

Zur Drift der Larven der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*) im Fluss-System Elz-Dreisam-Leopoldskanal-Restrhein

Karl Westermann

Summary:

WESTERMANN, K. (2017): The drift of larvae of the Small Pincertail (*Onychogomphus forcipatus*) in the river system Elz-Dreisam-Leopoldskanal-Restrhein. – Naturschutz südl. Oberrhein 9: 141-154.

According to investigations along a 34 km channel-like constructed section of the river system of the Elz, Dreisam, Leopoldskanal and Restrhein (districts of Emmendingen and Breisgau-Hochschwarzwald, Baden-Württemberg) the hatching abundance of the Small Pincertail (*Onychogomphus forcipatus*) reached a high number of up to 27 exuviae / meter and year along the river bank at the lower reaches. At the middle reaches, there were significantly fewer. In contrast, the abundance of adult males along the middle reaches was much higher than along the lower reaches. This phenomenon can only be explained by downstream drift of a high portion of larvae over a large distance which is compensated by an upstream flight movement of the imagoes.

The downstream drift of the larvae facilitates the buildup of a large population of *Onychogomphus forcipatus* with several hundreds of thousands of freshly emerged imagoes. Drifted larvae find a large supply of refuges which are protected from flooding and with lower stream velocity along the Leopoldskanal and lower reaches of Elz and Dreisam. In the significantly warmer eutrophic lower reaches, which are presumably richer in feed, the development is faster, leading to an earlier emergence on average of the imagoes. Adult imagoes gather along the middle reaches in the area of quickly flowing and turbulent sections, which seem to be the preferred sites for pairing and oviposition. The eggs and young larvae are deposited on water which is cooler and has higher oxygen levels than in the lower reaches. If this drift is enforced due to severe floods in the form of a „catastrophic drift“ or if the larvae drift more spontaneously as a strategy in view of an advantage of the biology of the population, remains unclear.

Keywords: *Onychogomphus forcipatus*, Small Pincertail, larvae, drift, adults, drift compensation, population, river system Elz-Dreisam-Leopoldskanal-Restrhein, Upper Rhine Valley.



Abb. 1: Männchen der Kleinen Zangenlibelle an der Elz bei Köndringen. Foto: 27.08.2016, E. WESTERMANN.

Einleitung

Die Elz auf ihrem Mittel- und Unterlauf, die Dreisam, der Leopoldskanal und der Restrhein (Abb. 2) sind als Hochwasserkanäle ausgebaut, in denen die Abflüsse oft wochenlang gering bleiben, aber kurzzeitig auf sehr große Werte und Fließgeschwindigkeiten ansteigen können (www.hvz.baden-wuerttemberg.de, vgl. WESTERMANN 2011). Wasserorganismen wie die (Eier und) Larven der Gomphide Kleine Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*) werden damit sehr wahrscheinlich häufig verdriftet und müssen über ein Verhaltensrepertoire verfügen, das ihr Überleben während der Drift sichert. Nach einer Verdriftung muss eine erfolgreiche Larvalentwicklung gesichert bleiben. Die Unter- und Mittelläufe der Hochwasserkanäle müssen sich dazu als Aufwuchsgewässer eignen.

Verdriftungen vieler Larven einer Art über große Strecken führen zu einer Verschiebung des Schwerpunktes der Population flussabwärts, die durch Flüge der Imagines flussaufwärts kompensiert werden müssen. Solche Flüge können direkt höchstens für wenige Individuen über kurze Strecken registriert werden und sind daher kaum belegbar. Indirekt kann aber ein Vergleich der Schlüpforte und der Aufenthaltsräume der geschlechtsreifen Imagines Rückschlüsse ermöglichen (vgl. CORBET 2004: 394). Schon OSTERWALDER (2004, 2007) berichtete über Verdriftungen oder spontane Wanderungen von Gomphidenlarven an Aare, Reuss und Limmat; erhöhte Abundanzen von Exuvien oberhalb von Kraftwerken und Aufenthaltsorte geschlechtsreifer Imagines stimmten nämlich nur in geringem Maße überein; an neu angelegten Seitengerinnen schlüpften regelmäßig Imagines, die dort nur den letzten Teil ihrer Entwicklung durchgemacht haben konnten.

Die Kleine Zangenlibelle schlüpfte am Unterlauf der Elz, am gesamten Leopoldskanal und am Restrhein unterhalb der Mündung des Leopoldskanals in sehr hoher Abundanz (K. WESTERMANN & S. WESTERMANN 1995, WESTERMANN 2011). Am Mittellauf der Elz (WESTERMANN 2011 und unveröffentl.) und an der mittleren Dreisam (HERDEN 1989) war die Schlüpfabundanz dagegen erheblich geringer. In der nahen Umgebung wurde die Emergenz der Art in geringen Abundanzen auch an Altrheinen und weiteren Restrheinabschnitten (K. WESTERMANN & S. WESTERMANN 1998) sowie an der Alten Elz und ihrem kleinen Zufluss Bleiche (K. WESTERMANN & E. WESTERMANN 2009 und unveröffentlicht) nachgewiesen; wahrscheinlich schlüpft die Art regelmäßig noch an weiteren kleinen Fließgewässern der Umgebung.

Adulte Männchen konzentrierten sich dagegen in auffälliger Weise an den Mittel- und Unterläufen von

Dreisam und Elz, fehlten jedoch am Leopoldskanal und am anschließenden Restrhein fast völlig oder waren recht spärlich. Hohe Abundanzen von adulten Männchen waren damit gegenüber hohen Abundanzen von schlüpfenden Imagines um große Strecken flussaufwärts verschoben.

Das Phänomen muss als Verdriftung großer Anteile der Larvalpopulation gedeutet werden, die durch Flüge von Imagines flussaufwärts kompensiert wird. In dieser Arbeit gebe ich eine Übersicht der eigenen Daten, die zur Driftproblematik vorliegen.

Untersuchungsgebiet (Abb. 2)

Elz und Dreisam sind Schwarzwaldflüsse. Ihre Mittel- und Unterläufe verlaufen in der Rheinebene und sind als Hochwasserkanäle ausgebaut (Abb. 3, 4). Zusammen mit der Glotter und weiteren kleinen Zuflüssen vereinigen sie sich zum Leopoldskanal. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen hatte dieser mit der Alten Elz einen einzigen Abfluss. Die Alte Elz wird künstlich mit dem konstanten Abfluss von 8 m³/s geflutet,

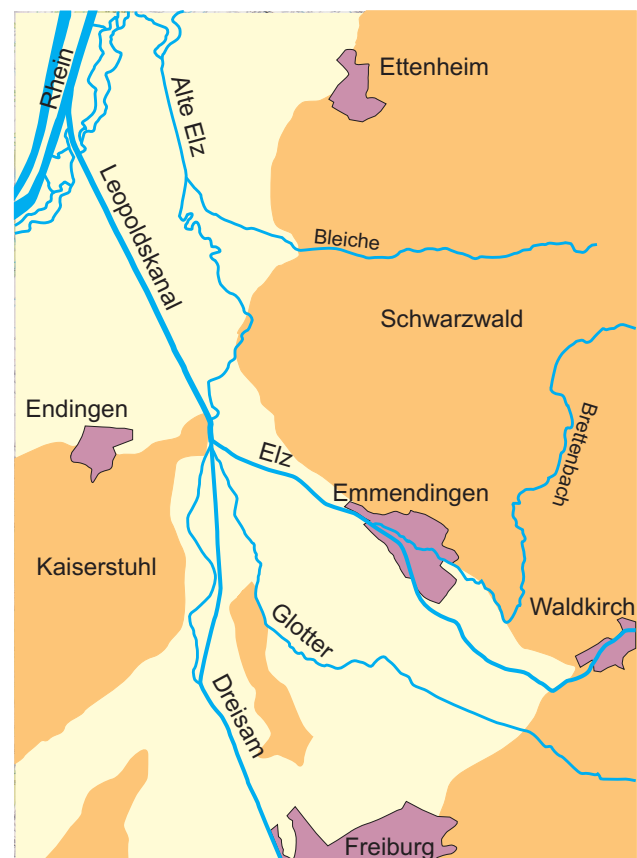


Abb. 2: Das Fluss-System von Elz, Dreisam, Leopoldskanal und Restrhein. Vgl. auch weitere Abbildungen.

der bei Hochwassern auf 5 m³/s reduziert wird (www.hvz.baden-wuerttemberg.de); sie ist damit weit eher ein großer Mühlbach als ein Fluss mit naturnaher Dynamik. Nach Abschluss der Untersuchungen erhielt der Unterlauf des Leopoldskanals auf seiner Nordseite drei große Dammbreschen, durch die schon bei mäßig hohen Abflüssen erhebliche Abflüsse in das Altrheinsystem gelangen.

