

Zweigipfelige Emergenzperiode der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*) im Fluss-System Elz-Leopoldskanal-Restrhein

Karl Westermann

Summary:

WESTERMANN, K. (2011): Bimodal emergence period of the Small Pincertail (*Onychogomphus forcipatus*) in the river system Elz-Leopoldskanal-Restrhein. – Naturschutz südl. Oberrhein 6: 157-166.

In 2006, 2008, 2009, and 2010 a total of 14900 exuviae of the Small Pincertail (*Onychogomphus forcipatus*) were collected at six sampling sections along the Elz-Leopoldskanal-Restrhein river system. The sampling sections were up to 25 km away from each other. The emergence period was between 40 and 76 days along the different sections. It began as early as 21st of May. The last imagines emerged on 12th of August. The emergence period always consisted of two main peak phases of mostly two to three weeks followed by a longer phase of lower emergence. Weather and water discharge had no effect on the seasonal pattern of emergence. It is possible that individuals from different larval stadia emerged during the different emergence phases. There may have been different conditions for development during the different phases. On isolated days the emergence rates were significantly decreased due to flooding, persistent strong winds or continuous rain. At one section the emergence rates increased significantly on three days following flooding during the previous nights. The floodings possibly caused drifting of larvae that were ready to emerge.

Keywords: *Onychogomphus forcipatus*, Small Pincertail, Odonata, emergence, phenology, bimodale emergence distribution, floods, Southern Upper Rhine.

Einleitung

Die Phänologie biologischer Phänomene, wie z.B. die Ankunft einer Zugvogelart im Frühjahr in ihrem Brutgebiet, die Emergenz einer Libellenart, die Flugzeit einer Schmetterlingsart oder die Blütezeit einer Obstbaumart, erfährt regelmäßig die Aufmerksamkeit von Wissenschaftlern und Amateuren. Häufig werden allerdings nur ohne großen Aufwand Extremdaten dokumentiert, so Erstankünfte, Emergenzbeginn oder die Letztbeobachtung. Solche Extremdaten sind jedoch methodisch zweifelhaft, weil sie von der Beobachtungsintensität, dem Wetter, einer speziellen Lokalsituation oder auch der Häufigkeit eines Artvorkommens stark beeinflusst werden; nur lange Zeitserien mit weitgehend konstanter Beobachtungsintensität können signifikante Ergebnisse liefern. Unklar muss bei Extremdaten dabei grundsätzlich bleiben, ob das Gros der Individuen einem festgestellten Trend der Extremdaten folgt oder nicht. Einzelne „Rekorddaten“ aus einer Datenmenge, die viele Beobachter in vielen Jahren sammelten, sind sowieso ohne großen Wert, weil sie eher irgendeine Ausnahmesituation als eine Regelmäßigkeit beschreiben.

Populationsbiologisch aussagefähiger – aber auch nur sehr viel arbeitsaufwändiger zu beschaffen – sind Kenngrößen, die die Phänologie von großen Anteilen

einer Population beschreiben. Entsprechende Beispiele für die Phänologie der Emergenz von Libellen des südlichen Oberrheins existieren für die Gemeine Keiljungfer (WESTERMANN et al. 1995), die Gebänderte Prachtlibelle (WESTERMANN 2002a), die Gemeine Weidenjungfer (WESTERMANN 2002b) und die Gebänderte Heidelibelle (WESTERMANN & WESTERMANN 2006).

Die Daten dieser Arbeit wurden in einer mehrjährigen Untersuchung an der Kleinen Zangenlibelle im Fluss-System Elz-Leopoldskanal-Restrhein gewonnen, die auch anderen Fragestellungen galt. Bis zum Mittellauf der Elz schlüpft die Art sehr häufig.

Material und Methode

In den Jahren 2006, 2008, 2009 und 2010 sammelte ich auf sechs Kontrollstrecken an Elz, Leopoldskanal und Restrhein während der gesamten Emergenzperiode täglich die Exuvien der Kleinen Zangenlibelle ein. Die beiden Ufer der Kontrollstrecke 2009 am Leopoldskanal wurden dabei gesondert gezählt und ausgewertet. Auf fünf Strecken konnte ich auch bei Niedrigwasser ein Kajak zur Exuviensuche einsetzen, das große Vorteile in Bezug auf Genauigkeit, Schonung der Vegetation und u.U. der schlüpfenden Libellen so-

wie Beobachterkomfort bietet. Auf der am weitesten flussaufwärts gelegenen Kontrollstrecke erwiesen sich bei den vorherrschenden niedrigen Abflüssen große Blocksteine im Wasser allerdings als zu hinderlich, sodass fast immer nur eine Exuviensuche zu Fuß von der Wasserseite aus durchführbar war. Bei den vereinzelt großen Hochwassern, die auch die Ufervegetation auf erheblicher Breite überspülten, suchte ich das Ufer im Bereich der Wasserlinie zu Fuß ab. Da die Kleinen Zangenlibellen regelmäßig bis in den späten Nachmittag und manchmal bis in den Abend schlüpfen konnten, begann ich möglichst erst mitten am Nachmittag mit den Kontrollen, die ich häufig abends rasch wiederholte. Große tägliche Emergenzraten zwangen gelegentlich zu einem Untersuchungsbeginn am frühen Nachmittag und ausnahmsweise zu einer Nachkontrolle am Morgen des nächsten Tages. Auf den Strecken der Jahre 2008 bis 2010 wurde ich vor allem bei großen Emergenzraten, unter schwierigen Abfluss- und Wetterbedingungen sowie bei spät am Tag schlüpfenden Individuen öfters von meiner Frau Elisabeth W. wirkungsvoll unterstützt. Alle Kontrollstrecken hatten meistens eine dichte Ufervegetation aus Gräsern, Hochstauden und einzelnen Büschen und Bäumen; diese wurde auf drei Strecken einmalig durch Schafbeweidung, Mahd oder mechanischen Vorlandabtrag beseitigt, ohne dass einschneidende Auswirkungen erkennbar wurden. Zu dichte Ufervegetation dünnte ich auf fünf Strecken durch einen Teilschnitt im Bereich der Wasserlinie immer wieder aus. Eine Übersicht der Kontrollstrecken und der Exuvienzahlen findet sich in Tabelle 1 und Abbildung 1.

Untersuchungslücken mussten nur ausnahmsweise hingenommen werden. An wenigen Tagen mit großen Hochwassern wurde zwar auf eine Kontrolle verzichtet bzw. war gar die Kontrollstrecke am Rhein nicht mehr erreichbar, irgendeine Emergenz aber nach vielen Erfahrungen unmöglich oder zumindest sehr unwahrscheinlich (vgl. WESTERMANN 2008a). Bei sehr

geringen Emergenzraten, fast immer gegen Ende der Emergenzperiode, kontrollierte ich öfters nicht mehr täglich; unter niederschlags- und windarmen Wetterbedingungen sowie stabilen oder sinkenden Abflüssen gingen dabei vermutlich nur ausnahmsweise Exuvien verloren; Exuvien, die vom Vortag stammten, konnten meistens als solche erkannt werden. Im Jahr 2009 entgingen vermutlich sehr wenige Nachzügler wegen meiner Abwesenheit ab 02.08. einer Kontrolle.

