *Miscellanea Zoologica Hungarica* 12: 68–75

Tahnvanainen J.O. (1972) Phenology and microhabitat selection of some flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) on field and cultivated crucifers in central New York. *Scandinavian Society of Entomology* 3: 120–138

Tefarikis D. (2014) Gäste in Libellenexuvien (Anisoptera, Odonata). Praktikumsbericht, Universität Mainz

Tyrell M. (2004) Dragonfly exuviae as accomodation for other insect groups. *Dragonfly News* 46: 27

Vischer M. (2002) Bienen- und Wespenzönosen (Hymenoptera Aculeata) ausgewählter Steillagenweinberge im Saale-Unstrut-Gebiet (Sachsen-Anhalt). *Hercynia-Ökologie und Umwelt in Mitteleuropa* 35: 275–293

Wehner R. & W.J. Gehring (2013) Zoologie. 24. Auflage. Thieme Verlag, Stuttgart

Wieland, J. (2015) Libellenexuvien als Mikrohabitat. Diplomarbeit, Universität Mainz

*Manuskripteingang: 23. Juni 2015*

©Ges. deutschspr. Odonatologen e.V.; download www.libellula.org/libellula/ und www.zobodat.at

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Libellula

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: 34

Autor(en)/Author(s): Jäckel Kathrin, Koch Kamilla

Artikel/Article: Anisoptera-Exuvien (Odonata): nur leere Hüllen? 143-159