

Populationsentwicklung und Habitatpräferenzen der Westlichen Keiljungfer (*Gomphus pulchellus* Sélys, 1840) in der Region Basel (Schweiz) (Odonata: Gomphidae)

CHRISTIAN RUF, CHRISTA GUFLER UND DANIEL KÜRY

Zusammenfassung: Zwischen 2012 und 2014 wurde eine isolierte Population der gefährdeten und national prioritären Westlichen Keiljungfer in den Spittelmattweiher in Riehen (Kanton Basel-Stadt, Schweiz) und zwei benachbarten Fortpflanzungsgewässern untersucht. Die Dichte zum Zeitpunkt der Emergenz betrug zwischen 34,2 und 50,8 Exuvien pro 100 Meter Uferlinie. Der Anteil männlicher Exuvien lag zwischen 42,7 und 54,5 %, während der EM₅₀-Wert zwischen 4 und 12 Tagen schwankte. Die Emergenz begann mit dem Erreichen einer Temperatursumme von 1'113,8 ± 69,3 °C (31. Januar bis zum Fund der ersten Exuvie). Die Larven schlüpfen überwiegend am südöstlichen Ufer der Weiher und kletterten in über 80 % der Fälle an einer Struktur, mehrheitlich Pflanzenteile von *Rubus* sp. und *Carex* sp., hoch. In der benachbarten Kiesgrube Käppelin in Weil am Rhein (Deutschland) wurden nur zwei Exuvien gefunden und in den Entenweiher überhaupt keine. In hauptsächlich sandigem Sediment mit einer Detritusaufgabe wurden 2014 drei Larven gefangen. Ihre Fundorte lassen auf eine mosaikartige Verbreitung auf der Gewässersohle schliessen. In Substratwahlversuchen bevorzugten die Larven signifikant ein Gemisch aus Fein- und Mittelsand mit Korngrößen zwischen 0,05 und 0,5 mm. Im mit Detritus überdeckten Sediment dauerte das Eingraben der Larven durchschnittlich 36 Minuten verglichen mit 54 Minuten ohne Detritus. Die Spittelmattweiher scheinen das Haupthabitat einer Metapopulation noch unbekannter Grösse zu sein. Zum Schutz und zur Förderung von *G. pulchellus* wird vorgeschlagen, die Gewässer in der Nachbarschaft aufzuwerten, indem bevorzugte Habitatausstattungen eingebracht werden.

Abstract: Population Changes and Habitat Preferences of the Western Clubtail (*Gomphus pulchellus* Sélys, 1840) in the surroundings of Basel (Switzerland) (Odonata: Gomphidae)

From 2012 to 2014 an isolated population of *Gomphus pulchellus*, an endangered species of national priority was studied in the Spittelmatt Ponds in Riehen (canton Basel-Stadt, Switzerland) and in two other potential breeding sites. The density at emergence was between 34.2 and 50.8 exuviae per 100 meter of shore line while the proportion of male exuviae varied from 42.7 to 54.5 %. The EM₅₀ showed values from 4 to 12 days. The emergence period started when a mean temperature sum of 1'113.8 ± 69.3 °C (January 31st until date of first emergence) was reached. Highest densities of exuviae were found on the south eastern shore of the ponds with approximately 80 % of them attached values on plants part like *Rubus* sp. and *Carex* sp. In the nearby gravel pit Käppelin (Weil am Rhein, Germany) only two exuviae were found and in the Entenweiher exuviae were lacking completely. In 2014 only three larvae of *G. pulchellus* were found in mainly sandy sediments covered by detritus. They seemed to have a very patchy distribution. In experiments larvae chose significantly a sandy sediment of a grain size between 0.05 and 0.5 mm. On sediments covered with detritus the larvae buried themselves after 36 minutes compared to 54 minutes without detritus. The Spittelmatt ponds seem to be the main habitat of a metapopulation of which acutally size and spread are unknown. To conserve and support the population of the *G. pulchellus* it is proposed to restore the ponds in vicinity of the Spittelmatt ponds according to its habitat preferences.

Key words: emergence, substrate selection, metapopulation, conservation

Einleitung

Die Westliche Keiljungfer *Gomphus pulchellus* (Sélys, 1840) (Abb. 1) besiedelt neben kleinen Seen des Mittellandes vor allem anthropogen geschaffene Lebensräume wie Baggerseen und permanente Kiesgrubengewässer. Seit dem Jahr 2000 verzeichnet die als national prioritär und gefährdet (Kategorie VU) eingestufte Art jedoch Rückgänge in mehreren Regionen der Schweiz (Küry und Monnerat 2013). Neben Vorkommen im Genfer Becken, der Dreiseen-Region und der Region Basel besiedelt *G. pulchellus* auch Regionen im Jura (Gonseth und Monnerat 2002, Küry und Monnerat 2013). Im Kanton Basel-Stadt konnte die Art erstmals im Jahr 2006

nachgewiesen werden (Küry und Christ 2010). Aufgrund der isolierten Bestandessituation an den Spittelmattweihern in Riehen (Kanton Basel-Stadt) wurde ein Aktionsplan für *G. pulchellus* gestartet, um die Art in der Region Basel und nördlich des Juras langfristig zu schützen und zu fördern.

In den Jahren 2012 und 2013 wurde die Situation von *G. pulchellus* an den Spittelmattweihern erstmals untersucht (Krieg 2012, Küry und Krieg 2016). Zur Überprüfung der Wirksamkeit der im Rahmen des Aktionsplans durchgeführten Aufwertungsmassnahmen sowie der Entwicklung des Bestandes in den Spittelmattweihern wurden die jährlichen Untersuchungen fortgesetzt. Zudem wird im Aktionsplan eine



Abb. 1: Männchen von *Gomphus pulchellus* kurze Zeit nach dem Schlupf. Meist sitzen die jungen Tiere auf Steinen oder auf vegetationsfreiem Boden in der Nähe der Entwicklungsgewässer.

Neubesiedlung nahe gelegener Lebensräume wie des Entenweiher und der Kiesgrube Käppelin angestrebt. Aufgrund der mehrjährigen Entwicklung verbringt *G. pulchellus* die meiste Zeit seines Lebens im Larvenstadium (Sternberg und Buchwald 1999). Da die Biotopbindung hauptsächlich auf die Lebensraumsprüche der aquatisch lebenden Larven zurückzuführen ist, kann ein effektiver Schutz der Art in erster Linie durch ein Angebot optimaler Larvenlebensräume erreicht werden (Müller 1995). Die vorliegende Studie soll deshalb zur Kenntnis der Biologie und des Verhaltens der Larven beitragen. Die Untersuchungen umfassen (I) die Ermittlung der Bestandesgrösse und die Protokollierung der Entwicklung der Population in den Spittelmattweiher zwischen 2012 und 2014, (II) Bestandserhebungen in nahe gelegenen potenziellen Entwicklungsgewässern, (III) die Ermittlung der Begleitfauna (Odonata) von *G. pulchellus*, (IV) eine Erfassung von Dichte und Verteilung der Larven in den Spittelmattweiher, (V) die Untersuchungen der Substratpräferenz der Larven von *G. pulchellus* beim Eingraben und (VI) der Temperaturabhängigkeit des Emergenzbeginns.