Alle Kanäle verfügen auf großen Abschnitten über „Schwellen“, niedrige Querriegel, die oberwärts die Fließgeschwindigkeit reduzieren und Turbulenzen erzeugen. Nach Abschluss der Untersuchungen wurden die Schwellen des Leopoldskanals so umgebaut, dass auch bei niedrigen Abflüssen lokal Turbulenzen auftreten und verstärkt Blocksteine aus dem Wasser ragen.

Der Leopoldskanal mündet in den sog. Restrhein, das alte Rheinbett, das aber die größte Zeit des Jahres nur mit geringen Abflüssen von etwa 20 m³/s geflutet wird; die übrigen Abflüsse bis zu kleinen Hochwassern nimmt der linksrheinische „Grand Canal d’Alsace“ auf; nur zusätzliche Hochwasserabflüsse werden im ehemaligen Rheinbett abgeführt. Das Wasser des Leopoldskanals kann bei großen Abflüssen aufgrund seiner unterschiedlichen Färbung oft noch im Restrhein weiterverfolgt werden; selbst bei großen Hochwassern im Leopoldskanal und normalen Abflüssen im Restrhein erreicht es auf einer Strecke von wenigen 100 m höchstens die Mitte des Rheinbetts. Einige hydrologische Daten der Fluss-Kanäle finden sich in Tabelle 1; vgl. auch die Tabellen 1 und 2 in WESTERMANN (2011). Hochwasser des Leopoldskanals dauern überwiegend nur wenige Tage an; vor allem im Sommerhalbjahr treten öfters kurze Abfluss-Spitzen auf, die auf kräftige Gewitterfronten im Schwarzwald zurückgehen.



Abb. 3 und 4: Die Elz unterhalb von Köndringen EM bei Niedrigwasser und den häufig vorkommenden mittleren Abflüssen – kanalartig für große Hochwasser ausgebaut. Fotos: E. und K. WESTERMANN.

Tab. 1: Hydrologische Daten der Flüsse (www.hvz.baden-wuerttemberg.de).

HQ 20, HQ10, HQ2: Hochwasser-Abflüsse, die im statistischen Mittel alle 20, 10 oder 2 Jahre auftreten können. A: Mittelwert des jährlichen Abflusses. A_{min}: Mittelwert des niedrigsten jährlichen Abflusses. Abflüsse in m³/s (gerundet). * bzw. **: Pegel bei Gutach bzw. Ebnet am westlichen Schwarzwaldrand oberhalb der Rheinebene. Gewässerbreite auf den Fluss-Strecken der Rheinebene.

Fluss	Gewässerbreite	HQ 20	HQ 10	HQ 2	A	A _{min}
Restrhein	200 m					
Leopoldskanal	35 m	364	304	162	14,6	0,08
Elz *	20 m	203	169	90	8,7	1,6
Dreisam **	20 m	111	90	44	5,7	0,44

Material und Methode

Als Exuvien-Abundanz einer Kontrollstrecke gilt die Gesamtzahl der Exuvien bzw. frisch geschlüpften Imagines während der Emergenzperiode pro Uferlänge [Meter]. Die Größenordnung der Abundanz wurde je nach den vorliegenden Daten berechnet oder nach Stichproben (d.h. nicht tägliche oder einzelne quantitative Aufsammlungen der Exuvien) abgeschätzt. Wurden beide Ufer bearbeitet, wurden die Daten getrennt ausgewertet. Wurde nicht zwischen den verschiedenen Ufern unterschieden, wurde als untersuchter Gewässerabschnitt die doppelte Strecke gewählt. Die Exuvien finden sich bei der Kleinen Zangenlibelle auf den meisten Abschnitten in hohen Anteilen nahe bei der Wasserlinie. Sie können daher schon bei einem geringen Anstieg des Abflusses oder bei einem Regenguss in erheblicher Zahl verloren gehen. Dies muss vor allem bei der Abschätzung der Abundanz aus Stichproben berücksichtigt werden.

Definition der Größenklassen der Exuvien-Abundanz : Großbuchstaben stehen für genau ermittelte Abundanzen durch (fast) tägliche Aufsammlungen der Exuvien während der gesamten Emergenzperiode, Kleinbuchstaben für Abschätzungen nach Stichproben.

E, e:	sehr hoch, > 10 Exuvien/ m
D, d:	hoch, 5,1 bis 10 E./ m
C, c:	mäßig hoch, 1,1 bis 5,0 E./ m
B, b:	ziemlich niedrig, 0,51 bis 1,0 E./ m
A, a:	niedrig, $\leq 0,5$ E./ m

Die Fluss-Kilometer sind einheitlich flussaufwärts von der Mündung des Leopoldskanals in den Restrhein an gemessen; jene für Elz und Dreisam beginnen also nicht am oberen Ende des Leopoldskanals, sondern an dessen Mündung.

Fluss-System: Außer den aufgeführten Gewässern werden nur solche Fließgewässer eingebezogen, aus denen (wahrscheinlich) bei Driftereignissen entweder Larven in großer Zahl in den Vorfluter Elz-Leopoldskanal-Restrhein gelangen (Glötter?, Brettenbach?) oder die aus dem Fluss-System Larven in erheblicher Zahl empfangen können (Oberlauf der Alten Elz, Rheinwasservorfluter Peregrinskehle). Daten von der Glötter liegen mir nicht vor, am Brettenbach wies HERDEN (1989) einige Larven nach. In den Oberlauf der Alten Elz werden wahrscheinlich regelmäßig Larven aus dem Leopoldskanal verdriftet, so dass dieser zum Fluss-System gerechnet werden muss; die Verdriftung dürfte sich aber schwerlich über eine längere Strecke fortsetzen, weil die Wasserführung künstlich weitgehend konstant gehalten wird.

Alle Gewässer, bei denen ein Individuenaustausch nur oder hauptsächlich über wandernde Imagines erfolgen kann, gelten als „Fließgewässer der nahen Umgebung“. Dazu gehören u.a. der Mittellauf der Alten Elz, der Restrhein oberhalb der Mündung des Leopoldskanals und alle Altrheine – ein in den Unterlauf des Leopoldskanals mündender Altrhein verfügt nur über sehr geringe Abundanzen. Nach Beendigung der Exuvien-Aufsammlungen erhielt der untere Leopoldskanal allerdings drei breite Damm-breschen (siehe oben); wahrscheinlich kommt es daher seither zu erheblichen Verdriftungen von Larven aus dem Leopoldskanal in die Altrheine auf dessen Nordseite.

Die Exuvienaufsammlungen erfolgten wenn irgend möglich von einem Kajak aus. Die täglichen Kontrollen wurden überwiegend am frühen Nachmittag begonnen und dauerten gegebenenfalls bis in den (späten) Abend hinein.

Registrierte adulte Imagines im Fortpflanzungshabitat waren fast immer Männchen, die deswegen ausschließlich hier berücksichtigt wurden. Sie konnten bei warmem, sonnigem Wetter und höchstens durchschnittlichen Abflüssen mit zwei sehr unterschiedlichen Methoden nachgewiesen werden. Bei langsamen Gängen entlang eines Ufers wurden die Männchen auf ihren Sitzplätzen, meist Blocksteine im Wasser (Abb. 1), mit bloßem Auge oder einem Fernglas ohne große Mühe (fast) quantitativ entdeckt; oft waren auch zwei Beobachter gleichzeitig an den beiden Ufern tätig, die sich gegebenenfalls verständigen konnten. Bei dieser Methode spielte die Bewölkung eine erhebliche Rolle, weil schon bei einer einzelnen Wolke vor der Sonne die meisten Männchen für einige Zeit vom Gewässer verschwinden konnten. Während der Exuvienaufsammlungen vom Kajak aus konnten anwesende adulte Männchen ebenfalls leicht registriert werden; in nicht wenigen Fällen wählte ein Männchen selbst die Kajakspitze als Sitzplatz. Wegen der insgesamt sehr langen Aufenthaltsdauer am Gewässer über bis zu zehn Wochen war die Nachweismöglichkeit viel höher als bei der ersten Methode und weniger stark von der momentanen Besonnung abhängig.

Datenquellen zur Emergenz-Abundanz: WESTERMANN (2011): (1) bis (6), HERDEN (1989): (9), WESTERMANN & S. WESTERMANN (1995): (12), WESTERMANN & S. WESTERMANN (1998): (11), (15), (16), (20) bis (26), K. WESTERMANN (unveröffentlicht): alle übrigen.

Datenquellen zur Abundanz adulter Männchen: Fast ausschließlich unveröffentlichte Daten.

