Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 85 (2012)

Heft: 3-4

Artikel: Der Libellen-Schmetterlingshaft Libelloides coccajus (Denis & Schiffermüller, 1775) (Neuropterida : Neuroptera : Ascalaphidae) im Kanton Aargau : aktuelles Vorkommen und Empfehlungen zum Artenschutz = The Owly Sulphur Libelloides coccajus (Denis & Schif...

Autor: Müller, Markus / Schlegel, Jürg / Krüsi, Bertil O.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-403047

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
85: 177–199, 2012

Der Libellen-Schmetterlingshaft *Libelloides coccajus* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Neuropterida: Neuroptera: Ascalaphidae) im Kanton Aargau: aktuelles Vorkommen und Empfehlungen zum Artenschutz

The Owly Sulphur *Libelloides coccajus* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Neuropterida: Neuroptera: Ascalaphidae) in the canton of Aargau: actual distribution and recommendations for species conservation

MARKUS MÜLLER[1], JÜRG SCHLEGEL[2] & BERTIL O. KRÜSI[2]

[1] SKK Landschaftsarchitekten AG, Lindenplatz 5, CH-5430 Wettingen, markus.mueller@skk.ch
[2] Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, CH-8820 Wädenswil

A comprehensive survey on a threatened owlfly, *Libelloides coccajus* (Denis & Schiffermüller, 1775) in the canton of Aargau revealed only two remaining populations. One of them consisted of three subpopulations found within a few hundred meters, and two of them with very few individuals only. Exchanges among the three subpopulations were not investigated but seem likely. Analysis of the current land use suggests that date of mowing is crucial for the survival of *L. coccajus*. Mechanical destruction of egg clutches can be avoided by mowing at the beginning of August or later. Comparison of old and recent maps (1880–2006) of all the surveyed areas revealed that the most frequent change was the replacement of vineyards by grassland. Surprisingly, encroachment by woodland was rare and none of the sites was destroyed by construction. Enforcing a late mowing date for both known and adjacent potential egg-laying habitats is considered best to effectively maintain and foster the remaining *L. coccajus* populations in the canton of Aargau.

Keywords *Libelloides coccajus*, distribution area, species conservation; mowing date, hatching date

EINLEITUNG

Populationen am Rande des artspezifischen Verbreitungsgebietes, sogenannte periphere Populationen, haben einen besonderen Stellenwert in der Naturschutzbiologie. Sie leben meist unter suboptimalen Bedingungen (Lawton 1993) und weisen oft Anpassungen an lokale Gegebenheiten auf. Dementsprechend können periphere Populationen die Möglichkeiten einer Art erhöhen, sich an veränderte Umweltbedingungen anzupassen (Hendry & Kinnison 1999; Crandall *et al.* 2000; Cassel-Lundhagen *et al.* 2009). Guo *et al.* (2005) unterstreichen zudem die Bedeutung von Randpopulationen in Bezug auf Monitoring-Projekte: Da Randpopulationen sehr sensibel auf Änderungen der Umweltbedingungen reagieren, können mögliche negative Auswirkungen auf eine Art anhand von Randpopulationen frühzeitig erkannt werden.

Der Libellen-Schmetterlingshaft *Libelloides coccajus* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Neuroptera: Ascalaphidae) ist eine thermophile Art mit dem

Verbreitungszentrum im adriato-mediterranen Raum (Aspöck *et al.* 1980a). Die Populationen in der Nordschweiz und im süddeutschen Raum sind daher als Randpopulationen anzusehen (Aspöck *et al.* 1980b). Von Aspöck *et al.* (1980a), deren Beschreibungen hauptsächlich auf Beobachtungen aus dem Zentrum des Verbreitungsgebietes (Mittelmeerraum) beruhen (Aspöck 2011), wird *L. coccajus* als eher euryöke Art beschrieben. Sie beobachteten Imagines in verschiedenen Lebensräumen wie lichten Wäldern, offenem Gelände, über steinigen Halden sowie auf vegetationsreichen, üppigen, aber keinesfalls ausgesprochen trockenen Wiesen. Autoren, die Populationen nördlich der Alpen untersucht haben (Egglin 1940; Gonseth 1991; Fetz 1999 & 2002; Wolf 2004 & 2005), beschreiben *L. coccajus* hingegen als stenöke Art, die an trockene, heisse Hänge mit offenem Gelände gebunden ist und äusserst wärmeabhängig reagiert. Bolliger (2007) und Fischer (2009) berichten von einer Population, die in einem sehr lichten, südexponierten Aargauer Föhrenwald etabliert ist. Diese Angaben zeigen, dass die Art am Rand ihrer Verbreitung spezifischere Habitatnischen realisiert hat als im Verbreitungszentrum, was typisch ist für periphere Populationen (Lawton 1993).

In der «Roten Liste der gefährdeten Tiere der Schweiz» (Duelli 1994) ist *L. coccajus* für die Nordschweiz als stark gefährdet eingestuft und in der Liste der national prioritären Arten (BAFU 2011) als mässig prioritäre Art mit klarem Massnamenbedarf aufgeführt. Die historische Entwicklung der Art in der Schweiz kann nur grob nachvollzogen werden. Aus verschiedenen Quellen (Frey-Wahl 1953; Bolliger 2007; Fischer 2009) lässt sich ableiten, dass zumindest innerhalb der letzten etwa 70 Jahre ein Rückgang dieses äusserst attraktiven Netzflüglers stattgefunden hat. Einen weiteren Hinweis auf einen Bestandesrückgang liefert die zeitlich gegliederte Verbreitungskarte des Libellen-Schmetterlingshaftes in der Schweiz (Abb. 1). Die aktuelle Bestandessituation ist sowohl in der Nordschweiz als auch im Kanton Aargau nur unzulänglich bekannt. Fischer (2009) untersuchte 18 ehemalige Vorkommen von *L. coccajus* im Aargau, allerdings mit eher beschränktem zeitlichem Aufwand. Einige Flächen, von welchen ehemalige Nachweise vorlagen, konnte er zudem aus zeitlichen Gründen nicht untersuchen. Insgesamt konnte Fischer (2009) lediglich an vier Orten im Kanton Aargau einen Nachweis von *L. coccajus* erbringen. Da die Flugaktivität von *L. coccajus* nach unseren Erfahrungen im Tagesverlauf starken kurzzeitigen Schwankungen unterliegen kann und das potenzielle Fluggebiet oft mehr als eine Hektare umfasst, erschien es uns angebracht, diese Bestandeserhebung mit erhöhtem zeitlichem Aufwand zu wiederholen, um die Nachweiswahrscheinlichkeit von eventuell vorhandenen Kleinstpopulationen zu erhöhen.

Als Grund für den Rückgang von wärmeliebenden Arten des Offenlandes wird häufig die Intensivierung der Landwirtschaft respektive eine dadurch verursachte Veränderung des Lebensraumes bzw. ein Lebensraumverlust angeführt (SBN 1994; Settele *et al.* 1999; Baur & Roesti 2006). Wie gross der Lebensraumverlust für Arten war, die auf Trockenwiesen angewiesen sind, zeigt die Flächenbilanz der Trockenwiesen und -weiden (TWW) in der Schweiz. Zwischen 1900 und 2010 verschwanden in der Schweiz 95 % dieses Lebensraumtyps (Lachat *et al.* 2010), womit zwangsläufig auch eine Isolation der Restflächen einherging. Zudem ist die Qualität der verbleibenden Flächen weiterhin gefährdet durch hohe Stickstoffeinträge (u.a. durch die Luft), Trivialisierung der Artenzusammensetzung, Verbuschung,

Vergrasung usw. (Baur *et al.* 2004; Lachat *et al.* 2010). Heute ist ein Teil der verbleibenden Flächen (23'648 ha) im nationalen TWW-Inventar erfasst (Dipner *et al.* 2010), wovon rund 230 ha im Kanton Aargau liegen (Stand 1. Februar 2012). Das TWW-Inventar hat zum Ziel, diese Flächen langfristig zu erhalten und zu fördern, wobei auch *L. coccajus* zu den Zielarten gehört (Masé *et al.* 2008).

Die Grundlage für den langfristigen Erhalt von Trockenwiesen ist eine angepasste Bewirtschaftung. Ohne eine regelmässige Bewirtschaftung bzw. Pflege nimmt die floristische Vielfalt durch fortschreitende Sukzession rasch ab (Stöcklin *et al.* 2007; Schreiber *et al.* 2009), was auch einen negativen Effekt auf die Diversität von Trockenwiesen bewohnenden Faunenelementen haben kann (z.B. Arthropoden: Hunter & Price 1992; Tagfalter: Thomas 1991; Stefanescu *et al.* 2009; Orthopteren: Marini *et al.* 2009). Zugleich stellt die Mahd selbst aber auch einen Eingriff dar, der für viele Faunenelemente fatale Folgen haben kann (Johst *et al.* 2006; Walter *et al.* 2007; Humbert *et al.* 2009). Nebst einer möglichen mechanischen Beschädigung immobiler oder weniger mobiler Stadien (z.B. Gardiner & Hill 2006) geht der Lebensraum vieler Arten schlagartig verloren (Bosshard *et al.* 1988) und bislang vorhandene Versteckmöglichkeiten sind nicht mehr vorhanden (Sänger 1977; Ost 1979).

Das Ziel unserer Arbeit war:
1) die aktuelle Bestandessituation von *L. coccajus* im Kanton Aargau zu erfassen.
2) die Veränderung der Landschaft in den Gebieten, in welchem *L. coccajus* früher vorkam bzw. rezent vorkommt, zu dokumentieren.
3) einen möglichen Einfluss der aktuellen Landnutzung auf das Vorkommen von *L. coccajus* zu untersuchen.

Die Resultate dieser Arbeit werden helfen, die Situation von *L. coccajus* im Kanton Aargau richtig einzuschätzen und gezielte Massnahmen zur Förderung dieser gefährdeten Art zu definieren.

MATERIAL & METHODEN

Artportrait

Der Libellen-Schmetterlingshaft (*Libelloides coccajus*) ist ein mittelgrosser Netzflügler mit einer Spannweite von 42–45 mm. Er weist auf den Vorder- und Hinterflügeln ausgeprägte gelbe Flecken auf. Von anderen *Libelloides*-Arten lässt er sich durch den schwarzen, bis zum Analwinkel reichenden Fleck der Hinterflügel, eindeutig unterscheiden (Aspöck *et al.* 1980a). Südlich der Alpen, insbesondere im Wallis und in Graubünden ist die Art stellenweise häufig, während sie im Mittelland fast komplett fehlt und auch im Jura nur noch vereinzelt vorkommt (Abb.1). In der Schweiz kommt als weitere *Libelloides*-Art *Libelloides longicornis* (Linnaeus, 1764) im Wallis vor. Es liegt zudem eine Einzelmeldung aus dem Tessin vor (www.cscf.ch). Diese wurde vor dem Jahr 2000 gemeldet, konnte bislang allerdings noch nicht bestätigt werden.