Untersuchungsgebiet

Die untersuchten Gewässer liegen im Landschaftspark Wiese, der im Jahr 2011 als grenzüberschreitende Landschaftsentwicklungsplanung durch die betroffenen Gemeinden Weil am Rhein und Riehen sowie den Kanton Basel-Stadt ins Leben gerufen wurde (Badische Seiten 2014). Die auf Schweizer Boden liegenden «Langen Erlen» sind ein Naherholungsgebiet, in dem mit Hilfe künstlicher Grundwasseranreicherung die Hälfte des Basler Trinkwassers gewonnen wird. Grosse Flächen liegen in der Grundwasserschutzzone S2a (Geoportal Basel-Stadt 2014). Die Spittelmattweiher befinden sich auf der linken Seite des unteren Wiesentals (47°34'38"N, 7°37'38"E, 261 m ü. M.) und wurden zu Beginn des 20. Jahrhunderts zur Grundwasseranreicherung nach dem Langsamfilterprinzip gebaut. Bereits in der Versuchsphase verstopfte der Filter aufgrund mangelnder Vorfiltration schnell, weshalb die Weiher seit 1910

möglicherweise als Klärbecken dienten (Rüetschi 2004). Ein grosser Teil der ehemaligen Überschwemmungsfläche in der nacheiszeitlich geformten Talau der Wiese wurde am 5. Oktober 1934 aufgrund des Bundesgesetzes über den Jagd- und Vogelschutz (vom 10. Juni 1925) zum Naturschutzreservat erklärt. Die Ornithologische Gesellschaft Basel hat seit 1967 im Zentrum dieses Schutzgebiets die Entenweiher und das angrenzende Gehölz mit einer Fläche von 5,6 ha von den Industriellen Werken Basel (IWB) gepachtet. Seit dem Bekanntwerden der *G. pulchellus*-Vorkommen in den Spittelmattweiher ist die Förderung der Entenweiher als weiteres Entwicklungsgewässer ein wichtiges Ziel (Küry und Christ 2010, Küry und Krieg 2016). In der Kiesgrube Käppelin in Weil am Rhein (Deutschland) wurde bis 1998 Kies abgebaut (Rüetschi 2004). Bereits während dieser Zeit war das Gebiet als Lebensraum typischer Auenarten und Bewohner trockenwarmer Standorte bekannt. Im Jahr 2003 wurden 19 Hektaren der ehemaligen Kiesgrube zum Naturschutzgebiet erklärt (Meyer 2006).

Methoden

Im Jahr 2012 wurde die Populationsgrösse von *G. pulchellus* an den untersuchten Gewässern mit Hilfe einer Aufsammlung von Exuvien (Schlupfhäuten) ermittelt (Küry und Krieg 2016). In den darauffolgenden Jahren erfolgten die Begehungen vom 27. Mai bis 14. Juli 2013 sowie vom 8. Mai bis 3. Juli 2014. Zu Beginn wurden die Ufer alle zwei bis drei Tage kontrolliert. Nach den ersten Schlupfbeobachtungen (Emergenz) wurden die Exuvien täglich aufgesammelt. Für jede Exuvie wurden Geschlecht, Schlupfstandort, Schlupfsubstrat, zurückgelegte Distanzen beim Schlüpfen sowie horizontale Distanz des Hinterleib-Endes zur Uferlinie protokolliert. Aus den Daten wurde der EM_{50} -Wert (Taketo 1960) ermittelt, der Tag, an welchem 50 % des Emergenzjahrganges geschlüpft ist.

Die Verteilung der Larven am Gewässergrund der Spittelmattweiher wurde durch eine systematische Beprobung von Sedimentflächen untersucht. Dazu wurde ein Ein-Meter-Raster über die Gewässer gelegt. An 71 zufällig ausgewähl-

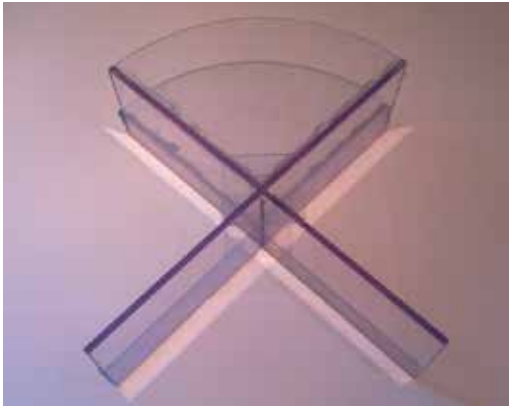


Abb. 2: Vierkammersystem aus Plexiglas inklusive quadratische Startposition der Larve in der Mitte der Konstruktion. Die in Blickrichtung der Larve gelegene Kammer ist mit Plexiglas verschlossen (oben). Behälter inklusive eingebautem Vierkammersystem aus Plexiglas ohne Substrate (Mitte). Behälter gefüllt mit den Substraten Feinsand-Mittelsand-Gemisch, Grobsand und Feinkies (unten).

ten Knotenpunkten des Rasters wurden Sedimentproben mit Hilfe eines Keschers (Öffnung 25 x 25 cm, Maschenweite 500 µm) entnommen. Dabei wurde das Netz rund 2 cm ins Sediment eingetieft und 50 cm weit gezogen, was einer Fläche von 8,88 m² entspricht. Die Sedimentproben wurden nach Libellenlarven durchsucht. Anschliessend wurden deren Zusammensetzung und insbesondere der Detritusanteil protokolliert. Die Larven wurden vermessen und am gleichen Tag einem Substratwahlversuch unterzogen.

Zur Erfassung der Begleitfauna von *G. pulchellus* wurden Larven- und Exuvienfunde sowie Beobachtungen von Imagines berücksichtigt. Die Bestimmung der Larven erfolgte mithilfe des Bestimmungsschlüssels für Libellenlarven von Bellmann (2013), diejenige der Exuvien mit Brochard et al. (2012). Die Erfassung der Libellenimagines erfolgte am 10. Juni, 19. Juli und 14. August 2014 gemäss dem Feldprotokoll der Erhebungen für die Rote Liste der Libellen in der Schweiz (CSCF 2012). Im Mai wurden die Imagines parallel zur Exuviensuche erfasst. An den ausgewählten Beobachtungspunkten wurden jeweils während 30 Minuten alle Imagines per Sicht, Kescherfang oder Fotografie erfasst und bestimmt (Bellmann 2013).

Für die Substratwahlversuche wurden eine getrocknete Fertigmischung von OBI® (Sand/Splitt, 0–5 mm) mit Analysesieben (Retsch; 5,0, 2,0, 0,5, 0,2 und 0,05 mm) aufgetrennt. Durch eine Vereinigung der Fraktionen entstanden entsprechend der Korngrössenklassen nach DIN EN ISO 14688-1 (DIN 2011) ein Feinsand-Mittelsand-Gemisch (0,05–0,2 mm und 0,2–0,5 mm; Volumenverhältnis 1:3; A), Grobsand (0,5–2,0 mm; B) sowie Feinkies (2,0–5,0 mm; C). Die Entwicklung der Behälter orientierte sich an Schmidlin und Baur (2007) sowie Alzmann et al. (1999). Die sechs Versuchsbehälter B1–B6 (Plastikeimer von OBI®) mit einer Dimension von 22,5/24,5 x 17 cm (Durchmesser unten/oben x Höhe) bestanden aus zwei Trennwänden (Höhe: 6 cm), einer Startplattform für die Larve und dem Leerkammer-Verschlussdeckel (Abb. 2). Die Larven wurden zu Beginn des Versuches in Blickrichtung Leerkammer auf die Startposition gesetzt.

