

Gomphidae vom südlichen Mittelrhein (Odonata)

Hans-Peter Geissen

eingegangen: 7. September 2000

Summary

Gomphidae from the southern Midrhine (Odonata) – Based on collections of exuviae, *Gomphus flavipes*, *G. pulchellus*, *G. vulgatissimus*, *Ophiogomphus cecilia* and *Onychogomphus f. forcipatus* were recorded from the southern Midrhine in 2000. The most abundant species, *G. flavipes* and *G. vulgatissimus*, emerged on a variety of substrates which, in contrast to other studies, included boulder embankments but not trees. The origin of the populations is discussed.

Zusammenfassung

Hauptsächlich durch Exuviensammeln wurde das Vorkommen von *Gomphus flavipes*, *G. pulchellus*, *G. vulgatissimus*, *Ophiogomphus cecilia* und *Onychogomphus f. forcipatus* im südlichen Mittelrhein nachgewiesen. Die Schlupfsubstrate der häufigsten Arten *G. flavipes* und *G. vulgatissimus* waren vielfältig. Auch Schüttsteine dienten nicht selten als Unterlage, Bäume jedoch nie. Die Herkunft der Populationen wird erörtert.

Einleitung

Spätestens seit der Arbeit von KIKILLUS & WEITZEL (1981) mußten die Flußjungfern im Mittel- und Niederrhein als ausgestorben gelten. Aber auch frühere Arbeiten (z.B. LE ROI 1915, SCHMIDT 1925) bringen nur wenige Hinweise, die das ursprüngliche Artenspektrum erkennen lassen, wenn man alle Nachweise relativ großräumig für gültig hält. Eigentliche Entwicklungsnachweise bestimmter Arten gibt es aber nicht. Vom Mittelrhein meldet nur MARSSON (1908, 1910) den Fund einer "*Gomphus*-Larve" aus dem "Stillen Rheinarm bei Oberwerth", außerdem eine "Libellulidenlarve" vom Rheinpegel Bingen und eine "Libellulalarve" vom Lorcher Werth.

Nach den Berichten von EISLÖFFEL (1989) und TITTIZER et al. (1992) schien der Mittelrhein bis Anfang der 1990er Jahre weitestgehend libellenfrei geblieben zu sein. Besonders die Nachweise dreier Gomphidae-Arten durch

FREYHOF et al. (1998) zeigten hier eine deutliche Verbesserung. Dieser Trend scheint sich fortgesetzt zu haben, wie eigene Zufallsfunde jeweils im Mai 1999 und 2000 und anschließend eine gezielte Nachsuche am südlichen Mittelrhein bei Koblenz im Jahr 2000 zeigten.

Methoden und Fundorte

Die wenigen Funde von 1999 und die ersten Funde von *Gomphus vulgarissimus*-Exuvien am 06.05.2000 sind Zufallsfunde. Sie ergaben sich 1999 bei einer kursorischen Untersuchung zu Landasseln und -schnecken im Überschwemmungsgebiet des Rheins, die nur ausnahmsweise das unmittelbare Ufer einbezog, 2000 bei einer Suche vorwiegend nach Wassermollusken. Im weiteren wurde an den nachfolgend genannten Orten unregelmäßig gezielt nach Exuvien gesucht. Am Altrhein (F6) wurden während der gesamten 1990er Jahre zufällig gesichtete Libellenimagines registriert, in Einzelfällen auch nach Fang. Die einzelnen Begehungstage der Exuviensuche, incl. Zufallsfunde von Exuvien, sind bei den Fundstellen notiert.

Fundort (F) 1: Rheinufer bei Bingen-Gaulsheim, Rhein-km ca. 527 links, (MTB 6013/2). NSG. Nicht schiffbarer Seitenarm, meist sandige oder schlammige Ufer, die mit Weiden (*Salix* spp.) bis zur Mittelwasserlinie bestanden waren. Kein Wellenschlag. Dieser Fundort gehört zum rheinhessischen Inselrhein, der von manchen Autoren zum Mittelrhein, meist aber zum nördlichen Oberrhein gerechnet wird. Einige Zufallsfunde von Gomphidae-Exuvien sollen aber der Vollständigkeit halber erwähnt werden. – 13.05.2000.

F 2: Rheinufer ausgangs des Bopparder Hamm, Rhein-km 575,0-1 links (MTB 5711/2). Offenes Kiesufer mit wenig Sand. Mit Wellenschlag. – 27.05.2000, 12.06.2000, 13.06.2000, 26.06.2000, 11.07.2000, 23.07.2000.