Da regelmäßig Imagines abseits der Ufer an Substraten im Wasser – Algenwatten, Makrophyten, Steinen und ortsfestem Geschwemmsel – schlüpfen, wurde jede Kontrollstrecke bis zur Flussmitte gerechnet. Am Restrhein bildeten sich 2008 in manchen Bereichen zeitweilig ausgedehnte ortsfeste Algenwatten; hier schlüpfen noch in etwa 80 m (!) Entfernung vom Ufer einzelne Imagines, deren Exuvien aufgesammelt und mitgerechnet wurden.

Ausnahmsweise stiegen die Wasserstände tagsüber rasch an, sodass möglicherweise vereinzelt Exuvien verloren gingen. Bei warmem Wetter und geringen Abflüssen schlüpfen oft viele Imagines direkt am Wasser oder mit dem Abdomen im Wasser; nach kleinen Anstiegen der Wasserstände oder Windböen schwammen dann gelegentlich etliche frische Exuvien im Stillwasser hart am Ufer, die mit Sicherheit aus der nächsten Umgebung stammten und mitgerechnet wurden. Eindeutig abseits des engsten Uferbereichs treibende oder nach Hochwassern offensichtlich angeschwemmte Exuvien wurden nicht berücksichtigt.

Die Abflüsse gewann ich aus einer Internetseite (<http://www.hvz.baden-wuerttemberg.de>), auf jeder Strecke richtete ich einfache Pegel der Wasserstände ein. Wassertemperaturen maß ich täglich an der jeweils gleichen Stelle in Ufernähe im fließenden Wasser, meistens in den gleichen Nachmittagsstunden, Lufttemperaturen in der nahen Umgebung. Niederschläge, Bewölkung und Windverhältnisse protokollierte ich qualitativ oder mit geschätzten Werten.

Tab. 1: Übersicht der Kontrollstrecken. Die Mündung des Leopoldskanals in den Rhein (rechtes Ufer) wird als Fluss-Kilometer 0 definiert, positive km-Werte sind flussaufwärts, negative flussabwärts gerechnet. Zahl der Exuvien der Kleinen Zangenlibelle.

| Nr. | Jahr | Gewässer, Ort, Uferseite | Fluss-km | Länge der Kontrollstrecke | Zahl der Exuvien |
|-----|------|--------------------------------|----------|---------------------------|------------------|
| 1 | 2008 | Restrhein Niederhausen, Ost | -0,4 | 200 m | 3524 |
| 2 | 2006 | Leopoldskanal Oberhausen, Süd | 2,0 | 200 m | 2469 |
| 3 | 2009 | Leopoldskanal Oberhausen, Süd | 4,4 | 120 m | 3210 |
| 4 | 2009 | Leopoldskanal Oberhausen, Nord | 4,4 | 120 m | 3003 |
| 5 | 2010 | Elz Köndringen, Nord | 16,0 | 130 m | 2261 |
| 6 | 2010 | Elz Kollmarsreute, Nord | 24,6 | 90 m | 436 |

Begriffe

Tägliche Emergenzrate: Zahl der über die Exuvien nachgewiesenen, täglich geschlüpften Imagines.
 Emergenzkurve: Balkendiagramm der täglichen Emergenzraten über die gesamte Emergenzperiode.

Die Untersuchungsgewässer

Elz und Leopoldskanal sind Hochwasserkanäle mit befestigten Flussbetten, Vorländern mit einer Gras- und Hochstaudenvegetation sowie beidseitigen Hochwasserdämmen. Der Leopoldskanal ist der Hochwasserkanal der Schwarzwaldflüsse Elz, Dreisam und Glotter. Die heutige „Alte Elz“, vor dem Bau des Leopoldskanals ab Riegel EM der einzige Vorfluter, zweigt dort vom Leopoldskanal ab und führt künstlich gesteuert eine weitgehend konstante Wassermenge von etwa 7 m³/s ab (Abb. 1), der Anteil des Abflusses im Leopoldskanal ist entsprechend bei Niedrigwasser gering. Der Kanal mündet bei Niederhausen in den Rhein. Dieser fließt zwar noch in seinem gestreckten Flussbett, das bei der Regulierung des 19. Jahrhunderts angelegt wurde; bis auf eine Restwassermenge von etwa 20 m³/s – daher der Name „Restrhein“ – nimmt aber der linksrheinische Grand Canal d’Alsace („Rheinseitenkanal“) alle Abflüsse bis zu kleinen Hochwassern auf; nur die zusätzlichen Hochwasserabflüsse fließen weiterhin im alten Rheinbett ab. Um die Grundwasserstände der rezenten Aue zu stabilisieren, wurde der Restrhein durch „Kulturwehre“ im Abstand von etwa 2 km angestaut; ein solches Kulturwehr befindet sich im Rhein knapp unterhalb der Leopoldskanalmündung – bei ihm war das obere Ende der Kontrollstrecke des Jahres 2008 gewählt. Die Fließgeschwindigkeiten von Elz und Leopoldskanal werden auf den meisten Abschnitten durch niedrige Querriegel („Schwellen“) reduziert. In den Ritzen zwischen fest eingemauerten Blocksteinen, mit denen das Gewässerbett bei großen Abflüssen stabilisiert wird, finden wahrscheinlich die Larven der Kleinen

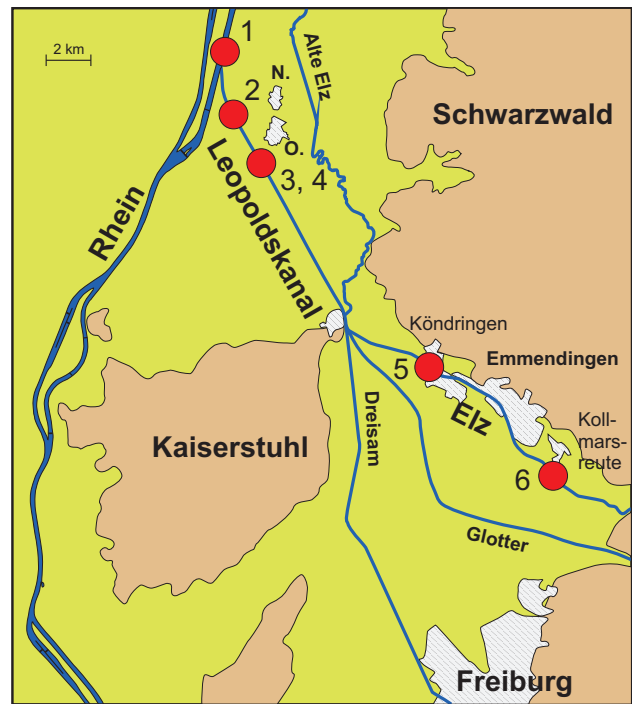


Abb. 1: Topographische Übersicht des Fluss-Systems und der Lage der sechs Kontrollstrecken. O. = Oberhausen, N. = Niederhausen.

