Zeitschrift: Entomo Helvetica : entomologische Zeitschrift der Schweiz

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 2 (2009)

Artikel: Libellen als Individuen - zum Beispiel Aeshna cyanea (Odonata: Aeshnidae)

Autor: Schnerider, Beat / Wildermuth, Hansruedi

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-986107

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: 16.07.2025

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

ENTOMO HELVETICA 2: 185-199, 2009

Libellen als Individuen – zum Beispiel *Aeshna cyanea* (Odonata: Aeshnidae)

BEAT SCHNEIDER[1] & HANSRUEDI WILDERMUTH[2]

[1] Wolfbühlstrasse 34a, CH-8408 Winterthur; beatsch@bluemail.ch
[2] Haltbergstrasse 43, CH-8630 Rüti; korrespondierender Autor: hansruedi@wildermuth.ch

Abstract: All ascertainable males and females of the dragonfly *Aeshna cyanea* that were present in the course of about two months in autumn 2008 at four small adjacent ponds near Winterthur (Switzerland) were documented by digital photography. The insects were examined for morphological features by which the individuals could be recognized. Distinct differences were found in the marking-pattern of head, thorax and abdomen as well in the fine wing veins. Altogether 66 males and nine females could be identified with certainty. They were present at the study site on one to eleven different days over a maximum period of 43 days. The advantages and disadvantages of photodocumentation of the individuality with respect to morphology and behaviour are discussed.

Zusammenfassung: An vier nah beisammen liegenden Kleingewässern bei Winterthur wurden im Herbst 2008 während rund zwei Monaten alle erfassbaren Männchen und Weibchen von *Aeshna cyanea* mit einer Digitalkamera dokumentiert und auf morphologische Merkmale zur Erkennung der Individuen untersucht. Klare Unterschiede gab es im Zeichnungsmuster von Kopf, Thorax und Abdomen sowie im Flügelfeingeäder. Es konnten 66 Männchen und neun Weibchen mit Sicherheit individuell bestimmt werden, die sich an einem bis elf verschiedenen Tagen über eine maximale Zeitspanne von 43 Tagen im Gebiet aufhielten. Es werden die Vor- und Nachteile der Fotodokumentation der Individualität bezüglich Morphologie und Verhalten diskutiert.

Résumé: Tous les mâles et les femelles de la libellule *Aeshna cyanea* présents durant une période d'environ deux mois en automne 2008 sur quatre petits étangs voisins près de Winterthur (Suisse) ont été documentés par photographie digitale. Certains caractères morphologiques ont été sélectionnés pour obtenir une reconnaissance individuelle. Des différences significatives ont été trouvées dans le dessin des marques de la tête, du thorax et de l'abdomen, ainsi que dans la disposition des fines nervures de l'aile. En tout 66 mâles et neuf femelles ont pu être individualisés avec certitude. La fréquence par jour d'observations d'un même individu a varié de une à onze fois avec un écart maximal de 43 jours. Les avantages et les désavantages de la reconnaissance individuelle par photographie sont discutés selon le point de vue de la morphologie et du comportement.

Keywords: Odonata, dragonfly, *Aeshna cyanea*, individual variation, individual recognition, individual behaviour, digital photography

EINLEITUNG

Individuen und Individualität werden in der Entomologie kaum thematisiert, denn Insekten gelten gemeinhin als Massenwesen, und in Sozialverbänden werden sie gewöhnlich als anonyme Funktionsteile von Hyperorganismen angesehen. Zudem geht es in der Entomologie wie in anderen Teilwissenschaften der Biologie meist darum, allgemein

gültige Gesetzmässigkeiten oder zumindest arttypische Eigenschaften zu finden. Es ist nicht das Individuum mit seiner spezifischen Erscheinung, seiner besonderen Funktionsmorphologie und seinen Verhaltenseigenheiten, das im Zentrum steht, sondern das Mittelmass aus einer Menge, das Schematische, das Berechen- und Voraussagbare. Taxonomen und Sammler interessieren sich zwar seit jeher für Individuen, doch meist nur, wenn es um morphologische Unterschiede geht. Im Fokus steht dabei die intraspezifische Variabilität bezüglich Formen, Farben, Zeichnungsmustern (z.B. Polymorphismus, Ökotypen), Grössen, Grössenverhältnissen (z.B. Allometrie) und sozialen Funktionen (z.B. Kasten), im Rahmen von Sammlungen auch das Seltene und Aberrante.

Intraspezifische Variabilität, etwa in der Färbung, ist auch bei Libellen bekannt, und kann vom Alter abhängig, durch die Aussentemperatur induziert oder genetisch bedingt sein (Corbet 1999: 276 ff.). Polychromatismus im Sinn von angeborener Färbungsvariation innerhalb desselben Geschlechts gibt es beispielsweise bei den Weibchen der Grossen Pechlibelle *Ischnura elegans* (vgl. Dijkstra & Lewington 2006: 93) und kann mit spezifischen Verhaltensweisen gekoppelt sein wie bei den Männchen der japanischen Prachtlibellen-Unterart *Mnais p. pruinosa* (Nomakuchi et al., 1984).

Libellenstudien mit verhaltensökologischer Fragestellung basieren gewöhnlich auf Daten, die an Individuen erhoben werden. Voraussetzung dazu ist, dass man die Individuen kennt. Eine bewährte Methode, um dies zu ermöglichen, besteht darin, die Tiere mit individuellen Farbmarken zu versehen (z.B. Heymer 1973, Knaus & Wildermuth 2002; Kéry & Juillerat 2004). Für spezifische Fragestellungen lassen sich grosse Arten neuerdings auch besendern (Wikelski et al. 2006; Hardersen 2007). Aus der Datenmenge versucht man dann durch statistische Auswertung allgemeine Erkenntnisse zu gewinnen. In diesem Rahmen diente die Blaugrüne Mosaikjungfer *Aeshna cyanea* (O.F. Müller, 1764) schon mehrfach als Studienobjekt (z.B. Kaiser 1974a, 1974b, 1974c; Poethke 1988; Inden-Lohmar 1997). Um die Individuen im Feld wiederzuerkennen, wurden sie in diesen Fällen mit Farbmarken gekennzeichnet.