Ergebnisse

Übersicht der ermittelten Abundanzen frisch geschlüpfter Imagines (Abb. 5)

Tägliche quantitative Exuvien-Aufsammlungen während der Emergenzperiode

- (1) Restrhein bei Niederhausen, Kontrollstrecke am Ostufer auf der Höhe von Rhein-km 253,6 bis 253,8, 0,4 km unterhalb der Mündung des Leopoldskanals
2008: 3524 Exuvien/ 200 m, 17,6 Exuvien/ m, Abundanz E
- (2) Leopoldskanal bei Oberhausen, Kontrollstrecke am Südufer bei Fluss-km 2,0
2006: 2469 Exuvien/ 200 m, 12,3 Exuvien/ m, Abundanz E
- (3) Leopoldskanal bei Oberhausen, Kontrollstrecke am Südufer bei Fluss-km 4,4
2009: 3210 Exuvien/ 120 m, 26,8 Exuvien/ m, Abundanz E
- (4) Leopoldskanal bei Oberhausen, Kontrollstrecke am Nordufer bei Fluss-km 4,4
2009: 3003 Exuvien/ 120 m, 25,0 Exuvien/ m, Abundanz E
- (5) Elz bei Köndringen, Kontrollstrecke am Nordufer bei Fluss-km 16,0
2010: 2261 Exuvien/ 130 m, 17,4 Exuvien/ m, Abundanz E
- (6) Elz bei Kollmarsreute, Kontrollstrecke am Nordufer bei Fluss-km 24,6
2010: 436 Exuvien/ 90 m, 4,8 Exuvien/ m, Abundanz C

Quantitative Exuvien-Aufsammlung während der gesamten Emergenzperiode im Abstand von 2 (Hauptschlüpfzeit) bis 3 (5) Tagen

- (7) Leopoldskanal bei Oberhausen oberhalb Düker, beide Ufer, Fluss-km 1,9
2005: 1158 Exuvien/ 2 x 50 m, 11,6 Exuvien/ m, Abundanz E
- (8) Leopoldskanal bei Oberhausen unterhalb Düker, beide Ufer mit sehr dichten Hochstauden, Fluss-km 1,8
2005: 778 Exuvien/ 2 x 50 m, 7,8 Exuvien/ m, Abundanz D
- (9) Dreisam westlich March-Buchheim, beide Ufer, Fluss-km 23,2:
1989: 192 Exuvien/ 2 x 138 m, Aufsammlungen im Abstand von 1-5 Tagen: < 1 Exuvie/ Fluss-Meter, Abundanz B

Stichproben: quantitative Aufsammlungen an einzelnen Tagen der Hauptschlüpfperiode an Gewässern des Fluss-Systems

- (10) Peregrinskehle auf der Höhe von Rhein-km 256,2, schmaler Rheinwasser-Vorfluter mit steilen Ufern vom Restrhein zum Altrhein „Kleiner Rhein“ bei Rust
9.7.1995 108 Exuvien/ 510 m, fast alle auf etwa 50 m Länge unterhalb des Einleitungsbauwerks, dort Abundanz d
- (11) Leopoldskanal oberhalb und unterhalb der Brücke der L 104 bei Fluss-km 4,0
1996: 1585 Exuvien/ 150 m bei sechs Kontrollen, Abundanz e
- (12) Leopoldskanal, beide Ufer bei Fluss-km 6,8 bis 9,2
1994: 4700 Exuvien/ 2 x 2400 m, vier Erfassungen, nur eine in der Hauptschlüpfzeit
Abundanz d (Die ehemalige Abschätzung der Abundanz war erheblich zu niedrig, vor allem weil sehr große Verluste von Exuvien angesichts großer Intervalle zwischen zwei Erhebungen falsch beurteilt worden waren; zudem war damals die Kontrollstrecke für genaue Aufsammlungen viel zu groß. Eine Abschätzung im konservativen Sinne der Abundanzklasse d erscheint nachträglich für damalige Verhältnisse angemessen. Einige Jahre nach der Erhebung wurde ein Mindestabfluss für den Leopoldskanal festgesetzt, wodurch wahrscheinlich auch auf dieser Strecke höhere Abundanzen der Klasse e entstanden.)
- (13) Elz bei Vordersexau, beide Ufer auf 90 m Fluss-Länge zwischen zwei Schwellen bei Fluss-km 25,9
2011: insgesamt 57 Exuvien/ 180 m, maximal 4 frisch (am Kontrolltag geschlüpft); vier Kontrollen jeweils nach einigen regenlosen Tagen, drei Kontrollen in der Hauptschlüpfzeit; Exuvien stammten aus bis zu 12 regenlosen Tagen mit weitgehend konstanten Abflüssen,
Schätzung: maximal 7 Exuvien/ Tag, Abundanz b
- (14) Elz bei Waldkirch-Batzenhäusle, beide Ufer auf etwa 120 m Fluss-Länge oberhalb eines Wehrs bei Fluss-km 30,8
2011: insgesamt 8 Exuvien/ 240 m, darunter keine frisch; drei Kontrollen jeweils nach einigen regenlosen Tagen, drei Kontrollen in der Hauptschlüpfzeit; Exuvien stammten aus bis zu 12 regenlosen Tagen mit weitgehend konstanten Abflüssen;
Abundanz a

Stichproben an Restrheinabschnitten der Umgebung unterhalb von Hauptwehren oder von Kulturwehren mit Strukturen ähnlich Abschnitt (1), aber ohne Zufluss mit merklichen Abundanzen der Kleinen Zangenlibelle

(15) Restrhein unterhalb des Hauptwehrs Burkheim, Ostufer bei Rhein-km 234,9, zusätzlich ausgedehnte Algenwatten

6.7.1998 5 Exuvien/ mind. 50 m, Abundanz b

(16) Restrhein unterhalb des Kulturwehrs Sasbach, Ostufer bei Rhein-km 239,8

6.7.1998 1 Exuvie/ 150 m, Abundanz a

(17) Restrhein in der auslaufenden Strömung des Hauptwehrs Weisweil mit ausgeprägter turbulenter Strömung, Ostufer bei Rhein-km 250,3-250,6

4.7.2008 45 Exuvien/ 300 m, Abundanz b (c?)

(18) Restrhein unterhalb des Kulturwehrs Oberhausen, Ostufer bei Rhein-km 251,6

10.7.1998 1 Exuvie/ 150 m; in verschiedenen Jahren qualitative Kontrollen mit keinen oder ganz vereinzelt Exuvien

2008 bei vier Kontrollen in der Hauptschlüpfzeit insgesamt 30 Exuvien/ 240 m, maximal 25 am 1.7.2008, Abundanz b

(19) Restrhein unterhalb des Kulturwehrs Oberhausen, Westufer bei Rhein-km 251,6, unterhalb einer breiten Fischtreppe zur Querung des Kulturwehrs mit ausgeprägten Turbulenzen

2008 bei vier Kontrollen während der Hauptschlüpfzeit insgesamt 77 Exuvien/ 240 m, davon 39 am 27.6. und 26 am 30.6., Abundanz b (c?)

(20) Restrhein unterhalb des Kulturwehrs Niederhausen, Westufer bei Rhein-km 253,6 bis 253,8, unterhalb einer breiten Fischtreppe zur Querung des Kulturwehrs mit ausgeprägten Turbulenzen ähnlich Strecke (19), am gegenüberliegenden Ufer der Strecke (1)

1.7.2008 31 Exuvien, davon 28 auf etwa 50 m unterhalb der Fischtreppe, mit wenigen Ausnahmen die Exuvien auffällig hell und unähnlich den Exuvien auf der Strecke (1), auf den nächsten etwa 50 m noch 3 Exuvien, dann auf etwa 100 m keine mehr. Weitere qualitative Kontrollen 2008 mit vergleichbaren Befunden, Abundanz c

(21) Restrhein unterhalb des südlichen Kulturwehrs bei Ottenheim, Ostufer bei Rhein-km 270,3

10.7.1998 3 Exuvien/ 150 m, Abundanz a

(22) Restrhein unterhalb des nördlichen Kulturwehrs bei Ottenheim, Ostufer bei Rhein-km 272

10.7.1998 keine Exuvien/ 200 m, Abundanz a

Stichproben an Rheinwasser-Vorflutern aus dem Restrhein in Altrheine, die flussaufwärts der Mündung des Leopoldskanals liegen

Die Vorfluter weisen ähnliche Strukturen wie die Pergrinskehle (10) auf, der jeweilige Restrheinabschnitt verfügt jedoch über keine Zuflüsse mit merklichen Abundanzen der Kleinen Zangenlibelle. Vorfluter aus dem Vollrhein in Altrheine wurden nicht berücksichtigt, weil nach etlichen Stichproben im Vollrhein südlich und nördlich des Leopoldskanals in der Regel keine merklichen Abundanzen der Kleinen Zangenlibelle zu erwarten sind.