Die Kammern der Behälter wurden vor dem Versuch bis zur Oberkante mit den drei unterschiedlichen Substraten befüllt. Um während der Versuche systematische Effekte der Reihenfolge zu verhindern, wurde die Anordnung der Substrate zwischen den Behältern um jeweils eine Kammer im Uhrzeigersinn gedreht (Abb. 3).

Die Behälter B4-B6 enthielten die gleiche Substratanordnung, doch zusätzlich mit einer Detritusauflage. Jede gefundene Larve wurde in jedem Behälter auf ihre Substratpräferenz getestet. Dabei wurden die Dauer zwischen dem Aufsetzen auf die Startposition und dem Eingraben sowie das gewählte Substrat protokolliert. Während einer Versuchsreihe (B1-B6) wurden die Leerkammern aller Behälter in dieselbe Himmelsrichtung ausgerichtet und für die nächste Versuchsreihe um jeweils 90° im Uhrzeigersinn gedreht. Weiter wurde die Reihenfolge der zu testenden Behälter nach jeder Larve systematisch geändert. Die Substratpräferenz wurde anschliessend anhand der Binomialverteilung für jede einzelne Larve sowie für deren Gesamtheit auf dem 5 %-Signifikanzniveau analysiert. Zusätzlich wurde eine Poweranalyse durchgeführt, um die Anzahl getesteter Larven zu bestimmen, bei der mit grosser Wahrscheinlichkeit aussagekräftige Resultate zu erwarten sind.

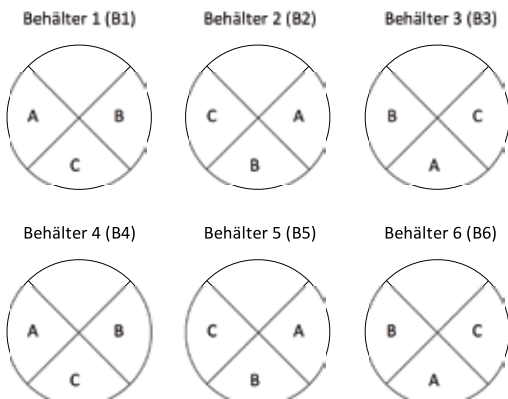


Abb. 3: Anordnung der Substrate Feinsand-Mittelsand-Gemisch (A), Grobsand (B) und Feinkies (C) in den Behältern B1-B6. Die Behälter B1-B3 sind ohne Detritusauflage, die Behälter B4-B6 sind mit Detritusauflage versehen.

Zur Prüfung der Temperaturabhängigkeit des Emergenzbeginns wurden im Spittelmattweiher 1 zwischen 30. Januar und 24. Juni 2014 zwei Temperaturlogger exponiert (HOBO® Water Temp Pro V2, Genauigkeit $\pm 0,2$ °C bei 0 bis 50 °C) und daraus die Tagesgrade bis zum ersten Schlupftag errechnet (Suhling und Müller 1996). Um zu prüfen, ob der Emergenzbeginn von *G. pulchellus* generell durch die Temperatursumme bestimmt wird, wurden in den Jahren 2012 und 2013 die Wassertemperaturen anhand der Lufttemperaturen (MeteoSchweiz Messstation Basel/Binningen, 316 m ü. M.) und der Korrelationsgleichung des Jahres 2014 errechnet ($y = 0,83 \cdot x + 2,26$; y: Wassertemperatur Jahr A, x: Lufttemperatur Jahr A).

Um die Abhängigkeit der aktuellen Wassertemperatur (y) von den Lufttemperaturen der Vortage einzubeziehen, wurde die Gleichung wie folgt erweitert: $y = 0,32 \cdot x_1 + 0,20 \cdot x_2 + 0,37 \cdot x_3 + 1,69$ (y=aktuelle Wassertemperatur, x_1 , x_2 und x_3 : Lufttemperatur heute, gestern und morgen). Die Steigungen (0,32, 0,20 und 0,37) sowie der Schnittpunkt des Regressionsmodells mit der Ordinate wurden aus den Luft- und Temperaturdaten des Jahres 2014 ermittelt. Die Extrapolation wurde im Programm R (R Development Core Team 2012) berechnet. Während der Kälteperioden der Jahre 2012–2013 wurden teilweise Wassertemperaturen im Minusbereich ermittelt. Da im Jahr 2014 die Wassertemperatur nie unter 4 °C gefallen ist, wurden extrapolierte Werte unter 4 °C durch den Wert 4 °C ersetzt.

Ergebnisse

In den Spittelmattweiheren wurden 2012 – 2014 insgesamt 342 Exuvien von *Gomphus pulchellus* aufgesammelt (Tab. 1). Die Bestandesgrösse bei der Emergenz hat mit 121 Exuvien 2012, 89 im Jahr 2013 und 132 im Jahr 2014 starke jährliche Schwankungen aufgewiesen. Beispielfhaft ist deren Verteilung anlässlich der 25 Begehungen im Jahr 2014 in Abb. 4 dargestellt. Dies entspricht Dichten von 46,5 Exuvien/100 m Uferstrecke (2012), 34,2 Exuvien/100 m (2013) und 50,8 Exuvien/100 m (2014). Bezogen auf die gesamte Fläche der Weiher betrug die Dichte 2014 6,6 Exuvien/100 m². Der Anteil Schlupfhäute

männlicher Tiere lag bei 44,6 % (2012), 42,7 % (2013) und 53,8 % (2014). Der EM₅₀ betrug 5 resp. 4 Tage in den Jahren 2012 und 2013 sowie 12 Tage 2014. Am Weiher in der Kiesgrube Käpelin wurden 2014 während 18 Begehungen zwei Exuvien gefunden (ein Männchen, ein Weibchen), während auf den Uferstrecken der Entenweiher anlässlich von sieben Begehungen keine Exuvien beobachtet wurden.

Beim Schlüpfen zeigten die Tiere eine starke Präferenz für das südöstliche Ufer. Die Ufer des mittleren Damms und das südwestliche Ufer des

Spittelmattweihers 1 wurden ebenfalls regelmässig zur Emergenz genutzt. An den nordwestlichen Ufern wurden hingegen während der drei Jahre nur wenige Exuvien gefunden (Abb. 5). Die durchschnittlich zurückgelegte Distanz der Larven zum Emergenzort war mit 15 cm (2012 und 2013) sowie 17 cm (2014) recht konstant. Die grössten zurückgelegten Distanzen lagen zwischen 62 und 85 cm (Tab. 1) und zeigten zudem ein ähnliches Verteilungsmuster. Im Jahr 2014 betrug die grösste zurückgelegte Distanz 62 cm. Insgesamt 58 Individuen (44 %) erreich-

Parameter	2012	2013	2014
Anzahl Exuvien	121	89	132
Anzahl männlicher Tiere	54 (44,6 %)	38 (42,7 %)	72 (54,5 %)
Dauer Hauptschlupfperiode [Tage]	8	12	32
Beginn Hauptschlupfperiode	22. Mai	12. Juni	21. Mai
EM ₅₀ [Tage]	5	4	12
Bevorzugtes Schlupfsubstrat (Prozent)	Carex (37)	Carex (24)	Rubus (37)
Schlupfsubstrat <i>Rubus</i> und <i>Carex</i> [%]	50	43	53
Schlupf an Strukturen [%]	78	79	80
Dichte I (Anzahl Exuvien/100 m Uferlänge)	46,5	34,2	50,8
Dichte II (Anzahl Exuvien/100 m ² Wasserfläche)	6,1	4,5	6,6
Durchschnitt d _{eff} [cm]	15	15	17
Höchste d _{eff} [cm]	70	85	62

Tab. 1: Wichtigste Bestandsparameter von *Gomphus pulchellus* bei der Emergenz in den Spittelmattweihern 2012–2014. EM⁵⁰: Termin, an dem 50 % des Emergenzjahrgangs geschlüpft sind. d_{eff}: Effektiv zurückgelegte Distanz vom Wasserrand bei der Emergenz.