Im Rahmen einer Fotodokumentation zu *Aeshna cyanea* fiel auf, dass sich auf Porträtaufnahmen manche Individuen im Zeichnungsmuster deutlich voneinander unterschieden. Damit fragte es sich, an welchen Zeichnungslementen Individuen erkannt bzw. wiedererkannt werden können, ob die Muster im Verlauf des Lebens konstant bleiben oder ob sie sich verändern. Da *A. cyanea* an kleinen Stehgewässern des Schweizer Mittellandes im Spätsommer und Frühherbst regelmässig auftritt und unter günstigen Voraussetzungen auch im Flug relativ gut zu fotografieren ist, bot sich Gelegenheit, diesen Fragen in einer systematischen Studie nachzugehen. Wir berichten hier über die Ergebnisse, die ausschliesslich auf Digitalfotografie im Freiland beruhen, und legen dar, an welchen Merkmalen sich Individuen erkennen bzw. wiedererkennen lassen ohne sie zu fangen oder zu markieren. Ausserdem werden die Möglichkeiten und Grenzen aufgezeigt, mit dieser Methode individuelles Verhalten zu dokumentieren.

BEOBACHTUNGSORT UND METHODE

Die Studie entstand in einem kleinen Naturschutzgebiet bei Winterthur, wo in einem 250 m langen und 60-80 m breiten Gelände auf einer mit lückiger Magerwiesenvegetation bestandenen Fläche von 1,75 ha acht Tümpel und Weiher unterschiedlicher Grösse und Tiefe geschaffen worden waren. Die Beobachtungstätigkeit konzentrierte sich auf vier

nah beisammen liegende Weiher (Abb. 1) mit einer ungefähren Fläche von (1) 140, (2) 60, (3) 80 und (4) 500 m². An den Weihern (1)-(3) flog meist nur ein *A. cyanea*-Männchen, am grossen Weiher (4) konnten es gleichzeitig vier bis fünf sein, die für den Patrouillenflug die schilffreien Bereiche bevorzugten. Bis in den September hinein wurden die grösseren Gewässer von *Anax imperator* dominiert, der die *A. cyanea*-Männchen meist vertrieb. Regelmässige Revierbezüge von *A. cyanea* wurden deshalb erst ab ca. Mitte September möglich. Lediglich an den stärker bewachsenen Stellen von Weiher (4) stellte sich *A. cyanea* bereits ab Ende August regelmässig ein. Im Bereich der Gewässer war die offene Fläche am nördlichen Rand auf einer Länge von 125 m durch eine süd-südwestexponierte Baumhecke begrenzt, an denen sich *A. cyanea* häufig aufhielt. Die Weiher dienten der Art als Rendezvous- und Eiablageplatz, die Hecke als Ruhe- und ebenfalls als Rendezvous-Platz. Nach Inden-Lohmar (1997) handelte es sich demnach bei den Gewässern um das Alpha-Revier, bei der Hecke um das Beta-Revier. Im Gebiet wurden bisher 31 Libellenarten nachgewiesen, wovon sich hier 22 sicher oder wahrscheinlich fortpflanzten (Meier 2008; BS unveröff.).

Abb. 1. Spätherbstaspekt des Beobachtungsgebietes mit den Weihern 1-4 und der südwestexponierten Baumhecke im Hintergrund. Für *Aeshna cyanea* bilden die Gewässer das Alpha-Revier, die Bäume und Büsche das Beta-Revier.

Systematisch beobachtet und fotografiert wurde vom 19. September bis zum 10. November 2008 an insgesamt 32 Tagen. Im September waren es 11, im Oktober 18 und im November drei Tage. Der 10. November war der jahreszeitlich letzte Flugtag der Art im Beobachtungsgebiet. Beste Fotografiermöglichkeiten ergaben sich grundsätzlich bei günstigem Flugwetter (Sonnenschein, >15 °C, ± windstill). Einzelne Tiere waren auch

bei starker Bewölkung, nach dem Verschwinden der Sonne hinter dem Waldhorizont, etwas tieferen Temperaturen und mässig windigem Wetter aktiv. An den 21 Tagen ohne Beobachtungen herrschte in den meisten Fällen ungünstiges Flugwetter. Am 29. Oktober erfolgte der erste Wintereinbruch mit 10 cm nassem Schnee und anschliessender Schlechtwetterperiode, die bis zum 7. November dauerte. Darnach erschienen im Gebiet nur noch wenige Männchen, dafür mehr Weibchen als in den Tagen zuvor. Am 11. November war die Flugsaison endgültig vorüber.

Fotografiert wurde *A. cyanea* von BS mit einer Spiegelreflex-Digitalkamera (300 mm-Objektiv mit systembedingter 1,6-facher Brennweitenverlängerung, Naheinstellgrenze 1,8 m) aus freier Hand: die Männchen meist beim Patrouillenflug in kurzen Schwirrphasen am Wasser oder im Sitzen an der Hecke, selten auch im Paarungsrad, die Weibchen bei der Eiablage am Gewässerrand oder ebenfalls an der Hecke sitzend, allein oder in Kopula. Keines der Tiere wurde zum Fotografieren gefangen. Insgesamt entstanden während ca. 120 Stunden mehrere Tausend Bilder, wobei sich drei Viertel der Flugaufnahmen als unbrauchbar erwiesen. Die Fotos wurden am Computerbildschirm auf Merkmale geprüft, an denen Individuen mutmasslich erkannt werden konnten: in erster Linie Zeichnungsmuster an Kopf, Thorax und Abdomen. In wenigen Fällen dienten auch Adermuster im Antenodalbereich und im Analdreieck als Unterscheidungs- und Erkennungsmerkmale. Kleinere Flügelverletzungen wurden vielfach als zusätzliche Kennzeichen benutzt, bei einigen Tieren genügten auffällig fehlende Flügelteile allein zur sicheren Identifizierung. Zur Wiedererkennung von Individuen, die an verschiedenen Tagen fotografiert worden waren, wurden die Fotos auf dem Bildschirm nebeneinander verglichen.