(23) Vorfluter bei Jechtingen auf der Höhe von Rhein-km 237,7

11.07.1998 14 Exuvien/ 400 m, Abundanz a

(24) Bottenrhein bei Weisweil auf der Höhe von Rhein-km 250,8

28.06.1995 1 Exuvie/ 200 m, weitere qualitative Kontrollen erbrachten ähnliche Daten, Abundanz a

(25) Engelsgraben bei Oberhausen auf der Höhe von Rhein-km 251,5

02.06.1992 3 Exuvien/ 350 m, weitere qualitative Kontrollen erbrachten ähnliche Daten, Abundanz a

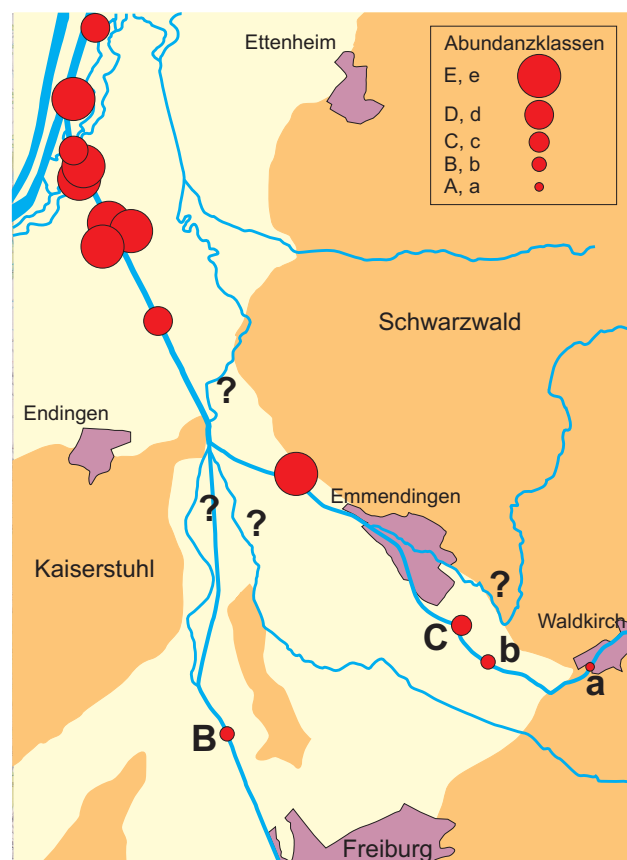


Abb. 5: Übersicht der Abundanzen frisch geschlüpfter Imagines im untersuchten Fluss-System.

Auf fast allen Strecken der Elz unterhalb von Emmendingen schlüpfte die Kleine Zangenlibelle in sehr hoher Abundanz (Übersicht, Abb. 5) von mindestens zehn Individuen/ Ufermeter und Jahr; dies galt in verschiedenen Jahren und unabhängig von zeitweiligen Hochwasser-Abflüssen (WESTERMANN 2011). Nur auf der kleinen Strecke (8) und und der sehr langen (12) ergaben sich geringere Abundanzen – wahrscheinlich herrschten dort eher irreguläre Verhältnisse in Bezug auf die Uferstrukturen bzw. die niedrigen Abflüsse und die Erfassungsgenauigkeit (siehe oben). An den Mittelläufen der Elz oberhalb von Emmendingen gingen die Abundanzen dagegen auf wenigen Kilometern immer weiter zurück; dort stiegen das Gefälle und die Turbulenzen merklich an. Die Kontrollstrecke an der mittleren Dreisam (9) lag wahrscheinlich schon im oberen Bereich der überhaupt von (älteren?) Larven und schlüpfenden Imagines in merklicher Abundanz besetzten Gewässerstrecke.

Am Restrhein unmittelbar unterhalb der Mündung des Leopoldskanals (Abb. 5 und 6) erreichte die Abundanz schlüpfender Imagines nur am Ostufer hohe Werte, die sich nach qualitativen Befunden dort flussabwärts zumindest einige Kilometer fortsetzten. Im Rheinwasser-Vorfluter Peregrinskehle (10), 2,8 km unterhalb der Mündung des Leopoldkanals, fanden sich Exuvien zu einem hohen Anteil unmittelbar unterhalb des Einlassbauwerkes für Rheinwasser, was auf Verdriftung oder Zuwanderung aus dem Restrhein hindeutet.

Am Restrhein oberhalb der Mündung des Leopoldskanals blieb die Abundanz schlüpfender Imagines ebenso wie an seinem Westufer unterhalb der Mündung bei allen Kontrollen niedrig. Nur auf kurzen Abschnitten unterhalb von turbulentem Wasser – unterhalb des Hauptwehrs Weisweil (17) und unterhalb von zwei breiten Fischtrepfen (19), (20) – stiegen die Bestände frisch geschlüpfter Imagines etwas an. Unterhalb der Mündung des Leopoldskanals schien ein Austausch von Larven des Westufers mit jenen am Ostufer nicht vorhanden oder gering. Dafür sprachen nicht nur die Strömungsverhältnisse (siehe oben) und die geringen Abundanzen am Westufer; unterhalb beider Fischtrepfen waren auch die Exuvien in auffälliger Weise bis auf wenige Ausnahmen beträchtlich heller als jene des unteren Leopoldskanals und des Restrhein-Ostufers gefärbt.

In drei Rheinwasser-Vorflutern oberhalb der Mündung des Leopoldskanals (23), (24), (25) mit vergleichbaren Strukturen wie die Peregrinskehle (10) blieb die Abundanz entsprechend der geringen Abundanz im Restrhein niedrig.

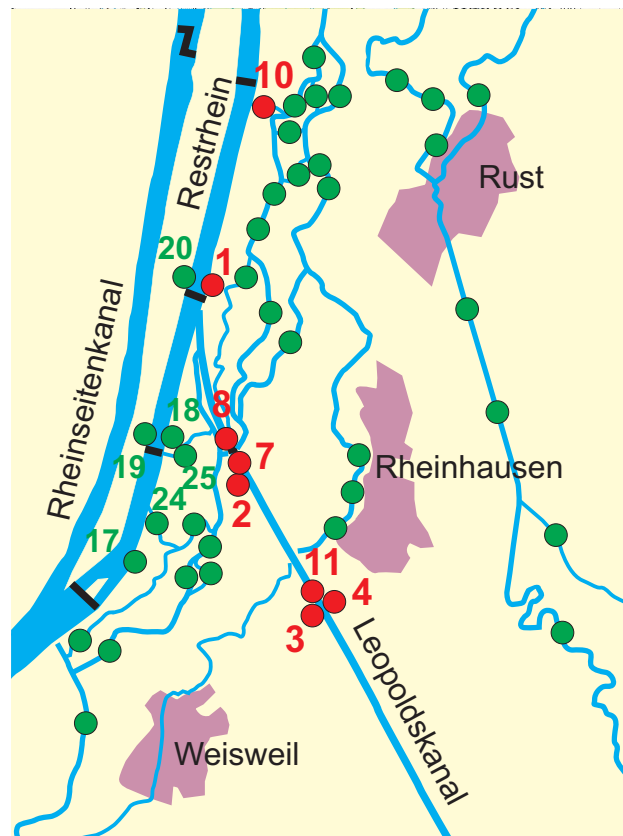


Abb. 6: Vorkommen frisch geschlüpfter Imagines mit geringer Abundanz in der Umgebung des unteren Leopoldskanals (grüne Punkte). Zum Vergleich die Vorkommen des definierten Fluss-Systems (rote Punkte). Zu den Nummern einiger Vorkommen siehe die Liste S. 145 ff.

An den Altrheinen der Umgebung des Leopoldskanals, am Mittellauf der Alten Elz und am Unterlauf von deren kleinem Zufluss Bleiche (Abb. 6) existierten vielfach im Bereich von turbulentem oder kräftig fließendem Wasser kleine, meist räumlich oft eng begrenzte Vorkommen frisch geschlüpfter Imagines (WESTERMANN & S. WESTERMANN 1998, WESTERMANN & E. WESTERMANN 2009, K. WESTERMANN unveröffentlicht). Ein Austausch der kleinen Populationen mit der sehr großen Stammpopulation am Leopoldskanal und am Restrhein war zum Zeitpunkt der Untersuchungen praktisch nur über Imagines möglich.

Seit wenigen Jahren kommt es allerdings wahrscheinlich auf der Nordseite des unteren Leopoldskanals über drei große Dammbreschen zu umfangreichen Verdriftungen in die Altrheine, die bisher nicht untersucht sind (siehe oben). Auch weitere Umbauten an den Schwellen des Leopoldskanals bis hin zur Errichtung einer „Rauen Rampe“ statt eines Wehrs beeinflussten vermutlich die Abundanzen.