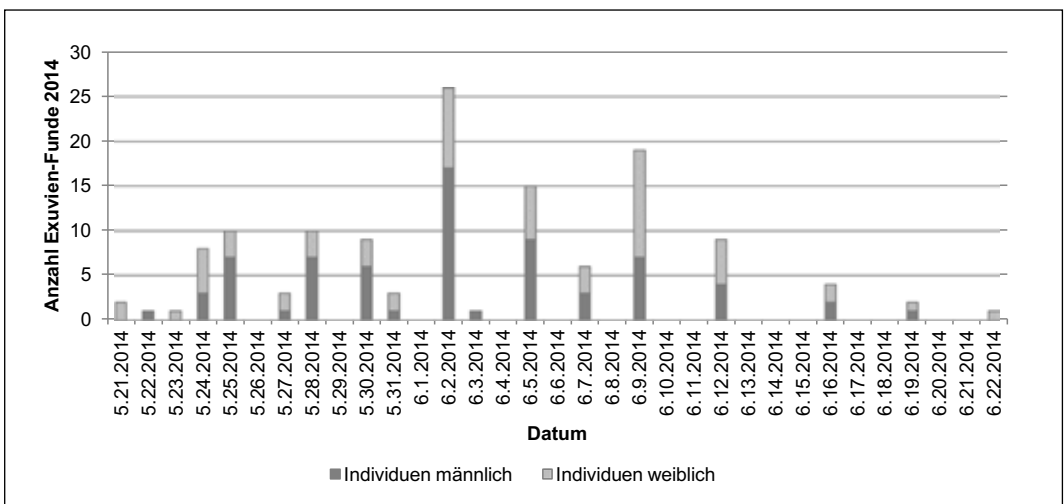


Abb. 4: Anzahl gesammelter Exuvien getrennt nach Geschlechtern an den Spittelmattweihern im Jahr 2014.

ten das Land nicht und stiegen an Strukturen wie *Rubus* direkt über der Wasseroberfläche empor (Abb. 6). In einem Fall geschah dies 141 cm vom Ufer entfernt. Mehr als 10 cm landeinwärts schlüpfen nur 18 Larven (14 %). Insgesamt 56 Exuvien (42 %) wurden innerhalb von 10 cm von der Wasserlinie entfernt gesichtet. Die Emergenz in der Kiesgrube Käppelin fand 2014 am südwestlichen Ufer des Weihers statt.

In den drei Untersuchungsjahren fand die Emergenz mit 78 % (2012), 79 % (2013) und 80 % (2014) überwiegend an vertikalen Strukturen statt. Als Schlupfsubstrate wurden 2014 Pflanzenteile von *Rubus* mit durchschnittlich 49 Individuen (37,1 %) bevorzugt. Als weitere Substrate folgen Boden mit 25 Individuen (17,5 %), *Carex* mit 21 Individuen (15,9 %), Gehölz mit 19 Individuen (14,4 %), andere Substrate mit 17 Individuen (12,9 %) und Wasser mit 1 Individuum (0,8 %). Die Anteile der gewählten Schlupfsubstrate zeigten beträchtliche jährliche Schwankungen (Abb. 6). Die beiden Exuvien in der Kiesgrube Käppelin wurden auf der vegetationsfreien Bodenfläche gefunden.

An allen Gewässern zusammen wurden 2014 insgesamt 17 Libellenarten nachgewiesen (Tab. 2). Von den 13 in den Spittelmattweihern vorkommenden Arten haben sich 10 aufgrund der Exuvienfunde als sicher bodenständig erwiesen. Die Entwicklung von *Erythromma lindenii* wurde als wahrscheinlich eingestuft, weil Paarung und Eiablage beobachtet wurden. Larvenfunde gelangen neben *G. pulchellus*, nur noch für *Platycnemis pennipes*. Von den fünf Arten der Entenweiher haben sich vier mit Sicherheit in diesen Gewässern entwickelt. In der Kiesgrube Käppelin waren sieben Arten bodenständig. Bei *Libellula depressa* und *Sympetrum sanguineum* ist die Entwicklung aufgrund beobachteter Paarungen wahrscheinlich.

In den Sedimentproben wurden nur drei *G. pulchellus*-Larven gefunden. Die Funde waren auffällig geklumpt und wurden im südwestlichen Uferbereich des Spittelmatt Weihers 2 in Wassertiefen von 30 cm (L1), 40 cm (L2) und 20 cm (L3) gefunden (Abb. 7). Bezogen auf die Summe der beprobten Teilflächen ergibt dies eine Dichte von 0,34 Larven/m² Wasserfläche.

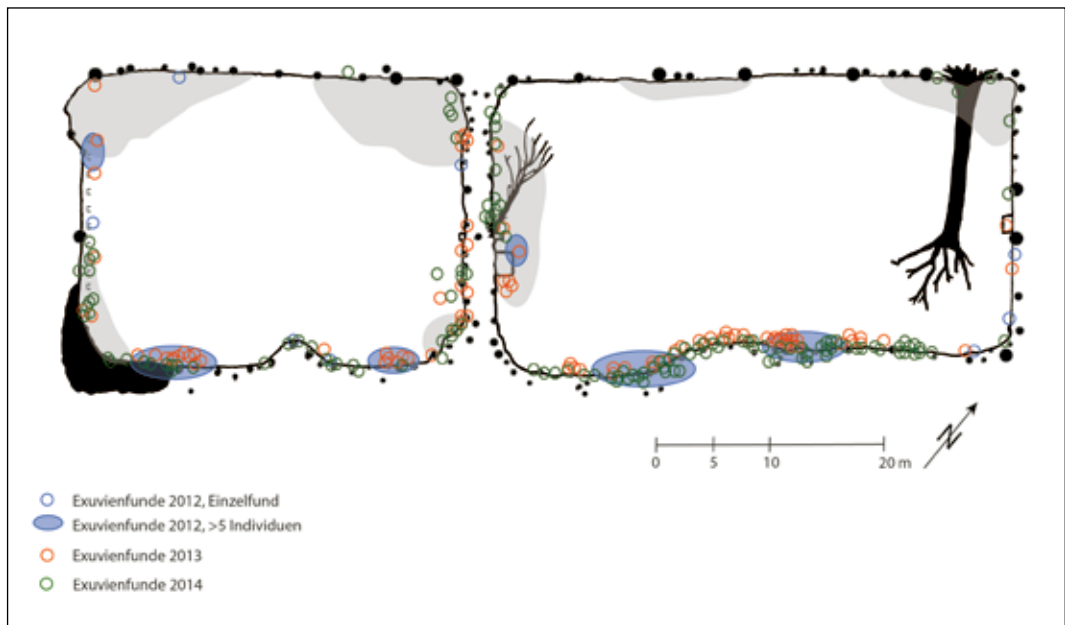


Abb. 5: Situationsplan der Spittelmattweiherr 1 (links) und 2 (rechts) mit den Schlupforten der Emergenzjahrgänge 2012 (blau), 2013 (rot) und 2014 (grün). Grau eingezeichnet sind Flächen mit Ablagerungen von Grobdetritus. Schwarze Kreise/Fläche: Gehölzpflanzen im Uferbereich.