Die Imagines von *L. coccajus* ernähren sich räuberisch von kleinen fliegenden Insekten (Aspöck *et al.* 1980a), die sie im Flug erbeuten. Nach Wolf (2004) liegt die Flugzeit nördlich der Alpen ungefähr zwischen Anfang Mai und Ende Juni, wobei eine Tendenz zu früherer Aktivität in überdurchschnittlich warmen Jahren besteht (Wolf 2004). Die maximal beobachtete Lebensspanne einer Imago beträgt

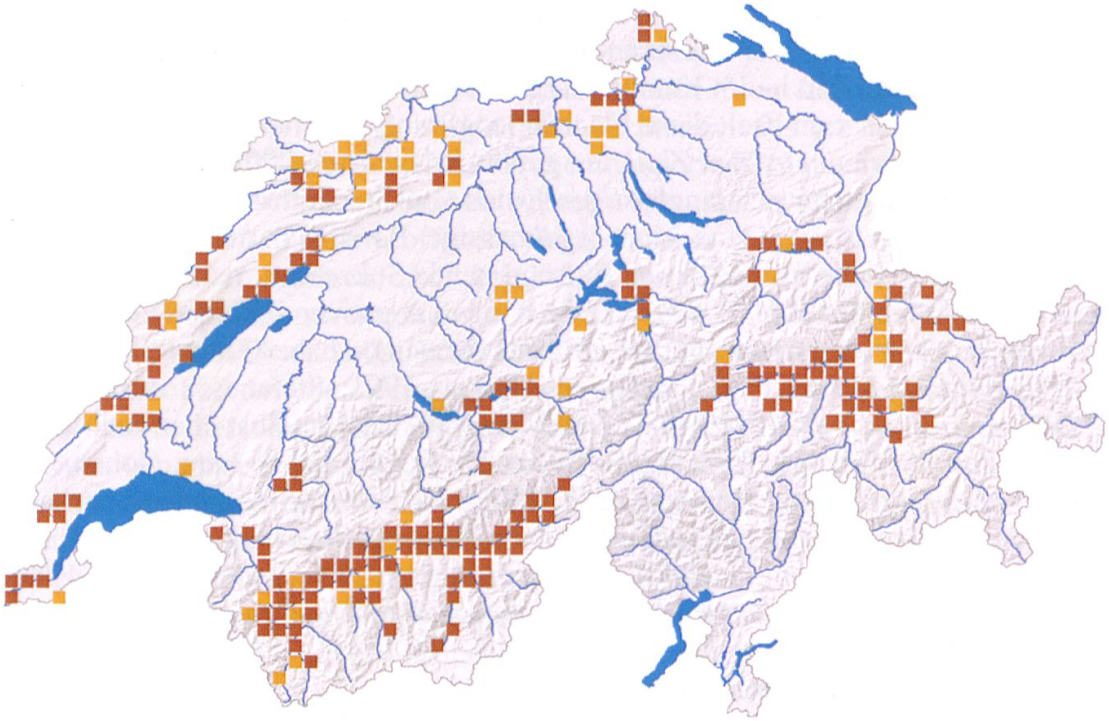

Abb. 1: Die Verbreitung des Libellen-Schmetterlingshaftes in der Schweiz. Orange Quadrate markieren Funde vor dem Jahr 2000, rote Quadrate solche nach 2000. © CSCF, November 2012, Kartengrundlage SWISSTOPO.

50 Tage (Wolf 2004). Im Neuenburger Jura kommt die Art nach Gonseth (1991) bis auf eine Höhe von rund 1'200 m ü.M. vor, während sie im Wallis nach Aspöck *et al.* (1980a) bis auf 2'200 m ü.M. vorkommt.

Die Larven von Schmetterlingshaften entwickeln sich über drei Stadien, Einzelheiten über die Larvalstadien (z.B. Habitatanspruch, Nahrungsspektrum, Verhalten usw.) des Libellen-Schmetterlingshaftes sind derzeit erst fragmentarisch bekannt. Viele Autoren vermuten für *L. coccajus* eine zweijährige Entwicklungsdauer der Larven (Egglin 1940; Aspöck *et al.* 1980a; Gonseth 1991; Fetz 2002; Wolf 2004), was jedoch noch nie bestätigt werden konnte. Die Larven der Schmetterlingshafte leben terrestrisch oder arboreal (Tauber *et al.* 2009), gesicherte artspezifische Angaben zu *L. coccajus* fehlen jedoch bislang. Obschon verschiedene Autoren eine terrestrische Lebensweise vermuten (z.B. Gonseth 1991; Wolf 2004), konnten die Larven auch durch umfangreiche Bodensiebungen, Suchaktionen mit dem Streifnetz sowie durch eingegrabene Bodenfallen in der Nähe von Eigelegen nicht nachgewiesen werden (Wolf 2004).

Ein Charakteristikum der Vorkommen nördlich der Alpen scheinen die sehr spezifischen Anforderungen an die Eiablagestelle zu sein. Die Eigelege werden in einer Doppelreihe rund 20 cm über der Bodenoberfläche an lebende oder abgestorbene Pflanzenteile abgelegt (Abb. 2), wobei ein Eigelege aus durchschnittlich rund 50 Eiern besteht (Fetz 2002; Müller *et al.* 2012a).

Die Vegetationsstruktur um Eiablagestellen ist meist so ausgebildet, dass kein Kontakt zwischen dem Eigelege und anderen Pflanzenteilen entstehen kann (Müller *et al.* 2012a). Für die Eiablage günstige Vegetationsstrukturen entstehen somit durch lückige und/oder niedrige Vegetation. Bezüglich des Fluggebietes scheint

Abb. 2: Ein weiblicher Libellen-Schmetterlingshaft bei der Eiablage. (Foto M. Müller, Glattfelden, 18.5.2011).

L. coccajus indes nicht sehr wählerisch zu sein. Wie die Untersuchungen von Müller *et al.* (2012b) zeigten, befliegt diese Art alle möglichen Offenlandtypen und überquert dabei auch Strauchhecken und kleinere Gehölzbereiche. Dabei scheint die Höhe solcher Elemente ausschlaggebend dafür zu sein, ob sie von *L. coccajus* überwunden werden können.

Untersuchungsgebiete

In Zusammenarbeit mit der Abteilung Landschaft und Gewässer des Kantons Aargau konnten 22 Flächen innerhalb des Kantonsgebiet ermittelt werden, aus welchen Nachweise von *L. coccajus* aus den letzten 60 Jahren vorliegen (Tab. 1). Anhand von Luftbildern und Parzellenplänen des geografischen Informationssystems des Kantons Aargau (www.ag.ch/agis) wurden die entsprechenden Parzellen eruiert. Diese Parzellen, nachfolgend Zentralparzellen genannt, bildeten die Zentren der Untersuchungsflächen für die Bestandeserhebungen. Die definitive Abgrenzung der Untersuchungsgebiete und deren Erfassung auf einer topografischen Karte (LK 1:25'000) erfolgte jeweils bei der ersten Begehung vor Ort.

Bestandeserhebung

Als Nachweismethode wurde die Suche nach fliegenden Individuen gewählt und nicht wie von Fetz (1999) vorgeschlagen die Suche nach Eigelegen, vor allem

weil bei der Suche nach fliegenden Individuen viel grössere Geländeausschnitte bearbeitet werden können. Zudem sind fliegende Individuen meist sehr gut und bei einiger Übung des Beobachters auch weithin sicht- und erkennbar. Da der Beginn der Flugperiode von Jahr zu Jahr witterungsbedingt variieren kann (Wolf 2005), fanden regelmässige Kontrollgänge in der bereits bekannten Population im Aargau statt. 6 Tage nachdem in dieser Population sechs gleichzeitig fliegende Individuen beobachtet werden konnten (was im langjährigen Durchschnitt etwa einem Drittel der gesamten Population entspricht), starteten die Bestandeserhebungen. Die Untersuchungen erfolgten täglich zwischen 11 und 16 Uhr bei sonnigen Bedingungen. Falls während einer Erhebungen die geschätzte Bewölkung 30 % überschritt, die Sonne länger als 2 Minuten durch dichte Wolken verdeckt blieb oder Wind aufkam (>BF3; Marti 2005), wurde die Erhebung unterbrochen. Eine Wiederaufnahme der Erhebung erfolgte erst nachdem 10 Minuten lang erneut optimale Bedingungen herrschten. Die Suche fand, falls nötig, unter Zuhilfenahme eines Fernglases statt (Leica TRINOVID, 8x20).

In einem ersten Schritt wurde die jeweilige Zentralparzelle eines Untersuchungsgebietes während 15–20 Min. beobachtet. Befand sich diese in einem grösseren, relativ einheitlichen Gelände (z.B. an einem Hang) ohne potentielle Flughindernisse (Wälder, Hochstammobstgärten usw.) wurde die Erhebung auch auf die angrenzenden Bereiche ausgedehnt. In Abhängigkeit von der Übersichtlichkeit und der Gliederung des Geländes, dauerte die Erhebung eines Untersuchungsgebietes zwischen 45 und 90 Min. Während der ganzen Beobachtungszeit wurde, sofern vorhanden, die maximale Anzahl gleichzeitig fliegender Individuen festgehalten. Eine zweite Erfassung nach demselben Vorgehen erfolgte für jedes Untersuchungsgebiet nach 15–25 Tagen.

Lokalisierung der Eiablagestellen

Diejenigen Gebiete, für welche ein Nachweis von *L. coccajus* erbracht werden konnte, wurden 10–12 Tage nach der letzten Erhebung erneut aufgesucht, um das Untersuchungsgebiet nach Eigelegen abzusuchen. Dazu wurde das gesamte Untersuchungsgebiet hangparallel in grossen Schlaufen abgeschritten und nach Eigelegen abgesucht.

Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

Von jeder Zentralparzelle wurden die Art der Landnutzung und der in den Bewirtschaftungsverträgen vereinbarte früheste Schnittzeitpunkt eruiert. Zudem wurde basierend auf dem Bundesinventar der TWW von nationaler Bedeutung (BAFU 2010) für jede Zentralparzelle überprüft, ob sie in diesem Inventar aufgeführt ist. Die Bestimmung der Grösse jedes untersuchten Gebietes erfolgte anhand aktueller Ortho-Luftbilder des Geoinformationssystems des Kantons Aargau (www.ag.ch/agis). Vor Ort wurde zudem die durchschnittliche Neigung der Zentralparzelle mit Hilfe eines Spiegelkompasses (Recta DS 50G) geschätzt.

Veränderung der Landschaft in den Untersuchungsgebieten zwischen 1880 und 2006

Die Untersuchung der Veränderung der Landschaft im Bereich der Untersuchungsgebiete erfolgte anhand eines Vergleichs von historischen und aktuellen Landkar-

ten, wie es z.B. Ewald & Klaus (2010) vorschlagen. Folgende Karten im Massstab 1:25'000 wurden in die Auswertungen miteinbezogen: Siegfriedkarte 1880; Siegfriedkarte 1940; Landeskarte (LK)1940; LK1955; LK1964; LK1970; LK1976; LK1982; LK1988; LK1994; LK2000; LK2006. Als Plattform für den Vergleich diente der Online-Kartenserver des Aargauer Geoportals (www.ag.ch/agis)

Schlupfzeitraum

Im Jahr 2010 konnte in drei Populationen der Nordschweiz und einer in Süddeutschland der Schlupfzeitraum der Larven ermittelt werden. Dazu wurden die vier Gebiete wiederholt aufgesucht und für jedes Eigelege festgehalten, ob bereits ein Schlupf stattgefunden hat und falls ja, welcher Prozentanteil der Larven eines Geleges geschlüpft waren. Der Schlupfzeitraum eines Eigeleges entspricht derjenigen Zeitspanne, die zwischen dem letzten Besuch ohne beobachtetem Schlupf und dem ersten Besuch, zu welchem mehr als 50 % der Larven eines Geleges geschlüpft waren, lag. Die Auswertung des Schlupfzeitraumes erfolgte nur, wenn von einem Gelege gesamthaft mindestens 50 % der Larven schlüpften. Die Dauer zwischen den einzelnen Kontrollbesuchen betrug zwischen 6 und 14 Tagen mit einem Durchschnitt von knapp 10 Tagen.

Um zu eruieren, wie sich die verschiedenen Schnittzeitpunkte der untersuchten Flächen auf theoretisch vorhandene Populationen von *L. coccajus* auswirken würden, wurden die beobachteten Schlupfzeiträume mit den vier Daten 15. Juni, 1. Juli, 15. Juli und 1. August verglichen, welche den frühesten möglichen Schnittzeitpunkten der in der Bestandeserhebung untersuchten Flächen (Tab. 1) entsprechen.

RESULTATE

Bestandeserhebung

Zwischen dem 28. April und dem 26. Mai 2011 konnten 22 ehemalige Vorkommen (Tab. 1 und Abb. 3) je zwei Mal nach fliegenden Imagines abgesucht werden. Der durchschnittliche Zeitaufwand pro Fläche und Begehung betrug 55 Minuten. So konnte eine Fläche von 57 ha (570'000 m^2) abgesucht werden, die Flächengrösse der Untersuchungsorte betrug zwischen 0.3 ha (3'000 m^2) und 20 ha (200'000 m^2) mit einem Mittelwert von 2.6 ha (26'000 m^2).