Variation des Geschlechterverhältnisses frisch geschlüpfter Imagines innerhalb des Fluss-Systems

Als Geschlechterverhältnis g einer Kontrollstrecke wurde wie üblich der Anteil der Männchen an der Gesamtzahl aller frisch geschlüpften Individuen einer Emergenzperiode definiert. Zu seiner Bestimmung eigneten sich nur die (fast) täglichen quantitativen Exuvienaufsammlungen auf festen Uferstrecken, weil das Geschlechterverhältnis von Tag zu Tag variieren kann. Sie stammten überwiegend aus verschiedenen Jahren, siehe Übersicht Seite 145. Das Geschlechterverhältnis konnte auch kleinräumig signifikant schwanken (K. WESTERMANN, unveröffentlicht). Hier werden nur die relativ einheitlichen Daten der Kontrollstrecken von Restrhein (1), Leopoldskanal (2), (3), (4) und Unterlauf der Elz (5) einerseits mit den Daten (6) und (9) der Mittelläufe von Elz und Dreisam andererseits verglichen. Angesichts sehr großer Stichproben und hoch signifikanter Unterschiede von g zwischen den beiden Klassen können dabei kleinräumige Schwankungen vernachlässigt werden. Als Testverfahren wurden χ^2 -Tests ($f = 1$, Yates-Korrektur) gewählt (Tab. 2).

Das Geschlechterverhältnis fiel vom Restrhein flussaufwärts bis zur unteren Elz leicht, wobei nur zwischen einzelnen Stichproben statistisch signifikante Unterschiede vorkamen. Auf allen fünf Kontrollstrecken (1) bis (5) war es jedoch statistisch (meist) hoch signifikant höher als auf den beiden Kontrollstrecken (6) und (9) an den Mittelläufen von Elz und Dreisam (Tab. 2).

Variation der Schlüpfzeitpunkte innerhalb des Fluss-Systems

Auf den Kontrollstrecken (1) bis (6) ergab sich ein konstantes zweigipfeliges Emergenzmuster mit ausgeprägten Schlüpfhöhepunkten und einer langen Nachphase (WESTERMANN 2011). Auf den fünf Strecken zwischen Restrhein (1) und Unterlauf der Elz (5) schlüpften die Imagines dabei durchschnittlich früher als an den Mittelläufen von Elz (6) und Dreisam (9). Die Emergenzperiode setzte auf den Strecken (1) bis (5) früher ein und dauerte länger als bei (6) (WESTERMANN 2011: 160). An der Dreisam (9) schlüpften die ersten Imagines am 8.6., ebenfalls später als auf den fünf Kontrollstrecken von oben, die Emergenz dauerte aber bis Mitte August (HERDEN 1989). Die Mediane – ein einfaches und übersichtliches Maß – lagen auf den fünf Strecken (1) bis (5) statistisch sehr hoch signifikant früher als auf den Strecken (6) und (9) (χ^2 -Tests mit Yates-Korrektur ($f = 1$), Tab. 3).

Es darf zwar als sicher gelten, dass die Schlüpfzeitpunkte und damit die Mediane von Jahr zu Jahr aufgrund der Witterung und der Abflüsse schwanken können. So begann etwa die Emergenzperiode im Jahr 2006 auf der Strecke (2) wegen eines lang anhaltenden Hochwassers um etwa zwei Wochen später als normal (WESTERMANN 2011: 160). Aber die Verzögerungen zwischen den Unterläufen (1) bis (5) einerseits und den Mittelläufen (6) und (9) andererseits blieben in allen Jahren statistisch hoch signifikant bestehen. Am Unterlauf der Elz (5) lag der Median im Jahr 2010 zehn Tage früher als an ihrem Mittellauf (6), obwohl die beiden Strecken nur 8,6 Fluss-km auseinanderlagen (siehe Übersicht Seite 145).

Tab. 2: Vergleich der Geschlechterverhältnisse frisch geschlüpfter Imagines der Kontrollstrecken (1) bis (5) mit jenen der Strecken (6) und (9). Vgl. Text.

	(6) $g = 40,6\%$ 177 ♂♂, 259 ♀♀	(9) $g = 36,4\%$ 70 ♂♂, 122 ♀♀
(1) $g = 51,8\%$ 1826 ♂♂, 1698 ♀♀	$\chi^2 = 19,09$ $p < 0,001$	$\chi^2 = 16,58$ $p < 0,001$
(2) $g = 50,9\%$ 1255 ♂♂, 1213 ♀♀	$\chi^2 = 15,18$ $p < 0,001$	$\chi^2 = 14,19$ $p < 0,001$
(3) $g = 49,4\%$ 1585 ♂♂, 1625 ♀♀	$\chi^2 = 11,50$ $p < 0,001$	$\chi^2 = 11,59$ $p < 0,001$
(4) $g = 46,9\%$ 1407 ♂♂, 1596 ♀♀	$\chi^2 = 5,75$ $p < 0,025$	$\chi^2 = 7,43$ $p < 0,01$
(5) $g = 49,2\%$ 1112 ♂♂, 1149 ♀♀	$\chi^2 = 10,46$ $p < 0,005$	$\chi^2 = 10,97$ $p < 0,001$

Tab. 3: Vergleich der Mediane der Emergenz auf den Kontrollstrecken (1) bis (5) mit jenen der Strecken (6) und (9). Vgl. Text.

	(6) 06.07. $n = 436$	(9) 16.07. $n = 192$
(1) 20.06. $n = 3524$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
(2) 24.06. $n = 2469$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
(3) 10.06. $n = 3210$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
(4) 09.06. $n = 3003$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
(5) 26.06. $n = 2261$	$p < 0,001$	$p < 0,001$

Übersicht der Feststellungen von adulten Imagines

Die Nummerierung der Gewässerstrecken folgt den Festlegungen oben für die Abundanzen frisch geschlüpfter Imagines (Seite 145 ff.). Die Reihenfolge der Strecken ist entsprechend den Fluss-Kilometern gestaffelt. Die Abundanzwerte waren nur bei warmem, sonnigem Wetter und niedrigen bis durchschnittlichen Abflüssen aussagekräftig und unter anderen Verhältnissen unzuverlässig. Für die während der gesamten Emergenzperiode fast täglich oder häufig kontrollierten Strecken standen durchschnittliche bzw. maximale Werte für viele Tage mit günstigen Verhältnissen zur Verfügung. In der Abbildung 7 wurden nur Stichproben verwendet, die unter günstigen Verhältnissen erhoben worden waren; ihre Werte sind dennoch nur als Informationen zur Größenordnung der Abundanz zu verstehen; vielmehr ist damit zu rechnen, dass zwischen benachbarten Strecken mit verschiedenen Gewässerstrukturen erhebliche Schwankungen vorkommen können.

Restrhein und Leopoldskanal

Auf den Strecken (1) bis (6) (fast) tägliche Exuvien-aufsammlungen während der gesamten Emergenzperiode über mehrere oder viele Stunden; Unterbrechungen an einzelnen Hochwassertagen, an denen nach vielen Stichproben fast immer keine, höchstens ausnahmsweise einzelne Individuen schlüpften.

ad.: Abkürzung von adult

- (1) 26.05. bis 10.08. 2008 kein adultes ♂ (oder ♀)
10.08.2010 kein ad. ♂, oberhalb (1) 1 ad. ♂ Kiesweg
- (-) 10.08.2010 unterster Leopoldskanal ad. ♂ auf Kiesweg bei neuer Damm-Bresche
- (7), (8) Emergenzperiode 2005 kein ad. ♂ (oder ♀)
10.08.2010 1 ad. ♂ Düker (zwei von drei neuen Damm-Breschen in Funktion)
- (2) 07.06. (Emergenzbeginn) bis 09.08.2006 kein ad. ♂ (oder ♀)
- (11) Bei sechs stundenlangen Exuvienaufsammlungen 1996 kein ad. ♂
- (3), (4) 21.05. bis 01.08.2009 je 1 stationäres ad. ♂ am 27.07. und 01.08. im Bereich einer Schwelle im Flussbett, ebenda ein ad. ♂ am 18.08.
- (3a) 08.07.2010 Leopoldskanal, Fluss-Kilometer 4,0 bis 6,7, an kleinen Schwellen mit neu umgebauten Durchlässen mit turbulentem Wasser 3 ad. ♂♂
01.08.2010 8 ad. ♂♂ ebenda
22.08.2010 3 ad. ♂♂ ebenda

- (12) 04.08.1994 15 ad. ♂♂ (= 6 ad. ♂♂/ Fluss-km) (ausgeprägtes Niedrigwasser mit vielen trocken gefallen Blocksteinen im Flussbett) – Daten vorangegangener Termine waren nicht verwendbar, weil frisch geschlüpfte Imagines mitgezählt wurden, die gegenüber ad. deutlich überwogen