ERGEBNISSE

Auswertbar waren rund 1900 Aufnahmen: 1600 von Männchen und 300 von Weibchen. Davon konnten mit Sicherheit 1370 bestimmten männlichen und 200 bestimmten weiblichen Individuen zugeordnet werden. Bei den übrigen Fotos war die Zuordnung unmöglich oder unsicher. Insgesamt liessen sich 66 Männchen und neun Weibchen mit Sicherheit als Individuen identifizieren. Einige davon wurden mehrmals angetroffen. Die Erkennungsmerkmale sind im Folgenden, nach Körperteilen gegliedert, beschrieben.

Kopf (Abb. 2)
Das «Gesicht» von *Aeshna cyanea* ist grundsätzlich hell gelblichgrün und mit Ausnahme von Vertex und Frons fleckenlos. Der Vertex mit den drei Ocellen ist breit schwarz umrahmt, sodass nur ein kleiner halbmondförmiger Fleck hell bleibt. Die Frons ist oben und auf der Seite schwarz gerandet und trägt einen schwarzen, scharfrandigen, pilzförmigen Fleck («T-Zeichnung»). Die Dicke des «Stiels» und die Form des «Pilzhutes» variieren, beides ist jedoch charakteristisch für das Individuum und bleibt im Verlauf des Imaginallebens unveränderlich, soweit dies an einigen Tieren nachgeprüft werden konnte, die an verschiedenen Tagen fotografiert worden waren. Der Postclypeus ist am unteren Rand je nach Individuum unterschiedlich stark eingebuchtet.

An Frons und Postclypeus treten oft zusätzliche dunkle Flecken auf, die in Grösse, Form, Randschärfe und Farbintensität stark variieren. Sie werden hier als Sekundärflecken bezeichnet und sind für das Individuum charakteristisch, wie Fotos vom selben

Individuum mit unterschiedlichen Aufnahmedaten zeigten. Auf einigen Bildern mit denselben Flecken im «Gesicht» konnte die Zugehörigkeit zum selben Individuum durch morphologische Eigenheiten im Grundmuster bestätigt werden. Bei allen dokumentier-

Abb. 2. Porträts von 20 Individuen der Blaugrünen Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*). M1-M16: Männchen, W1-W4: Weibchen. Die Individuen unterscheiden sich durch das Muster von Sekundärflecken auf Postclypeus und Frons sowie durch die Form der T-Zeichnung auf der Frons-Oberseite. W1 weist eine vermutlich verletzungsbedingte Deformation des rechten Komplexauges auf, die sich im weiteren Verlauf des individuellen Lebens nicht mehr veränderte. W3 hat eine deformierte Frons, W4 einen schwarzen unveränderlichen Fleck auf dem linken Komplexauge, der nicht mit den Pseudopupillen zu verwechseln ist.

ten frisch geschlüpften Tieren fehlten diese Flecken. Bei einigen reifen Individuen, die zu verschiedenen Zeitpunkten fotografiert worden waren, veränderte sich das Fleckenmuster nicht oder nur wenig. Andererseits gab es auch Flecken, die wieder verschwanden. Möglicherweise handelte es sich um anhaftende Schmutzteilchen oder Beutereste, die später wieder abfielen.

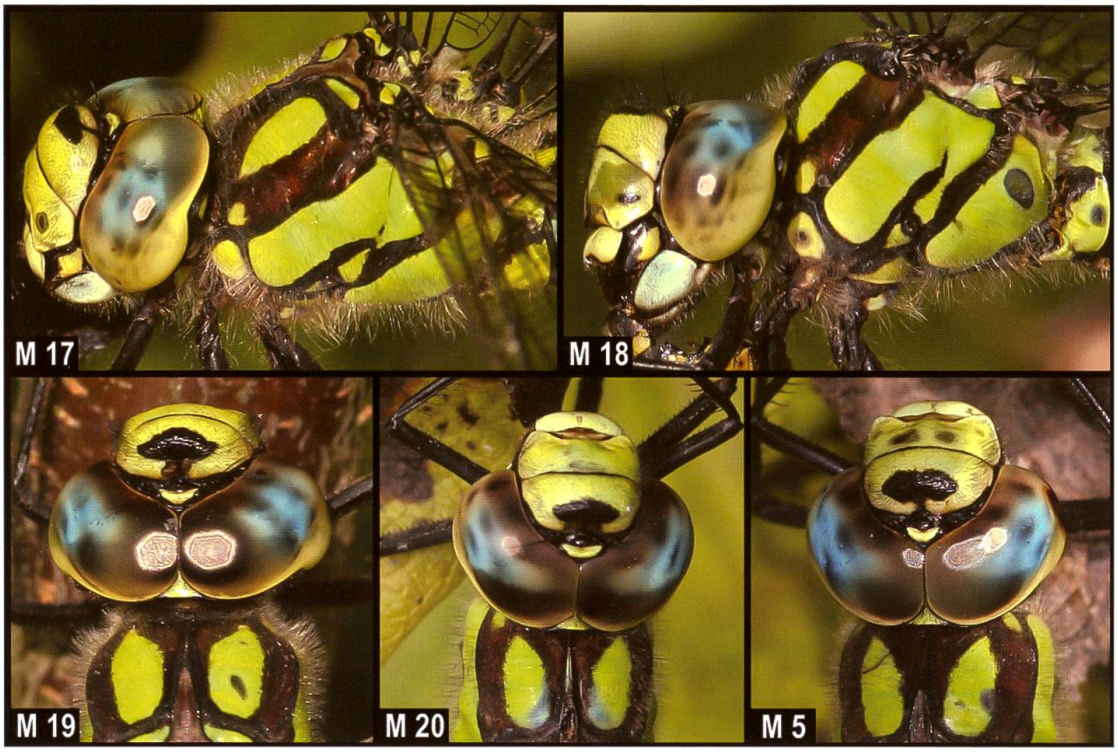


Abb. 3. Thorax. Am seitlichen Thorax variiert das Grundmuster der schwarzen Zeichnung individuell (obere Bildreihe). Unterschiede am dorsalen Thorax zwischen Kopf und Flügelansatz zeigen sich in der Form des grünen Doppelflecks (untere Reihe). Deutliche Sekundärflecken am Thorax sind bei M18, M19 und M5 zu sehen. Bei den Individuen M19 und M20 sind zwischen T-Fleck und Vertex sekundär braune Stellen entstanden.