Insgesamt konnten nur an vier der 22 (18 %) untersuchten Standorten noch fliegende Imagines nachgewiesen werden (Abb. 3). Zwei wiesen über zehn gleichzeitig fliegende Individuen auf (gelb ausgefüllte Kreise in Abb. 3) und zwei weniger als fünf (gelbe, nicht ausgefüllte Kreise). Bei den Zentralparzellen der beiden individuenreichsten Vorkommen handelt es sich um einen lichten Wald (Bz_3) bzw. um eine einschürige Magerwiese (Wi_1), bei den beiden individuenärmeren Gebieten um eine zweischürige Magerwiese (Bz_2) und um eine zweischürige, ungedüngte Fromentalwiese (Bz_1). Das Hauptaktivitätsgebiet der Imagines lag bei allen vier Vorkommen über der jeweiligen Zentralparzelle, es wurden aber immer auch Individuen beobachtet, die angrenzende Räume überflogen.

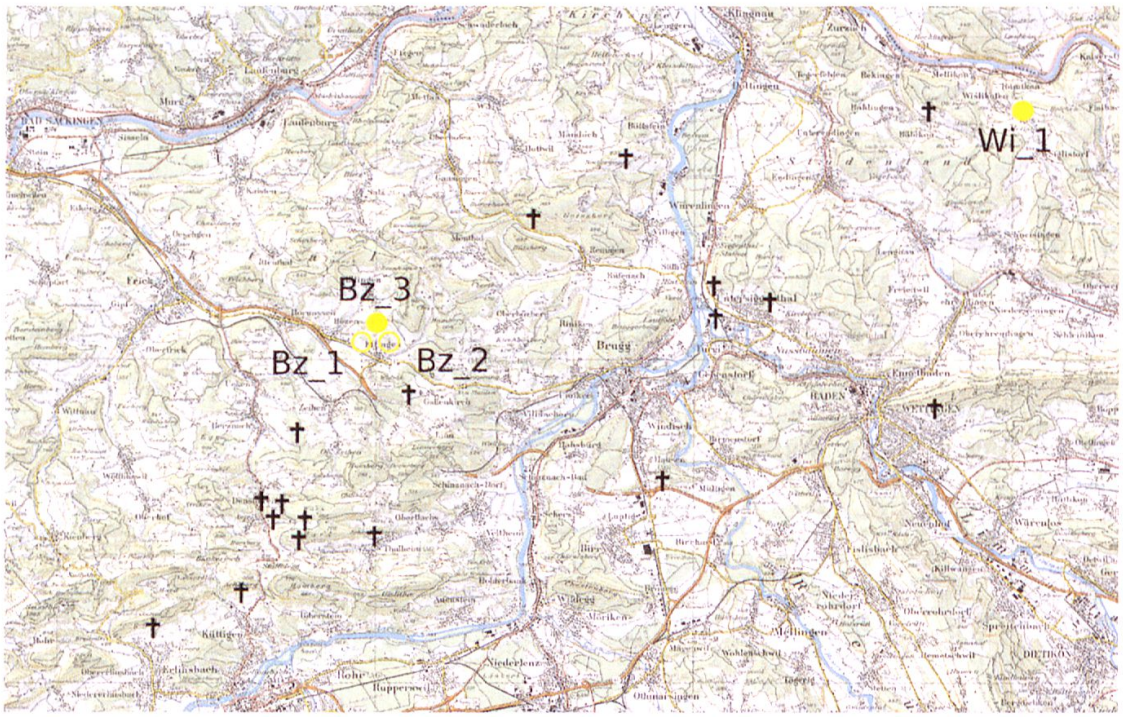

Abb. 3: Verteilung der untersuchten ehemaligen und aktuellen Vorkommen von *L. coccajus* im Kanton Aargau. Schwarze Kreuze markieren Untersuchungsflächen, in welchen *L. coccajus* 2011 nicht mehr nachgewiesen werden konnte, gelb ausgefüllte Kreise Untersuchungsgebiete, in denen 2011 mehr als zehn gleichzeitig fliegende Individuen beobachtet wurden und gelbe nicht ausgefüllte Kreise solche mit weniger als fünf gleichzeitig fliegenden Individuen. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA12039).

Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

17 der 22 untersuchten Zentralparzellen werden landwirtschaftlich genutzt, fünf liegen im Wald und sind als Naturschutzgebiet mit bestehendem Pflegeplan ausgewiesen. Alle Parzellen sind südost- bis südwestexponiert mit einer durchschnittlichen Neigung von 10 bis 30 Grad. Von den 17 Landwirtschaftsparzellen werden zwei als ungedüngte Fromentalwiesen bewirtschaftet (zweischürig, Schnitt nicht vor dem 5. Juni), sechs Parzellen werden als Magerwiese mit zwei Schnitten genutzt, welche frühestens am 15. Juni geschnitten werden und neun Parzellen werden als Magerwiese mit einem Schnitt genutzt. Sechs der neun einschürigen Magerwiesen werden nicht vor dem 1. Juli, zwei nicht vor dem 15. Juli und eine nicht vor dem 1. August gemäht (Tab. 1). Alle landwirtschaftlich genutzten Parzellen werden weder gedüngt noch beweidet.

Von den fünf Waldparzellen sind für vier Bewirtschaftungsverträge abgeschlossen worden, in einem Gebiet erfolgt der Rückschnitt der Krautschicht nicht vor dem 1. August, in einem nicht vor dem 1. September und in zweien nicht vor dem 1. Oktober. In einem Gebiet, einer sehr steilen, spärlich bewachsenen Felshalde, erfolgen keine Pflegemassnahmen in der Krautschicht.

Im Bundesinventar der TWW von nationaler Bedeutung sind 11 der 17 landwirtschaftlich genutzten Parzellen erfasst, ebenso drei Waldobjekte (Tab. 1). Von den vier Standorten, an welchen fliegende Individuen von *L. coccajus* nachgewiesen wurden (Tab. 1, fett), sind drei Zentralparzellen im Bundesinventar der TWW

Tab. 1: Übersicht der 2011 untersuchten ehemaligen und aktuellen Vorkommen von *L. coccajus* im Kanton Aargau und maximale Anzahl der gleichzeitig beobachteten fliegenden Individuen. In der Spalte TWW ist angegeben, ob die Zentralparzelle im Inventar der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung aufgelistet ist. Fett = aktuelle Vorkommen von *L. coccajus*.

Objekt	1. Begehung	Anz. Individuen	2. Begehung	Anz. Individuen	Flächengrösse [ha]	Nutzungsform	frühester Schnittzeitpunkt [1]	TWW
Bö_1	08.05.11	0	23.05.11	0	2.2	1 Schnitt Magerwiese	01. Jul	nein
Bz_1	**01.05.11**	**4**	**22.05.11**	**2**	**4.1**	**Fromentalwiese ungedüngt**	**05. Jun**	**ja**
Bz_2	**01.05.11**	**3**	**26.05.11**	**1**	**0.7**	**2 Schnitt Magerwiese**	**15. Jun**	**ja**
Bz_3	**01.05.11**	**14**	**26.05.11**	**13**	**1.1**	**Vertragliche Pflege Wald**	**01. Okt**	**ja**
De_1	04.05.11	0	23.05.11	0	1	2 Schnitt Magerwiese	15. Jun	ja
De_2	04.05.11	0	23.05.11	0	0.3	2 Schnitt Magerwiese	15. Jun	ja
De_3	04.05.11	0	23.05.11	0	0.9	1 Schnitt Magerwiese	01. Jul	ja
De_4	04.05.11	0	23.05.11	0	1.3	1 Schnitt Magerwiese	15. Jul	nein
Er_1	07.05.11	0	24.05.11	0	0.8	Vertragliche Pflege Wald	01. Aug	ja
Ga_1	08.05.11	0	25.05.11	0	1.2	2 Schnitt Magerwiese	15. Jun	ja
Ha_1	10.05.11	0	25.05.11	0	1.4	2 Schnitt Magerwiese	15. Jun	ja
He_1	05.05.11	0	24.05.11	0	2	Vertragliche Pflege Wald	01. Sep	nein
Kü_1	07.05.11	0	24.05.11	0	5.6	1 Schnitt Magerwiese	01. Jul	ja
Re_1	10.05.11	0	26.05.11	0	2.4	Wald	keine Nutzung	nein
Th_1	07.05.11	0	24.05.11	0	0.4	1 Schnitt Magerwiese	15. Jul	nein
Th_2	07.05.11	0	24.05.11	0	0.8	1 Schnitt Magerwiese	01. Jul	nein
Un_1	09.05.11	0	25.05.11	0	0.3	Vertragliche Pflege Wald	01. Okt	ja
Un_2	09.05.11	0	25.05.11	0	1.1	1 Schnitt Magerwiese	01. Jul	ja
Un_3	09.05.11	0	25.05.11	0	1.7	Fromentalwiese ungedüngt	05. Jun	nein
Vi_1	06.05.11	0	26.05.11	0	20	2 Schnitt Magerwiese	15. Jun	ja
We_1	28.04.11	0	23.05.11	0	6.3	1 Schnitt Magerwiese	01. Aug	ja
Wi_1	**06.05.11**	**5**	**23.05.11**	**18**	**1.6**	**1 Schnitt Magerwiese**	**01. Jul [2]**	**nein**

[1] basierend auf Bewirtschaftungsverträgen (Offenland) bzw. Pflegeplänen (Wald)

[2] Parzelle wird nach Auskunft des Bewirtschafters meist etwa 2 Wochen später geschnitten

von nationaler Bedeutung erfasst. Eine Fläche ist mit lichtem Föhrenwald bestockt, eine wird als ungedüngte, zweischürige Fromentalwiese bewirtschaftet, die andere als zweischürige Magerwiese (Tab. 1). Bei der nicht im TWW erfassten Magerwiese handelt es sich um eine einschürige Magerwiese.

Veränderung der Landschaft in den untersuchten Gebieten zwischen 1880 und 2006

Der kartografische Vergleich ergab, dass sich zehn Untersuchungsgebiete (45 %) im Zeitraum von 1880 bis 2006 nicht oder nur unwesentlich in einer auf Landkarten erkennbaren Art und Weise verändert haben. Weitere Veränderungen wie z.B. eine Intensivierung der Landnutzung, die sich ebenfalls auf Flora und Fauna auswirkt, können nicht ausgeschlossen werden. Zehn Untersuchungsgebiete waren 1880 grösstenteils von Rebbau dominiert. Zwischen 1940 und 1955 verschwand diese Nutzungsform in allen Untersuchungsgebieten fast komplett, nur vereinzelt sind noch kleine Fragmente davon bis heute übriggeblieben, allerdings nie direkt auf einer der Zentralparzellen. Nach dem Verschwinden der Rebberge wurden die Gebiete als offenes Grünland verzeichnet, in welchen danach keine wesentlichen Veränderungen mehr festgestellt wurden. Ein Untersuchungsgebiet (Un_3) war 1880 komplett unbewaldet, zwischen 1945 und 1955 verwaldeten viele umliegende Bereiche, die Zentralparzelle blieb jedoch unbewaldet. Danach konnten keine weiteren Veränderungen festgestellt werden. Ein weiteres Gebiet (De_2), welches heute eine Waldwiese ist, war 1880 noch bewaldet, die Lichtung erschien erstmals 1940 auf einer Karte.