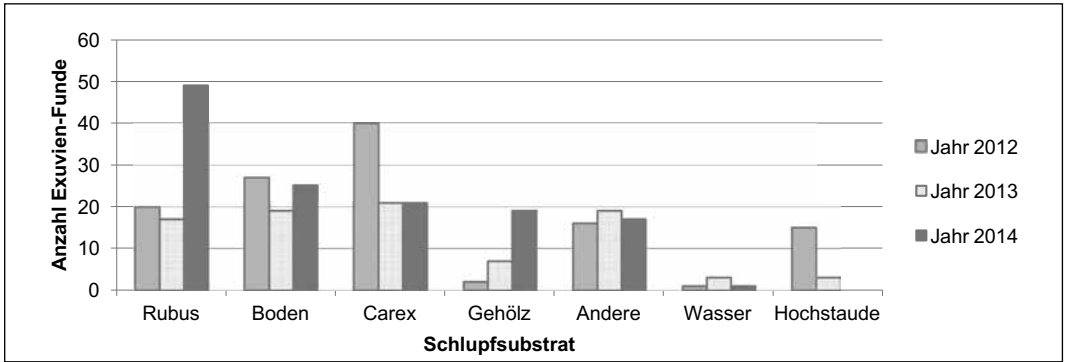


Abb. 6: Vergleich der gewählten Schlupfsubstrate der Larven in den Jahren 2012–2014.

Art	Spittelmattweiher		Entenweiher		Kiesgrube Käppelin	
	Hfgkl	Entw	Hfgkl	Entw	Hfgkl	Entw
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1780)	III	E/Im	II	E/Im		
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)	I	E				
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)	III	E/Im	III	E/Im	III	E
<i>Erythromma lindenii</i> (Selys, 1840)	II	Im			II	Im
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)	III	E/Im			III	E/Im
<i>Pyrrosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	III	E/Im				
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)	II	L/E/Im				
<i>Aeshna cyanea</i> (Müller, 1764)					II	E
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815	II	Im	II	E/Im	II	E/Im
<i>Gomphus pulchellus</i> (Selys, 1840)	III	L/E/Im			II	E
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)	I	E	I	E/Im		
<i>Cordulia aenea</i> (Linnaeus, 1758)					II	E/Im
<i>Somatochlora metallica</i> (Vander Linden, 1825)	I	E				
<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758	II	Im	III	Im	I	Im
<i>Libellula fulva</i> Müller, 1764	I	E/Im				
<i>Libellula quadrimaculata</i> Linnaeus, 1758					I	E
<i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)					II	Im
Anzahl Arten	13		5		10	

Tab. 2: Artenliste der beobachteten Libellen in den Spittelmattweihern, Entenweihern und in der Kiesgrube Käppelin zwischen dem 21. Mai und 14. August 2014. Hfgkl: Häufigkeitsklassen, I: Einzelfund, II: wenige Individuen, III: viele Individuen. Entw: Entwicklungsstadien, L: Larven, E: Exuvien, Im: Imagines.

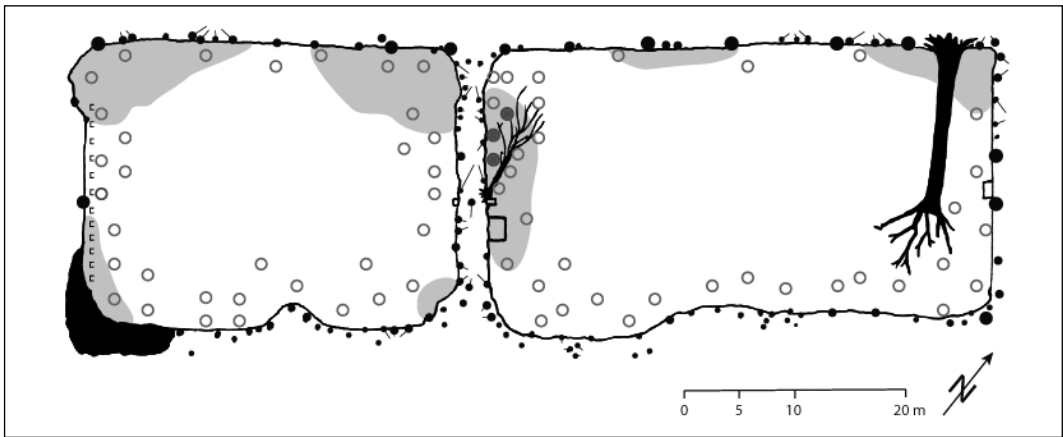


Abb. 7: Untersuchungsstellen für die Larvensuche in den Spittelmattweihern im Jahr 2014. Graue Flächen: großer Detritus. Graue Ringe: Untersuchungsstellen ohne Larvennachweis, ausgefüllte graue Kreise: Untersuchungsstellen mit Larvennachweis.

Parameter	2012	2013	2014
Temperatursumme Wasser [°C] (* Werte errechnet)	1'049,4*	1'187,2*	1'104,7
Errechneter Emergenzbeginn bei mittlerer Temperatursumme	24. Mai	9. Juni	23. Mai
Effektiver Emergenzbeginn	22. Mai	12. Juni	21. Mai

Tab. 3: Übersicht der errechneten und gemessenen Temperatursummen im Wasser vom 31. Januar bis Schlupfbeginn in den Jahren 2012–2014. Die mittlere Temperatursumme der errechneten und gemessenen Wassertemperaturen beträgt $1'113,8 \pm 69,3$ °C.

Die maximale Larvendichte (nur Sedimentproben mit Larvenfunden) betrug 8 Individuen/m². Im Vergleich zu Untersuchungen 2012 mit 1,06 Larven/m² war die Dichte in dieser Untersuchung wesentlich geringer (Krieg 2012, Küry und Krieg 2016). Die Wassertiefe stimmte hingegen mit derjenigen der Larvenfundorte 2012 überein.

Alle Larven (Larvenstadium F-0) hielten sich in sandigem Sediment mit viel Detritus auf. Die untersuchten Flächen bestanden bezüglich des Sediments aus folgenden Komponenten: 45,1 % reiner Schlamm, 28,2 % reiner Sand, 15,5 % Sand und Kies sowie 11,3 % Sand und Schlamm. Insgesamt 50 von 71 Proben wurden auf Flächen mit Auflagen aus grobem Detritus entnommen.