Thorax (Abb. 3, 6)
Von dorsal klar erkennbar sind die grünen, mandelförmigen, nach vorn spitz zulaufenden Antehumeralstreifen, die in ihrer Form leicht variieren können. Auf Fotos sind sie von lateral ebenfalls zu sehen, aber weniger deutlich. Die breite, dunkelbraune Umrandung des Antehumeralstreifens zieht sich lateral bis zur Humeralsutur. Von hier bis zum hinteren Rand des Metepimerons ist die Thoraxseite bei beiden Geschlechtern sattgrün, unterbrochen durch ein schwarzes Streifenmuster. Zwei Bänder ziehen beidseits des Mesostigmas von ventral her parallel zur Humeralsutur, das hintere bis zum Flügelansatz, das vordere nur bis zur Mitte der Thoraxseite. Das schwarze Grundmuster dieser Zeichnung kann im Detail individuell variieren. Auf den hellen Feldern treten ebenfalls dunkle Sekundärflecken auf (Abb. 3), die sich etwas verändern können (Abb. 6).

Abdomen (Abb. 4)
Der Hinterleib ist grundsätzlich schwarz und mit einem typischen Muster von kleinen und grösseren hellen Flecken durchsetzt. Diese sind beim Weibchen grün, beim Männ-

Abb. 4. Abdomen. Das Grundmuster der blauen und grünen Flecken in der schwarzen Färbung am Abdomen unterscheidet sich nur im Detail individuell: Die Form der Flecken variiert, am deutlichsten auf den Segmenten 2 und 3. Hinzu kommen dunkle Sekundärflecken, die im Lauf des Imaginallebens auf den hellen Feldern entstehen können. Die Adern im Analdreieck und im Analwinkel nehmen einen individuellen Verlauf und sind ein konstantes Merkmal. M3 und M19 sind auch auf Abb. 2 bzw. 3 abgebildet.

chen an bestimmten Stellen ebenfalls grün, an anderen blau. In ihrer Form und Grösse können sie sich individuell unterscheiden. Dies gilt insbesondere für das Fleckenmuster an den Abdominalsegmenten 2 und 3. Dunkle, kleine Sekundärflecken können auf den hellen Flecken ebenfalls vorkommen.

Flügel (Abb. 4, 7, 8)
Das Flügelgeäder ist arttypisch und in seinen Grundzügen Bestimmungsmerkmal, kann aber im Detail variieren wie zum Beispiel im Analdreieck (Abb. 4). Dieses besteht gewöhnlich aus drei Zellen, die in ihrer Form je nach Individuum voneinander abweichen. Dasselbe gilt für das Flügeldreieck (Discoidalzelle). Deutliche Unterschiede gibt es auch in der Anzahl der Ante- und Postnodaladern sowie der kleinen Zellen auf der übrigen Flügelfläche (Abb. 7, 8) unter Einschluss des Analwinkels (Abb. 4).

Abb. 5. Verhalten von *Aeshna cyanea*-Individuen. Männchen M9 im Schwirrflug am Wasser, mit deutlich sichtbaren Sekundärflecken auf Frons und Postclypeus. Dieses Individuum flog im Untersuchungsgebiet erstmals am 9. Oktober, dann wieder am 24. Oktober und letztmals am 26. Oktober. Weibchen W4, mit schwarzem Fleck auf dem linken Komplexauge und dunklen Sekundärflecken auf dem Anteclypeus, bei der Eiablage. Beide Aufnahmen stammen vom 26. Oktober um 14:52 h, wobei M9 das Eier legende W4 beim Überflug nicht entdeckte.

Einige Individuen konnten im Rahmen der Fotodokumentation auch anhand von Verletzungen erkannt werden. Dazu zählen hauptsächlich charakteristisch eingedrückte Komplexaugen (Abb. 2/W1) oder eine eingedrückte Frons (Abb. 2/W3) sowie fehlende Flügelteile (Abb. 7). Augenverletzungen entstehen gewöhnlich während oder kurz nach dem Schlupf, wenn die Kutikula noch weich ist. Sie bleiben für den Rest des individuellen Lebens bestehen. Flügelverletzungen treten im Verlauf des ganzen Imaginallebens auf. Sie bleiben ebenfalls bestehen, können sich aber auch verstärken. Ausserdem können neue hinzukommen.