Zangenlibelle zahlreiche Refugien, in denen sie ein großes Hochwasser ohne Verdriftung überdauern können. In Tabelle 2 werden einige Daten der Gewässer-geometrie dargestellt.

Der Leopoldskanal hat ein Einzugsgebiet von etwa 1100 km², niedrigste Abflüsse von etwa 0,25 m³/s, einen durchschnittlichen mittleren Abfluss von 13,8 m³/s und in einem Zeitraum von zwei Jahren einen durchschnittlichen Maximalabfluss von 162 m³/s (<http://www.hvz.baden-wuerttemberg.de>). Bei Kollmarsreute (Abb. 1) wenige 100 m oberhalb der Kontrollstrecke wird der Emmendinger Gewerbekanal ausgeleitet und erst unterhalb der Köndringer Strecke wieder rückgeleitet; er nimmt einen erheblichen Teil des Niedrig- und Mittelwasserabflusses der Elz auf.

Tab. 2: Daten der Gewässer-geometrie und Wassertemperatur. Temperaturen am Nachmittag während der jeweiligen Emergenzperiode: Extremwerte (in Klammern) und Intervall mit etwa 90% aller Werte.

| Nr. | Ort | Gewässerbreite | Abstand der Dammkronen | Abstand der Schwellen | Wassertemperaturen/ °C |
|------|-------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | Restrhein | 200 m | 250 m | - | (16,6) 17,2-27,3 (29,0) |
| 2 | Leopoldskanal | 35 m | 70 m | - | (12,8) 13,5-29,2 (29,7) |
| 3, 4 | Leopoldskanal | 35 m | 70 m | 200 m | (17,8) 19,0-26,0 (27,5) |
| 5 | Elz Köndringen | 20 m | 60 m | 200 m | (12,5) 13,7-30,0 (31,2) |
| 6 | Elz Kollmarsreute | 20 m | 50 m | 90 m bis 120 m | (11,8) 13,7-25,3 (25,4) |

Ergebnisse

Dauer der Emergenzperiode

Am Leopoldskanal, am Restrhein und an der unteren Elz begann die Emergenz in der letzten Maidekade. Im Jahr 2006 verzögerte ein anhaltendes Hochwasser den Beginn merklich und verkürzte die Emergenzperiode um etwa zwei Wochen (Tab. 3). Diese dauerte in den anderen Jahren an der unteren Elz, am unteren Leopoldskanal und am Restrhein zehn bis elf Wochen. Am Mittellauf der Elz bei Kollmarsreute setzte die Emergenz – ohne erkennbare außergewöhnliche Ursachen – etwa drei Wochen später als auf den übrigen Strecken ein, blieben die Abundanzen wesentlich geringer und dauerte die Emergenzperiode vier bis fünf Wochen kürzer (Tab. 1, Tab. 3).

Emergenzverlauf

Auf allen sechs Strecken verlief die Emergenz qualitativ nach demselben zeitlichen Muster (Abb. 2 bis 7). Nach Emergenzbeginn stieg die tägliche Emergenzrate sehr rasch bis auf hohe Werte an, um ebenso rasch wieder auf geringe Werte abzufallen („Emergenzphase I“). Nach einer Pause von etlichen Tagen folgte ein zweiter ähnlicher Anstieg auf Maximalwerte derselben Größenordnung („Emergenzphase II“). Dieser folgte eine mehrwöchige, manchmal unregelmäßig verlaufende „Nachphase“, die allmählich immer schwächer wurde und in der Regel ab Ende Juli bis Mitte August (Tabelle 3) auslief. Nur am Mittellauf der Elz bei Kollmarsreute dauerte die Nachphase erheblich kürzer.

Quantitativ waren Auswertungen der Emergenzkurven mit Unsicherheiten behaftet, weil die täglichen Emergenzraten durch erhöhte Abflüsse bis hin zu Hochwassern und auch durch Wind- und Regenwetter nach-

weisbar beeinflusst wurden (siehe unten).

Der Zeitunterschied zwischen den beobachteten Maximalwerten der Emergenzphasen I und II betrug auf den Strecken der unteren Elz, des Leopoldskanals und des Restrheins mit einer Ausnahme 17 bis 21 Tage. Er verkürzte sich im Jahr 2006 bei einem durch ein Hochwasser stark verzögerten Emergenzbeginn auf 14 bis 15 Tage (Abb. 3). Am Mittellauf der Elz bei Kollmarsreute lag er bei einem um etwa drei Wochen späteren Emergenzbeginn und insgesamt wesentlich geringeren Emergenzraten bei etwa 13 Tagen.

Für weitere quantitative Auswertungen wird ein Emergenzschema definiert:

Emergenzphase I: Erste Periode, in der ohne Unterbrechung täglich mehr als 1% des Gesamtbestandes schlüpften,

Emergenzphase II: Zweite Periode, in der ohne Unterbrechung täglich mehr als 1% des Gesamtbestandes schlüpften,

Vorphase V: Periode vom Beginn der Emergenzperiode bis zum Beginn der Emergenzphase I

Zwischenphase Z: Periode zwischen den Emergenzphasen I und II

Nachphase N: Periode nach der Emergenzperiode II bis zum Ende der gesamten Emergenzperiode.

In den Phasen V, Z, N kamen öfters Tage ohne Emergenz oder einzelne Tage mit einer Rate von mehr als 1% des Gesamtbestandes vor.

Trotz des schematischen Ansatzes sind die Ergebnisse ziemlich einheitlich (Tabelle 4). Die Emergenzphasen I und II dauerten 9 bis 18 Tage, durchschnittlich 12,0 bzw. 11,7 Tage. In jeder der Hauptphasen schlüpften zwischen einem Drittel und der Hälfte aller Imagines, durchschnittlich etwa 42% bzw. knapp 39%. Nach dem Beginn der Emergenz stiegen die täglichen Emergenzraten rasch an, sodass die Vorphase sehr kurz und quantitativ unbedeutend war. Auch die Zwischenphase dauerte nur drei bis elf Tage und erreichte nur wenige Prozent des Gesamtbestandes – die beiden Phasen

Tab. 3: Dauer der Emergenzperiode. ¹⁾ verzögerter Beginn infolge eines vom 28.05. bis zum 06.06. anhaltenden Hochwassers, der erste Schlupf am 07.06. erfolgte knapp außerhalb der Kontrollstrecke.

