Flussjungfern am Niederrhein: Verbreitung und Habitatbindung (Odonata: Gomphidae)

Till Jonas Linke [1] und Thomas Fartmann [2]

[1] Gertrudenstraße 29A, D-38120 Braunschweig, <jonas.linke@web.de>

[2] Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie, Robert-Koch-Straße 26–28, D-48149 Münster, <fartmann@uni-muenster.de>

Abstract

Clubtails on the Lower Rhine, North Rhine-Westphalia, Germany: Distribution and habitat requirements (Odonata: Gomphidae) — This study aims to investigate the local distribution and to identify environmental factors that determine habitat selection of all species of Gomphidae on the Lower Rhine. Altogether exuviae of four gomphid species were recorded, however, their numbers differed widely. Compared to other large rivers, the total abundances of all species were low. Most abundant were *Gomphus flavipes* and *G. vulgatissimus*, with 4-5 exuviae on 200 m bank sections. Exuviae abundances of *G. flavipes* were positively correlated with the amount of fine sand, those of *G. vulgatissimus* with sand and total riparian vegetation cover. Both *G. flavipes* and *G. vulgatissimus* can be described as specialists for certain digging substrates and as opportunists in their emergence behaviour.

We assume that low abundances of exuviae are caused by inappropriate and fragmented habitat structures, noticeably by the lack of fine substrate fractions. Additionally, hydro-morphology, drift, adjacent land use and shipping traffic may have a negative influence on gomphids.

Zusammenfassung

Ziel der Untersuchung war es, Verbreitung und Bestandssituation aller Gomphidenarten entlang des mittleren Niederrheins zu ermitteln. Entwicklungsnachweise wurden für *Gomphus flavipes*, *G. vulgatissimus*, *Onychogomphus f. forcipatus* und *Ophiogomphus cecilia* erbracht. Die Individuenzahlen waren bei allen Arten im Vergleich zu anderen Untersuchungen gering und lagen für *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* bei vier bis fünf Exuvien auf 200 m Uferstrecke. Die Emergenzabundanzen von *G. flavipes* korrelierten positiv mit dem Anteil von Feinsand am Sohlsubstrat. Für die Abundanz von *G. vulgatissimus* wurde ein positiver Zusammenhang mit Sand im Sohlsubstrat und der horizontalen Vegetationsdeckung aufgezeigt. Anhand der vorliegenden Daten können *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* als Substratspezialisten und Schlupfopportunisten bezeichnet werden.

Für die niedrigen Abundanzen werden verschiedene Ursachen in Betracht gezogen. Neben einem Mangel an geeigneten Mikrohabitatstrukturen in den Larvallebensräumen können sich monotone Ufer- und Umlandstrukturen negativ auf die Imagines auswirken. Das Abflussverhalten des Rheins birgt ein hohes Driftrisiko für die Arten. Daneben könnte auch der Wellenschlag der Binnenschifffahrt ein Grund für die niedrigen Individuenzahlen zum Schlupfzeitpunkt sein.

Einleitung

Die ursprüngliche Stromlandschaft des Niederrheins enthielt mit ihrer intakten Aue, weitläufigen Mäanderschlingen, Inselterrassen, Sandbänken sowie strömungsberuhigten Flachwasserzonen und Altarmen eine Vielzahl von Habitatstrukturen für Libellen (MUNLV & LUA NRW 2000). Als rheophile Libellenarten gehören die Gomphidae zu den typischen Vertretern der Fluss- und Stromtalauen. *Gomphus flavipes* und *Ophiogomphus cecilia* sind in den Anhängen II bzw. II und IV der FFH-Richtlinie aufgeführt (RL 92/43/EWG; Ssymank et al. 1998) und haben damit große Bedeutung für den europaweiten Artenschutz.

Seit Ende der 1980er Jahre nahmen die Meldungen über Funde von Gomphiden in vielen Fließgewässersystemen Deutschlands wieder zu (u.a. O. Müller 1995; Zörner 1996; J. Müller 1997; Werzinger & Werzinger 1998). Dies gilt auch für den Ober- und Mittelrhein (z.B. Heitz et al. 1995; Niehuis & Schneider 1997; Reder 1997; Westermann & Westermann 1998; Geissen 2000) sowie den oberen Niederrhein. Hier konnten *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* nachgewiesen werden (Blank et al. 1998; Freyhof et al. 1998). Vom mittleren und unteren Niederrhein sind ebenfalls Funde von *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* sowie Einzelnachweise von *Onychogomphus f. forcipatus* und *O. cecilia* bekannt (B. & E. Baierl pers. Mitt.; AK Libellen NRW unpubl.). Auch in den benachbarten Niederlanden gelangen in den letzten Jahren neue Funde aller vier Arten, z.B. in den Flüssen Rur (Maas-Einzugsgebiet) und Waal (Deltarhein) (z.B. Habraken & Crombaghs 1997; Kleukers & Reemer 1998; Geraeds 2000; Geraeds & Van Schaik 2004).

Die genaue Verbreitung und Häufigkeit der Gomphidenarten sowie ihre ökologischen Ansprüche am Niederrhein sind hingegen kaum bekannt. Die Hauptziele dieser Arbeit waren, die räumliche Verbreitung zu erfassen und Unterschiede in den Emergenzabundanzen zu klären. Zusätzlich sollten die Vergesellschaftung der einzelnen Arten und mögliche artspezifische Unterschiede im Schlupfverhalten geklärt werden.

Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen wurden am mittleren Niederrhein in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Das Untersuchungsgebiet erstreckte sich zwischen den Städten Monheim am Rhein (51°04'N, 06°53'E, Rheinkilometer 707, 39 m ü.NN) und Duisburg-Ehingen (51°22'N, 06°41'E, Rheinkilometer 769, 24 m ü.NN; Abb. 1). Damit lagen die südlichen der untersuchten Flussabschnitte in der wärmeren und trockeneren Niederrheinischen Bucht, die Mehrzahl dagegen im feuchteren Niederrheinischen Tiefland (Paffen et al. 1963). Die durchschnittlichen Jahresniederschläge liegen zwischen 650 und 750 mm bei einer langjährigen Jahresmitteltemperatur von 9 bis 10°C (Verbücheln & van de Weyer 2003).