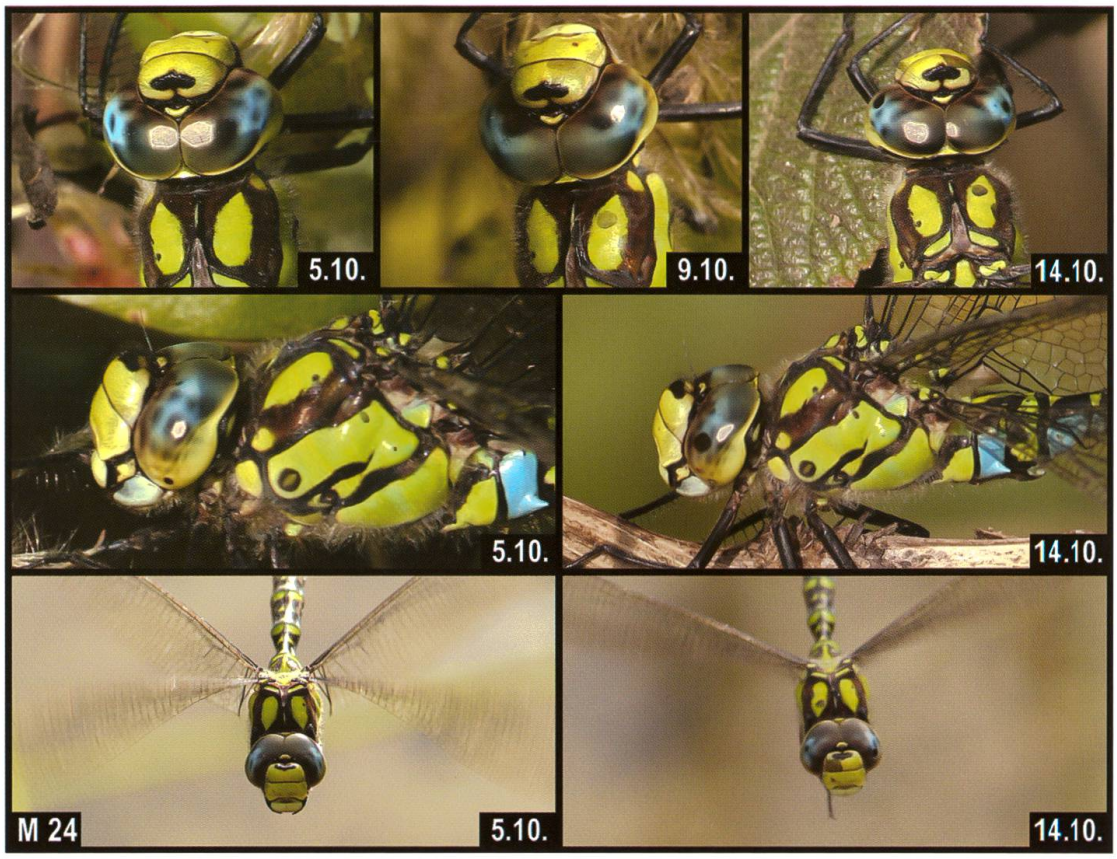


Abb. 6. Konstanz und Veränderung von Sekundärflecken im Verlauf des Imaginallebens beim Männchen M24. Die Aufnahmedaten stehen in den rechten unteren Bildecken.

INDIVIDUELLES VERHALTEN

Männchen und Weibchen wurden im Beobachtungsgebiet entweder an der Baumhecke oder am Wasser fotografiert. Aufgrund der Aufnahmedaten zeigte sich, dass die Individuen das Gebiet unterschiedlich häufig aufsuchten, manche davon wahrscheinlich nur einmal während der 53-tägigen Beobachtungsperiode.

Das Verhalten von sieben Männchen, die an vier bis elf verschiedenen Tagen fotografiert wurden, ist in Tabelle 1 zusammengefasst. Alle wurden sowohl an der Baumhecke ruhend wie auch bei Patrouillenflügen an den Weihern angetroffen, vereinzelt auch bei der Weibchensuche an der Hecke und einmal beim Verzehr einer Fliege. Die beobachteten Phasen des Sonnens dauerten unterschiedlich lange, in einigen Fällen mehr als eine Stunde. Männchen M10 wurde im Verlauf eines knappen Monats an elf Tagen im Gelände beobachtet und zwischen 12:27 h und 17:22 h zu 16 Zeitpunkten an verschiedenen Stellen fotografiert, M24 in einer Zeitspanne von eineinhalb Wochen an vier Tagen zu sechs Zeitpunkten. Für jedes Männchen zeigte sich ein etwas anderes Aktivitätsmuster. Am längsten beobachtet, nämlich 43 Tage, wurde M15. An einem Tag besuchten unterschiedlich viele Individuen das Gebiet; am 14. Oktober, dem wärmsten aller Beobachtungstage, waren es 26 Männchen, davon 23 bekannte. Von 66 Individuen konnten 18 nur einmal im Gebiet fotografiert werden, die übrigen 48 an zwei bis elf Tagen. (vgl. Abb. 9).

Abb. 7. Insbesondere ältere Tiere wie hier M25 weisen charakteristische Flügelverletzungen auf, an denen die Individuen erkannt werden können. Die Verletzungen bleiben erhalten, doch können sie sich wie bei M15 im weiteren Verlauf des Lebens vergrössern. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass neue Kerben entstehen.

Von den Weibchen liegt nur eine Mehrfachbeobachtung vor: W1 wurde am 19. September bei der Eiablage fotografiert, am 5. und 6. Oktober je einmal im Paarungsrad mit verschiedenen Männchen, am 6. Oktober mit M2.

DISKUSSION

Allgemein hat die Fotodokumentation gezeigt, dass sich viele Individuen sowohl morphologisch wie auch in ihrem Verhalten klar unterscheiden. Morphologische Individualmerkmale, die sich auf Fotos deutlich erkennen lassen, beziehen sich vor allem auf die Fleckenmuster an Frons, Postclypeus, Thorax und Abdomenbasis. Dasselbe gilt für die Flügeladerung. Die Merkmale im Grundmuster bleiben im Verlauf des individuellen Lebens unverändert. Es lassen sich auf den Fotodokumenten aber auch Flecken nachweisen, die wie die Flügelverletzungen erst während des Imaginallebens auftre-

Abb. 8. Dokument zum Individualverhalten der Männchen M10 und M20 von *Aeshna cyanea*. M10 hielt sich im Untersuchungsgebiet zwischen dem 28.9. und dem 26.10 an 11 Tagen auf, M20 zwischen dem 29.9. und dem 26.10. ebenfalls an 11 Tagen. An sieben Tagen waren sie gemeinsam im Gebiet anwesend (vgl. Tab. 1). Beide wurden mehrmals an der Baumhecke und an den Gewässern fotografiert, M10 weit häufiger an der Hecke als am Wasser, M20 gleich häufig an beiden Orten. An der Baumhecke flogen die Männchen auf der Weibchensuche häufig auch andere Männchen an und ergriffen sie kurz. Im hier abgebildeten Fall setzte sich M10 kurz auf M20, ohne dass dieses sich stören liess.

ten. Diese Flecken können sich etwas verändern, d.h. sich verstärken, teils aber auch wieder abschwächen. Die Möglichkeit solcher Veränderungen ist bei der Identifizierung der Individuen zu berücksichtigen. Sekundärflecken entstehen wohl erst im Verlauf der Imaginalzeit. Vermutlich werden sie mit zunehmendem Alter der Tiere zahlreicher und ausgeprägter.