Elz

- (5) 29.05. (Emergenzbeginn) bis 13.08. (Emergenzende 12.08.) sowie 21.08.2010 auf der nördlichen Uferseite, meist in der ersten Hälfte des Nachmittags. Kaum Ansitzmöglichkeiten für adulte Imagines. Länge der Fluss-Strecke 130 m.
Erstes ad. ♂ 29.06. auf dem eigenen Kajak (erste Exuvien 29.05.). Nächstes ad. ♂ 18.07., wiederum auf dem Kajak. 07.08. ad. ♂ auf Erdhaufen. 21.08. bei Hochwasser viermal 1 ad. ♂ auf über das Wasser hängenden Weidenästen, wo vorher nie ein ad. ♂ gesehen wurde.
- (5a) Strecke flussaufwärts im Anschluss an (5) auf einer Fluss-Strecke von 950 m Länge, teilweise viele Blocksteine im Flussbett (E. WESTERMANN bzw. K. und E. WESTERMANN)
28.06.2010 30 ♂♂
31.07.2010 bei hohem Wasserstand 6 ♂♂
13.08.2010 bei hohem Wasserstand 7 ♂♂, davon 4 ♂♂ oberhalb der sonstigen Kontrollstrecke
26.08.2016 mindestens 6 ♂♂/ 50 m Fluss-Strecke bei sehr niedrigem Wasserstand und vielen frei liegenden Blöcken
- (6) 03.06., 08.06. (jeweils noch keine Emergenz), 16.06. (Emergenzbeginn) bis 25.07. 2010 (letzte Exuvienfunde), weitere 7 Erfassungen 26.07. bis 13.08., im nördlichen Uferbereich, meist in der zweiten Hälfte des Nachmittags. Länge der Fluss-Strecke 90 m.
Erstes adultes ♂ am 26.06.2010 (erste Exuvie am 16.06.), von da an bei geeigneten Wetter- und Abflussverhältnissen ständig mehr als ein ad. ♂; 28.06. je 2 und 3 an verschiedenen Stellen gleichzeitig; 30.06. mindestens 7 gleichzeitig; 03.07. mind 5 ad. ♂♂; 09.07. mind. 10 ad. ♂♂ trotz fehlender Sonne bei sehr hohen, sehr schwülen Temperaturen; 16.07. mindestens 6 ad. ♂♂; von da an wieder weniger, bis mind. 2 am 09.08. 2010. Am 20.07. mind. 4 ad. ♂♂ und mind. 11 Flügel von toten ad. beisammen auf Stein. Zu beachten sind die tageszeitlich eher späten Kontrollen mit nachlassender Flugaktivität nach jenen bei Köndringen (5).
29.06. einziges ♀ bei der Eiablage.

- (6a) Strecke flussaufwärts im Anschluss an (6) auf einer Fluss-Strecke von 500 m Länge, teilweise viele Blocksteine im Wasser (E. WESTERMANN bzw. K. und E. WESTERMANN).
 28.06.2010 16 ♂♂
 31.07.2010 21 ♂♂
 13.08.2010 27 ♂♂
- (6b) Juli 2000 zwischen Emmendingen und Kollmarsreute, Strecke flussabwärts von (6), etwa 100 Imagines, auch Paarungsräder, auf etwa 2,5 km Fluss-Strecke (S. KOGNITZKI, pers. Mitt.)
- (13) Zählungen während der Exuvienaufsammlung, wenige Ansichtsmöglichkeiten, Länge der Fluss-Strecke 90 m.
 21.06.2011 keine ad.
 28.06., 04.07. und 12.07.2011 je 2 ad. ♂♂
- (14) Zählungen während der Exuvienaufsammlung am späten Nachmittag, Ansichtsmöglichkeiten fast nur am unteren Ende der Strecke, Länge der Fluss-Strecke 120 m
 28.06.2011 1 ad. ♂
 05.07.2011 (2-)3 ad. ♂♂
 12.07.2011 2 ad. ♂♂
- (14a) 01.08.2010 Kontrolle von der Strecke (14) an flussaufwärts im gesamten Stadtgebiet von Waldkirch und Kollnau, an einem heißen, jedoch nur leicht sonnigen Tag, keine ad.

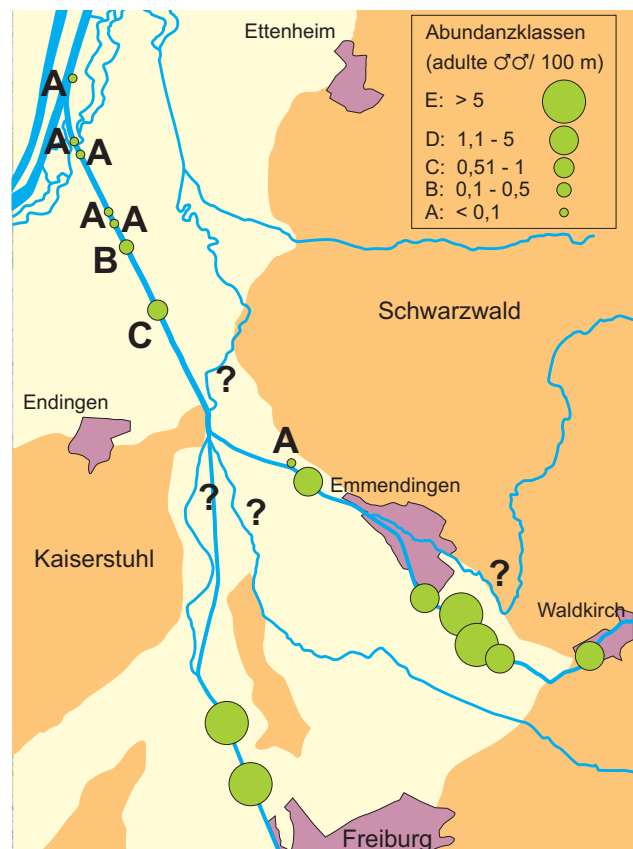


Abb. 7: Übersicht der Abundanzen adulter Männchen in Fortpflanzungshabitaten des untersuchten Fluss-Systems.

Dreisam

- (9) Erste adulte ♂♂ am 12.6., vier Tage nach dem ersten Exuvienfund, im Juli bis maximal 15 „sitzende Männchen“ auf der Kontrollstrecke von 20 m Länge. Die Zahl der Männchen hing von den verfügbaren Sitzplätzen (Blocksteine im Wasser) und damit vom Wasserstand ab (HERDEN 1989)
- (-) Dreisam „unterhalb von Lehen“ (Freiburg-Lehen), etwa Fluss-km 26, Fluss-Strecke 160 m
 16.07.1971 zwischen etwa 9 und 19 Uhr bis zu 20 ♂♂, überwiegend 1 bis 3 ♂♂/ 20 m, auf der Beobachtungsstrecke statistisch zufällig verteilt (KAISER 1974)
- (-) Stadtgebiet von Freiburg, etwa Fluss-Kilometer 27 bis 38, keine ad., erst ab Lehen unterhalb des Stadtgebiets einige (HERDEN 1989). Am 21.07.1990 jedoch im Bereich Berliner Allee/ Paduaallee (Freiburg-Betzenhausen) 4 Imagines (H. LEGE, Archiv der Fachschaft).

Diskussion

Zur Drift der Larven von Fließgewässerinsekten

Bei der Drift von Larven der Fließgewässerinsekten werden diese mit der Strömung flussabwärts transportiert. Obwohl sie an die Strömung angepasst sind, geraten regelmäßig große Mengen an Individuen in die Drift (z.B. WATERS 1972). Katastrophendrift („catastrophic drift“) entsteht, wenn durch sehr große Hochwasser und andere Ursachen die Mikro-Lebensräume im Gewässer vorübergehend zerstört werden. Daneben muss mit einer ständigen („constant drift“) oder regelmäßig zeitweise auftretenden Drift geringer(er) Intensität gerechnet werden (WATERS 1972). Wenn Larven einer Art in stabilen Populationen regelmäßig in großer Zahl über erhebliche Strecken flussabwärts verdriftet werden, ist mit „Kompensationsflügen“ von immaturen oder geschlechtsreifen Imagines zu rechnen, deren Ziele entsprechende Strecken flussaufwärts liegen sollten (z.B. MÜLLER 1954, WATERS 1972).

Über die Drift von Libellenlarven ist wenig bekannt (CORBET 2004), einige Beispiele aus dem europäischen Raum folgen. Wenn bei ausgeprägten Hochwassern große Larvenmengen von Fließgewässerinsekten in der Drift nachgewiesen wurden, waren manchmal auch Libellenlarven in geringen Anteilen vertreten (z.B. an der Durance, PREVOT & PREVOT 1986). MÜLLER (1995) und SUHLING & MÜLLER (1996) untersuchten das Verhaltensrepertoire der Larven einiger Gomphidenarten bei der Auslösung der Drift. In peripheren Auengewässern der Oder und des Allier konnten nach dem Durchgang von Hochwasserwellen Gomphidenlarven gefunden werden, die dort wahrscheinlich nicht ihre gesamte Entwicklung durchgemacht hatten (Oder: MÜLLER 1995, SCHMID 1998, Allier: BLISCHKE et al. 1998). An Aare, Reuss und Limmat stimmten erhöhte Abundanzen von Gomphiden-Exuvien oberhalb von Kraftwerken nur in geringem Maße mit den Aufenthaltsorten geschlechtsreifer Imagines überein, neu angelegte Seitengerinne wurden rasch von weit entwickelten Larven besiedelt (OSTERWALDER 2004, 2007). Eine ausgeprägte Katastrophendrift von Libellenlarven beschrieb WESTERMANN (2008) aus der Oberrheinniederung.