Im Gegensatz zum Oberrhein entfallen Hochwasserereignisse hier überwiegend auf das Winterhalbjahr (LUA NRW 2002). Am Pegel Düsseldorf haben mittlere Sommerhochwasser einen Abfluss von ca. 3.000 m^3/s, Winterhochwasser liegen mit mittleren Abflüssen von ca. 4.500 m^3/s um den Faktor 1,5 höher (LUA NRW 2002). Der Rhein und seine Aue sind kiesgeprägt, in der Stromsohle überwiegen vor allem Grob- und Mittelkies sowie Sand. Die

Versandung nimmt am Niederrhein im Vergleich zum Mittelrhein durch geringere Fließgeschwindigkeiten zu (Briem 2003), insbesondere in den strömungsberuhigten Flachwasserzonen. Diese existieren vor allem in den Zwischenbuhnenbereichen und weisen verstärkt Ablagerungen von Feinmaterial auf (Freyhof et al. 1998; Pottgiesser & Halle 2004). In den Buhnenfeldern nimmt die Strömungsgeschwindigkeit in Richtung Ufer ab (Sukhodolov et al. 2002). Die gröberen Substrate fanden sich häufig in den Bereichen des einströmenden Rheinwasser mit höheren Fließgeschwindigkeiten. Sedimentation von Feinmaterial wie Feinsand, Schluff und Ton fand verstärkt in Ufernähe, oft in Bereichen flussabwärts gelegener Kreisströmungen statt (vgl. Sukhodolov et al. 2002). An vielen Probeflächen konnte bei niedrigen Wasserständen eine relativ charakteristische Verteilung der Substrate im Uferstreifen beobachtet werden, wie sie etwa Eggers (2006) für die Elbe und Müller (1995) für die Oder beschreiben.

Methode

Es wurden insgesamt 30 Probeflächen festgelegt (Abb. 1). Jede Probefläche war als ein 200×10 m breiter Uferstreifen definiert (vgl. Müller 2002). Insgesamt wurden 45 Buhnenfelder beprobt. Auch wenn über Exuvienfunde keine direkten Aussagen zum Larvalhabitat gemacht werden können, sollten die Probeflächen möglichst viele Gomphidenhabitate abdecken. Entlang beider Rheinufer wurden repräsentative Abschnitte unterschiedlicher Sohlsubstrate, Uferstrukturen und Landnutzungen im Umland ausgewählt. In Abhängigkeit vom Tageswasserstand schloss sich oberhalb der Wasserlinie ein Gemenge verschiedenkörniger Substrate an, die teilweise als Kies- und Sandbänke ausgeprägt sein konnten (Abb. 2, 3).

In der Zeit vom 1. April bis zum 31. August 2008 wurden alle 30 Probeflächen zehnmal nach Exuvien abgesucht. Die Suche nach Exuvien erfolgte systematisch und quantitativ, d.h. an jedem Termin wurde die gesamte zu beprobende Fläche (2.000 m²) inklusive der Buhnensteinschüttungen abgesucht. Bei den anfänglich hohen Wasserständen wurden auch die Stämme der Ufergehölze abgesucht. Um Aussagen über eine räumliche Verteilung der Exuvien in Abhängigkeit von den Strömungsverhältnissen zu ermöglichen, wurden die Buhnenfelder in drei Abschnitte unterteilt. Den unterschiedlichen Strömungen entsprechend wurden diese nach Schwoerbel (2005) in lotische, lenitische und intermediäre Bereiche eingeteilt. Lotische Bereiche in den Buhnenfeldern waren solche, in denen das Flusswasser einströmte, während die lenitischen durch langsamere Kreisströmungen des eingeströmten Wasser charakterisiert waren.

Aufgrund der unterschiedlichen Phänologie der Arten wurden im Erfassungszeitraum die Beprobungsintervalle variiert. Im Mai und Juni, zur Zeit der Emergenz von *G. vulgatissimus*, fanden die Beprobungen wöchentlich statt. Im Juli und August wurde dagegen in einem zweiwöchentlichen Rhythmus untersucht. Die Termine wurden auch tageszeitlich variiert, um mögliche tageszeitliche Unterschiede beim Schlupfverhalten auszugleichen und Stoßzeiten der Naherholung auszuweichen.

An jeder Probefläche wurde die horizontale Deckung der Ufersubstrate und -vegetation sowie die Landnutzung im Umland aufgenommen. Dabei wurden die morphologischen Pflanzentypen, d.h. Wuchsformen (Ufergehölze, Sträucher, Hochstauden, Röhricht, sonstige

krautige Pflanzen) und das Ufersubstrat (Geröll/Steine/Grobkies, Mittel- und Feinkies, Grob- und Mittelsand, Feinsand) erfasst.

Für organische Auflagen und lehmiges Material wurde nur das Vorhandensein, bzw. Nicht-Vorhandensein erfasst. Die horizontalen Deckungsgrade wurden entsprechend für einzelne Vegetationsschichten in Prozent geschätzt. Für die Sohlsubstrate in den Buhnenfeldern erfolgte ebenfalls eine Schätzung der Anteile der Substrattypen. Aufgrund von Unterschieden in der Buhnenmorphologie, v.a. Tiefe und Uferinklination, konnten nicht immer alle Sohlbereiche vollständig eingesehen werden. In solchen Fällen wurde interpoliert bzw. punktuell eine Probe des Substrates mit Hilfe einer Stieldredge genommen. Die Aufnahmen wurden durch Daten aus der sedimentologischen Datenbank der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz ergänzt.

Alle Daten wurden mit dem Kolomogorov-Smirnov-Anpassungstest in SPSS 14.5 auf Normalverteilung geprüft. Nicht normal verteilte Daten wurden mit nicht parametrischen Tests analysiert; neben dem Kruskal-Wallis-Test wurden der Mann-Whitney-U-Test und der Chi²-Einzeltest angewandt (vgl. Bühl & Zöfel 2002). Für den Vergleich der Entfernungen zur tagesaktuellen Wasserlinie wurde für die Arten zwei Zeiträume geringer Wasserstandsschwankungen (11.05.-31.05. und 01.07.-06.07.) ausgewählt.