²⁾ eventuell sehr wenige Nachzügler wenige Tage später

| Nr. | Jahr | Gewässer | Beginn | Ende | Dauer |
|-----|------|---------------------------------|----------------------|----------------------|---------|
| 1 | 2008 | Restrhein, km –0,4 | 26.05. | 04.08. | 71 Tage |
| 2 | 2006 | Leopoldskanal, km 2,0 | 07.06. ¹⁾ | 04.08. | 59 Tage |
| 3 | 2009 | Leopoldskanal, km 4,4, Südufer | 21.05. | 01.08. ²⁾ | 73 Tage |
| 4 | 2009 | Leopoldskanal, km 4,4, Nordufer | 21.05. | 01.08. ²⁾ | 73 Tage |
| 5 | 2010 | Elz, km 16,0 | 29.05. | 12.08. | 76 Tage |
| 6 | 2010 | Elz, km 24,6 | 16.06. | 25.07. | 40 Tage |

Tab. 4: Dauer der verschiedenen Emergenzphasen und Anteil der jeweils geschlüpften Imagines auf den sechs Kontrollstrecken. Vorphase V, Emergenzphasen I bzw. II, Zwischenphase Z, Nachphase N (vgl. Text).

| Nr. | Jahr | Gewässer | Dauer in Tagen | | | | | % des Gesamtbestandes | | | | |
|-----|------|--------------------------|----------------|----|----|----|----|-----------------------|------|-----|------|------|
| | | | V | I | Z | II | N | V | I | Z | II | N |
| 1 | 2008 | Restrhein Ostufer | 1 | 9 | 11 | 18 | 32 | 0,1 | 32,7 | 5,2 | 49,9 | 12,1 |
| 2 | 2006 | Leopoldskanal Unterlauf | 1 | 13 | 3 | 9 | 32 | 0,2 | 48,3 | 2,1 | 35,5 | 14,0 |
| 3 | 2009 | Leopoldskanal Mittellauf | 2 | 12 | 5 | 10 | 44 | 0,7 | 42,8 | 3,8 | 34,9 | 17,8 |
| 4 | 2009 | Leopoldskanal Mittellauf | 2 | 14 | 3 | 11 | 43 | 0,7 | 46,8 | 2,4 | 33,7 | 16,4 |
| 5 | 2010 | Elz Unterlauf | 3 | 13 | 11 | 13 | 36 | 0,8 | 39,1 | 4,8 | 34,1 | 21,2 |
| 6 | 2010 | Elz Mittellauf | 4 | 11 | 4 | 9 | 12 | 3,0 | 41,3 | 1,4 | 43,8 | 10,6 |

sind letztlich Konstrukte zur Abgrenzung der beiden Hauptphasen. Erhebliches populationsbiologisches Gewicht kam jedoch der Nachphase zu: Sie dauerte mit einer Ausnahme etwa fünf bis sechs Wochen, in denen noch 10 bis über 20% des Gesamtbestandes schlüpfen. Nur am Mittellauf der Elz bei Kollmarsreute war bei insgesamt wesentlich kleineren Emergenzraten die Nachphase schon nach zwölf Tagen beendet.

Einfluss von Hochwasser und erhöhter Wasserführung

Bei Hochwassern kommt die Emergenz zum Erliegen oder geht in ihrer Intensität stark zurück (WESTERMANN 2008a, wo auch die Daten für die Kleine Zangenlibelle vom Leopoldskanal aus dem Jahr 2006 verwendet wurden, vgl. Abb. 3). Weitere Belege für die Kleine Zangenlibelle ergaben sich 2008 am Restrhein (Abb. 2), 2009 am Leopoldskanal (Abb. 4 und 5) und 2010 an der Elz (Abb. 6 und 7). Auffällig waren verschiedene Phänomene:

- Auf der Kontrollstrecke am Restrhein führte ein kräftiges Hochwasser des oberhalb einmündenden Leopoldskanals am 30./31.05. zu einem deutlichen Rückgang der Emergenzrate (Abb. 2). Der Wasserstand am Rhein stieg dabei nur um 6 bis 12 cm an, einem sonst nicht zu merklichen Rückgängen führenden Wert. Ob die stark verringerte Sichttiefe des Rheinwassers bis über die Gewässermite hinaus aufgrund der Hochwasserfracht des Leopoldskanals die Ursache war, konnte nicht geklärt werden.
- An der Elz bei Köndringen (Abb. 6) liefen nach heftigen Gewittern im Schwarzwald während der Nachphase der Emergenz am 05., 11. und 13.07. 2010 in der Nacht kräftige Hochwasser durch, die am folgenden Nachmittag schon weitgehend wie-

der abgeklungen waren. An allen drei Tagen nach dem nächtlichen Hochwasser stieg die Emergenzrate in auffälliger Weise an. Ein entsprechender Effekt ließ sich elzaufwärts bei Kollmarsreute (Abb. 7) trotz derselben Abflusscharakteristik nicht mehr nachweisen.

Einfluss von Schlechtwetter

Dauerregen und anhaltender starker Wind führen wahrscheinlich zu einer Verringerung der Emergenzrate. Darauf wiesen deren Werte bei den ganzen Tag anhaltenden Regenfällen am 07.07.2006 am Leopoldskanal (Abb. 3) und bei starken Winden mit häufigen Geschwindigkeiten bis Stärke 5 am 07./08.07. 2008 am Restrhein (Abb. 2) und am 22./23.06.2009 am Leopoldskanal (Abb. 4 und 5) hin. Am 30.05.2010 kam an der Elz bei Köndringen zum Dauerregen auch ein mäßiges Hochwasser dazu.

Unterschiede zwischen gegenüberliegenden Ufern

An den beiden gegenüberliegenden Ufern des Leopoldskanals (Kontrollstrecken 4 und 5) war im Jahr 2009 die Emergenzperiode identisch (Tab. 3). Die Dauer und die Intensität der einzelnen Emergenzphasen unterschieden sich nur unwesentlich (Tab. 4). An einzelnen Tagen kam es jedoch regelmäßig zu deutlichen gegenläufigen Veränderungen der Emergenzrate. In den beiden Emergenzphasen I und II verlief damit die Emergenz an den beiden Ufern statistisch hoch signifikant nicht homogen, vgl. Abb. 4 und 5:
 23.05.-05.06.: $\chi^2 = 29,3$, $n = 14$, $df = 13$, $p < 0,002$
 09.06.-19.06.: $\chi^2 = 40,3$, $n = 11$, $df = 10$, $p < 0,001$
 Gründe für die Unterschiede ließen sich aus den Strukturen der Ufer und den Wetterdaten nicht finden.