Die Zentralparzelle des Gebietes Bz_3, in welcher 14 gleichzeitig fliegende *L. coccajus*-Individuen nachgewiesen werden konnten, ist seit 1880 als Wald verzeichnet, ab 1970 findet sich im Wald die Signatur eines Abbaugebietes. In diesem Bereich erfolgte eine Abtragung des mergeligen Oberbodens zur Düngung der umliegenden Rebbaugebiete (Bolliger 2009; Wassmer 2009). Dies erklärt auch die heute stellenweise sehr karge Bodenvegetation in diesem Gebiet. Die Parzelle Wi_1, welche das Zentrum der zweiten individuenreichen Population darstellt, wurde von 1880 bis 1940 teilweise als Rebberg genutzt. Nach der Nutzungsaufgabe des Rebberges konnten sich einige Gehölze im Umkreis der Zentralparzelle etablieren, aber erst seit 1994 gelten einige Bereiche als geschlossener Wald. Bis 2006 vergrösserte sich diese Waldfläche, die Zentralparzelle des Gebietes erscheint jedoch auf allen Landkarten als Offenland. In jüngster Vergangenheit fanden in einem Teil des verwaldeten Gebietes unter Initiative von Pro Natura Aargau Auflichtungen statt (Witzig 2012). Die beiden Gebiete, in welchen nur wenige fliegende Individuen nachgewiesen werden konnten, waren zwischen 1880 und 1940 ebenfalls als Rebbaugebiete genutzt worden. Seit Aufgabe dieser Nutzung ist für das Gebiet Bz_1 keine nennenswerte Änderung mehr zu beobachten, während sich oberhalb des Gebietes Bz_2 ein noch heute bestehender Waldabschnitt gebildet hat. Nordöstlich der Zentralparzelle dieses Gebietes, welche als Magerwiese mit einem Schnitt bewirtschaftet wird, findet sich zudem auch ein ausgedehnter Bereich eines lichten Föhrenwaldes, allerdings mit einer im Vergleich zum Gebiet Bz_3 markant dichteren Krautschicht.

Lokalisierung der Eiablagestellen

In drei der vier Untersuchungsgebiete (Bz_2, Bz_3 & Wi_1) konnten im Jahr 2011 Eigelege von *L. coccajus* nachgewiesen werden. Die 16 aufgefundenen Eigelege des Untersuchungsgebietes Bz_3 (lichter Wald) waren über das ganze Untersuchungsgebiet an jeweils sehr gut besonnten Stellen verteilt. In den beiden anderen Untersuchungsgebieten Bz_2 und Wi_1 hingegen befand sich die grosse Mehrheit der Eigelege am unteren Rand des Untersuchungsgebiets in einer steilen Böschung. Im Gebiet Wi_1 konnten in einer rund 250 m^2 grossen Böschung 27 Eigelege gezählt werden. Während im Gebiet Bz_2 keine Eigelege in der Magerwiese oberhalb der Böschung gefunden wurden, konnten im Gebiet Wi_1 zwei Eigelege innerhalb der Magerwiese oberhalb der Böschung nachgewiesen werden. Im Gebiet Bz_1 konnte trotz intensiver Suche kein Eigelege nachgewiesen werden.

Schlupfzeiträume

Insgesamt konnten im Jahr 2010 die Schlupfzeiträume von 67 Eigelegen aus vier verschiedenen Populationen ausgewertet werden; nur bei fünf Eigelegen wurde ein Schlupferfolg von weniger als 50 % beobachtet. Bei 60 Eigelegen (89 %) lag die Schlupfperiode zumindest teilweise innerhalb der Zeit zwischen dem 1. und dem 15. Juli. In Abb. 4 sind die beobachteten Schlupfperioden unter Angabe der Anzahl der im jeweiligen Zeitraum geschlüpften Eigelege dargestellt. Zusätzlich sind vier Zeitpunkte eingezeichnet, welche derzeit vereinbarten frühesten Schnittzeitpunkten der untersuchten Flächen entsprechen.

Bei einem theoretischen Schnitt am 15. Juni wären 96 % der im Jahr 2010 untersuchten Eigelege sicher durch die Mahd entfernt worden. Bei 4 % lag der

Schnittzeitpunkt innerhalb der Schlupfperiode, für diese Eigelege ist keine gesicherte Aussage möglich. Bei einem Schnitt am 1. Juli wären 4 % der Eigelege sicher geschlüpft, 61 % wären sicher vernichtet worden und für den Rest (35 %) ist keine gesicherte Aussage möglich. Ein theoretischer Schnitt am 15. Juli hätte bei 66 % der Eigelege für einen erfolgreichen Schlupf gesorgt, lediglich 4 % wären sicher entfernt worden, für den Rest kann keine gesicherte Aussage gemacht werden. Bei einem Schnitt am 1. August hingegen wären 96 % der Eigelege sicher geschlüpft und nur drei Eigelege (4 %) wären mit Sicherheit entfernt worden.

DISKUSSION

Situation im Kanton Aargau

Die im Jahr 2011 durchgeführte, umfassende Bestandeserhebung aller uns bekannten ehemaligen Vorkommen von *L. coccajus* im Kanton Aargau hat die Befunde von Fischer (2009) weitgehend bestätigt. Es konnten ebenfalls nur vier gesicherte Vorkommen im Kanton Aargau festgestellt werden. Im Vergleich mit der Erhebung von Fischer (2009) konnte ein weiteres Vorkommen nachgewiesen werden (Bz_2), während ein von ihm beobachtetes Vorkommen nicht mehr bestätigt werden konnte (Re_1). In Anbetracht der Tatsache, dass vermutlich nicht alle historischen Vorkommen bekannt sind und wir dennoch von 22 Standorten nur vier rezente Populationen nachweisen konnten, ist offensichtlich, dass in den letzten Jahrzehnten ein massiver Rückgang der Art auf dem Kantonsgebiet stattgefunden hat. Für die Gebiete Rheingau und Mittelrhein (D) wurde von Niehuis (2006) ebenfalls ein Bestandesrückgang festgehalten. Wir gehen davon aus, dass auch in den übrigen Bereichen nördlich der Alpen die Art aufgrund der Intensivierung der Landwirtschaft eher rückläufig ist. Ein Trend, der auch für andere Insektenarten mit ähnlichen Habitatansprüchen dokumentiert wurde. Für die Tagfalterarten *Melitaea didyma* (Esper, 1777) und *Polyommatus coridon* (Poda, 1761), Arten mit sehr ähnlichen Habitatansprüchen wie *L. coccajus* (SNB 1994), wurde in der Roten Liste der Schweiz ein Rückgang im Mittelland und im Jura festgehalten (Gonseth 1994), während *Pseudophilotes baton* (Bergsträsser, 1779) und *Melitaea phoebe* (Denis & Schiffermüller, 1775) von Gonseth (1994) als in der Nordschweiz verschwunden eingestuft wurden. Für *M. phoebe* sind in der Datenbank des CSCF (Centre Suisse de Cartographie de la Faune, www.cscf.ch) noch vereinzelte rezente Vorkommen (Nachweis später als 2000) an der Alpennordflanke sowie ein Nachweis aus dem Mittelland (Gemeinde Zell, ZH) verzeichnet (Stand 9.11.2012). Die Tagfalterart *Polyommatus damon* (Denis & Schiffermüller, 1775), die auf südwestexponierte Halbtrockenrasen mit lückiger Vegetationsstruktur angewiesen ist (Weidemann 1995; Settele *et al.* 1999), ging in Deutschland sehr stark zurück und ist vielerorts ausgestorben (Nässig *et al.* 2004). Auch die Heuschreckenart *Psophus stridulus* (Linnaeus, 1758), die nach Weibart & Fischer (2006) in der Fränkischen Schweiz lückige, warmtrockene Kalkmagerrasen bevorzugt, ist bereits vielerorts in Deutschland ausgestorben (Horstkotte *et al.* 1991) und wird in der Roten Liste der Heuschrecken der Schweiz (Monnerat *et al.* 2007) als verletzlich eingestuft. In der Datenbank des CSCF (Stand 20.1.2012) sind noch vereinzelte rezente Vorkommen im Jura und im Kanton Schaffhausen sowie im Toggenburg und entlang der Alpennordflanke verzeichnet, im grössten Teil des Mittellandes fehlt die Art jedoch. Alle

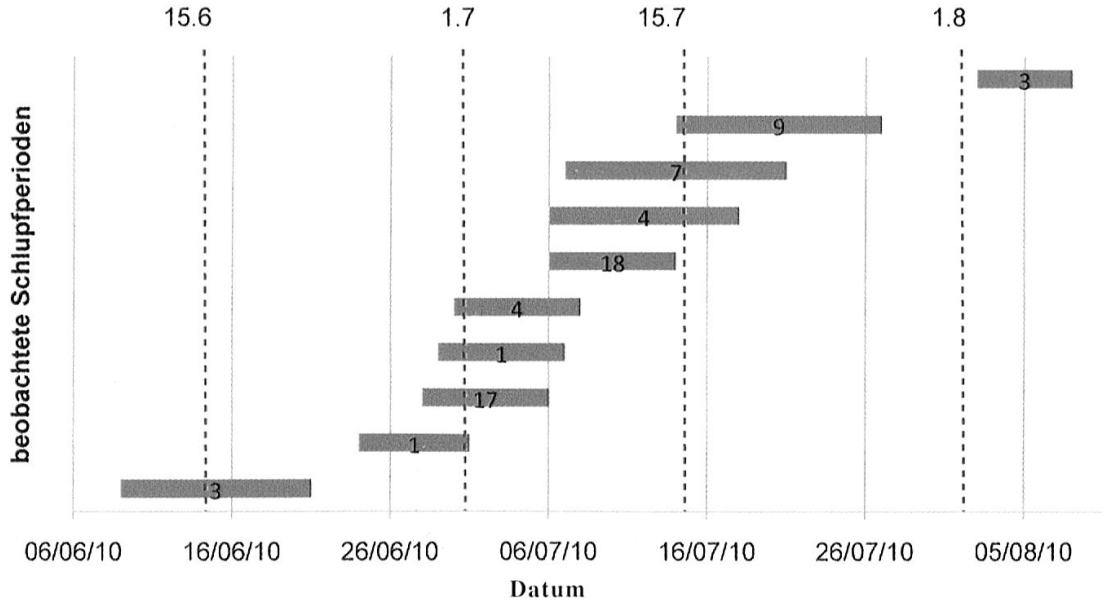

Abb. 4: Darstellung der im Jahr 2010 beobachteten Schlupfperioden. Die Zahl in den Balken gibt an, wie viele Eigelege in diesem Zeitraum geschlüpft sind. Die roten vertikalen Striche kennzeichnen verschiedene Schnittzeitpunkte.

diese Arten gehören ebenso wie *L. coccajus* zu den faunistischen Zielarten des TWW-Inventars (Masé *et al.* 2008).

Obschon verschiedene Faktoren zum Rückgang einer Art beitragen können (z.B. Purvis *et al.* 2000), ist es sehr wahrscheinlich, dass die Intensivierung der Landwirtschaft und der damit verbundene Lebensraumverlust massgeblich am Rückgang dieser Arten im Kanton Aargau beteiligt ist. (SBN 1994; Bauer *et al.* 2006; Lachat *et al.* 2010). Nach Niehuis (2006) stellt im Gebiet Rheinland-Pfalz nebst der Nutzungsintensivierung auch die Nutzungsaufgabe bzw. die daraus resultierende Sukzession eine Bedrohung der Vorkommen des Libellen-Schmetterlingshaftes dar. Auch in Oberösterreich sind diese Prozesse nach Weißmair (2004) eine Bedrohung für die dort vorkommenden östlichen Schmetterlingshafte *Libelloides macaronius* (Scopoli 1763). In der Schweiz stellt die Nutzungsaufgabe vermutlich eher für Populationen der Bergregionen Wallis und Graubünden eine Bedrohung dar, wo in Grenzertragslagen die Nutzung häufig aufgegeben wird (Stöcklin *et al.* 2007).