Zum Vorkommen der Kleinen Zangenlibelle in der südlichen Oberrheinebene

Geschlechtsreife und schlüpfende Imagines können schwerpunktmäßig an verschiedenen Gewässerabschnitten wie im hier behandelten System Elz/ Dreisam-Leopoldskanal-Restrhein vorkommen und müssen dann gesondert betrachtet werden.

Am südlichen Oberrhein ist die Kleine Zangenlibelle eine Fließgewässerart. Zwar wurden einzelne Exuvien an Baggerseen der Rheinniederung (WESTERMANN & S. WESTERMANN 1998, STERNBERG & BUCHWALD 2000, eigene unveröffentl. Daten) gefunden, wo aber möglicherweise keine autochthonen Populationen bestanden, sondern bei Hochwassern Larven hinverdriftet wurden. Die Bestände an Baggerseen sind jedenfalls winzig im Vergleich mit jenen an Fließgewässern und werden hier nicht weiter behandelt.

Im Fluss-System Elz-Dreisam-Leopoldskanal-Restrhein entwickelt sich die Kleine Zangenlibelle als mit Abstand häufigste Libellenart. Vom Restrhein bis zum unteren Mittellauf der Elz schlüpft sie in sehr großen Abundanzen; bis zum oberen Mittellauf gehen die Abundanzen dann rasch bis auf niedrige Werte zurück (WESTERMANN & S. WESTERMANN 1995, WESTERMANN 2011, diese Arbeit). Die geschlechtsreifen Imagines dominieren dagegen am

Mittellauf. Die Männchen halten sich dort in Bereichen mit turbulentem, oft schnell fließendem Wasser auf und warten auf aus dem Wasser ragenden Blocksteinen, festsitzendem Getreibsel, im Wasser verankerten Ästen und Stämmen, Uferblöcken und -mauern, kahlen Ufern, niedrigen Dämmen, eher selten auf über das Wasser ragenden Zweigen und öfters auf dem Kajak des Beobachters auf paarungsbereite Weibchen (KAISER 1974, HERDEN 1989, STERNBERG & BUCHWALD 2000, K. WESTERMANN unveröffentl.). Nach wenigen beobachteten und in früheren Jahren nicht genau protokollierten Daten findet hier auch die Eiablage statt. Nach einer Abschätzung auf der Basis der eigenen Daten schlüpfen die Imagines im Mittel auf Höhe der Fluss-Kilometer 7 bis 10, während die geschlechtsreifen Männchen wahrscheinlich im Mittel mindestens 12 Kilometer flussaufwärts ihren Schwerpunkt haben.

Am Restrhein unterhalb von Basel bis auf die Höhe von Hartheim (Breisach) FR existiert eine zweite Population der Art, die dort trotz regelmäßig auftretender starker Hochwasserabflüsse in sehr großen Abundanzen schlüpfen kann (WESTERMANN 2008).

Auf den übrigen Restrheinabschnitten sind die Bestände klein. Allenfalls unterhalb von manchen Hauptwehren und breiten Fischtreppen mit ausgeprägten Turbulenzen können nach den Beispielen in dieser Arbeit mäßig höhere Abundanzen erwartet werden.

In Fließgewässern ohne ausgeprägte Hochwasser wie der Alten Elz oder in den meisten Altrheinen mit seltenen großen Hochwassern entwickeln sich Eier und Larven ganz überwiegend auf einer kurzen Strecke unterhalb der wahrscheinlichen Eiablageplätze; das sind vor allem Strecken mit stark erhöhten Fließgeschwindigkeiten, kleinen Wehren und Brückendurchlässen (WESTERMANN & S. WESTERMANN 1998, K. WESTERMANN unveröffentlicht). Zu einer Drift von Eiern und Larven über eine längere Strecke kommt es in der Regel offensichtlich nicht. In sehr seltenen Fällen ereignen sich allerdings in den Altrheinen große Hochwasser, die eine „Katastrophendrift“ aller Libellenarten auslösen (WESTERMANN 2008).

Das System Elz-Dreisam-Leopoldskanal-Restrhein (begrenzt auf das Ostufer unterhalb der Leopoldskanalmündung) und der Restrhein unterhalb von Basel bis Hartheim (Breisach) FR müssen entsprechend ihren sehr großen Populationen und hohen Abundanzen frisch geschlüpfter Imagines als optimale Lebensräume der Kleinen Zangenlibelle gelten, die übrigen aufgeführten Gewässer als suboptimal.

Aspekte der Populationsbiologie

Am Mittellauf nimmt das Gefälle flussaufwärts langsam zu. Der Untergrund besteht aus Sand, Kiesen, Geröllen und einzelnen Blöcken. Die Eier der Kleinen Zangenlibelle werden hier weitgehend im Bereich turbulenten, sauerstoffreichen Wassers abgelegt, wo wahrscheinlich auch die Larven schlüpfen und viel mehr junge Larven leben als später Imagines schlüpfen werden. Es kann vermutet werden, dass Eier und junge Larven sich in dem sauerstoffreichen, nährstoffärmeren und durchschnittlich kühleren Wasser besser als weiter flussabwärts entwickeln. Die Larven geraten allerdings regelmäßig in Hochwasser und werden dann häufig verdriftet. Möglicherweise gehen sie auch spontan in die Drift, siehe unten. Der Aufbau der sehr großen, stabilen Population ist nur unter zwei notwendigen Rahmenbedingungen möglich. Die Larven müssen einerseits über ein Verhaltensrepertoire verfügen, das ihr Überleben während der Drift über große Strecken in reißendem Wasser sichert. Nach einer Verdriftung muss zudem in den neuen Lebensräumen eine erfolgreiche Larvalentwicklung gesichert bleiben.

In den Zielgebieten der Drift eines großen Anteils der Larvenpopulation sind die Bestände frisch geschlüpfter Imagines um ein Vielfaches größer als weiter flussaufwärts. Geschlechtsreife Imagines treten dagegen nur noch spärlich oder selten auf und fehlen ganz unten weitgehend. Reißende Hochwasser kommen auch hier regelmäßig vor (z.B. WESTERMANN 2011). Die Ufer und Sohlen der Kanäle sind jedoch in den Mittel- und Unterläufen mit großen Steinblöcken und -platten gegen die Erosionswirkung des reißenden Wassers geschützt, in deren Zwischenräumen eine große Zahl von weitgehend hochwassersicheren Refugien (SEDELL et al. 1990) existiert (Abb. 8, Vordergrund in Abb. 3). Sowohl am Restrhein unterhalb der Mündung des Leopoldskanals als auch am unteren Leopoldskanal selbst schlüpften wenige Tage nach dem Durchgang eines großen Hochwassers Imagines (wieder) in großer Zahl (WESTERMANN 2011). An der Oder dienen Steinschüttungen in entsprechender Weise der Gomphide Grüne Flussjungfer (*Ophiogomphus cecilia*) bei Hochwassern als Refugien (MÜLLER 2004).

Bei dem vorherrschenden Niedrig- und Mittelwasser erwärmt sich das Wasser in den Unterläufen stärker als flussaufwärts (Beispiel bei WESTERMANN 2011); es ist nährstoffreicher und fließt vor allem bei Niedrigwasser mit geringen Geschwindigkeiten. Turbulenzen sind bei mittleren Abflüssen auf Wehre und niedrige Schwellen beschränkt (Abb. 4).

Zumindest ältere Larven bekommen offensichtlich in den Unterläufen mit durchschnittlich höheren

Wassertemperaturen, einer stärkeren Eutrophierung und vielen Refugien Entwicklungsvorteile. Sie schlüpfen in den Unterläufen nicht nur in viel höheren Abundanzen, sondern auch deutlich früher in der Flugsaison (S. 148, Tab. 3). Angesichts der Entwicklungsvorteile in den Unterläufen und der anzunehmenden Konkurrenz sehr vieler Junglarven um relativ eher wenige hochwassersichere Refugien in den oberen Mittelläufen ist nicht auszuschließen, dass junge Larven auch spontan in die Drift gehen.

Drift der Larven und Kompensationsflüge der Imagines sind allerdings auch mit (nicht analysierbaren) Verlusten und Nachteilen („costs“) der Population verbunden, wenn Tiere durch Prädation und andere Ursachen sterben, einen hohen Energieaufwand haben oder nur suboptimale Habitate erreichen. Vermutlich sind die signifikant höheren Weibchenanteile unter den frisch geschlüpften Imagines an den oberen Mittelläufen (S. 148, Tab. 2) ein Hinweis auf die Kosten.