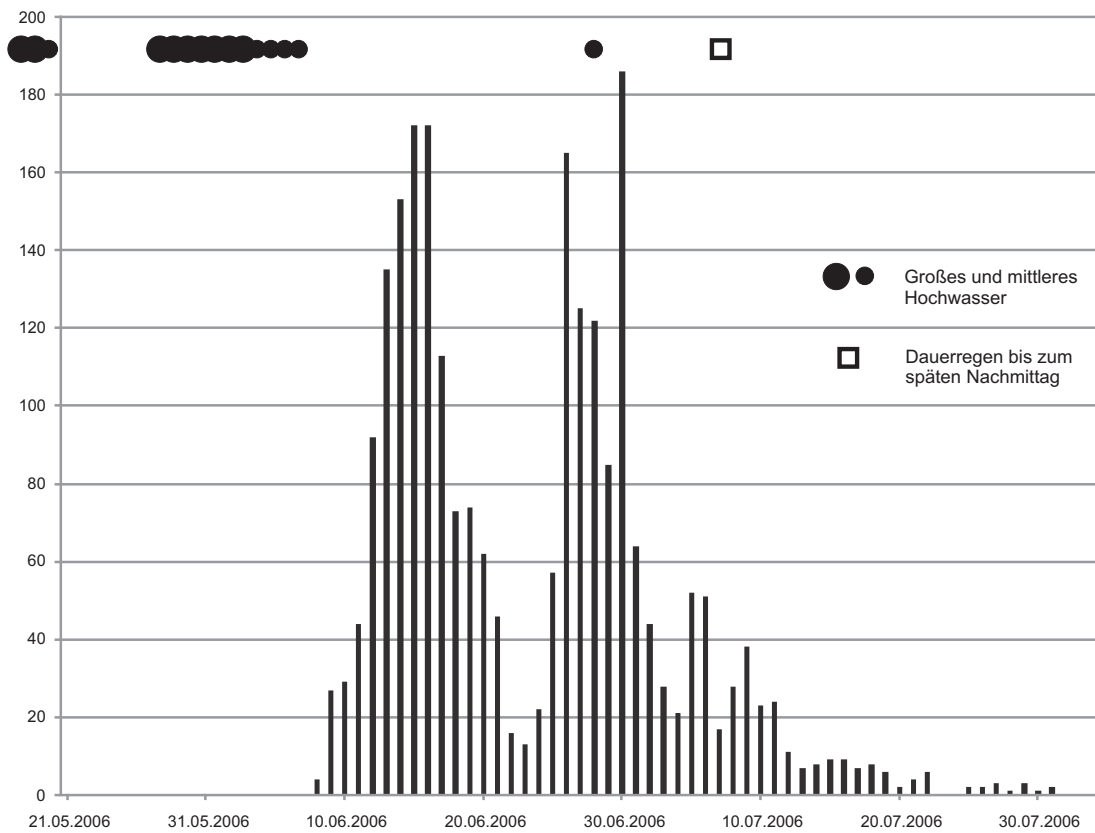
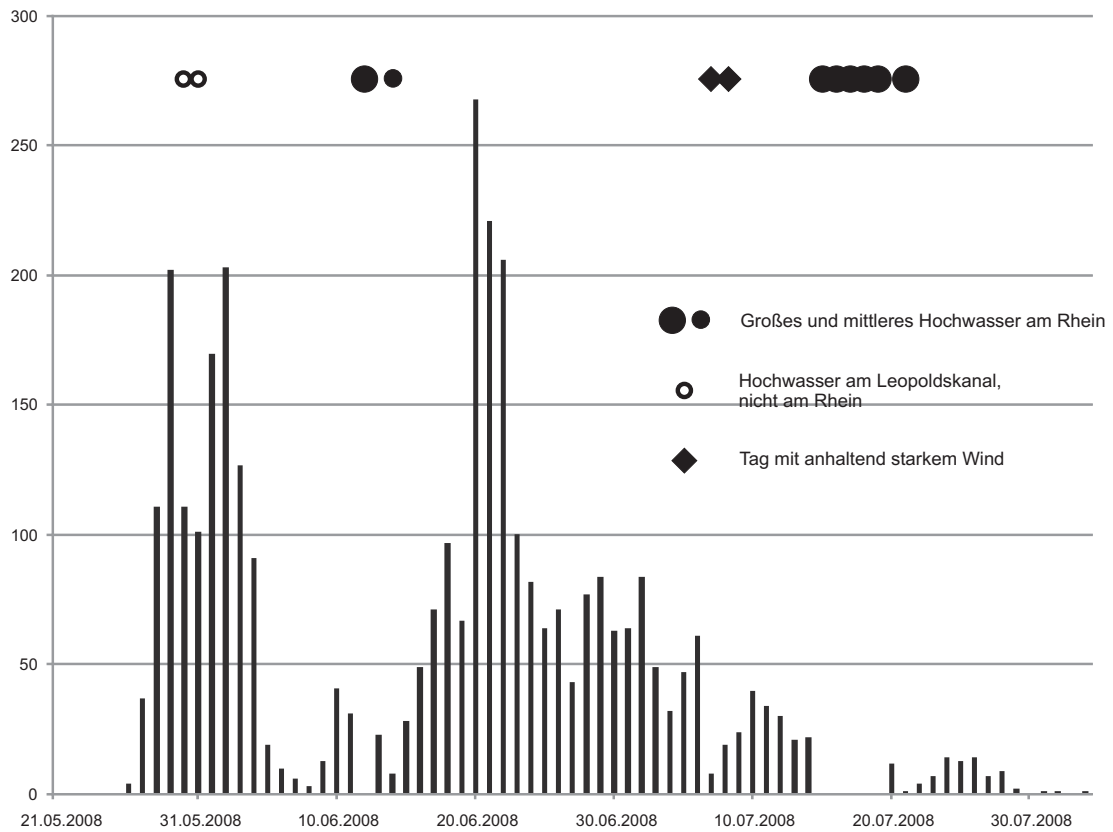


Abb. 2 und 3: Emergenzverlauf am Restrhein bei Niederhausen EM (Kontrollstrecke 1, oben) im Jahr 2008 und am Leopoldskanal bei Oberhausen EM (Kontrollstrecke 2) im Jahr 2006.