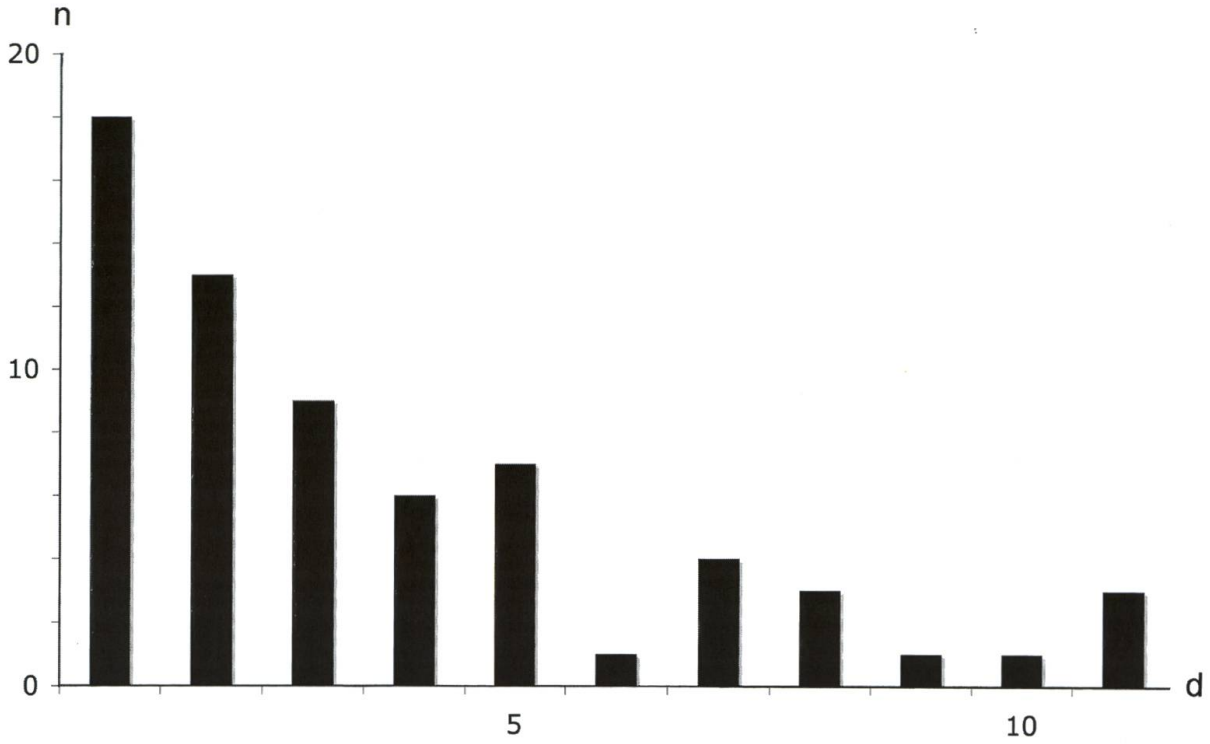
Mit der Fotodokumentation ist auch nachgewiesen, dass sich die Weibchen von *A. cyanea* allgemein weit seltener an den Rendezvous-Plätzen aufhalten als die Männchen. Ferner kommen einige Männchen häufiger zu den Rendezvous-Plätzen als andere, und die Aufenthaltsdauer an den einzelnen Plätzen variiert je nach Individuum. Diesbezüglich bestätigen sich die früheren Beobachtungen von Kaiser (1974a) und Inden-Lohmar (1997). Weitere Befunde dieser Autoren – z.B. zum Paarungserfolg einzelner Männchen oder zur Wirkung von Paarungserfolgen auf die Ortsbindung – liessen sich mit der Fotodokumentation nicht aufzeigen.

Wie die vorliegende Studie ergeben hat, unterscheiden sich die Individuen von *A. cyanea* sowohl in ihrem Zeichnungs- und Flügeladermuster als auch in ihrem Aktivitätsmuster und Raumverhalten. Letzteres geht ebenso aus den Untersuchungen von Kaiser (1974a) und Inden-Lohmar (1997) hervor. Dies manifestiert sich beispielsweise in der Ortstreue, der Gesamtaufenthaltsdauer am Gewässer, der Lernerfahrung und im

Tabelle 1: Beobachtungsorte und Verhalten von sieben *Aeshna cyanea*-Männchen, die an vier bis elf verschiedenen Tagen bei ihrem Aufenthalt im Beobachtungsgebiet aufgrund von Fotos individuell identifiziert wurden. Die Nummern entsprechen den Fotos auf den Abbildungen.