F 3: Rheinufer am NSG "Auf der Schottel", Rhein-km 576,0-3 rechts (MTB 5711/4). Seitenarm im Schutz eines Leitwerks, oberstromig durch porösen, niedrigen Querdamm abgetrennt. Bei Niedrigwasser sehr gering, bei Mittelwasser leicht, ab leichtem Hochwasser mehr oder weniger stark durchströmt. Alle Substrattypen. Wenig Wellenschlag. Steinschüttung am rechten Ufer teils mit Sand-Schluff sedimentiert, mit gemischter Ufervegetation. – 08.05.2000, 15.06.2000, 29.06.2000, 30.06.2000, 06.07.2000, 10.07.2000, 22.07.2000, 24.07.2000, 04.08.2000.

F 3a: Südliches Innenufer des Leitwerks bei F3 (MTB 5711/4). Fast reines Sandufer, zum Querdamm hin Schüttsteine. In den Tabellen unter F 3. Im

NSG gelegen, temporäres Betretungsverbot. – Nur ein Sammeltermin am 10.07.2000.

F 4: Rheinufer N Rhenser Brunnen, Rhein-km 583,5-7 links (MTB 5711/2). Offenes Kies- und Schotterufer, an einer Stelle Sand und Schluff; angrenzend Weidenaue. Mit Wellenschlag. – 12.05.1999, 06.05.2000, 14.06.2000, 22.06.2000, 25.06.2000, 09.07.2000, 19.07.2000.

F 5: Rheinufer im Bereich einer Kehrströmung, Rhein-km 584,3 links (MTB 5711/2). Meist Kiesufer mit wenig sedimentierter Steinschüttung, Sand zumeist unter der Mittelwasserlinie. Mit Wellenschlag. Fundort einer *Gomphus flavipes*-Larve 1997 (GEISSEN 1997). – 09.05.2000, 16.05.2000, 20.06.2000, 22.06.2000, 27.06.2000, 28.06.2000, 06.07.2000, 07.07.2000, 09.07.2000, 21.07.2000.

F 6: Altrhein Oberwerth etwa auf Höhe des Rhein-km 589 links (MTB 5611/4). Seenartig mit deutlicher Wasserbewegung, unterstromig angebunden. Beobachtungen vorwiegend am südlichen, rheinferneren Abschnitt. Ufer kiesig, abschnittsweise mit Grobschotter, Sand oder Schlick, starker Vertritt insbesondere durch Angler. Überwiegend von einem verwilderten Parkgehölzbestand umgeben und steilufzig, Gehölz entspricht deshalb überwiegend einer Hartholzaue. Keine aquatischen Makrophyten, aber meist reichlich Bestandsabfälle der Gehölze. Kein Wellenschlag. – 07.05.2000, 15.05.2000, 03.06.2000, 01.07.2000.

F 7: Moselmündung, kleine Seitenbucht etwa 100 m vom Rhein entfernt (MTB 5611/2). Fundstelle Sandufer, sonst meist vermauert, abgeschwächter Wellenschlag. – 12.05.2000, 28.05.2000, 16.06.2000, 02.07.2000, 08.07.2000.

F 8: Rheinufer knapp unterhalb der Moselmündung, Rhein-km 592,5 links (MTB 5611/2). Offenes Kies-Sand-Ufer, mit Wellenschlag, starker Vertritt. – 12.05.2000, 20.05.2000, 16.06.2000, 02.07.2000, 08.07.2000, 20.07.2000.

F 9: Rheinufer im Deichvorland beim Hafen Koblenz-Wallersheim, Rhein-km 595,6-9 (MTB 5611/2). Bühnenfelder mit allen Substrattypen, insbesondere große Sandflächen. Angrenzend Weidenaue. Wellenexponiert. – 07.05.2000, 28.05.2000, 16.06.2000, 19.06.2000, 01.07.2000, 08.07.2000, 09.07.2000, 20.07.2000.

F 10: Rheinufer bei Koblenz-Kesselheim, Rhein-km 596,4 links (MTB 5611/2). Offenes Kiesufer mit Flutrasen. – 10.05.1999.

Die an diesen Orten gefundenen Exuvien wurden abgesammelt, um Doppelzählungen zu vermeiden, und mit einer binokularen Lupe nach den Kriterien von HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (1993) bestimmt. Die Bestimmung von Imagines erfolgte nach WENDLER & NÜSS (1994) und JURZITZA (1988).

Nachweise

Bis zu 4 Gomphidae-Arten gleichzeitig wurden an den Fundorten festgestellt (Tab. 1). Reproduktionsverhalten der Imagines wurde nicht beobachtet. Mit der größten Individuenzahl trat *Gomphus flavipes* auf (Tab. 2). Das Spektrum weiterer Libellenarten war gering, eine Ausnahme bildete hier der Altrhein Oberwerth (Tab. 3).

Die Mehrzahl der Gomphidae-Exuvien wurde seitlich an Schüttsteinen oder Grobkies anhängend gefunden. Am F3a waren die Larven mehrheitlich, sonst zu weniger als einem Drittel auf offenem Sand geschlüpft. Am F1 waren alle Larven auf lehmig-sandigem Boden geschlüpft. Ausnahmsweise wurde eine Exuvie mit Imago am F3 auf einer Ufermauer (Neigungswinkel ca. 45°) gefunden.