Aufgrund der Anzahl beobachteter fliegender Individuen und den in den Untersuchungsgebieten aufgefundenen Eigelegen kann davon ausgegangen werden, dass im Jahr 2011 die Populationen Wi_1 und Bz_3 deutlich grösser waren als die beiden anderen Populationen Bz_1 & Bz_2. Wolf (2004) hat während neun Jahren die Anzahl Eigelege von fünf Populationen in Bayern erfasst und dabei im Schnitt 21 Gelege pro Population gefunden, allerdings mit grossen jährlichen Schwankungen. Der Maximalwert gefundener Eigelege in einer Population betrug 146, wobei im darauffolgenden Jahr in derselben Population nur noch 46 Eigelege gefunden wurden. Wolf (2004) führt diese interannuellen Schwankungen hauptsächlich auf veränderte klimatische Umweltbedingungen der verschiedenen Jahre zurück. Inwiefern die von verschiedenen Autoren vermutete zweijährige Entwicklungsdauer der

Larven von *L. coccajus* (Egglin 1940; Aspöck *et al.* 1980a; Gonseth 1991; Fetz 1999; Wolf 2004) mit diesen Abundanzschwankungen zusammenhängt, ist noch nicht abschliessend geklärt. Derartige interannuelle Abundanzschwankungen sind auch von vielen Tagfalterarten bekannt (z.B. Settele *et al.* 1999; Brunzel *et al.* 2008), wobei sie jeweils nicht für alle Arten identisch sind (Settele *et al.* 1999). Während Brunzel *et al.* (2008) annehmen, dass verschiedene Ausbreitungsprozesse einen Einfluss auf solche Abundanzschwankungen haben können, gehen Settele *et al.* (1999) davon aus, dass jährliche Witterungsunterschiede bei diesen Phänomenen einen entscheidenden Einfluss haben.

Mit 16 bzw. 27 gefundenen Eigelegen liegen die beiden individuenstarken Populationen des Kantons Aargau etwa im Durchschnitt der von Wolf (2004) untersuchten Populationen. Bei den beiden anderen Populationen, die beide nur wenige fliegende Individuen und keine bzw. nur zwei Eigelege aufwiesen, dürfte es sich hingegen um sehr kleine und fragile Bestände handeln. Aufgrund der räumlichen Nähe zur Population Bz_3 schliessen wir klimatische Unterschiede als Hauptursache für die geringe Populationsgrösse der beiden Populationen Bz_1 & Bz_2 aus. Ob durch ihre geringe Entfernung zur Population Bz_3 (< 600 m) auch ein Austausch zwischen diesen drei Vorkommen stattfindet, konnte nicht untersucht werden. Eigene Beobachtungen aus dem Kanton Zürich sowie Angaben von Niehuis (2006) und Fischer (2009) deuten allerdings darauf hin, dass eine Ausbreitung der Art über mehrere Kilometer möglich ist. Im Kanton Zürich beispielsweise wurden im Umkreis von rund 5 km um eine bestehende, grosse Population zwischen 2001 und 2005 sieben neue Fundmeldungen von *L. coccajus* verzeichnet. Dabei handelt es sich wahrscheinlich um Individuen, die aus der bekannten Population stammen. Ob es sich dabei lediglich um einzelne streunende Individuen handelt, oder ob sich neue Populationen etablieren konnten, ist derzeit nicht bekannt. Diese Beobachtungen deuten jedenfalls darauf hin, dass ein Kontakt zwischen den drei räumlich nahen Vorkommen im Aargau (Bz_1, Bz_2 & Bz_3) möglich ist. Wir nehmen an, dass diese Teilpopulationen gut mit dem Metapopulationsmodell erklärt werden können, wobei das individuenreiche Vorkommen Bz_3 wohl eine «source population» im Sinn von Harrison (1991) darstellt. Diese «source population» dürfte von verschiedenen, durch den Kanton Aargau initiierten Fördermassnahmen profitiert haben (Auslichtung des Föhrenwaldes, Bodenabschürfungen). Die beiden kleinen Teilpopulationen hingegen sind eher als «sink populations» anzusehen, die möglicherweise von abwandernden Individuen aus der Kernpopulation gespeist werden. Ob die beiden vermeintlichen «sink populations» langfristig selbständig überlebensfähig sind oder ob sie auf sporadische Zuläufe bzw. Wiederbesiedlungen aus der Kernpopulation durch streunende Individuen angewiesen sind, ist unklar. Auf jeden Fall sind sie durch ihre sehr geringe Populationsgrösse von einer grösseren Aussterbewahrscheinlichkeit bedroht als die beiden individuenreichen Vorkommen.

Ob die von Fischer (2009) noch beobachtete, von uns aber nicht mehr nachgewiesene Population Re_1 heute ausgestorben ist, konnte nicht abschliessend geklärt werden. Fischer (2009) hatte in Re_1 mit maximal drei Individuen ein sehr kleines Vorkommen nachgewiesen. Aufgrund der Tatsache, dass die Fläche vollständig von Wald umgeben ist und somit als sehr isoliert angesehen werden muss, ist von einer grossen lokalen Aussterbewahrscheinlichkeit auszugehen (Primack 1995; Townsend *et al.* 2003). Es liegen jedoch, wie bereits erwähnt, keine ge-

sicherten Informationen über die Ausbreitungsfähigkeit der Art vor. Wegen der potenziell grossen Abundanzschwankungen (Wolf 2004) sollte dieses Gebiet in den nächsten Jahren weiterhin regelmässig auf ein Vorkommen von *L. coccajus* untersucht werden, zumal das Gebiet nach unserer Einschätzung viele geeignete Eiablagehabitate aufweist und keinerlei anthropogenem Nutzungsdruck unterliegt. Nach Bolliger (2012) hat die in diesem Gebiet sehr grosse Population Gämsen die Vegetation in den letzten Jahren nachhaltig verändert, inwiefern sich dies negativ auf die Verfügbarkeit von Eiablageplätzen für *L. coccajus* ausgewirkt hat, ist schwierig abzuschätzen.

Insgesamt kann derzeit von zwei rund 20 km voneinander entfernten Verbreitungszentren von *L. coccajus* im Kanton Aargau ausgegangen werden, wovon eines im Gebiet der Gemeinde Bözen (Bz_1, Bz_2 & Bz_3) liegt und das zweite in der Gemeinde Wislikofen (Wi_1). Während sich im Umkreis von mindestens 10 km um die Gemeinde Bözen keine den Autoren bekannte Population von *L. coccajus* befindet, sind uns im Umkreis von rund 10 km um die Gemeinde Wislikofen vereinzelte weitere Vorkommen von *L. coccajus* bekannt, genauere Angaben zu deren Grösse, Stabilität usw. sind jedoch nach unserem Wissen nicht vorhanden. Da exakte Daten zu der Ausbreitungsfähigkeit von *L. coccajus* fehlen, sind Aussagen bezüglich einer möglichen Vernetzung der Populationen sehr schwierig. Grundsätzlich muss aber davon ausgegangen werden, dass der Individuenaustausch mit anderen Populationen, falls er überhaupt stattfindet, eher gering ist. Studien über das Ausbreitungspotenzial von *L. coccajus* und inwiefern Vernetzungskorridore dabei förderlich sein könnten (Öckinger & Smith 2008), wären wichtig, um weitere Fördermassnahmen zu definieren.

Es besteht die Möglichkeit, dass sich durch die vermutete zweijährige Entwicklung der Larven in einer Population zwei zeitliche Teilpopulationen gebildet haben (Fetz 1999). Dies könnte theoretisch in isolierten Populationen, unter der Annahme einer strikt zweijährigen Larvalentwicklung, zum Aussterben einer zeitlichen Teilpopulation (z.B. derjenigen der ungeraden Jahre) führen. Wir erachten die Wahrscheinlichkeit des Bestehens solcher zeitlich komplett isolierten Teilpopulationen jedoch als gering. Einerseits kann davon ausgegangen werden, dass die negativen Faktoren, die zum lokalen Aussterben der Populationen führten (z.B. früher Schnittzeitpunkt, Lebensraumverlust usw.) über einen längeren Zeitraum angedauert haben und sich somit auf beide allenfalls vorhandenen zeitlichen Teilpopulationen auswirkten. Zudem weisen verschiedene Insekten eine nur fakultativ zweijährige Entwicklungsdauer der Larven auf (z.B. Nachtfalter: SNB 1997; Heuschrecken: Baur *et al.* 2006). In diesem Fall können nebst einjährigen auch mehrjährige Larvalentwicklungen vorkommen, was zu einer Neugründung der erloschenen zeitlichen Teilpopulation führen kann. Inwiefern dies auch für die Entwicklung von *L. coccajus* zutrifft, ist nicht bekannt, allerdings stellt auch Niehuis (2006) eine strikte zweijährige Entwicklung des Libellen-Schmetterlingshaftes in Frage. Um ein Vorkommen solcher zeitlich isolierten Teilpopulationen dennoch auszuschliessen, sollte bei einer weiteren Bestandeserhebung im Kanton Aargau darauf geachtet werden, dass diese in einem Jahr mit gerader Jahreszahl durchgeführt wird.

Veränderung der Landschaft in den untersuchten Gebieten zwischen 1880 und 2006

Die prägendste Veränderung, die anhand des kartografischen Vergleichs festgestellt wurde, war das Verschwinden der Rebbaugebiete in zehn der 22 Untersuchungsgebiete. Diese Beobachtung deckt sich mit der Aussage von Ewald & Klaus (2010), wonach die aargauische Rebfläche zwischen 1881 und 1940 um rund 85 % von 2'681 ha auf 360 ha zurückging. Auch Fetz (1999) führt aus, dass die von ihm untersuchten Vorkommen von *L. coccajus* im Taubertal (D) in einem Gebiet angesiedelt sind, welches bis etwa zu Beginn des 20. Jahrhunderts als Rebbaugebiet genutzt und erst danach in die heute vorherrschenden Magerwiesen überführt wurde. Ob *L. coccajus* tatsächlich Rebberge als Habitat genutzt hat oder ob er jeweils erst nach der Nutzungsänderung bzw. der Umwandlung in Wiesland in diese Flächen eingewandert ist, konnte nicht geklärt werden. Ebenso fraglich ist, ob diese Nutzungsänderung in direktem Zusammenhang mit dem Verschwinden von *L. coccajus* aus diesen Flächen steht. Dagegen spricht, dass drei der vier aktuellen Vorkommen im Kanton Aargau an ehemaligen Rebberg-Standorten liegen, die heute als extensives Grünland genutzt werden. Wahrscheinlich ist eine Nutzungsänderung von einem Rebbaugebiet zu Wiesland nicht per se eine Ursache für das Verschwinden der Art, sofern die Flächen danach extensiv genutzt werden. Das gehäufte Vorkommen ehemaliger Populationen von *L. coccajus* in unmittelbarer Umgebung von Rebflächen ist vielmehr ein Hinweis auf die Wärmebedürftigkeit dieser Art in unseren Breitengraden. Dies wird auch dadurch verdeutlicht, dass alle untersuchten Standorte südwest- bis südostexponiert sind und dass 64 % der Untersuchungsflächen im TWW-Inventar aufgeführt sind.

Positiv zu bewerten ist die Tatsache, dass keine der beurteilten Zentralparzellen zwischen 1880 und 2006 überbaut worden und nur eine teilweise verwaldet ist. Somit hat nur ein sehr geringer permanenter Lebensraumverlust stattgefunden. Allerdings können bei einem solchen kartografischen Vergleich keine Aussagen über Änderungen der Nutzungsintensität einer Fläche gemacht werden, welche zu einem Qualitätsverlust der Flächen führen können. Zudem sind die meisten der extensiv genutzten Parzellen von intensiv genutztem Landwirtschaftsland bzw. Wirtschaftswald umgeben und dadurch bis zu einem gewissen Grad isoliert. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass *L. coccajus* auch über intensiven Kulturen (z.B. Mais, Raps) jagt, teilweise sogar sehr intensiv (Müller *et al.* 2012b). Dies entspricht auch den Ausführungen von Delarze *et al.* (2008), wonach Fettwiesen für viele räuberische Insektenarten ergiebige Jagdgründe darstellen können. Als Eiablagehabitate sind solche intensiv genutzten Parzellen jedoch mit Sicherheit ungeeignet. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Veränderung der Landschaft seit 1880 höchstens zu einem geringen Verlust an Offenlandfläche geführt hat. Über einen Lebensraumverlust wie er von Lachat *et al.* (2010) bezüglich der TWW geschildert wurde bzw. eine Verinselung durch die Intensivierung der Landwirtschaft kann mit der angewendeten Methode keine Aussage gemacht werden, weshalb das Bild des kartografischen Vergleiches wohl eher zu positiv ausfällt.