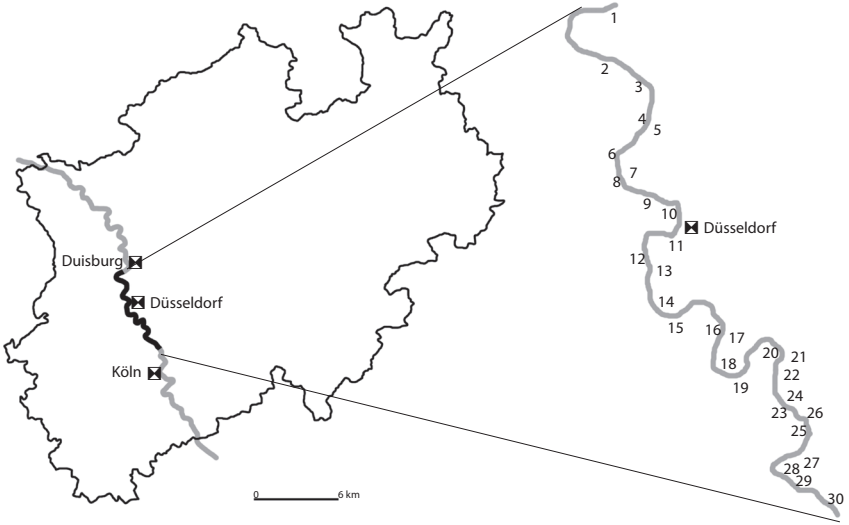

Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebiets am mittleren Niederrhein in Nordrhein-Westfalen und Lage der Probeflächen im Untersuchungsgebiet (rechts). — Figure 1: Situation of the study area on the Lower Rhine in North Rhine-Westphalia, Germany, and situation of the sampling sites (right). Probeflächen siehe Tabelle 1, sampling sites see table 1.

Abbildung 2: Probefläche für die Suche nach Exuvien von Gomphiden am Niederrhein bei Düsseldorf-Hamm, Nordrhein-Westfalen (27.06.2008). — Figure 2: Sampling site for gomphid exuviae on the Lower Rhine near Dusseldorf-Hamm, North Rhine-Westphalia, Germany (27-vi-2008). Photo: TJL

Abbildung 3: Probefläche für die Suche nach Exuvien von Gomphiden am Niederrhein im NSG 'Die Spey', Krefeld, Nordrhein-Westfalen (08.07.2009). — Figure. 3: Sampling site for gomphid exuviae on the Lower Rhine in the nature reserve 'Die Spey', Krefeld, North Rhine-Westphalia, Germany (08-vii-2009). Photo: TJL

Ergebnisse

Bodenständigkeitsnachweise wurden für *Gomphus flavipes*, *G. vulgatissimus*, *Onychogomphus forcipatus* und *Ophiogomphus cecilia* erbracht. Von allen vier Arten wurden insgesamt 289 Exuvien gefunden, wobei für *O. cecilia* nur ein einziger Fund an der Probefläche 'Urdenbacher Kämpe A' gelang. Hinsichtlich der Abundanz konnten interspezifische Unterschiede sowie Unterschiede zwischen den einzelnen Probeflächen festgestellt werden (Tab. 1).

Von *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* wurden an 25 (83 %) bzw. 24 (80 %) der 30 untersuchten Flächen Exuvien gefunden. Für *O. forcipatus* und *O. cecilia* fielen Anzahl der Fundpunkte und Individuenzahlen deutlich geringer aus. Die fünf Exuvien von *O. forcipatus* verteilten sich auf fünf Probeflächen, was einer Stetigkeit von 16 % entspricht. An 23 Probeflächen (77 %) schlüpften *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* gemeinsam. Zusätzlich konnten an vier dieser Flächen auch Nachweise von *O. forcipatus* erbracht werden. Der Einzelfund von *O. cecilia* fiel ebenfalls mit Funden von *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* zusammen.

Insgesamt wurden 99 % (n = 286) aller Exuvien in horizontaler Lage gefunden. Im intermediären Strömungsbereich lagen 53 % aller Schlupfnachweise (n = 155; Tab. 2). Die Ergebnisse sind für *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* ähnlich: Die Mehrzahl der Exuvien von *G. flavipes* (57 %) wurde im Intermediärbereich gefunden, während im lotischen Bereich 32 % und im lenitischen 11 % nachgewiesen wurden. Auch die Nachweise von *G. vulgatissimus* gelangen mit 48 % mehrheitlich im intermediären Bereich. Im lotischen wurden 36 %, im lenitischen Bereich 16 % der Exuvien gefunden (Tab. 2).

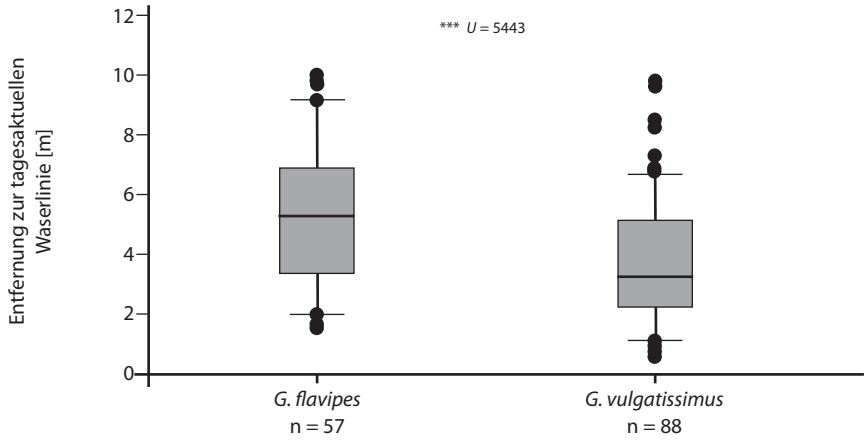

Abbildung 4: Boxplot der Exuvien von *Gomphus flavipes* und *G. vulgatissimus*, die in den Zeiträumen vom 11.05. zum 31.05. und vom 01.07. zum 06.07.2008 am mittleren Niederrhein gesammelt wurden, und ihre Entfernung zur tagesaktuellen Wasserlinie (Mann-Whitney-U-Test, p ≤0,001). — Figure 4: Box plot of *Gomphus flavipes* und *G. vulgatissimus* exuviae, collected during the periods of 11-v to 31-v and 01-vii to 06-vii-2008 on the Lower Rhine, North Rhine Westphalia, Germany, and their distance from the daily water line (Mann-Whitney-U-Test, p ≤0.001).