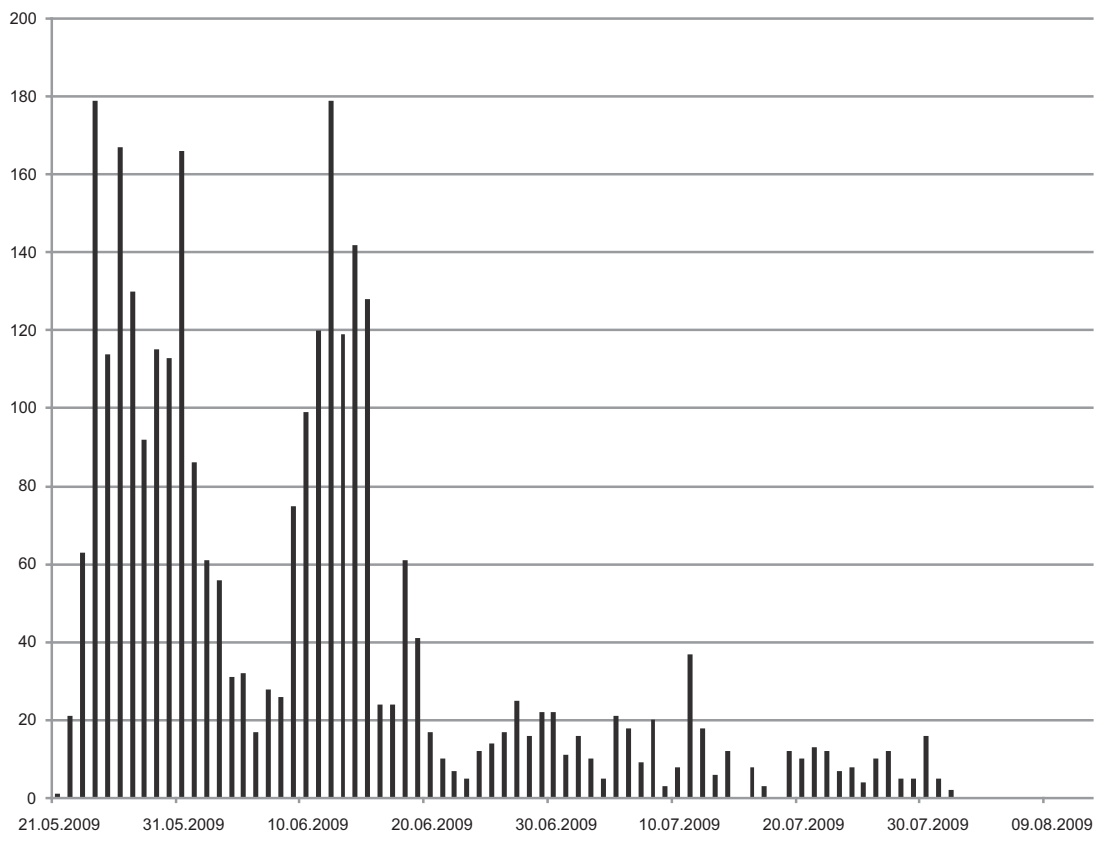
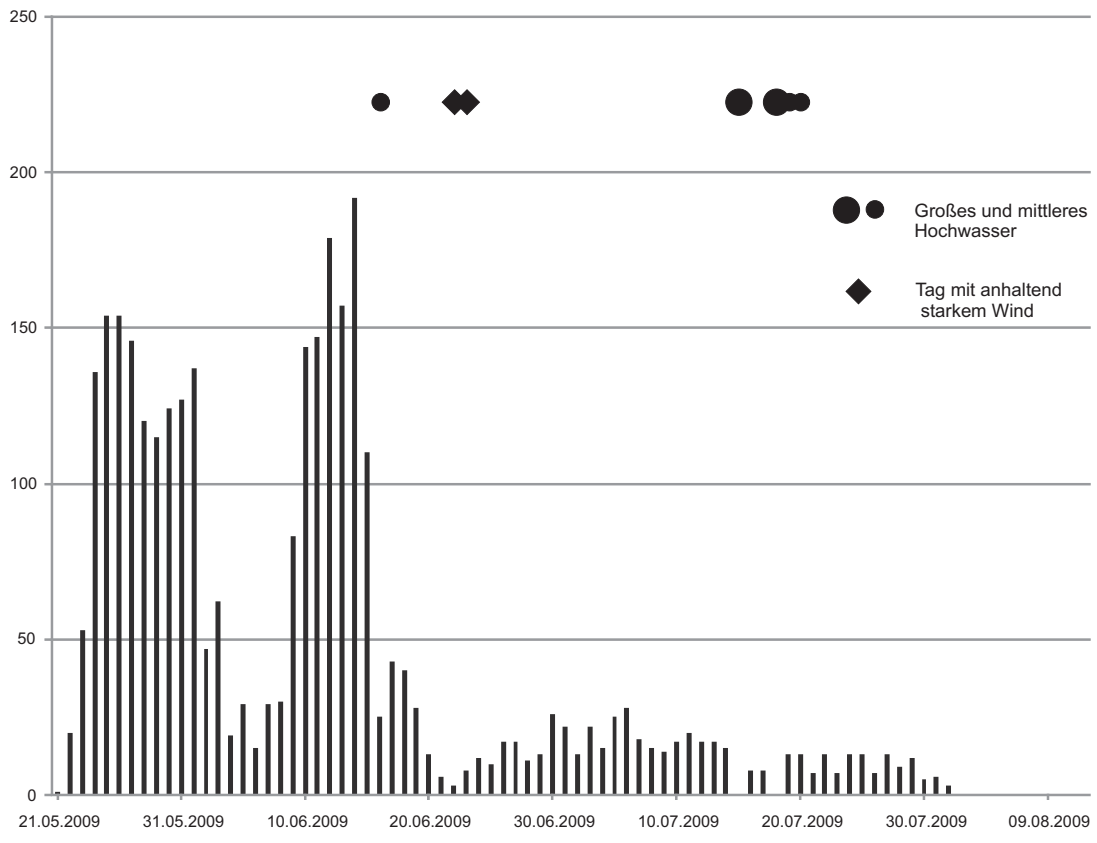


Abb. 4 und 5: Emergenzverlauf am Leopoldskanal bei Oberhausen EM (Kontrollstrecke 3 und 4) im Jahr 2009. Südufer oben, Nordufer unten

Diskussion

Zur Entstehung der beiden Emergenzphasen

Auf allen Kontrollstrecken ergab sich in allen Untersuchungsjahren eine bimodale Emergenzkurve mit einem charakteristischen Muster, das nicht mit Wetterfaktoren oder Abflüssen zusammenhing (Abb. 2 bis 7). Zwei annähernd normalverteilten, weitgehend zeitlich getrennten Emergenzphasen von jeweils etwa zwei bis drei Wochen, einmalig drei bis vier Wochen Dauer folgte eine lange Nachphase, die bis zu fünf bis sechs Wochen dauern konnte. Bei dieser Abschätzung sind die Dauern der Vorphase und anteilig der Zwischenphase sowie wenige Tage der Nachphase einbezogen, weil die ersten beiden Phasen letztlich nur Konstrukte zur schematischen Abgrenzung der beiden Emergenzphasen darstellen. Wahrscheinlich schlüpfen in den zwei oder drei Phasen Larven aus verschiedenen Entwicklungsklassen, die die winterliche Dia-

pause in verschiedenen Entwicklungsstadien verbracht hatten. In der Emergenzphase I schlüpfen vermutlich hauptsächlich Imagines, die ihre Larvalentwicklung schon im vorausgegangenen Herbst abgeschlossen hatten und sich im Winter im letzten Larvalstadium F-0 befanden. In der Emergenzphase II und in der Nachphase folgten Imagines, die ihre vorausgegangene winterliche Entwicklungspause als noch nicht voll entwickelte Larven verbracht hatten und sich im Frühjahr vor ihrer Emergenz erst noch zur schlüpfreifen Larve entwickeln mussten. Bei den Imagines der Nachphase könnte es sich um Individuen handeln, deren Larvalentwicklung im Frühjahr und Frühsommer des Schlüpfjahres verzögert ablief; denkbar ist aber auch, dass darunter Individuen gemischt waren, deren Entwicklung im vorhergehenden Winter noch weniger weit gediehen war als bei ihren früher geschlüpfen Artgenossen. In jedem Fall bilden die Individuen der Nachphase, die 10 bis über 20% eines Jahrgangs ausmachten, eine Populationsreserve, die