Einfluss der Bewirtschaftung

Der Vergleich der Schlupfzeiträume von 67 Eigelegen aus vier Populationen, von denen drei ausserhalb des Kantons Aargau, jedoch innerhalb eines Umkreises von rund 25 km lagen, hat eindrücklich gezeigt, wie wichtig eine angepasste Bewirt-

schaftungsform an den Eiablagestandorten für das Überleben von *L. coccajus* ist. Bei einer theoretischen Nutzung am 1. August, wie sie von Fetz (1999) auch für die 200 km nördlich gelegenen Vorkommen in Süddeutschland vorgeschlagen wurde, wären die Larven aus 96 % der Eier sicher geschlüpft und nur drei Eigelege (4 %) wären durch die Mahd vernichtet worden. Da *L. coccajus* seine Eigelege in einer Höhe von 10–30 cm (Fetz 1999, Müller *et al.* 2012a) über der Bodenoberfläche ablegt, ist auch bei einer Schnitthöhe von 10 cm, welche oft für eine ökologische Mahd gefordert wird (Bosshard *et al.* 2002; Humbert *et al.* 2009, Dipner *et al.* 2010), eine Schädigung des Eigeleges nahezu unvermeidbar, wenn die Larven zum Zeitpunkt der Mahd noch nicht geschlüpft sind, da sie entweder mechanisch beschädigt oder mit dem Mähgut abgeführt werden.

Da die Eigelege in der vorliegenden Arbeit nicht jeden Tag auf einen möglichen Schlupf beurteilt werden konnten, ergab sich eine gewisse methodische Unschärfe, zumal unsere eigenen Beobachtungen wie auch diejenigen von Fetz (1999) darauf hindeuten, dass der grösste Teil der Larven eines Geleges am selben Tag schlüpfen. Wenn der theoretische Schnittzeitpunkt und die Schlupfperiode überlappen, lässt dies keine schlüssigen Aussagen zu, da eine theoretische Möglichkeit besteht, dass der Schlupf aller Eigelege dieses Zeitraumes am ersten bzw. am letzten Tag der Schlupfperiode erfolgte. Wir erachten jedoch eine Verteilung der Schlupfereignisse über den gesamten Zeitraum als wahrscheinlicher, womit die Schadwirkung der Mahd geringer wird, je später in der Schlupfperiode sie erfolgt. Insbesondere die Auswirkung einer Verschiebung des Schnittzeitpunktes vom 15. Juli auf den 1. August ist nicht abschliessend beurteilbar. Wie Abb. 4 zeigt, wurde für 60 Eigelege (89 %) festgestellt, dass der Schlupf in der Zeit zwischen dem 1. und dem 15. Juli erfolgt sein könnte. Da der genaue Schlupfzeitpunkt nicht bekannt ist, können auch keine abschliessenden Angaben zur möglichen Schadwirkung einer theoretischen Mahd am 15. Juli gemacht werden. Andererseits zeigt sich, dass mit einer Mahd am 1. August der grösste Teil der Schadwirkung auf die Eigelege mit Sicherheit reduziert werden kann. Wir empfehlen deshalb den 1. August als frühesten Schnittpunkt in Eiablagehabitaten von *L. coccajus*, auch mit dem Verweis auf die Phänologie des Jahres 2010. Gesamthaft wird das Jahr 2010 phänologisch als normal betrachtet (Defila 2011) mit einem tendenziell späten Frühling und einem leicht verfrühten Sommer. Aufgrund der hohen Wärmeabhängigkeit der Art kann davon ausgegangen werden, dass in phänologisch späten Jahren auch der Schlupf von *L. coccajus* verspätet erfolgt. Diesem Umstand wird mit einer Mahd ab 1. August Rechnung getragen.

Basierend auf unseren Ergebnissen zum Schlupfzeitpunkt war es nicht erstaunlich, dass die Wiesen der beiden individuenstarken Populationen später gemäht wurden als diejenigen der beiden individuenschwachen Vorkommen. Überraschend war hingegen die Tatsache, dass die Eigelege der im Jahr 2011 individuenstärksten Population Wi_1 auf einer Parzelle mit Schnittzeitpunkt 1. Juli gefunden wurden. Eine Rücksprache mit dem Bewirtschafter ergab jedoch, dass die Parzelle meist etwas später (ca. 2 Wochen) gemäht wird und zudem bei jeder Mahd 15–20 % der Fläche aufgrund einer vertraglichen Vereinbarung ungemäht verbleibt. Aufgrund unserer Auswertung der Schlupfzeitpunkte ist davon auszugehen, dass auch in diesem Vorkommen jährlich ein Teil der Eigelege abgeführt worden ist und auch diese Population von einem späteren Schnittzeitpunkt profitieren würde.

Vergleicht man die Schnittzeitpunkte der restlichen 18 Parzellen, auf denen keine rezenten Vorkommen von *L. coccajus* nachgewiesen werden konnten (Tab. 1) mit den Schlupfzeitpunkten von 2010 (Abb. 3), ist ersichtlich, dass bei der derzeitigen Nutzungsform lediglich auf fünf Parzellen nur eine geringe Beeinträchtigung durch die Mahd bestehen würde. Dabei handelt es sich um vier Waldparzellen und um eine einschürige Magerwiese. Auf den anderen 13 Parzellen würde durch die Bewirtschaftung ein Teil der jährlich neu produzierten Eigelege vernichtet und die Population somit kontinuierlich geschwächt. Wir gehen davon aus, dass dies, nebst dem Habitatverlust, einer der Hauptgründe für den Rückgang von *L. coccajus* im Kanton Aargau ist. Zudem wird dadurch eine allfällige natürliche Wiederbesiedlung dieser Flächen enorm erschwert.

Lokalisierung der Eigelege

In der Untersuchungsfläche Bz_3, einem lichten Föhrenwald, war die Eiablage offensichtlich durch das Lichtangebot bestimmt. Die Eigelege wurden ausschliesslich an Stellen gefunden, die im Tagesverlauf wenig bis gar nicht von umliegenden Gehölzen beschattet wurden. Dies deckt sich mit den Angaben von Wolf (2005), wonach *L. coccajus* die Eiablagestellen so auswählt, dass die Eigelege im Tagesverlauf möglichst viel Sonneneinstrahlung erhalten. Die potentielle Beschattung durch die krautige Vegetation in unmittelbarer Umgebung des Eigeleges hingegen hat anscheinend keinen Einfluss auf die Auswahl der Eiablagestelle (Müller *et al.* 2012a). Die Beobachtungen von Wolf (2005) bezüglich der Lage der Eigelege im Relief konnten wir nicht bestätigen. Wolf (2005) beschreibt, dass die Eigelege hauptsächlich im obersten Hangabschnitt abgelegt werden, und zwar in Bereichen, die weniger steil sind als ihre Umgebung. Dagegen fanden wir in den beiden Flächen Bz_2 und Wi_1 die überwiegende Mehrheit der Eigelege im steilsten Teil der untersuchten Fläche, einer steilen Böschung, die jeweils den unteren Abschluss der Parzelle gegen einen Landwirtschaftsweg hin bildete. Im Gebiet Bz_3, welches keine eigentliche Hanglage darstellt, sondern vielmehr eine Abfolge von unterschiedlich grossen und steilen Mulden und weniger geneigten Flächen, war eine diesbezügliche Beurteilung der Eigelege wenig sinnvoll. Aufgrund unserer Resultate gehen wir davon aus, dass die Lage im Relief für die Eiablage von eher untergeordneter Bedeutung ist, vielmehr scheint für die Auswahl der Eiablagestelle insbesondere (i) eine günstige Vegetationsstruktur (Müller *et al.* 2012a) sowie (ii) eine im Tagesverlauf möglichst geringe Beschattung durch umliegende Gehölze entscheidend zu sein.

Fazit für den Artenschutz

Die aktuelle Situation von *L. coccajus* im Kanton Aargau ist besorgniserregend. Von den 22 ehemaligen Vorkommen (Angaben von 1945 bis 2009) konnten 2011 nur vier bestätigt werden, wobei zwei Populationen als sehr klein bzw. als Subpopulationen eingestuft werden müssen. Wenn diese Art im Aargau langfristig überleben soll, muss es gelingen, die bestehenden Populationen zu erhalten und langfristig gesehen das Verbreitungsgebiet wieder auszudehnen. Dies würde die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass nach Zufallsereignissen, die zum Erlöschen lokaler Populationen oder Teilpopulationen führen können, die geeigneten Habitate wieder neu besiedelt werden. Das vermutete Vorhandensein einer Metapopulationsstruktur

in der Gemeinde Bözen sowie die verschiedenen Neufunde von *L. coccajus* um eine bestehende Population im Kanton Zürich (Fischer 2009) sowie die Angaben von Niehuis (2006) lassen darauf schliessen, dass die Art durchaus in der Lage ist, neue geeignete Habitate zu besiedeln. Im Kanton Aargau sind momentan total 115 TWW Objekte erfasst, die sich zumindest teilweise als potenzielle Habitate eignen würden. Aus Glattfelden (ZH) ist zudem auch eine Population bekannt, die zur Eiablage eine Autobahnböschung nutzt. Dies zeigt, dass nebst landwirtschaftlich genutzten Trockenwiesen auch weitere anthropogene Lebensräume besiedelt werden können. Es ist auch denkbar, dass andere Lebensräume wie nicht mehr genutzte Steinbrüche und Kiesgruben wertvolle Sekundärhabitate für den Libellen-Schmetterlingshaft darstellen könnten. Im Kanton Zürich wurden erste positive Erfahrungen mit der aktiven Neuansiedlung von *L. coccajus* in einem ehemaligen Kiesabbaugebiet gemacht (Keel 2011). Die derzeit laufende Erfolgskontrolle dieser Massnahme wird zeigen, ob sich eine eigenständige Population etablieren kann. Eine gezielte aktive Neuansiedlung in gut geeigneten Habitaten könnte der Art helfen, neue Lebensräume zu besiedeln, allerdings müssen aufgrund der Seltenheit der Art solche Projekte sehr sorgfältig geplant werden und mit einem langfristigen Monitoring überwacht werden, um deren Erfolg zu überprüfen.

Wir gehen im Kanton Aargau nicht von einem eigentlichen Mangel an potenziellen Habitaten aus, fraglich ist jedoch, ob eine natürliche Neubesiedlung bei den derzeitigen Distanzen zwischen den verbliebenen vitalen Vorkommen möglich ist und ob die derzeitige landwirtschaftliche Nutzung der potenziellen Habitate eine Neubesiedlung überhaupt zulässt.

Wie sich gezeigt hat, wäre die derzeit einfachste und zugleich wahrscheinlich wirkungsvollste Massnahme zur Förderung von *L. coccajus* eine Verschiebung des Schnittzeitpunktes in Eiablagehabitaten auf den 1. August. Ein früherer Schnittzeitpunkt in Eiablagehabitaten führt zum jährlichen Entfernen eines Teiles der abgelegten Eigelege, was eine kontinuierliche Schwächung der Population darstellt. Wir empfehlen deshalb zur Förderung von *L. coccajus* den frühesten Schnittzeitpunkt in denjenigen Bereichen, in denen die Eigelege regelmässig gefunden werden auf den 1. August oder später zu verschieben. Zudem sollte dieser Schnittzeitpunkt auch in anderen geeigneten Habitaten (z.B. TWW-Objekte, magere, lückige Halbtrockenrasen, sehr lichte Wälder) in der Umgebung von bestehenden Vorkommen angewendet werden, um eine natürliche Ausbreitung der Art zu ermöglichen. Dies deckt sich mit den Empfehlungen von Fetz (1999) für die Förderung von *L. coccajus* im Taubertal, einem Gebiet rund 200 km nördlich des Kantons Aargau. Auch Weißmair (2004) schlägt vor, Wiesen in den Ennstaler Voralpen (Oberösterreich), die vom östlichen Schmetterlingshaft *L. macaronius* als Eiablagehabitat genutzt werden, nicht vor Ende Juli zu mähen. Diese Empfehlungen stehen ebenfalls im Einklang mit den Erkenntnissen von Diacon *et al.* (2011). Um das ökologische Potenzial von Trockenwiesen langfristig zu erhalten, schlagen diese Autoren vor, einen ersten Schnitt in Trockenwiesen frühestens Mitte Juli durchzuführen. Die Lepidopterologen-Arbeitsgruppe hingegen schlägt zum Schutz der Tagfalter der Trockenwiesen ein abschnittweises Mähen von Trockenwiesen vor, wobei die Mahd möglichst spät (Oktober bis November) erfolgen soll (SNB 1994).