Mit den drei gefundenen Larven wurden je sechs Substratwahlversuche durchgeführt. In 14 der 18 Testläufe (77,8 %) wählte die Larve das Fein-Mittelsand-Substrat. Jeweils zweimal wur-

den Grobsand und Feinkies gewählt. Die Larven L1 und L3 entschieden sich dabei in fünf von sechs (83,3 %), die Larve L2 in vier von sechs Fällen (66,7 %) für Fein-Mittelsand. Bei den Larven L1 und L3 war die Wahl signifikant ($p=0,018$), bei Larve L2 hingegen nicht ($p=0,100$). Bei Betrachtung aller Larven war die Präferenz für Fein-Mittelsand signifikant ($p<0,0002$). Allerdings zeigte die Poweranalyse, dass die Wahrscheinlichkeit von drei getesteten Larven signifikante Resultate zu erhalten bei 47,6 % liegt. Eine Teststärke von 80 % wird erst mit idealerweise neun getesteten Larven überschritten.

Bei vorhandener Detritusaufgabe wurde Fein-Mittelsand in acht von neun Testläufen (88,9 %) gewählt, ohne Detritus in sechs von neun Fällen (66,7 %). Bei vorhandener Detritusaufgabe wählen die Larven mit durchschnittlich 36 min das Substrat schneller als in Versuchsordnung ohne Detritus (54 min).

Die für die Jahre 2012 und 2013 errechneten Temperatursummen vom 31. Januar bis zum jeweiligen Schlupfbeginn stimmten mit den gemessenen Werten von 2014 gut überein und betragen zwischen 1'049,4 °C und 1'187,2 °C (Tab. 3). Der Mittelwert betrug 1'113,8 ± 69,3 °C und ergab einen errechneten Emergenzbeginn an den folgenden Tagen: 24. Mai 2012, 9. Juni 2013 und 23. Mai 2014. Diese Termine weichen maximal drei Tage vom effektiv festgestellten Emergenzbeginn ab.

Diskussion

Mit Dichten bei der Emergenz zwischen 34,2 Exuvien/100 m und 50,8 Exuvien/100 m Uferstrecke in den Jahren 2012–2014 war der Bestand von *G. pulchellus* in den Spittelmattweihern deutlich kleiner als auf Abschnitten des Altrheins bei Weisweil (Deutschland), wo maximal 134,5 Exuvien/100 m Uferstrecke beobachtet wurden (Westermann 2002, Sternberg und Buchwald 2000). Aufgrund dieses Vergleichs kann das Vorkommen als Bestand mittlerer Grösse eingestuft werden (Küry und Krieg 2016). Die Larvendichte von 0,34 Larven/m² auf den 71 beprobten Flächen war vergleichbar mit den Dichten der Gomphidae im Fluss Gauja (Lettland), in welchem 0,19/m² ermittelt wurde (Kalnins 2006). Die maximale Dichte von 8 Larven/m² (in den drei Teilflächen mit Larvenfunden) entspricht dem Wert von Alzmann et al. (1999) in einem Kiesgrubengewässer in Süddeutschland. In beiden Fällen ist aber die Dichte deutlich kleiner als in den von Suhling (1991) untersuchten Gewässern mit über 40 Larven/m². Die Nähe der Larvenfundorte zueinander bestätigt den Trend zur kleinräumigen Häufung der Larvenvorkommen (Suhling und Müller 1996).

Die Ursache der starken jährlichen Schwankungen der Anzahl schlüpfender Tiere ist nicht klar. Ihr Auftreten könnte vielleicht in einem Zusammenhang mit den kühlen Witterungsverhältnissen im Frühling 2013 stehen. Ob dies eine Mortalität im F-0-Stadium (letztes Stadium vor dem Schlupf) herbeigeführt hat oder ein anderer Effekt wie eine Verlängerung der Larvenentwicklungszeit eines Teils des Larvenjahrgangs als Folge der kühlen Verhältnisse («cohort split-

ting», Norling 1984) dafür verantwortlich ist, kann nicht entschieden werden. Generell sind die Larvenentwicklungszeiten bei Libellen sehr variabel, so sind bei *Gomphus pulchellus* auch Fälle einer einjährigen Larvenentwicklung bekannt (Schiel 2004, Schirmmacher et al. 2007). Aufgrund der einheitlichen Körperlänge der gesammelten Exuvien ist ein cohort splitting im vorliegenden Fall jedoch eher unwahrscheinlich.

Der Anteil Männchen schwankte in den drei Untersuchungsjahren stark und lag mit einem Mittelwert von 47,0 % tiefer als bei Suhling (1991), der 1990 bis 1991 im Durchschnitt 50,4 % Männchen fand. Unterschiedliche Geschlechteranteile treten bei Libellen regelmässig auf (Corbet und Hoess 1998, Corbet 1999). Farkas et al. (2013) vermuten für *Gomphus vulgatissimus* und *G. flavipes*, dass sich Männchen bei tieferer Temperatur im Jahr vor der Emergenz rascher entwickeln als Weibchen und deshalb ein geschlechtsspezifisches cohort splitting auftritt. Dies wurde nicht bestätigt.

Die Bevorzugung von *Rubus* und *Carex* als Schlupfsubstrate dürfte auf die hohe Verfügbarkeit der beiden Substrate am Gewässerrand zurückzuführen sein. *Gomphus pulchellus* nutzt ein breites Spektrum an Schlupfsubstraten (Suhling und Müller 1996, Sternberg und Buchwald 2000, Heidemann und Seidenbusch 2002) und wurde regelmässig auch auf künstlichen Substraten wie Metallstäben oder Wehren beobachtet. Die deutliche Bevorzugung von Strukturen gegenüber der Emergenz auf dem Boden kann als Schutz vor Fressfeinden wie Ameisen interpretiert werden. Diese wurden vereinzelt beim Erbeuten von *G. pulchellus* während der Imaginalhäutung beobachtet. Auf der offenen Bodenfläche wurde nur geschlüpft, wenn geeignete Strukturen in unmittelbarer Nähe fehlten. Die Bevorzugung der südöstlichen Ufer zur Emergenz entspricht auch den Befunden von Müller und Suhling (1990). Welche Faktoren die Wahl des Schlupforts bestimmen, bleibt offen. Die Bevorzugung der Ufernähe für die Emergenz (nur 14 % der Individuen schlüpften mehr als 10 cm vom Ufer entfernt) ist ein typisches Verhalten einer Frühlingsart mit stark synchronisierter Emergenz und einer kurzen Emergenzdauer (Corbet 1999).

Obwohl bisher kein direkter Nachweis einer Wanderung in die benachbarten Gewässer vorliegt, kann aufgrund des Ausbreitungsvermögens der Grosslibellen bei den Vorkommen in Spittelmattweiher und der Kiesgrube Käppelin von einer Metapopulation ausgegangen werden. Die Kiesgrube Käppelin hat dabei die Rolle als Nebenhabitat der Metapopulation (Sternberg 1995). Die Grösse und das Habitatnetz der Metapopulation sind zur Zeit nicht genau bekannt. Letzteres könnte auch die Vorkommen im 8,5 km entfernten Naturschutzreservat Petite Camargue Alsacienne in Frankreich (Rust 2004) umfassen. Dass die nahegelegenen Entenweiher, deren Uferstrukturen denen der Spittelmattweiher stark gleichen, nicht besiedelt sind, dürfte am ehesten auf das Fehlen untergetauchter Makrophyten als Schutz vor räuberischen Fischen (Küry und Krieg 2016) zurückzuführen sein.