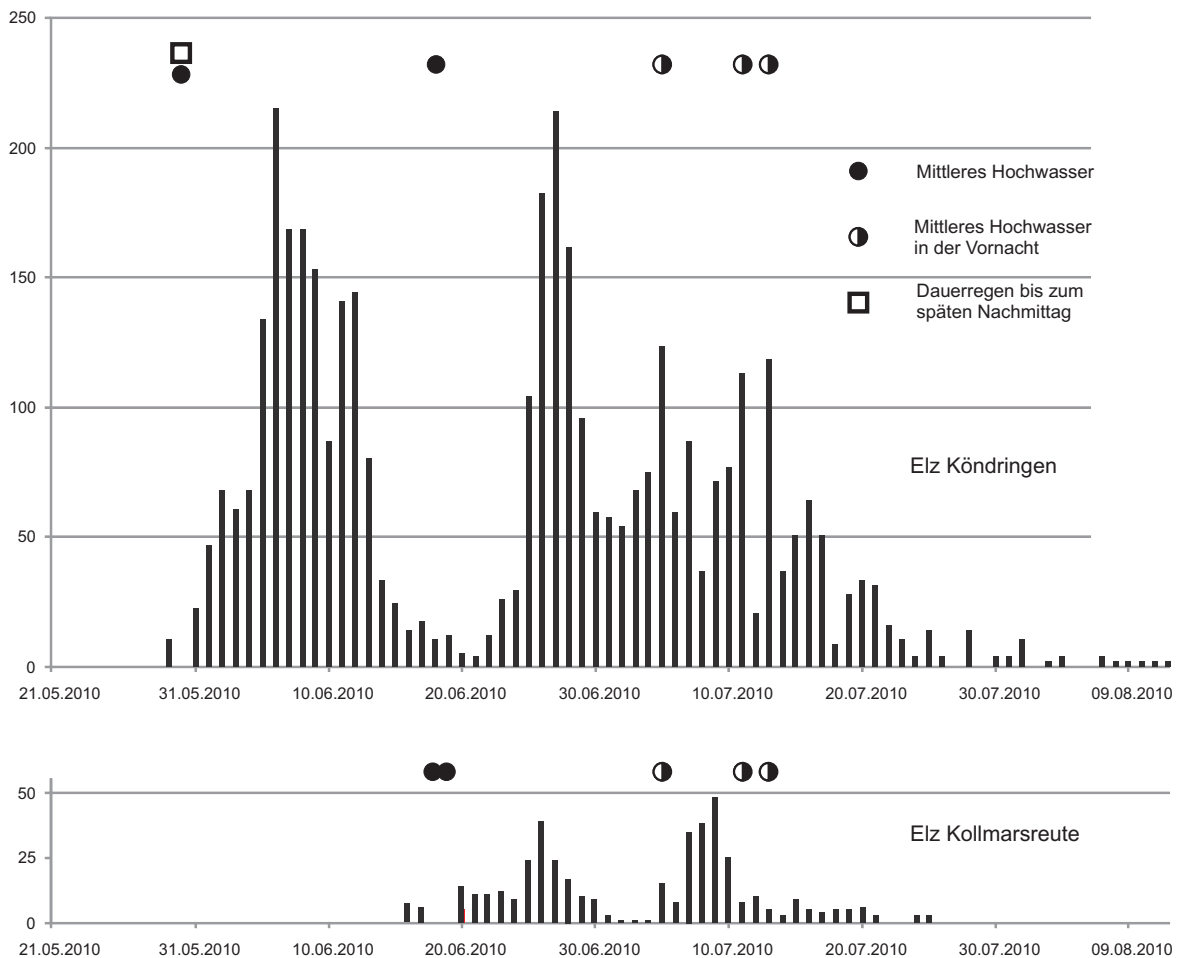


Abb. 6 und 7: Emergenzverlauf an der Elz bei Köndringen EM (Kontrollstrecke 5) und bei Kollmarsreute (Kontrollstrecke 6) im Jahr 2010.

bei schlechten Wetter- und Abflussbedingungen in der Hauptfortpflanzungsphase populationsbiologisch Bedeutung bekommt. Wahrscheinlich waren unter den Imagines, die im August mindestens bis zur Monatsmitte noch ziemlich häufig Reviere besetzt hielten und bis Anfang September allmählich immer spärlicher wurden, regelmäßig Individuen aus der Nachphase. Bei wenigen Kontrollen im Jahr 2010 flogen die letzten beobachteten Männchen am 05.09. (Elisabeth & K. WESTERMANN unveröffentl.).

Hochwasser- und Wettereinflüsse

Eine Reihe eindeutiger Indizien machte wahrscheinlich, dass eine Larve häufig nicht an ihrem Schlüpfort ihre gesamte Larvalzeit verbracht hatte, sondern irgendwann im Lauf ihrer Entwicklung verdriftet wurde oder flussabwärts wanderte (K. WESTERMANN unveröffentl.). So stammten wahrscheinlich die Larven auf der Restrheinstrecke (Nr. 1) zu hohen Anteilen aus dem Leopoldskanal; jedenfalls waren 2008 nach Stichproben die Abundanzen am Rhein oberhalb der Mündung des Leopoldskanals sowie am linken Rheinufer unterhalb der Kanalmündung viel geringer als auf der Kontrollstrecke und am rechten Ufer flussabwärts (K. WESTERMANN unveröffentl.). Direkt unterhalb des Kulturwehres am Restrhein am oberen Ende der Kontrollstrecke schlüpfen außerdem viele Imagines, die dort wegen der regelmäßigen wuchtigen Hochwasser mit enormen Turbulenzen wahrscheinlich nicht längere Zeit leben konnten. Damit liegt auch eine plausible Erklärung für das beschriebene Phänomen vor, dass bei einem Hochwasser des Leopoldskanals am Restrhein die Emergenzrate erheblich kleiner wurde, obwohl hier der Wasseranstieg ziemlich gering blieb. Auch die drei beschriebenen relativen Maxima der Emergenzraten nach einem nächtlichen Hochwasser an der Elz bei Köndringen lassen sich plausibel mit Verdriftungen schlüpfbereiter Larven flussabwärts erklären, zumal im Bereich der Kontrollstrecke ein Flussabschnitt mit verringertem Gefälle einsetzt. Larven leben offensichtlich keineswegs nur in Ufernähe, sondern auch in kleinen Hochwasserrefugien mitten im Gewässer, wie schon die vielen Beispiele der mitten im Rhein und ebenso mitten in der Elz und im Leopoldskanal auf Algenwatten, Steinen, Makrophyten oder Geschwemmsel schlüpfenden Imagines zeigen. Da jedoch im Regelfall mitten im Gewässer keine Schlüpfsubstrate zur Verfügung stehen, müssen schlüpfbereite Larven in diesem Fall zu einem Ufer wandern und sich dort zweifellos häufig mit einem suboptimalen, nicht erprobten Hochwasserschutz begnügen. Ein