Tabelle 1. Die Lage der Probeflächen dieser Studie am Niederrhein und die jeweilige Anzahl gefundenener Exuvien von Gomphiden. Eine einzelne Exuvie von *Ophiogomphus cecilia* wurde an der Probefläche 'Urdenbacher Kämpe A' gefunden. — Table 1. Location of the sampling sites of this study on the Lower Rhine, and respective numbers of gomphid exuviae. A single exuvia of *O. cecilia* was found at the site 'Urdenbacher Kämpe A'. Die Nummern der Probeflächen entsprechen jenen in Abbildung 1, numerals of sampling sites are the same as in Figure 1 (D- Düsseldorf).

Nr.	Probefläche	Rheinkilometer	*G. flavipes*	*G. vulgatissimus*	*O. forcipatus*
1	Duisburg	768,6–768,8	7	5	-
2	Krefeld A	761,5–761,7	4	9	1
3	Krefeld B	758,7–758,9	3	5	-
4	Meerbusch-Langst	755,2–755,4	1	-	-
5	D-Kaiserswerth	754,8–755,0	1	1	-
6	Meerbusch-Ilverich	751,5–751,7	7	19	1
7	D-Stockum	749,6–749,8	-	-	-
8	Meerbusch-Büderich	749,9–750,1	-	4	-
9	D-Lörick	747,5–747,7	3	4	-
10	D-Niederkassel	746,7–746,9	7	2	-
11	D-Hamm	742,7–742,9	4	3	-
12	Neuss-Ölgangsinsel	738,5–738,7	39	10	-
13	D-Volmerswerth A	737,2–737,4	1	4	-
14	D-Volmerswerth B	734,0–734,2	12	2	-
15	Neuss-Grimlinghausen	732,8–733,0	2	1	1
16	Neuss-Uedesheim	729,4–729,6	2	6	-
17	D-Himmelgeist A	728,8–729,0	9	4	-
18	D-Himmelgeist B	726,1–726,3	-	-	-
19	Dormagen-Stürzelberg	725,4–725,6	15	2	-
20	NSG Zonser Grind	721,5–721,7	-	-	1
21	D-Benrath	720,9–721,1	18	1	-
22	D-Urdenbach	719,6–719,8	1	1	-
23	Zons A	718,0–718,2	1	11	-
24	Urdenbacher Kämpe A	718,1–718,3	9	9	-
25	Zons B	716,8–717,0	1	6	-
26	Urdenbacher Kämpe B	716,9–717,1	-	-	-
27	Monheim A	713,1–713,3	2	6	1
28	Monheim B	712,4–712,6	4	3	-
29	Monheim C	709,9–710,1	1	-	-
30	Monheim D	707,3–707,5	6	6	-
	Gesamt		158	125	5

Tabelle 2. Exuvienzahlen von *Gomphus flavipes* und *G. vulgatissimus*, die 2008 in den unterschiedlichen Strömungsbereichen der untersuchten Buhnenfelder am mittleren Niederrhein gefunden wurden. Dargestellt sind absolute und relative Zahlen. — Table 2. Absolute and relative frequency of *Gompus flavipes* and *G. vulgatissimus* exuviae, collected in different current zones of the groyne fields investigated on the Lower Rhine, North Rhine Westphalia, Germany, during 2008.

Taxon	lenitisch		intermediär		lotisch	
	n	%	n	%	n	%
G. flavipes	17	11	90	57	51	33
G. vulgatissimus	20	16	60	48	45	36
Gesamt	37	13	150	53	96	34

In den Zeiträumen geringer Wasserstandsschwankungen besteht zwischen den Schlupforten von *G. flavipes* (Median = 5,30 m, 1. Quartil = 3,50, 3. Quartil = 6,90) und *G. vulgatissimus* (Median = 3,28 m; 1. Quartil = 2,20; 3. Quartil: 5,10) ein Entfernungsunterschied zur tagesaktuellen Wasserlinie (Abb. 4). Dieser Unterschied ist sowohl für den ausgewählten Zeitraum (Abb. 4), als auch über alle Exuvienfunde statistisch siginifikant (Mann-Whitney-U-Test, $p \leq 0{,}001$).

Zwischen den Arten konnten hinsichtlich der Wahl des Schlupfsubstrates keine statistisch signifikanten Unterschiede oder Korrelationen aufgezeigt werden. Die Exuvien wurden auf verschiedenen Substraten, am häufigsten jedoch auf Sand und Steinen gefunden (Tab. 3).

In einer Habitatanalyse wurden alle Emergenzabundanzen der Arten an den jeweiligen Probeflächen mit den Umweltvariablen Sohlsubstrat, Ufersubstrat und Gesamtdeckung der Ufervegetation in Beziehung gesetzt. Für die Exuvienabundanz von *G. flavipes* ergab sich eine schwach positive Korrelation mit dem Anteil von Feinsand im Sohlsubstrat der Buhnenfelder ($r_s = 0{,}32$; $P < 0{,}05$; n = 45 Buhnenfelder). Bei *G. vulgatissimus* zeigte sich dagegen ein positiver Zusammenhang mit Sand am Sohlsubstrat und eine schwach positive Korrelation zwischen der Emergenzabundanz und zunehmender Deckung der Ufervegetation ($r_s = 0{,}32$, $P < 0{,}05$, n = 45 Buhnenfelder).

Nachweise von *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* gelangen auch an Probeflächen, an denen kein oder sehr wenig Sand im Buhnenfeld vorhanden war, wie z.B. bei Urdenbach. Entlang von Flächen mit Funden von *O. forcipatus* und *O. cecilia* wurde stets ein größerer Anteil grober Sohlsubstrate verzeichnet.

Die horizontalen Deckungen der Ufervegetation und Sohlsubstrate wiesen Unterschiede zwischen Flächen mit Funden (Präsenz) und solchen ohne Fund (Absenz) beider Arten auf (Abb. 5). In Bezug auf die Sohlsubstrate zeigten Flächen mit Funden von *G. flavipes* signifikant höhere Deckungen von Sand am Sohlsubstrat. Hier wurden zudem geringere Anteile an grobem Material (Grobkies/Steine, Mittel- und Feinkies) beobachtet. Die Unterschiede zu den Absenzflächen waren aber nicht signifikant (Abb. 5a). Probeflächen mit Funden von *G. vulgatissimus* wiesen ähnliche Eigenschaften auf, auch hier waren die Deckungen grober Substrate, vor allem von Kies, auf den Absenzflächen und die feinerer Substrate wie Feinsand auf den Präsenzflächen signifikant höher (Abb. 5b).