Von den in Sternberg und Buchwald (2000) sowie Küry und Monnerat (2013) genannten typischen Begleitarten konnten in den Spittelmattweihern *Ischnura elegans*, *Coenagrion puella* und *Anax imperator* bestätigt werden. Die Abwesenheit von *Orthetrum cancellatum* und *Enallagma cyathigerum* könnte mit dem Fehlen von im Wasser wurzelnden Röhrichtpflanzen zusammenhängen. Das Auftreten der Begleitarten *Erythromma lindenii* (Spittelmattweiher und Kiesgrube Käppelin) sowie *Aeshna cyanea*, *Sympetrum sanguineum* und *Cordulia aenea* (Kiesgrube Käppelin) ist teilweise bemerkenswert. *E. lindenii* ist in der Schweiz eine seltene, rückläufige und deshalb potenziell gefährdete (Kategorie NT) Art (Gonseth und Monnerat 2002), die oft mit *G. pulchellus* vergesellschaftet ist (Bellmann 2013). Neben *Calopteryx virgo* und *Somatochlora metallica* konnte in dieser Untersuchung auch erstmals ein Fortpflanzungserfolg von *Libellula fulva* in den Spittelmattweihern nachgewiesen werden, für die bisher noch kein Nachweis einer Entwicklung in der Wiese-Ebene vorlag (Küry und Christ 2010). Da die Spittelmattweiher für diese und weitere Libellenarten einen wichtigen Lebensraum darstellen, sollte ein effektives Unterschutzstellen des Lebensraums angestrebt werden. Im Inventar der schutzwürdigen Naturobjekte im Kanton Basel-Stadt (Reisner und Plattner 2011) sind die Spit-

telmattweiher als «Naturobjekt von kantonaler Bedeutung» aufgeführt. Eine planerische Unterschutzstellung wurde bisher aber noch nicht umgesetzt.

Die Bevorzugung von Fein-Mittelsand bei den Substratwahlversuchen der *G. pulchellus*-Larven bestätigt die Resultate von Suhling (1994) und wurde auch für *G. vulgatissimus* und *G. flavipes* gezeigt (Müller 1995). Das deutlich rascher eingeleitete Eingraben beim Vorhandensein einer Detritusschicht stimmt mit den Beobachtungen von Suhling (1994) überein. Der deutlich spätere Beginn des Eingrabens im Versuchsansatz ohne Detritus kann mit dem vergeblichen Suchen nach einem Bereich mit organischem Material erklärt werden. Die Auflage aus lockerem, organischem Material bietet beim Verlassen des Substrates optimalen Schutz vor Prädation und erleichtert die Fortbewegung bei der Jagd, was den Energieaufwand minimiert (Suhling und Müller 1996). Aufgrund der geringen Teststärke sollte der Substratwahlversuch jedoch mit mindestens neun Larven wiederholt werden, was zu einer Erhöhung der erforderlichen Teststärke auf über 80 % führen würde (Hedges und Rhoads 2009).

Der um 21 resp. 22 Tage abweichende Beginn der Emergenz im Jahr 2013 dürfte hauptsächlich auf den von Kälteperioden durchzogenen Wetterverlauf im Frühling 2013 zurückzuführen sein. Der Beginn der Emergenz wird von der Temperatursumme von Ende Januar bis zum Beginn der Emergenz bestimmt (Müller 1995), was auch aufgrund der errechneten Temperatursummen für die erste Jahreshälfte an den Spittelmattweihern bestätigt werden konnte. Die Temperatursumme für den gleichen Zeitraum liegt im gleichen Bereich wie bei *Ophiogomphus cecilia*, *G. vulgatissimus* und *G. flavipes* (Müller 1995). Es bleibt hingegen abzuklären, inwiefern weitere Faktoren den Termin des Emergenzbeginns beeinflussen.

Die Synchronität der Emergenz innerhalb des gleichen Larvenjahrgangs war 2014 (EM_{50} : 12 Tage) weniger ausgeprägt als in den Jahren 2012 (EM_{50} : 5 Tage) und 2013 (EM_{50} : 4 Tage) und ebenfalls deutlich geringer als die Werte von 5 bis 9 Tagen bei Suhling (1991). Dies dürfte auf den milden Winter 2014 zurückzuführen sein, da

die Synchronisation der Emergenz umso höher ausfällt, je kälter der vorangehende Winter ist, weil alle Larven gleichzeitig mit der Winterdiapause beginnen (Suhling und Müller 1996).

Zusammenfassend erwies sich der Bestand in den Spittelmattweihern während der gesamten Untersuchungszeit als recht stabil. Im Hinblick auf die Chancen für das langfristige Überleben der Population muss abgeklärt werden, wie gross die gesamte Metapopulation ist und wie intensiv der Austausch zwischen den Teilpopulationen funktioniert. Am Weiher in der Kiesgrube Käppelin konnte die erfolgreiche Fortpflanzung bestätigt werden. Dieser ist damit das wichtigste und nächstgelegene, bekannte Teilhabitat, doch entwickelt sich dort nur ein kleiner Teil der Population. Ob auch ein regelmässiger Austausch mit dem Bestand im 8,5 km entfernten Reservat der Petite Camargue Alsacienne besteht, muss noch geklärt werden. Obwohl das Gebiet deutlich weiter entfernt ist als der tägliche Aktionsradius von 500 m (Sternberg und Buchwald 1999), dürfte der Art aufgrund des guten Flugvermögens ein jährlicher Austausch zwischen den existierenden Beständen innerhalb eines Umkreises von 10–15 km

keine Probleme bereiten. Um einen ständigen Austausch zu ermöglichen, ist jedoch auch das Angebot an geeigneten Trittsteinbiotopen zu gewährleisten, was im stark urban genutzten Gebiet eine grosse Herausforderung darstellt. Dazu sollen in erster Linie potenzielle Entwicklungsgewässer aufgewertet werden. Die wichtigsten Anforderungen sind dabei in erster Linie die Existenz eines Bestands mit untergetauchter Wasservegetation.

Dank

Für die wertvollen Hilfeleistungen bei der Durchführung und Auswertung der Untersuchungen danken die Autoren Peter Kauf, Heinz Aeschbacher, Markus Käser, Inès Röthele, Raphael Krieg und Georges Preiswerk. Uwe Kerkhof vom Regierungspräsidium Freiburg i. Br. war für die Ausnahmegewilligung für die Untersuchungen in der Kiesgrube Käppelin besorgt. Die Studie wurde finanziell unterstützt von der Kantonalen Naturschutzfachstelle Basel-Stadt, der Fachstelle Umwelt der Gemeinde Riehen und dem Ökofonds der Industriellen Werke Basel.