Nr.	Beobachtungs-datum	Beobachtungszeiten (Aufnahmezeiten)	Beobachtungsort	Bemerkungen
M 5	21.09.08	16:15	Weiher	Weibchensuche
	29.09.08	16:25; 17:22 16:44	Baumhecke Weiher	sonnt sich; um 17:22 neben M10 Weibchensuche
	07.10.08	13:48; 14:53	Baumhecke	sonnt sich
	08.10.08	15:01; 16:19	Baumhecke	sonnt sich
	14.10.08	15:27; 16:55	Weiher	Weibchensuche
M10	28.09.08	15:47	Baumhecke	sonnt sich
	29.09.08	15:19; 17:22 16:07	Baumhecke Weiher	sonnt sich; um 17:22 neben M5 Weibchensuche
	05.10.08	15:05; 16:51	Baumhecke	sonnt sich
	07.10.08	14:37	Baumhecke	sonnt sich
	09.10.08	15:05	Weiher	Weibchensuche
	13.10.08	16:09; 16:17	Baumhecke	sonnt sich
	14.10.08	12:34 12:49	Baumhecke Baumhecke	sonnt sich Weibchensuche, landet kurz auf M20
	18.10.08	15:46	Baumhecke	sonnt sich
	19.10.08	16:52	Weiher	Weibchensuche
	20.10.08	12:27	Baumhecke	sonnt sich
	26.10.08	15:39	Baumhecke	sonnt sich (mind. 20 Min.)
M11	05.10.08	16:35	Baumhecke	sonnt sich
	07.10.08	15:38	Weiher	Weibchensuche
	08.10.08	14:49; 16:33; 16:43	Baumhecke	sonnt sich
	14.10.08	12:40; 13:09 13:03; 15:49	Baumhecke Weiher	sonnt sich Weibchensuche
	15.10.08	12:08 15:37	Weiher Baumhecke	Weibchensuche sonnt sich
	20.10.08	13:25 13:30; 17:00	Baumhecke Weiher	sonnt sich Weibchensuche
	24.10.08	14:39; 16:15 15:08	Weiher	Weibchensuche sonnt sich (mind. 8 Min.)
	10.11.08	11:05 – 11:47; 12:02 13:13; 13:54 15:02	vor Baumhecke Baumhecke Weiher	sonnt sich auf Holz neben M15; auf Wurzel am Boden sonnt sich Weibchensuche
M15	29.09.08	15:59	Weiher	Weibchensuche
	30.09.08	13:44	Weiher	überfliegt W3 ohne dieses zu entdecken
	08.10.08	14:14 14:48	Weiher Baumhecke	sitzt an Weidenstrauch sonnt sich
	11.10.08	14:42	Weiher	Weibchensuche
	14.10.08	16:06	Weiher	Weibchensuche
	15.10.08	14:09	Baumhecke	sonnt sich
	18.10.08	16:43	Baumhecke	sonnt sich
	19.10.08	14:43	Baumhecke	sonnt sich
	24.10.08	16:10	Baumhecke	sonnt sich (linke Vorderflügelspitze fehlt)
	10.11.08	10:47 10:50 – 11:30; 11:05	Weiher vor Baumhecke	liegt im Wasser (vermutlich bei Kampf mit M11 abgestürzt) auf Holz gesetzt; M11 landet zum Sonnen daneben
M19	08.10.08	16:28	Baumhecke	sonnt sich
	11.10.08	15:54	Weiher	Weibchensuche
	14.10.08	14:26; 16:23	Baumhecke	sonnt sich
	17.10.08	14:23	Baumhecke	sonnt sich
	18.10.08	15:03	Weiher	Weibchensuche
	20.10.08	14:37	Weiher	Weibchensuche
	24.10.08	16:09	Baumhecke	sonnt sich
	25.10.08	15:18; 16:30 15:32; 16:00	Weiher Baumhecke	Weibchensuche sonnt sich
	26.10.08	15:00 15:07	Weiher Baumhecke	Weibchensuche sonnt sich
	08.11.08	13:30 13:32	Weiher Baumhecke	Weibchensuche sonnt sich
	10.11.08	13:34 13:36	Weiher Baumhecke	Weibchensuche sonnt sich
M20	29.09.08	17:33	Weiher	Weibchensuche
	07.10.08	15:48	Weiher	Weibchensuche
	09.10.08	15:22 16:34	Baumhecke Weiher	sonnt sich Weibchensuche
	11.10.08	16:00	Baumhecke	sonnt sich
	13.10.08	14:41; 15:19 15:41	Baumhecke Weiher	sonnt sich Weibchensuche
	14.10.08	12:49; 16:45 13:43; 15:15	Baumhecke Weiher	von M10 angeflogen; sonnt sich Weibchensuche
	15.10.08	17:43	Weiher	Weibchensuche
	20.10.08	12:48; 17:10 14:33	Weiher Baumhecke	Weibchensuche frisst Fliege
	24.10.08	15:32	Baumhecke	sonnt sich
	25.10.08	16:04 16:26	Baumhecke Weiher	sonnt sich Weibchensuche
	26.10.08	14:39; 16:03 16:16	Weiher Baumhecke	überfliegt W4 ohne es zu entdecken; Weibchensuche sonnt sich (mindestens 10 Min.)
M24	05.10.08	15:22 16:43	Baumhecke Weiher	sonnt sich (mindestens 14 Min.) Weibchensuche
	09.10.08	15:20	Baumhecke	sonnt sich
	14.10.08	11:26 13:27	Weiher Baumhecke	Weibchensuche sonnt sich
	15.10.08	14:14	Baumhecke	sonnt sich

Tabelle 2: Anzahl Tage (d), an denen sich individuell verschiedene Männchen (n) während der Beobachtungsperiode von 43 Tagen im Untersuchungsgebiet aufhielten. Gesamte Anzahl der Männchenindividuen = 66.



Paarungserfolg. Die Untersuchungen der beiden Autoren fokussieren sich jedoch auf das Paarungssystem und das Verhaltensmuster der Libelle als Art, und nicht auf das Verhalten von Einzeltieren. Das Verhalten der Individuen ist deshalb immer nur fragmentarisch erfasst. Bisher ist noch von keinem Libellenindividuum bekannt geworden, wie es im Verlauf des Imaginallebens den Alltag verbringt, Zeit und Energie budgetiert, auf die komplexen Faktoren seiner Umwelt reagiert und durch sein Verhalten den Fortpflanzungserfolg zu optimieren versucht.

Zur Dokumentation der morphologischen Individualität anhand der Fleckenmuster erweist sich Digitalfotografie als sehr geeignete Methode: Die Tiere müssen weder getötet noch gefangen werden und die natürlichen Farben, die sich bei Präparaten verändern, werden ebenfalls festgehalten. Auch die Feinaderung kann zur Identifizierung von Individuen herangezogen werden, ähnlich wie das Papillarmuster menschlicher Fingerkuppen. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich dasselbe Muster bei Grosslibellen wiederholt, beträgt nach Berechnungen von Pix (2008) 10^{-30}. Verwechslungen sind damit praktisch ausgeschlossen. Der Nachteil der fotografischen Dokumentation liegt darin, dass die Einzelheiten der Flügelfeinaderung auf Freilandaufnahmen nur gut zu erkennen sind, wenn die Flügel in der Schärfeebene liegen und vor hellem, ruhigem Hintergrund abgebildet sind. Auf Flugaufnahmen sind gewöhnlich nur grobe Flügelverletzungen deutlich sichtbar, bei vertikaler Flügelstellung manchmal auch kleinere sowie Bereiche des Flügelgeäders.

Damit ergäbe sich mittels Digitalfotografie theoretisch auch die Möglichkeit für populationsbiologische Studien, wie sie an manchen Gross- und Kleinlibellen mittels farbmarkierter Individuen durchgeführt worden sind (vgl. Corbet 1999: 297-302). In diesem Zusammenhang kommt die fotografische Methode zur Identifizierung von Individuen bei Wirbeltieren schon seit längerem zur Anwendung, z.B. bei Amphibien wie

dem Feuersalamander (Kopp-Hamberger 1998), der Rotbauchunke (Streich et al. 1997) oder dem Kammmolch (Matthé et al. 2008). In den letzten beiden Fällen erfolgte die Auswertung durch computergestützte Bildanalyse. Die Methode erwies sich für diese Arten als erfolgreich. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Amphibien im Vergleich mit Libellenimagines langlebig sind. Andererseits ist die individuelle Markierung von Amphibien aufwändiger und schwieriger als von Libellen. Bei diesen wiederum ist das Verhältnis von Aufwand und Ertrag für die fotografische Methode jedoch schlechter als für die Markierungsmethode.