Tabelle 3. Fundsubstrate der Exuvien von *Gomphus flavipes* und *G. vulgatissimus*, die 2008 auf allen Probeflächen dieser Studie am mittleren Niederrhein gefunden wurden. Dargestellt sind absolute und relative Zahlen. — Table 3. Absolute and relative frequency of *Gompus flavipes* and *G. vulgatissimus* exuviae, collected on different types of substrate on all sampling sites of this study, on the Lower Rhine, North Rhine Westphalia, Germany, during 2008.

Taxon	Steine		Grobkies		Mittel-/Feinkies		Sand		Pflanze	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
G. flavipes	49	31	28	18	12	8	66	42	3	2
G. vulgatissimus	30	24	21	17	16	13	56	45	2	1
Gesamt	79	28	49	17	28	10	122	43	5	2

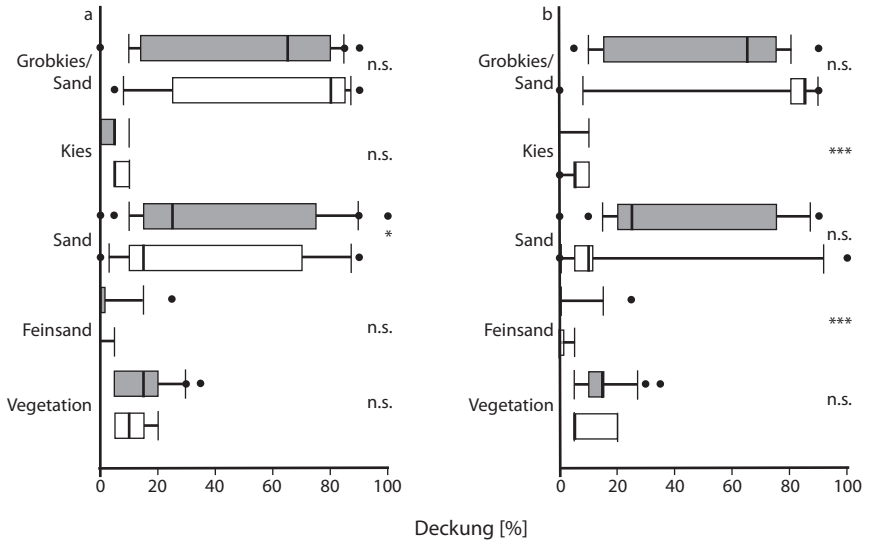

Abbildung 5: Boxplot von Präsenz- und Absenzflächen von Exuvien von *Gomphus flavipes* (a) und *G. vulgatissimus* (b) 2008 am mittleren Niederrhein mit horizontalen Deckungsgraden der Sohlsubstrate und der gesamten Ufervegetation. — Figure 5: Box plot of sites with presence and absence of *Gomphus flavipes* (a) and *G. vulgatissimus* (b) exuviae during 2008 on the Lower Rhine, North Rhine Westphalia, Germany, and degree of horizontal coverage of ground substrates and vegetation (Mann-Whitney-U-Test, *** $p \leq 0.001$; * $p \leq 0.05$; n.s. nicht siginifikant, no significance). ■ Präsenz, presence (a: n=30, b: n=35); □ Absenz, absence (a: n=15, b: n=10)

Diskussion

Die Bedeutung des Niederrheins für Gomphiden

Die hohe Stetigkeit von *Gomphus flavipes* und *G. vulgatissimus* deutet auf eine durchgängige Besiedelung des mittleren Niederrheins hin. Am Mittelrhein und oberen Niederrhein konnten beide Arten bereits nachgewiesen werden (Freyhof et al. 1998; Geissen 2000). In der alten Roten Liste Nordrhein-Westfalens (Schmidt & Woike 1999) wurden *G. flavipes* als «vom Aussterben bedroht» und *G. vulgatissimus* als «stark gefährdet» und «von Naturschutzmaßnahmen abhängig» geführt. Aktuell ist *G. vulgatissimus* regional wieder häufig, z.B. an der Ems (Artmeyer 1999), und für *G. flavipes* hat werden stabile Populationen für den Niederrhein erwartet (E. Baierl pers. Mitt.; Freyhof et al. 1998). *Onychogomphus forcipatus* und *Ophiogomphus cecilia* galten in den Naturräumen der Niederrheinischen Bucht und des Niederrheinisches Tieflands als «ausgestorben» (Schmidt & Woike 1999). Mit dem Exuvienfund von *O. cecilia* konnten unpublizierte Erstfunde (E. Baierl & N. Menke pers. Mitt.) am mittleren Niederrhein bestätigt werden.

Es besteht die Möglichkeit, dass es sich bei den gefundenen Exuvien von *O. forcipatus* und *O. cecilia* um verdriftete Tiere aus stromaufwärtigen Bereichen des Mittel- und Oberrheins (Westermann & Westermann 1996, 1998) oder aus Zuflüssen handelt. Für *O. forcipatus* liegen Nachweise von der hessischen Lahn (Dümpelmann & Kern 2008) und Gewässern der Oberrheinebene (z.B. Westermann & Westermann 1998) vor. Einige Zuflüsse wie die Erft bieten für auch in Mündungsnähe zum Rhein geeignete Strukturen für beide Arten (N. Menke pers. Mitt.; TJL unpubl.). Ein bodenständiges Vorkommen von *O. forcipatus* und *O. cecilia* entlang einzelner Abschnitte des Niederrheins scheint aber die wahrscheinlichste Erklärung zu sein, da in den vergangenen Jahren dort immer wieder Exuvien beider Arten gefunden werden konnten (B. & E. Baierl, N. Menke pers. Mitt.). Im weiteren Umfeld des Rheins wurden beide Arten im niederländischen Teil des Rursystems nachgewiesen (Geraeds 2000). In Fall von *O. cecilia* kann aufgrund früherer Exuvienfunde davon ausgegangen werden, dass die Art im Untersuchungsgebiet häufiger ist, als es der eine Exuvienfund vermuten lässt.