Literatur

- Alzmann, N., B. Köhler & G. Maier (1999): Spatial Distribution, Food and Activity of *Gomphus pulchellus* Selys 1840 (Insecta; Odonata; Gomphidae) from a Still Water Habitat. *International Review of Hydrobiology*, 84(3): 299–313.
- Badische Seiten (2014): Landschaftspark Wiese. Abgerufen am 22. Juli 2014 von <http://www.badische-seiten.de/weil-am-rhein/land-schaftspark-wiese.php>
- Bellmann, H. (2013): Der Kosmos Libellenführer. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. Stuttgart.
- Brochard, C., Groenendijk, D., van der Ploeg, E. & Termaat, T. (2012): Fotogids Larvenhuidjes van Libellen (1. Ausgabe). Zeist: KNNV Uitgeverij.
- Corbet, P. S. (1998): Sex ratio of odonata at emergence. *Int. J. Odonatol.* 1: 99–118.
- Corbet, P. S. (1999): Dragonflies: Behaviour and Ecology of Odonata. Harley Books, Colchester.
- CSCF (2012): Feldprotokoll für die Rote Liste der Libellen. Abgerufen am 22. Mai 2014 von http://www2.unine.ch/files/content/sites/cscf/files/LR/Protokoll_RL_Odonata_DE_V2.pdf
- DIN (2011): DIN EN ISO 14688-1: 2011-06 (D), Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (Deutsche Fassung). Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- Farkas, A., T. Jakab, O. Müller, A. Móra, I. Lajter & G. Dévai (2013): Sex ratio in Gomphidae (Odonata) at emergence: is there a relationship with water temperature? *International Journal of Odonatology* 16/4: 279–287.
- Geoportal Basel-Stadt (2014): GeoViewer, Kategorie Gewässerschutz. Abgerufen am 15. August 2014 von <http://www.stadtplan.bs.ch/geo-viewer/>
- Gonseth, Y. & C. Monnerat (2002): Rote Liste der gefährdeten Libellen der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt, Bern.
- Hedges, L. & C. Rhoads (2009): Statistical Power Analysis in Education Research (NCSE 2010-3006). Washington National Centre for Special Education Research, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. Washington, DC.
- Heidemann, H. & R. Seidenbusch (2002): Die Libellenlarven Deutschlands. *Tierwelt Deutschlands* (72. Teil). Goecke & Evers, Kelttern.
- Kalnins, M. (2006): The distribution and occurrence frequency of *Gomphidae* (Odonata: *Gomphidae*) in river Gauja. *Acta Universitatis Latviensis* 710: 17–28.
- Krieg, R. (2012): Artenschutzkonzept: Westliche Keiljungfer (*Gomphus pulchellus*). BSc-Arbeit Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil.
- Küry, D. & J. Christ (2010): Libellenfauna und Libellenschutz im Kanton Basel-Stadt (NW-Schweiz). *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel* 12: 105–118.
- Küry, D. & C. Monnerat (2013): Merkblätter Arten – Libellen – *Gomphus pulchellus*. Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Libellenschutz, CSCF info-fauna Neuenburg und Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Küry, D. & R. Krieg (2013): Aktionsplan Westliche Keiljungfer in der Region Basel (*Gomphus pulchellus* [Selys, 1840]) – Aktivitäten 2013. Life Science AG, Basel.
- Küry, D. & R. Krieg (2016): Emergenz und Populationsgröße von *Gomphus pulchellus* [Selys, 1840] im Kanton Basel-Stadt sowie Situation und Habitate in schweizerischen Gewässern. *Libellula* 35 (1/2): 1–20
- Meyer, S. (2006): Auf Mini-Safari in Weil: Die Kiesgrube Käppelin ist eines der wertvollsten Rückzugsgebiete im Dreiland. Abgerufen am 22. Juli 2014 von http://www.truz.org/documents/Presse_DerSonntag-08Okt06.pdf
- Müller, L. & F. Suhling (1990): Verbreitung und Ökologie der Westlichen Keiljungfer, *Gomphus pulchellus* Selys, 1840, in Südniedersachsen (Odonata: Gomphidae). *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* 3(3): 655–667.
- Müller, O. (1995): Ökologische Untersuchungen an Gomphiden (Odonata: *Gomphidae*) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenstadien. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Norling, U. (1984): Life history patterns in the northern expansion of dragonflies. *Advances in Odonatology* 2: 127–156.
- R Development Core Team (2012): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing Vienna, Austria.
- Reisner, Y. & M. Plattner (2011): Unbekannte Schätze vor der Haustür – Ergebnisse des Naturinventars im Kanton Basel-Stadt – Schlussbericht zum Inventar der schutzwürdigen Naturobjekte im Kanton Basel-Stadt. Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, Stadtgärtnerei, Basel.
- Rüetschi, D. (2004): Basler Trinkwassergewinnung in den Langen Erlen – Biologische Reinigungsleistungen in den bewaldeten Wasserstellen. Wepf, Basel.
- Rust, C. (2004): Petite Camargue Alsacienne – Libellenparadies in der südlichen Oberrheinebene. *Mercuriale* 4: 1–5.
- Schiel, F.-J. (2004): Spätfunde kleiner *Gomphus pulchellus*-Exuvien. – *Mercuriale* 4: 35.
- Schirmacher, K., F.-J. Schiel & A. Martens (2007): Einjährige Entwicklung von *Gomphus pulchellus* und *Leucorrhinia caudalis* in einem neu angelegten Gewässer (Odonata: Gomphidae, Libellulidae). – *Libellula* 26: 189–192.
- Schmidlin, S. & B. Baur (2007): Distribution and substrate preferences of the invasive clam *Corbicula*

- fluminea* in the river Rhine in the region of Basel (Switzerland, Germany, France). *Aquatic Science* 69: 153–161.
- Sternberg K. (1995): Populationsökologische Untersuchungen an einer Metapopulation der Hochmoor-Mosaikjungfer (*Aeshna subarctica elisabethae* Djakonov, 1922) (Odonata, Aeshnidae) im Schwarzwald. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 4: 53–60.
- Sternberg, K. & R. Buchwald (1999): Die Libellen Baden-Württembergs Band 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera). Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- Sternberg, K. & R. Buchwald (2000): Die Libellen Baden-Württembergs Band 2: Grosslibellen (Anisoptera). Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- Suhling, F. (1991): Habitatansprüche der Larven von *Gomphus pulchellus* Sélys, 1840 (Odonata: gomphidae). Diplomarbeit, TU Braunschweig.
- Suhling, F. (1994): Spatial distribution of the larvae of *Gomphus pulchellus* Sélys. *Advances in Odonatology* 6: 101–111.
- Suhling, F. & O.Müller (1996): Die Flussjungfern Europas. Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- Taketo, A. (1960): Studies on the life-history of *Tanypteryx pryeri* Selys (Odonata: *Petaluridae*): 1. Observations of adult dragonflies. *Kontinu*, 28(2): 98–109.
- Westermann K. (2002): Abundanz schlüpfender Libellen in einem südbadischen Altrheingebiet. *Naturschutz am südlichen Oberrhein* 3: 215–244.

BSc. Christian Ruf
 Junkerbifangstrasse 14
 4800 Zofingen
 christian_ruf@gmx.ch

BSc. Christa Gufler
 ZHAW Wädenswil
 Grüental
 8820 Wädenswil
 christa.gufler@zhaw.ch

Dr. phil. Daniel Küry
 Life Science AG
 Greifengasse 7
 4058 Basel
 daniel.kuery@lifescience.ch