Im Rahmen verhaltensbiologischer Studien haben sich zur Erkennung von Individuen bei grossen Säugetierarten wie dem Steppenzebra oder dem Afrikanischen Elefant fotografisch festgehaltene morphologische Merkmale schon lange als geeignet erwiesen (Klingel 1967; Douglas-Hamilton 1972). Neuerdings werden auch elektronische Methoden zur automatisierten visuellen Erkennung biometrischer Merkmale auf Videokamerabildern von Individuen angewandt, z.B. beim Löwen oder beim Afrikanischen Pinguin (Burghart & Ćalić 2006; Burghardt 2008). Bei Libellen und anderen Insekten sind solche Methoden höchstens begrenzt anwendbar; der grosse Aufwand dürfte sich im Hinblick auf den geringen Ertrag auch für verhaltensbiologische Fragestellungen kaum lohnen. Hingegen könnten für spezielle Fragen des Individualverhaltens ausser der Farbmarkierung künftig auch telemetrische Methoden bedeutsam werden. Erfolgreiche Ansätze gibt es bereits (Wikelski et al. 2006, Hardersen 2007), allerdings mit beschränkter Einsatzmöglichkeit, weil die Sender nur kurze Reichweite haben oder für die meisten Libellenarten noch zu schwer sind.

Dank

Daniel Küry danken wir für inhaltliche Anregungen und Ergänzungen zum Manuskript, Antoine Gander für die Korrektur der französischen Zusammenfassung.

Literatur

Burghardt, T. 2008. Visual Animal Biometrics. – PhD Thesis, University of Bristol.

Burghardt, T. & Ćalić, J. 2006 Real-time Face Detection and Tracking of Animals. – In: IEEE Neural Network Applications in Electrical Engineering (NEUREL06), pp. 27-32, Belgrade, Serbia, September 2006.

Corbet, P.S. 1999. Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata. – Harley Books, Colchester.

Dijkstra, K.-D.B. & Lewington, R. 2006. Field guide to the dragonflies of Britain and Europe. – British Wildlife Publishing, Milton on Stour, UK.

Douglas-Hamilton, I. 1972. On the ecology and behaviour of the African elephant: the elephants of Lake Manyara. – D. Phil. Thesis, Oxford University.

Hardersen, S. 2007. Telemetry of Anisoptera after emergence – first results (Odonata). – International Journal of Odonatology 10: 189-202.

Heymer, A. 1973. Verhaltensstudien an Prachtlibellen. – Fortschritte der Verhaltensforschung, Beihefte zur Zeitschrift für Tierpsychologie, Heft 11.

Inden-Lohmar, C. 1997. Sukzession, Struktur und Dynamik von Libellenpopulationen an Kleingewässern, unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie von *Aeshna cyanea* (Müller, 1764). – Dissertation,

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

Kaiser, H. 1974a. Verhaltensgefüge und Temporialverhalten der Libelle *Aeshna cyanea* (Odonata). – Zeitschrift für Tierpsychologie 34: 398-429.

Kaiser, H. 1974b. Die Regelung der Individuendichte bei Libellenmännchen (*Aeshna cyanea*, Odonata). Eine Analyse mit systemtheoretischem Ansatz. – Oecologia 14: 53-74.

Kaiser, H. 1974c. Die tägliche Paarungsbereitschaft in Abhängigkeit von der Populationsdichte bei den Männchen der Libelle Aeshna cyanea (Odonata). – Oecologia 14: 375-387.

Kéry, M. & Juillerat, M. 2004. Sex ratio estimation and survival analysis for *Orthetrum coerulescens* (Odonata, Libellulidae). – Canadian Journal of Zoology 82: 399-406.

Knaus, P. & Wildermuth, H. 2002. Site attachment and displacement of adults in two alpine metapopulations of Somatochlora alpestris (Odonata: Corduliidae). – International Journal of Odonatology 5: 111-128.

Klingel, H. 1967: Soziale Organisation und Verhalten freilebender Steppenzebras (*Equus quagga*). – Zeitschrift für Tierpsychologie 24: 580-624.

Kopp-Hamberger, M. 1998. Eine Methode zur individuellen Erkennung von Feuersalamandern (*Salamandra salamandra terrestris*) anhand des Zeichnungsmusters. – Salamandra, Rheinach 34: 239-244.

Matthé, M., Schönbrodt, T. & Berger, G. 2008. Computergestützte Bildanalyse von Bauchfleckenmustern des Kammmolchs (*Triturus cristatus*). – Zeitschrift für Feldherpetologie 15: 89-94.

Meier, C. 2008. Ersatzbiotop Bruni, Pfungen: Besiedlung, Entwicklung, Erfolgskontrolle 2007. – Unveröffentlichtes Gutachten.

Nomakuchi, S., Higashi, K, Harada, M. & Maeda, M. 1984. An experimental study of territoriality in *Mnais pruinosa pruinosa* Selys (Zygoptera: Calopterygidae). – Odonatologica 13: 259-267.

Pix, A. 2008. Variabilität und Individualität im Feinadernetz des Anisopterenflügels. – Tagungsband 27. Jahrestagung der Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen (GdO e.V.): 49.

Poethke, H.-J. 1988. Density-dependent behaviour in *Aeshna cyanea* (Müller) males at the mating place. – Odonatologica 17: 205-212.

Streich, W.J., Beckmann, H., Schneeweiss, N. & Jewgenow, K. 1997. Computergestützte Bildanalyse von Fleckenmustern der Rotbauchunke (*Bombina bombina*). – In: Henle, K. & Veith, M. (Hrsg.): Naturschutzrelevante Methoden der Fedlherpetologie. Mertensiella, Rheinbach 7: 93-102.

Wikelski, M., Moskowitz, D., Adelmann, J.S., Cochran, J., Wilcove, D.S. & May, M.L. 2006. Simple rules guide dragonfly migration. – Biology Letters 2: 325-329.