In der Reifungsphase streifen die Imagines vermutlich umher. Über den Ablauf der Kompensationsflüge ist nichts bekannt. Sie haben die Funktion von Suchflügen nach einem Rendezvous- und Eiablagehabitat (Corbet 2004). Ihre Ziele liegen zu großen Anteilen an den Mittelläufen von Elz und Dreisam sowie an kleinen Zuflüssen wie dem Brettenbach. Angesichts großer Fluss-Strecken zwischen durchschnittlichem Start und Ziel und vergleichbaren Verhältnissen an na-



Abb. 8: An der kanalisiert Elz und am Leopoldskanal sind die Flussbetten gesichert. In den Ritzen zwischen den Blöcken leben wahrscheinlich vielfach die Larven der Kleinen Zangenlibelle. Foto: K. WESTERMANN. Vgl. auch Vordergrund von Abbildung 3.

türlichen Flüssen kann damit gerechnet werden, dass die Kompensationsflüge nicht ungerichtet erfolgen; vielmehr dürfte der Flusslauf in irgendeiner Weise als Leitlinie dienen.

Mit dem Fluss- und Kanalbau haben die hohen Abundanzen schlüpfender Imagines sowohl am Fluss-System Elz-Dreisam-Leopoldskanal-Restrhein als auch am Restrhein nördlich von Basel anthropogene Ursachen. Auch die meisten Vorkommen an Altrheinen und etliche an kleinen Flüssen beruhen auf anthropogenen Eingriffen, wie dem Bau von Brücken und Wehren sowie der Gestaltung künstlicher Gefällstrecken.

Dank

Bei meiner Frau Elisabeth bedanke ich mich herzlich für ihre regelmäßige Beteiligung an den Datenerhebungen. Die Exuvienaufsammlungen unterstützte sie vor allem bei großen Emergenzraten, bei schwierigen Abfluss- und Wetterbedingungen und bei spät am Tag schlüpfenden Individuen entscheidend. Manchmal erfassten wir adulte Männchen gemeinsam von den Gewässerufeln aus, wodurch die Genauigkeit und der Umfang der Daten deutlich gesteigert wurden.

Zusammenfassung:

An den Unterläufen des kanalartig ausgebauten, insgesamt etwa 34 km langen Fluss-Systems der Elz, der Dreisam, des Leopoldskanals und des Restrheins (Landkreise Emmendingen, Breisgau-Hochschwarzwald und randlich Ortenaukreis, Baden-Württemberg) erreichten die Schlüpfabundanzen der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*) hohe Werte von bis zu 27 Exuvien/ Ufermeter und Jahr, an den Mittelläufen von Elz und Dreisam waren sie erheblich niedriger. Dagegen übertrafen die Abundanzen adulter Männchen an den Mittelläufen jene an den Unterläufen bei weitem. Das Phänomen muss mit einer Drift eines hohen Anteils der Larven über große Strecken flussabwärts gedeutet werden, die durch Flüge von Imagines kompensiert werden, die weiter flussaufwärts enden.

Die Drift der Larven flussabwärts ermöglicht den Aufbau einer sehr großen Population von *Onychogomphus forcipatus* mit einigen hunderttausend frisch geschlüpften Imagines. Verdriftete Larven finden am Leopoldskanal und an den Unterläufen von Elz und Dreisam ein großes Angebot von hochwassersicheren Refugien und durchschnittlich geringere Fließgeschwindigkeiten vor. In dem gegenüber den Mittelläufen erheblich wärmeren, eutrophen und daher wahrscheinlich nahrungsreicheren Wasser erfolgt die Entwicklung rascher, sodass die Imagines durchschnittlich früher schlüpfen können. Entsprechend dem sehr hoch signifikanten kleineren Männchenanteil frisch geschlüpfter Imagines an den Mittelläufen driften Weibchen durchschnittlich in geringerem Maße als Männchen. Adulte Imagines konzentrieren sich an den Mittelläufen im Bereich rasch fließender oder turbulenter Abschnitte; dort laufen Paarfindung und Eiablage wahrscheinlich bevorzugt ab; die Eier und die Junglarven geraten dabei in erheblich sauerstoffreicheres, kühleres Wasser als an den Unterläufen. Ob die Drift bei schweren Hochwassern im Sinne einer „Katastrophendrift“ erzwungen wird oder die Larven angesichts von populationsbiologischen Vorteilen als Strategie der Art eher spontan in die Drift gehen, kann nicht entschieden werden.

Literatur

- BLISCHKE, H., C. BRAUNS & D. KUCK (1998): Die Libellenfauna unterschiedlicher Gewässertypen des mittleren Allier im LIFE-Gebiet Joze-Maringues, Frankreich. – *Libellula* 17: 117-147.
- CORBET, P.S. (2004): *Dragonflies: Behaviour and Ecology of Odonata*. Revised Edition. – Colchester (Harley).
- HERDEN, K. (1989): Einige Untersuchungen zur Biologie von *Onychogomphus forcipatus* L. (Odonata: Gomphidae). – Diplomarbeit am Institut für Biologie I (Zoologie) der Universität Freiburg i. Br.
- KAISER, H. (1974): Intraspezifische Aggression und räumliche Verteilung bei der Libelle *Onychogomphus forcipatus* (Odonata). – *Oecologia* (Berlin) 15: 223-234.
- MÜLLER, K. (1954): Die Drift in fließenden Gewässern. – *Archiv für Hydrobiologie* 49: 539-545.

- MÜLLER, O. (1995): Ökologische Untersuchungen an Gomphiden (Odonata: Gomphidae) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenstadien. – Dissertation Humboldt-Universität Berlin, Göttingen (Verlag Cuvillier).
- MÜLLER, O. (2004): Steinschüttungen von Buhnen als Larval-Lebensraum für *Ophiogomphus cecilia* (Odonata: Gomphidae). – *Libellula* 23: 45-51.
- OSTERWALDER, R. (2004): Gomphiden-Nachweise an Fließgewässern im Kanton Aargau (Schweiz) und angrenzenden Gebieten 1993-2001. – *mercuriale* 4: 6-16.
- OSTERWALDER, R. (2007): Gomphiden-Exuvienfunde an renaturierten Uferabschnitten und neu angelegten Seitenarmen zweier Schweizer Flüsse (Odonata: Gomphidae). – *Libellula* 26: 77-92.
- PREVOT, G. & R. PREVOT (1986): Impact d'une crue sur la communauté d'invertébrés de la Moyenne Durance. Rôle de la dérive dans la reconstitution du peuplement du chenal principal. – *Annales de Limnologie* 22: 89-98.
- SCHMID, U. (1999): Das Makrozoobenthos des Unteren Odertals – Faunenzusammensetzung und Besiedlungsdynamik in einer Flußbaue. – *Limnologie aktuell* 9: 317-336.
- SEDELL, J. R., G. H. REEVES, F. R. HAUER, J. A. STANFORD & C. P. HAWKINS (1990): Role of refugia in recovery from disturbances: modern fragmented and disconnected river systems. – *Environmental Management* 14: 711-724.
- STERNBERG, K., & R. BUCHWALD (2000): Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Großlibellen (Anisoptera). – Stuttgart (Ulmer).
- SUHLING, F., & O. MÜLLER (1996): Die Flussjungfern Europas. – Die Neue Brehm-Bücherei. Bd. 628. Magdeburg (Westarp Wissenschaften).
- WATERS, T. F. (1972): The drift of stream insects. – *Annual Review of Entomology* 17: 253-272.
- WESTERMANN, K. (2008): Auswirkungen von Hochwassern auf die Emergenzraten von Libellen an Fließgewässern des Oberrheinischen Tieflandes (Odonata). – *Libellula* 27: 63-88.
- WESTERMANN, K. (2011): Zweigipfelige Emergenzperiode der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*) im Fluss-System Elz-Leopoldskanal-Restrhein. – *Naturschutz am südlichen Oberrhein* 6: 157-166.
- WESTERMANN, K., & E. WESTERMANN (2009): Artenliste der Libellen des Natur- und Landschaftsschutzgebietes „Elzwiesen“. In: Das Natur- und Landschaftsschutzgebiet „Elzwiesen“. Herausragendes Naturpotential einer alten Kulturlandschaft. – *Naturschutz am südlichen Oberrhein* 5: 197-202.
- WESTERMANN, K., & S. WESTERMANN (1995): Ein Massenvorkommen der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*). – *Naturschutz am südlichen Oberrhein* 1: 55-57.
- WESTERMANN, K., & S. WESTERMANN (1998): Verbreitung und Bestandsdichte der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*) in der südbadischen Rheinniederung zwischen Basel und Straßburg – Dokumentation der Exuvienfunde. – *Naturschutz am südlichen Oberrhein* 2: 167-180.

Anschrift des Verfassers:

Karl Westermann, Buchenweg 2, D-79365 Rheinhausen.