Der Niederrhein gehört somit aktuell zu den wenigen Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen mit Entwicklungsnachweisen aller vier Arten (AK Libellen NRW unpubl.). Daher kommt ihm eine überregionale Bedeutung als Lebensraum für Flussjungfern zu, zumal mit *G. flavipes* und *O. cecilia* zwei dieser Arten europaweit geschützt sind und sich der Niederrhein am Westrand ihres geschlossenen Kernareals befindet. Die Buhnenfelder haben als Sekundärlebensraum auch für die Gomphiden eine zentrale Bedeutung. In einem durch Begradigung und Ausbau monotonisierten Strom stellen sie ökologisch wertvolle Ersatzlebensräume mit Flachwasserzonen und Bereichen unterschiedlicher Substratkörnung dar.

Emergenzabundanzen

Verglichen mit anderen größeren Fließgewässern wie Elbe und Oder (O. Müller 1995, 2004; J. Müller 1997) sind die durchschnittlichen Emergenzabundanzen von *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* mit vier bis fünf Exuvien auf 200 m sehr gering. Für *O. cecilia* und *O. forcipatus* registrierten Lohr (2007) am Allier in Frankreich und Phoenix et al. (2001) an der Elbe deutlich höhere Exuviendichten. Untersuchungen am oberen Niederrhein sowie am

Mittel- und Hochrhein zeigen ähnlich geringe Dichten für die Arten wie am mittleren Niederrhein (Freyhof et al. 1998; Geissen 2000; Schiel 2001; Hunger & Schiel 2008). Neben habitatspezifischen Gründen wie der Substratverteilung könnten hierfür vor allem hydromorphologische Verhältnisse oder anthropogene Nutzungen wie der Schiffsverkehr verantwortlich sein. Daneben kommt auch den Strukturen im Uferbereich wie Ufersubstraten und -vegetation sowie dem angrenzendem Umland Bedeutung zu.

Substratstrukturen und Verdriftung

Die Besiedelung des Rheins durch Gomphiden könnte durch fehlende oder nur kleinräumig vorhandene Sohlsubstratstrukturen zumeist eingeschränkt sein. Für *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* könnten sich diese auf freie Sandflächen in den Buhnenfeldern beschränken, so dass die einzelnen Larvalhabitate voneinander abgeschnitten sind und kein räumlicher Wechsel von Individuen stattfinden kann. Wenn bei hohen Wasserständen und Hochwasserwellen die Strömungsgeschwindigkeit und die Umlagerungsdynamik auch in den Buhnenfeldern ansteigen, kann es zu einer verstärkten Umlagerung und Abschwemmung feiner Substrate kommen. Grundsätzlich schätzen wir, dass die Verdriftung einen größeren Einfluss auf die Emergenzabundanzen hat als durch Geschiebetrieb verursachte instabile Lebensraumverhältnisse, da Feinsedimente bei zurückgehenden Wasserständen wieder abgelagert werden.

Schiffsverkehr

Der intensive Schiffsverkehr auf dem Rhein mit mehreren hundert Bewegungen täglich könnte v.a. wegen des verursachten Wellenschlags ein Faktor sein, der weitere Vorkommen der gefundenen Arten einschränkt und für ihre geringen Abundanzen verantwortlich ist (Suhling & Müller 1996; Freyhof et al. 1998). Neben Wellenschlag wirken durch Schiffe verursachte Sog- und Schwallbewegungen des Wasserkörpers auf den Untergrund. Der kontinuierliche Wellenschlag kann verstärkt zu Schlupfunfällen führen – nach eigener Einschätzung weichen die Gomphiden dieser Gefahr teilweise dadurch aus, dass sie in höher gelegenen oder weiter von der Wasserlinie entfernten Uferbereichen schlüpfen (vgl. Winterholler & Leinsinger 1999) und dass sie diese möglicherweise über die Feuchtigkeit des Untergrundes lokalisieren.

Schlupfhabitate

Fast alle Exuvienfunde wiesen auf einen horizontalen Schlupf hin. Die Art des Schlupfes ist auch abhängig von der Verfügbarkeit von Vegetationsstrukturen (Suhling & Müller 1996). Vertikale Pflanzenstrukturen hätten an einigen Probeflächen bei höheren Wasserständen als Schlupfsubstrat genutzt werden können. Zu nahezu identischen Ergebnissen kam Geissen (2000) am Mittelrhein. In der Regel verursachten grobkörnige Substrate ein Schlüpfen nahe der Wasserlinie; wenn feinkörniges Material überwog, wurden die Exuvien zumeist in größerer Entfernung von der aktuellen Wasserlinie gefunden. Das Anspülen von Exuvien wird aufgrund des guten Zustandes und eigener Beobachtungen ausgeschlossen. *Gomphus flavipes* und *G. vulgatissimus* nahmen verschiedenste Substrate zur Emergenz an. Beide Arten können sowohl in Bezug auf die Ausrichtung des Schlupfes – horizontal oder vertikal - als auch auf die Wahl des Substrates als Schlupfopportunisten bezeichnet werden.

Im Gegensatz zu Nachweisen von Müller (1995, 2002) an der Oder konnten am mittleren Niederrhein an den Buhnensteinschüttungen keine Exuvien gefunden werden. Suhling & Müller (1996) geben an, dass die Larven an flach auslaufenden Ufern oft weite Strecken zurücklegen. Bei Untersuchungen an der Oder stellte Müller (1995) für *G. flavipes*, *G. vulgatissimus* und *O. cecilia* im Mittel Entfernungen von 0,87 bis 1,09 m fest. Von *G. flavipes* wurden an der Oder bei hohen Wasserständen auch Exuvien in maximal 4,30 m Entfernung gefunden (Müller 1995). Die Entfernungen der Exuvien von *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* zur Wasserlinie waren am Niederrhein im Mittel höher. Verantwortlich für dieses Verhalten könnten der starke Wellenschlag des Schiffsverkehrs, tägliche Wasserstandsschwankungen und die Untergrundstrukturen im Uferbereich der Probeflächen sein. Müller (1995) konnte eine charakteristische räumliche Verteilung der Exuvien in den Zwischenbuhnenbereichen beobachten. Diese konnte für den Rhein nicht bestätigt werden – hier wurden die meisten Exuvien im Intermediärbereich gefunden. Hier herrschen nach Sukhodolov et al. (2002) oft geringe Strömungsgeschwindigkeiten vor.