Bei einer Verlegung des Schnittzeitpunktes ist zu beachten, dass wüchsige oder stark vergraste Standorte durch ihre vergleichsweise dichtere Vegetationsstruktur nur bedingt als Eiablagehabitat geeignet sind und eine späte Mahd das Ver

grasen der Parzelle weiter begünstigen würde, was sich negativ auf die Biodiversität auswirkt (Schmid *et al.* 2007). Dies trifft von den untersuchten Gebieten am ehesten für diejenigen Parzellen mit einer zweischürigen Nutzung zu, wie beispielsweise der Zentralparzelle des Gebietes Bz_3. Da in diesem Bereich auch keine Eigelege gefunden wurden, sollte zuerst eruiert werden, ob und falls ja, in welchen Bereichen eine Eiablage stattfindet oder ob eine Möglichkeit besteht, durch Aushagerung der Fläche die Habitatqualität als Eiablagefläche zu steigern. Zudem muss der Schnittzeitpunkt nicht zwingend für eine ganze Parzelle angepasst werden. Da die Eiablage teilweise auf räumlich begrenzte Bereiche konzentriert ist (z.B. Wi_1, Bz_2), könnte der spätere Schnittzeitpunkt auch nur für einen solchen Bereich festgelegt werden, falls eine Verschiebung des Schnittzeitpunktes der ganzen Fläche Zielkonflikte mit sich bringen würde. Eine weitere Möglichkeit, die Vegetationsstruktur günstig zu beeinflussen, wäre eine gelegentliche Beweidung, da dies zu einer Schwächung der hochwachsenden Arten (Schmid 2007) und somit zu einer weniger dichten Struktur in Höhe der Eigelege, d.h. etwa 20 cm über Boden, führt. Dass extensive Trockenweiden als Eiablagehabitate für *L. coccajus* geeignet sind, zeigen verschiedene Vorkommen im Wallis. Dabei müsste jedoch durch ein angepasstes Beweidungsregime eine Schädigung der Eigelege durch die Weidetiere vermieden werden. Zudem müssen solche Nutzungsänderungen immer auch aus vegetationskundlicher Sicht überprüft werden (Lanta *et al.* 2009).

Eine weitere Möglichkeit zur Förderung von *L. coccajus* stellt das Entbuschen von eingewachsenen, potenziell geeigneten Eiablagehabitaten z.B. Trockenwiesen, dar. Diese Massnahme wurde auch von Fetz (1999) vorgeschlagen, umgesetzt und dokumentiert. Mittels Entbuschungen von Trockenwiesen können wertvolle Eiablagehabitate geschaffen und gleichzeitig die lokale Biodiversität gefördert werden (Barbaro *et al.* 2001; Maag *et al.* 2001; Diacon *et al.* 2011). Die Untersuchungen von Müller *et al.* (2012b) weisen darauf hin, dass *L. coccajus* windberuhigte Bereiche bevorzugt. Dies sollte auch bei entsprechenden Entbuschungen berücksichtigt werden, beispielsweise durch das Stehenlassen von Sträuchern und Gehölzen in den dem Wind zugewandten Bereichen. Zudem sollten lichte Wälder wie z.B im Gebiet Bz_3 so gepflegt werden, dass möglichst viele Bereiche gut besonnt und trotzdem windgeschützt sind, um genügend geeignete Eiablagehabitate zur Verfügung zu stellen.

Folgerungen

Unsere Arbeit hat einerseits einen klaren Massnahmenbedarf zur Erhaltung dieser attraktiven Art im Kanton Aargau aufgezeigt, andererseits aber auch verdeutlicht, dass mit einer relativ einfachen Massnahme, einer angepassten Nutzungsform, bereits ein erster wichtiger Schritt zur Förderung unternommen werden könnte. Im Rahmen eines Förderprojektes sollte für die derzeit genutzten Eiablagehabitate eine früheste Mahd am 1. August festgelegt und zudem eruiert werden, ob in der näheren Umgebung weitere potenziell geeignete Eiablagehabitate (z.B. TWW-Objekte, trockene Magerwiesen, stillgelegte Abbaugebiete usw.) vorhanden sind. Durch eine Anpassung des Schnittzeitpunktes auf zusätzlichen, gut zur Eiablage geeigneten Parzellen, könnten die Voraussetzungen für eine natürliche Ausbreitung der Art deutlich verbessert werden. Eine derartige Anpassung des Schnitttermins einzelner Parzellen führt zudem kleinräumig (z.B. innerhalb einer Gemeinde) zu einer Staf-

felung der Nutzung, was von vielen Autoren als besonders günstig für die Biodiversität erachtet wird (Walter *et al.* 2007; Dipner *et al.* 2010; Diacon *et al.* 2011). Als Ergänzung dazu sollte die Anzahl Eigelege der vorhandenen Vorkommen jährlich erfasst werden, da dies am ehesten einen Rückschluss auf die Grösse der Population zulässt (Fetz 1999).

VERDANKUNGEN

Wir möchten uns bei Isabelle Flöss (Abt. Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau) für die Unterstützung bei der Auswahl der Untersuchungsflächen bedanken, ebenso bei Stefanie Burger (Abt. Wald, Kanton Aargau), Manfred Lüthy (Agrofutura, Frick), André Seippel (Seippel Landschaftsarchitekten GmbH) und Ulysses Witzig (Pro Natura Aargau) für die Auskünfte bezüglich der Schnittzeitpunkte der verschiedenen Parzellen. Prof. Dr. Horst Aspöck und Martin Bolliger (Naturama, Aarau) möchten wir herzlich für die hilfreichen Kommentare zum Manuskript danken.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine umfassende Bestandeserhebung des Libellen-Schmetterlingshafts (*Libelloides coccajus*) im Kanton Aargau hat ergeben, dass von 22 ehemaligen Nachweisen derzeit nur noch zwei regionale Vorkommen vital sind. Beim einen Vorkommen scheint es sich um eine isolierte Population zu handeln, das zweite Verbreitungszentrum besteht aus drei Teilvorkommen in einem Radius von wenigen hundert Metern, wobei zwei davon als sehr klein eingestuft wurden. Inwiefern diese drei Populationen im Sinne einer Metapopulation miteinander in Verbindung stehen, konnte nicht eruiert werden, scheint aber aufgrund ihrer Nähe als wahrscheinlich. Eine Analyse der aktuellen Nutzung der Flächen hat ergeben, dass der Schnittzeitpunkt derzeit vermutlich ein entscheidendes Überlebenskriterium für *L. coccajus* darstellt. Durch einen frühesten Schnittzeitpunkt in den für die Eiablage genutzten Habitaten ab dem 1. August kann sichergestellt werden, dass nur ein sehr geringer Teil der Eigelege der Mahd zum Opfer fällt. Eine Analyse der Karten von 1880 bis 2006 hat für die 22 untersuchten ehemaligen Vorkommen von *L. coccajus* gezeigt, dass der Übergang von Reben zu Grünland die häufigste Veränderung war, während eine Verwaldung nur selten und eine Überbauung nie festgestellt wurde. Eine künftige Schutzstrategie für *L. coccajus* sollte sich primär auf eine Anpassung der Nutzungsform konzentrieren. Durch einen späten Schnitt in momentan genutzten sowie in räumlich naheliegenden, potenziellen Eiablagehabitaten könnte die Art mit relativ geringem Aufwand gefördert werden.

LITERATUR

Aspöck, H., Aspöck, U. & Hölzel, H. 1980a. Die Neuropteren Europas, Band 1. — Goecke & Evers, Krefeld, 495 pp.

Aspöck, H., Aspöck, U. & Hölzel, H. 1980b. Die Neuropteren Europas, Band 2. – Goecke & Evers, Krefeld, 353 pp.

Aspöck, U. 2011. Schriftliche Mitteilung vom 3. Oktober 2011.

BAFU, 2010. Bundesinventar der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. — http://www.bafu.admin.ch/gis/02911/07403/index.html?lang=de

BAFU, 2011. Liste der national prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. — Umwelt-Vollzug Nr. 1103. Bundesamt für Umwelt, Bern, 132 pp.

Barbaro, L., Dutoi, T. & Cozic, Ph. 2001. A six-year experimental restoration of biodiversity by shrub-clearing and grazing in calcareous grasslands of the French Prealps. – Biodiversity and Conservation 10: 119–135.

Baur, B., Duelli, P., Edwards, P.J., Jenny, M., Klaus, G., Künzle, I., Martines, S., Pauli, D., Peter, K., Schmid, B., Seidel, I. & Suter, W. 2004. Biodiversität in der Schweiz: Zustand, Erhaltung, Perspektiven. — Haupt, Bern, 237 pp.

Baur, B., Baur, H., Roesti, C. & Roesti, D. 2006. Die Heuschrecken der Schweiz. — Haupt, Bern, 352 pp.

Bolliger, M. 2007. Einzigartige Beobachtungen: der Schmetterlingshaft bei der Eiablage. — Umwelt Aargau 38: 23–24.

Bolliger, M. 2009. Der Schmetterlingshaft bei der Hochzeit. — Umwelt Aargau 44: 37– 38.

Bolliger, M. 2012. Schriftliche Mitteilung vom 31. August 2012.

Bosshard, A., Andres, F., Stromeyer, S. & Wohlgemuth, T. 1988. Wirkung einer kurzzeitigen Brache auf das Ökosystem eines anthropogenen Kleinseggenriedes; Folgerungen für den Naturschutz. — Berichte des geobotanischen Instituts ETH, 54: 181–220.

Bosshard, A., Oppermann, R. & Reisner, Y. 2002. Vielfalt in der Landschaftsaufwertung! Eine Ideen-Checkliste für Landwirtschaft und Landschaftsplanung. — Naturschutz und Landschaftsplanung 34: 300–308.

Brunzel, S., Bussmann, M. & Obergruber, H. 2008. Deutliche Veränderungen von Tagfalterzönosen als Folge von Ausbreitungsprozessen. Erste Ergebnisse eines Monitorings über 17 Jahre. — Natur und Landschaft 83: 280–287.

Cassel-Lundhagen, A., Tammaru, T., Winding, J.J., Ryrholm, N. & Nylin, S. 2009. Are peripheral populations special? Congruent patterns in two butterfly species. — Ecography 32: 591–600.

Crandall, K.A., Bininda-Emonds, O.R.P., Mace, G.M. & Wayne, R.K. 2000. Considering evolutionary processes in conservation biology. — Trends in Ecology and Evolution 15: 290–295.

Defila, C. 2011. Phänologischer Rückblick ins Jahr 2010. — Agrarforschung Schweiz 5: 226–231.

Delarze, R., Gonseth, Y. & Galland, P. 2008. Lebensräume der Schweiz. — Ott Verlag, Thun. 420 pp.

Diacon, J., Bürgi, M. & Dalang, Th. 2011. Systematisches Review zu Bewirtschaftungseinflüssen auf Trockenwiesen und -weiden (SR-TWW); Schlussbericht. — http://www.wsl.ch/staff/thomas.dalang/publications/Diacon2011.pdf

Dipner, M., Gubser, Ch., Volart, G., Eggenberg, S., Hedinger, Ch., Martin, M., Martin, T., Schmid, W. & Volkart, G. 2010. Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. Vollzugshilfe zur Trockenwiesenverordnung. — Umwelt-Vollzug Nr. 1017. Bundesamt für Umwelt, Bern. 83 pp.