plötzlich ablaufendes Hochwasser, wie nach großen Gewittern im Schwarzwald, dürfte dann bei solchen Larven verstärkt zur Drift führen. Dass dieselben Hochwasser 8,6 km flussaufwärts bei Kollmarsreute sich nicht entsprechend auswirkten, könnte mit den dortigen geringeren Abundanzen zusammenhängen; diese lassen vermutlich flussaufwärts rasch weiter nach, sodass während der Hochwasser oberhalb der Kontrollstrecke nur relativ wenige schlüpfbereite, u.U. driftende Larven lebten.

An den wenigen Tagen mit anhaltendem starkem Wind oder Dauerregen gingen die Emergenzraten jedes Mal zurück. An regnerischen Tagen, an denen Regen und Regenspauzen wechselten, wurde die Emergenzrate höchstens geringfügig oder mäßig beeinträchtigt, weil die Kleine Zangenlibelle dann verstärkt in Regenspauzen schlüpfte (K. WESTERMANN unveröffentl.). Schlüpfende Imagines können bei Windböen irreversible Schäden erfahren, indem sie in das Wasser geweht oder ihre weichen Flügel verdreht werden. Auf anhaltenden kräftigen, aber nur in Böen sehr starken Wind reagieren Kleine Zangenlibellen regelmäßig erfolgreich, indem sie an windgeschützten Stellen schlüpfen und/oder unmittelbar nach dem Lösen des Abdomens aus der Larvenhülle, den Kopf voraus, sich mit der Körperachse in die Windrichtung drehen (Elisabeth & K. WESTERMANN unveröffentl.).

Unterschiede zwischen gegenüberliegenden Ufern

Die Emergenzperiode war 2009 an den beiden gegenüberliegenden Ufern des Leopoldskanals identisch und auch die einzelnen Phasen unterschieden sich nur wenig. An einzelnen Tagen kam es jedoch regelmäßig zu gegenläufigen Veränderungen der Emergenzraten, sodass sich die täglichen Emergenzraten der beiden Hauptphasen statistisch hoch signifikant als inhomogen erwiesen. Die beiden Ufer unterschieden sich zwar deutlich durch die Dichte der Ufervegetation, aber es wurden keine Indizien für diese Ursache ersichtlich. Auch Wetterdaten, etwa von Tag zu Tag manchmal unterschiedliche Windexpositionen, kommen als generelle Ursache kaum in Frage.

Bei den Untersuchungen zeigten sich deutliche soziale Effekte, vor allem kleinräumig sich ändernde, statistisch signifikante Unterschiede des Geschlechterverhältnisses frisch geschlüpfter Kleiner Zangenlibellen (K. WESTERMANN unveröffentl.), wie sie schon für *Lestes viridis* belegt wurden (WESTERMANN 2008b). Damit sind soziale Effekte als eine Ursache nicht auszuschließen.

Zusammenfassung:

In den Jahren 2006, 2008, 2009 und 2010 sammelte ich auf sechs Kontrollstrecken des Fluss-Systems Elz-Leopoldskanal-Restrhein, die bis zu 25 Fluss-Kilometer voneinander entfernt lagen, täglich die Exuvien der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*) auf, insgesamt etwa 14.900 Exuvien. Die Emergenzperiode dauerte auf den einzelnen Kontrollstrecken 40 bis 76 Tage. Sie begann frühestens am 21. Mai, die letzten Imagines schlüpften am 12. August. Sie war nach einem einheitlichen Muster in zwei deutlich getrennte Hauptphasen von meistens zwei bis drei Wochen Dauer und eine lange Nachphase gegliedert. Wetter und Abflüsse spielten als Ursache des differenzierten Emergenzverlaufs keine Rolle. Vermutlich schlüpften in den verschiedenen Emergenzphasen Individuen aus verschiedenen Larvalstadien und mit unterschiedlich günstigen Entwicklungsbedingungen. An einzelnen Tagen gingen die Emergenzraten infolge von Hochwassern, anhaltendem starkem Wind oder Dauerregen beträchtlich zurück. Auf einer Strecke stiegen die Emergenzraten dreimal nach vorausgegangenen nächtlichen Hochwassern am folgenden Tag beträchtlich an, vermutlich weil die Hochwasser zu einer Verdriftung schlüpfbereiter Larven führten.

Literatur

- WESTERMANN, K. (2002a): Zur Phänologie der Emergenz bei der Gebänderten Prachtlibelle (*Calopteryx splendens*) an südbadischen Altrheinen. – Naturschutz südl. Oberrhein 3: 193-200.
- WESTERMANN, K. (2002b): Phänologie der Emergenz bei der Gemeinen Weidenjungfer (*Chalcolestes viridis*) an südbadischen Altrheinen. – Naturschutz südl. Oberrhein 3: 201-214.
- WESTERMANN, K. (2008a): Auswirkungen von Hochwassern auf die Emergenzraten von Libellen an Fließgewässern des Oberrheinischen Tieflandes (Odonata). – Libellula 27: 63-88.
- WESTERMANN, K. (2008b): Sex ratio in a population of *Lestes viridis*: spatial and temporal variability at emergence (Odonata: Lestidae). – International Journal of Odonatology 11: 115-129.
- WESTERMANN, K., & E. WESTERMANN (2006): Zur Phänologie der Gebänderten Heidelibelle (*Sympetrum pedemontanum*) im NSG „Elzwiesen“ in den Jahren 2003 bis 2005. – Naturschutz südl. Oberrhein 4: 251-257.
- WESTERMANN, K., S. WESTERMANN, A. HEITZ & S. HEITZ (1995): Schlüpfperiode, Schlüpfhabitat und Geschlechterverhältnis der Gemeinen Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) am südlichen Oberrhein. – Naturschutz südl. Oberrhein 1: 41-54.

Anschrift des Verfassers:

Karl Westermann, Buchenweg 2, D-79365 Rheinhausen.