Larvalhabitate

Für den Rhein vermuten wir, dass sich die Larvalhabitate aller Gomphiden überwiegend in strömungsberuhigten Buhnenfeldern befinden. Dies konnte für größere Ströme bereits mehrfach nachgewiesen werden (Münchberg 1932; O. Müller 1995, 2002; J. Müller 1997; Geissen 2000). Für *O. forcipatus* und *O. cecilia* wird darüber hinaus angenommen, dass diese teilweise auch im Übergangsbereich zwischen höherer Fließgeschwindigkeit in Strommitte und den Buhnenfeldern existieren können (Münchberg 1932; Müller 1995). Für *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* wurde vielfach die Bedeutung von Detritusauflagen auf dem mineralischen Substrat herausgestellt (Müller 1995; Suhling & Müller 1996; Kern 1999; Lohr 2007). In naturnahen Gewässern entsteht durch den Eintrag von organischem Material ein differenziertes Raumangebot, das sich durch unterschiedliche Substrat- und Nahrungsangebote auszeichnet. Am Rhein fehlen diese entlang der meisten Probeflächen.

Entlang von Bereichen mit hohen Anteilen grober Substrate konnten von *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* nur geringe Exuviendichten (1–2 Exuvien/200 m Uferlänge) gefunden werden, so dass davon ausgegangen wird, dass diese Bereiche zwar stellenweise besiedelt werden, geeignete Larvalhabitate aber nur sehr kleinräumig vorhanden sind. Oft war der Sand von grobem Material überlagert, sodass er für beide Arten als Grabsubstrat nicht mehr nutzbar war (Müller 1995). Die statistischen Ergebnisse zeigten für die Flächen mit Exuvienfunden von *G. flavipes* einen signifikant höheren Sandanteil sowie eine Korrelation der Emergenzabundanzen mit der Deckung von feinkörnigem Material. Für *G. vulgatissimus* ergab sich an Präsenzflächen ebenfalls ein signifikant höherer Feinsandanteil als an Absenzflächen. Entlang der meisten Flüsse wurden ähnliche Zusammenhänge festgestellt (z.B. Müller 1995; Freyhof et al. 1998; Krawutschke & Kruse 1999).

Entlang der Abschnitte mit Funden von *O. forcipatus* und *O. cecilia* waren stets grobkörnige Sohlsubstrate vorhanden. Als Substratgeneralisten (Müller 1995; Suhling & Müller 1996) können beide Arten verschiedene Substrattypen besiedeln. Möglicherweise verdrängen die *Gomphus*-Arten am Niederrhein *O. forcipatus* und *O. cecilia* aus sandigen Bereichen (vgl. Müller 1995 für *O. cecilia*).

Methodenkritik

Die Probeflächen erwiesen sich mit einer Länge von 200 m Uferstrecke im Nachhinein als zu kurz – sie sollte am Rhein nach unserer Einschätzung zwischen 500 und 1.000 m lang sein. Aussagen zu den Larvalhabitaten werden am Niederrhein durch fehlende Larvenfunde und Daten über die genaue Zusammensetzung der Sohlsubstrate erschwert. Die Methode der Larvenerfassung mittels einer Stieldredge (Suhling & Müller 1996; Artmeyer 1999) erwies sich am Rhein aufgrund hoher Strömungsgeschwindigkeiten und großer Tiefen in den Buhnenfeldern als nicht praktikabel. Auch mit dem standardisierten Verfahren der Bundesanstalt für Gewässerkunde zur Untersuchung des Makrozoobenthos (Tittizer & Schleuter 1986) konnten im Untersuchungsgebiet seit 1990 keine Larvenfunde von Gomphiden erzielt werden (F. Schöll pers. Mitt.). Infolge von Wanderbewegungen und Verdriftungen auch unmittelbar vor der Emergenz kann es dazu kommen, dass die Tiere nicht in der unmittelbaren Umgebung ihres Larvalhabitates schlüpfen. Exuvienfunde können deshalb lediglich als Indiz für die Präsenz geeigneter Larvalhabitate in einem bestimmten Flussabschnitt gelten. Aufgrund der häufigen gemeinsamen Funde nehmen wir zumindest für *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* syntope Vorkommen in einem Buhnenfeld an. Gemeinsame Exuvienfunde der Arten konnten bereits vielfach am Rhein und an anderen Flüssen und Strömen erbracht werden (z.B. J. Müller 1997; Freyhof et al. 1998; Geissen 2000; O. Müller 2002).

Dank

Für wertvolle Anmerkungen danken wir Ole Müller, Mathias Lohr, Frank Suhling, Andreas Martens und Norbert Menke recht herzlich.

Literatur

Artmeyer C. (1999) Aktuelle Verbreitung, Habitatansprüche und Entwicklungsdauer von Gomphus vulgatissimus (Linneaus) an der Ems im Kreis Steinfurt, Nordrhein-Westfalen (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 18: 133-146

Blank M., D. Diehl & C. Kolmet (1998) Gomphus flavipes (Charpentier) am Rhein bei Köln (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 17: 239-242

Briem E. (2003) Gewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutschland. ATV-DVWK, Hennef

Bühl A. & P. Zöfel (2002) SPSS 11. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. Pearson Studium, München

Dümpelmann C. & D. Kern (2008) Die Besiedelung der hessischen Lahn durch Onychogomphus f. forcipatus (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 27: 147-161

Eggers T.O. (2006) Auswirkungen anthropogener Strukturen auf die Makrozoobenthoszönose von Schifffahrtsstraßen – Vergleich einer freifließenden Wasserstraße (Mittlere Elbe) mit einem Schifffahrtskanal (Mittellandkanal) und ihre Bedeutung für Neozoen. Dissertation, TU Carolo-Wilhelmina Braunschweig

Freyhof J., I. Zimmermann & T. Krause (1998) Weitere Funde von Gomphus flavipes (Charpentier) am Rhein (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 17: 247-252

Geraeds R.P.G. (2000) Waarnemingen van de Gaffellibel (Ophiogomphus cecilia) langs de Roer. *Brachytron* 4: 3-7