Duelli, P. 1994. Rote Liste der gefährdeten Netzflügler der Schweiz. *In*: Duelli, P. (ed.), Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz, pp. 48–51. — Bundesamt für Umwelt, Bern.

Egglin, W. 1940. Die Neuropteren der Umgebung von Basel. — Revue suisse de Zoologie 16: 243–258.

Ewald, K.C. & Klaus, G. 2010. Die ausgewechselte Landschaft. — Haupt Verlag, Bern. 660 pp.

Fetz, T. 1999. Untersuchungen zur Biologie und Habitatoptimierung von *Libelloides coccajus* (Neuroptera: Ascalaphidae) auf Muschelkalkhängen des Taubertales bei Rothenburg o.d.T. — Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 150: 183–192.

Fetz, T. 2002. Zoologische Aspekte des Magerrasen-Managements am Beispiel des Libellen-Schmetterlingshafts (*Libelloides coccajus*). — Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 167: 73–79.

Frey-Wahl, R. 1953. Eiszeitrelikte und wärmeliebende Mitglieder der Wirbellosenfauna. — Mitteilungen der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft 24: 153–169.

Fischer, R. 2009. Der Schmetterlingshaft *Libelloides coccajus* [Denis & Schiffermüller, 1775] im Aargau-Schaffhausen-Zürich. — Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wädenswil, 76 pp. Bachelor-Thesis, unpubliziert.

Gardiner, T. & Hill, J. 2006. Mortality of Orthoptera caused by mechanised mowing of grassland. — British Journal of Entomology and Natural History 19: 38–40.

Gibson, S.Y., Van der Marel, R.C. & Starzomski, B.M. 2009. Climate change and conservation of leading-edge peripheral populations. — Conservation Biology 23: 1369–1373.

Gonseth, Y. 1991. L'Ascalaphe, *Libelloides coccajus* (Denis & Schiff., 1775), (Neuropteroidae, Planipennia) dans le Canton de Neuchâtel. — Bulletin Romand d'Entomologie 9: 49–59.

Gonseth, Y. 1994. Rote Liste der Tagfalter der Schweiz. *In*: Duelli, P. (ed.), Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz, pp. 48–51. — Bundesamt für Umwelt, Bern.

Gubser, Ch., Eggenberg, S., Hedinger, Ch., Martin, M., Walter, T. & Schmid, W. 2010. Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. Vollzugshilfe zur Trockenwiesenverordnung. — Umwelt-Vollzug Nr. 1017. Bundesamt für Umwelt, Bern. 83 pp.

Guo, Q., Taper, M., Schönenberger, M. & Brandle, J. 2005. Spatial-temporal population dynamics across species range: from centre to margin. — Oikos 108: 47–57.

Harrison, S. 1991. Local extinction in a metapopulation context: an empirical evaluation. — Biological Journal of the Linnean Society 42: 73–88.

Hendry, A.P. & Kinnison, M.T. 1999. Perspective: the pace of modern life: measuring rates of contemporary microevolution. — Evolution 53: 1637–1653.

Horstkotte, J., Lorenz, C. & Wendler, A. 1991. Heuschrecken. — Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 97 pp.

Humbert, J.Y., Ghazoul, J. & Walter, T. 2009. Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. — Agriculture, Ecosystems and Environment 130: 1–8.

Hunter, M.D. & Price, P.W. 1992. Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. — Ecology 73: 724–732.

Johst, K., Drechsler, M., Thomas, J. & Settele, J. 2006. Influence of mowing on the persistence of two endangered large blue butterfly species. — Journal of Applied Ecology 43: 333–342.

Keel, A. 2011. Mündliche Mitteilungen.

Lachat, T., Pauli, D., Gonseth, Y., Klaus, G., Scheidegger, C., Vittoz, P. & Walter, T. 2010. Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? — Bristol Stiftung, Zürich & Haupt Verlag, Bern-Stuttgart-Wien, 435 pp.

Lanta, V., Dolezal, J., Lantova, P., Kelisek, J. & Mudrak, O. 2009. Effects of pasture management and fertilizer regimes on botanical changes in species-rich mountain calcareous grassland in Central Europe. — Grass and Forage Science 64: 443–453.

Lawton, J.H. 1993. Range, population abundance and conservation. — Trends in Ecology and Evolution 8: 409–413.

Maag, S., Nösberger, J. & Lüscher, A. 2001. Mögliche Folgen einer Bewirtschaftungsaufgabe von Wiesen und Weiden im Berggebiet. Ergebnisse des Komponentenprojektes D, PRIMALP. — ETH Zentrum, Zürich. http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:25334/eth-25334-01.pdf

Marini, L., Fontana, P., Battisits, A. & Gaston, K.J. 2009. Response of orthopteran diversity to abandonment of semi-natural meadows. — Agriculture, Ecosystems & Environment 132: 232–236.

Marti, F. 2005. Arbeitshilfe: Projektspezifische Erfolgskontrollen zu ÖQV-Vernetzungsprojekten Tagfalter. — Fachstelle Naturschutz, Zürich, 8 pp.

Masé, G., Martin, M., Dipner, M. & Joel, R. 2008. TWW im Mittelland. Leitlinie zur Förderung von Trockenwiesen und -weiden in der biogeografischen Region Mittelland. — Bundesamt für Umwelt, Bern, 65 pp.

Monnerat, Ch., Thorens, P., Walter, T. & Gonseth, Y. 2007. Rote Liste der Heuschrecken der Schweiz. — Umwelt-Vollzug 0719. Bundesamt für Umwelt, Bern und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. 62 pp.

Müller, M., Schlegel, J. & Krüsi, B.O. 2012a. Selection of oviposition sites by *Libelloides coccajus* (Denis & Schiffermüller, 1775) north of the Alps: implications for nature conservation. — Insect Conservation and Diversity, eingereicht zur Publikation.

Müller, M., Krüsi, B.O. & Schlegel, J. 2012b. Raumnutzung des Libellen-Schmetterlinshafts *Libelloides coccajus* [Denis & Schiffermüller 1775] nördlich der Alpen: Folgerungen für den Artenschutz. — Naturschutz und Landschaftsplanung, in press.

Niehuis, M. 2006. Der Libellen-Schmetterlingshaft – *Libelloides coccajus* (Denis & Schiffermüller, 1775) – in Rheinland-Pfalz und Hessen (Netzflügler [Neuroptera = Planipennia]: Ascalaphidae). — Fauna Flora Rheinland-Pfalz 10: 1267–1302.

Nässig, W.A., Dorow, W.H.O. & Flechtner, G. 2004. *Polyommatus* (*Agrodiaetus*) *damon* ([Denis & Schiffermüller], 1775) in der hessischen Rhön wieder nachgewiesen (Lepidoptera: Lycaenida). — Nachrichten des entomologischen Vereines Apollo 25: 15–20.

Öckinger, E. & Smith, H.G. 2008. Do corridors promote dispersal in grassland butterflies and other insects? — Landscape ecology 23: 27–40.

Ost, G. 1979. Auswirkungen der Mahd auf die Artenmannigfaltigkeit (Diversität) eines Seggenriedes am Federsee. — Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 49/50: 407–439.

Primack, R.B. 1995. Naturschutzbiologie. — Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 728 pp.

Purvis, A., Gittleman, J.L., Cowlishaw, G. & Mace, G.M. 2000. Predicting extinction risk in declining species. — Proceedings of the Royal Society London B, 267: 1942–1953.

Römermann, C., Bernhardt-Römermann, M., Kleyer, M. & Poschold, P. 2009: Substitutes for grazing in semi-natural grasslands – do mowing or mulching represent valuable alternatives to maintain vegetation structure? — Journal of Vegetation Science 20: 1086–1098.

Sänger, K. 1977. Über die Beziehungen zwischen Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) und der Raumstruktur ihrer Habitate. — Zoologische Jahrbücher 104: 433–488.

SBN 1994. Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten Gefährdung Schutz; Band 1. — Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel, 679 pp.

SBN 1997. Schmetterlinge und ihre Lebensräume. Arten Gefährdung Schutz; Band 2. 4. teilweise überarbeitete Auflage. — Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel, 516 pp.

Schmid, W., Bolzern, H. & Guyer, Ch. 2007. Mähwiesen – Ökologie und Bewirtschaftung; Flora, Fauna und Bewirtschaftung am Beispiel von elf Luzerner Mähwiesen. — Lehrmittelverlag des Kantons Luzern, Littau, 206 pp.

Schreiber, K.F., Brauckmann, H.J., Broll, G., Krebs, S. & Poschold, P. 2009. Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft; 35 Jahre Offenhaltungsversuche Baden-Württemberg. — Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Naturschutz-Spectrum, Themen 97, 424 pp.

Settele, J., Feldmann, R. & Reinhardt, R. 1999. Die Tagfalter Deutschlands - Ein Handbuch für Freilandökologen, Umweltplaner und Naturschützer. — Ulmer, Stuttgart, 452 pp.

Stefanescu, C., Penuelas, J. & Fillea, I. 2009. Rapid changes in butterfly communities following the abandonment of grasslands: a case study. — Insect Conservation and Diversity 2: 261–269.

Stöcklin, J., Bosshard, A., Klaus, G., Maurer, K. & Fischer, M. 2007. Landnutzung und biologische Vielfalt in den Alpen. Fakten, Perspektiven, Empfehlungen. Synthese NFP48 Forschungsschwerpunkt II «Land- und Forstwirtschaft im alpinen Lebensraum». — vdf, Zürich, 191 pp.

Tauber, C.A., Tauber, M.J. & Albuquerque, G.S. 2009. Neuroptera. *In*: Resh, V.H. & Cardé, R.T. (eds), Encyclopaedia of Insects, pp. 695–706. — Elsevier, Amsterdam.

Thomas, J.A. 1991. Rare species conservation: case studies of European butterflies. *In*: Spellerberg, I.F., Goldsmith, F.B. & Morris, M.G. (eds), The Scientific Management of Temperate Communities for Conservation, pp. 149–197. — Blackwell Science, Oxford.

Townsend, C.R., Harper, J.L. & Begon, M.E. 2003. Ökologie. — Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 647 pp.

Walter, T., Schneider, K. & Gonseth, Y. 2007. Schnittzeitpunkt in Ökowiesen: Einfluss auf die Fauna. — Agarforschung 14: 114–119.

Wassmer, A. 2009. Föhrenwälder auf Mergelböden des Aargauer Juras. — Bauhinia 21: 1–16.

Weibart, M. & Fischer, K. 2006. Populationsstruktur, Dispersionsverhalten und Habitatspräferenzen der Rotflügligen Schnarrschrecke (*Psophus stridulus* L.) in der Fränkischen Schweiz. — Articulata 21: 169–182.

Weidemann, H.J. 1995. Tagfalter beobachten, bestimmen. 2. völlig neu bearb. Aufl. — Naturbuch, Augsburg, 659 pp.

Weißmair, W. 2004. Der Schmetterlingshaft *Libelloides macaronius* (Scopoli 1763) (Insecta: Neuroptera: Ascalaphidae) in den Ennstaler Voralpen (Oberösterreich): Verbreitung – Schutz – Management. — Denisia 13: 269–275

Witzig, U. 2012. Schriftliche Mitteilung vom 15. Oktober 2012.

Wolf, W. 2004. Imaginalbiologie und Überleben isolierter Kleinpopulationen des Libellen-Schmetterlingshafts *Libelloides coccajus* ([Denis & Schiffermüller],1775) im bayerischen Taubertal nördlich Rothenburg o.d.T. — Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik 6: 225–271.

Wolf, W. 2005. Der Libellen-Schmetterlingshaft *Libelloides coccajus* im bayerischen Taubertal, Lebensraum, Ansprüche, Entwicklungsdaten. — Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 61–66.

(erhalten am 26. April 2012; angenommen am 8.November 2012; publiziert am 31. Dezember 2012)