Geraeds R.P.G. & V.A. Van Schaik (2004): De Kleine Tanglibel, Vestiging van een nieuwe soort in Nederland? Vondsten van enkele Larvenhuidjes langs de Roer. *Natuurhistorisch Maandblatt* 93: 33-35

Geissen H.-P. (2000) Gomphidae vom südlichen Mittelrhein (Odonata). *Libellula* 19: 157-174

Habraken J.M. & B.H. Crombaghs (1997) Een vondst van de Rivierrombout (Gomphus flavipes (Charpentier)) langs de Waal. *Brachytron* 1: 3-5

Heitz A., S. Heitz, K. Westermann & S. Westermann (1995) Schlüpfperiode, Schlupfhabitat und Geschlechterverhältnis der Gemeinen Keiljungfer (Gomphus vulgatissimus) am südlichen Oberrhein. *Naturschutz am Südlichen Oberrhein* 1: 41-54

Hunger H. & F.-J. Schiel (2008) Erstnachweis von Gomphus flavipes am deutsch-schweizerischen Hochrhein (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 27: 221-228

Kern D. (1999) Langzeituntersuchungen zur Populationsentwicklung und zum Lebenszyklus von Gomphus vulgatissimus (Linnaeus) an einem nordwestdeutschen Fließgewässer (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 18: 107-132

Kleukers R.M. & M. Reemer (1998) De terugkeer van de Rivierrombout (Gomphus flavipes (Charpentier)) in Nederland. *Brachytron* 2: 52-59

Krawutschke A. & M. Kruse (1999) Gomphus flavipes (Charpentier) an der Unteren Havel (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 18: 71-77

Lohr M. (2007) Libellen zweier europäischer Flusslandschaften. Dissertation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster

LUA [Landesumweltamt] NRW (2002) Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit HQ_T an den Pegeln des Rheins. LUA, Essen

MUNLV [Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] & LUA [Landesumweltamt] NRW (2000, Ed.) Gewässergütebericht 2000. Sonderbericht, 30 Jahre Biologische Gewässerüberwachung in Nordrhein- Westfalen. MUNLV, Düsseldorf & LUA, Essen

Müller J. (1997) Gomphus (Stylurus) flavipes (Charpentier) in der Elbe von Sachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein sowie in der Weser bei Bremen (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 16: 169-180

Müller O. (1995) Ökologische Untersuchungen an Gomphiden (Odonata: Gomphidae) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenstadien. Cuvillier, Göttingen

Müller O. (2002) Die Habitate von Libellenlarven in der Oder (Insecta, Odonata). *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 11: 205-212

Müller O. (2004): Steinschüttungen von Buhnen als Larval-Lebensraum für Ophiogomphus cecilia (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 23: 45-51

Münchberg P. (1932) Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Odonatenfamilie der Gomphidae Bks. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 24: 704-735

Niehuis O. & E. Schneider (1997) Nachweis von Gomphus flavipes (Charpentier) in Hessen (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 16: 203-205

Ott J. & W. Piper (1998) Rote Liste der Libellen (Odonata). In: Bundesamt für Naturschutz (Ed.) Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 55: 260-263

Paffen K., A. Schüttler & H. Müller-Miny (1963) Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 108/109 Düsseldorf-Erkelenz. In: Institut für Landeskunde (Ed.) Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Geographische Landesaufnahme 1:200.000. Selbstverlag, Bonn-Bad Godesberg

Phoenix J., P. Kneis & J. Zinke (2001) Ophiogomphus cecilia im sächsischen Abschnitt der Elbe (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 20: 23-32

Postler E. & W. Postler (1998) Entwicklung von Gomphus vulgatissimus (L.) im Dortmund-Ems-Kanal (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 17: 245

Pottgiesser T. & M. Halle (2004) Entwicklung einer (Abschnitts-)Typologie für den natürlichen Rheinstrom – Endbericht. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins IKSR, Koblenz [Bericht 147d]

Schiel F.-J. (2001) Aktuelle Daten zum Vorkommen der Asiatischen Keiljungfer (Gomphus flavipes) in Baden-Württemberg. *Mercuriale* 1: 23-24

Schmidt E. & M. Woike (1999) Rote Liste der gefährdeten Libellen (Odonata) in Nordrhein-Westfalen. 3. Fassung (Stand 1.10.1998). In: LÖBF/LAF AO NRW (Ed.) Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen. *LÖBF-Schriftenreihe*, *Recklinghausen*, 17: 507-521

Schwoerbel J. (2005) Einführung in die Limnologie. 9. Auflage. Spektrum, Heidelberg

Ssymank A., U. Hauke, C. Rückriem & E. Schröder (1998) Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 53: 1-560

Suhling F. & O. Müller (1996) Die Flußjungfern Europas. Gomphidae. Die Neue Brehm-Bücherei 628. Westarp Wissenschaften, Magdeburg

Sukhdolov A., Uijttewaal, W.S.J. & C. Engelhardt (2002) On the correspondence between morphological and hydrodynamical patterns of groyne fields. *Earth Surface Processes and Landforms* 27: 289-305

Tittizer T. & A. Schleuter (1986) Eine neue Technik zur Entnahme quantitativer Makrozoobenthosproben aus Sedimenten größerer Flüsse und Ströme. *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen* 30: 147-149

Verbücheln G. & K. van de Weyer (2003) Faszination Niederrhein: Mit allen Sinnen erleben. Mercator, Duisburg

Werzinger S. & J. Werzinger (1998) Gomphus flavipes (Charpentier) zurück in Bayern (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 17: 243-245

Westermann K. & S. Westermann (1996) Neufunde der Gelben Keiljungfer (Gomphus simillimus) und der Grünen Keiljungfer (Ophiogomphus cecilia) am Oberrhein bei Basel. *Naturschutz am Südlichen Oberrhein* 1: 183-186

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

Winterholler M. & H. Leinsinger (1999) Gomphus flavipes (Charpentier) bodenständig am Oberrhein in Hessen und Rheinland-Pfalz (Ansioptera: Gomphidae). *Libellula* 18: 209-211

Zörner M. (1996) Wiederfund von Gomphus flavipes (Charpentier) in Niedersachsen (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 15: 207-210

Manuskripteingang: 28. Oktober 2009