An Bäumen wurden trotz steter Nachsuche keine Exuvien gefunden. Lediglich drei Exemplare waren auf Pflanzen festgekrallt: Je eines an einem aus dem Wasser ragenden toten Pappel- (*Populus nigra*) bzw. Weiden- (*Salix purpurea*) Sproß und ein weiteres auf einem *Rubus caesius*-Blatt an einem ins Wasser ragenden Trieb am F3. Der vermutlich ungewöhnlichste Fundplatz, allerdings einer noch nicht geschlüpften und nassen Larve, war auf einem unmittelbar vor dem Ufer dümpelnden Treibholz (Länge ca. 2 m, Durchmesser ca. 20 cm; am F3), das über ins Wasser hängende *Rubus caesius*-Triebe kletternd erreichbar war. Einige Exuvien, besonders von *G. vulgatissimus*, waren halbhoch auf Genistwällen geschlüpft. Auf Sand, oft zwischen Steinen, wurden wohl durch Wind kleinräumig verfrachtete Exuvien gefunden. Sie zeichneten sich durch unregelmäßige Richtung der Körperlängsachse aus, viele lagen auf dem Rücken. Bei mit Sicherheit ungestörten Exuvien war die Körperlängsachse vom Wasser weg gerichtet, entweder senkrecht nach oben oder in einem flacheren Winkel bis fast zur Waagerechten. Am 22. Juli 2000 hatte eine Larve ca. 1,5 m feuchten Schluff-Sand überquert, um auf einem flachen Stein zu schlüpfen. Hier war allerdings nicht nur der Untergrund fester, sondern auch bessere optische Deckung gegeben. Die Exuvie dieses Exemplars wurde am 24. Juli 2000 wenige cm davon entfernt auf dem Rücken liegend auf Sand gefunden. Die Entfernung des Schlupforts vom Wasserrand betrug nie mehr als 2,5 m und lag in der Regel unter 1 m.

Tab. 1: Gomphidae-Artenspektrum der Fundorte am südlichen Mittelrhein. - E: Exuvien, L: Larven, I: Imagines. – Tab. 1: Gomphid species recorded from the southern Midthine. - E: exuviae, L: larvae, I: imagoes.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
<i>Gomphus flavipes</i>	-	E	ELI	E	EI	-	-	-	-	-
<i>Gomphus pulchellus</i>	E	-	-	-	-	LI	E	-	-	-
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	E	E	E	E	E	-	E	E	E	E
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	-	-	E	E	-	-	-	-	-	-
<i>Onychogomphus f. forcipatus</i>	-	-	E	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 2: Summe der am südlichen Mittelrhein nachgewiesenen Larven und Exuvien der Gomphidae. – Tab. 2: Number of larvae and exuviae of the Gomphidae at the southern Midthine.

	Jahr	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
<i>Gomphus flavipes</i>	1997	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	2000	-	3	134	5	16	-	-	-	-	-
<i>Gomphus pulchellus</i>	1998	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	2000	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	1999	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
	2000	3	1	1	8	1	-	1	2	8	-
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	2000	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
<i>Onychogomphus f. forcipatus</i>	2000	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl Besuche (2000)		1	6	9	6	10	4	5	6	8	-
davon ohne Fund		-	4	-	2	3	4	3	5	6	-

Tab. 3: Begleitarten an den Gomphidae-Fundorten am südlichen Mittelrhein. RR: Arten mit Reproduktionsverhalten in mehreren Jahren seit 1992, R: Reproduktionsverhalten nur in Einzeljahren beobachtet, I: Imagines, L: Larven E: Exuvien. – Tab. 3: Other Odonata spp. recorded from the southern Midrhine. RR: observation of reproductive behaviour in several years since 1992. R: reproductive behaviour recorded in single years. I: imagoes, L: larvae, E: exuviae.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
<i>Calopteryx splendens</i>	IL	I	RRE	I	I	I	I	-	I	-
<i>Lestes viridis</i>	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-
<i>Platycnemis pennipes</i>	-	-	IL	-	I	RRL	-	-	-	-
<i>Coenagrion puella</i>	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-
<i>Ischnura elegans</i>	-	-	I	-	-	R	-	-	-	-
<i>Ischnura pumilio</i>	-	-	I	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aeshna cyanea</i>	-	-	-	I	I	I	-	-	-	-
<i>Aeshna mixta</i>	-	-	-	-	-	I	-	-	-	-
<i>Anax imperator</i>	-	-	-	-	I	R	-	-	-	-
<i>Somatochlora metallica</i>	-	-	-	-	-	RR	-	-	-	-
<i>Libellula depressa</i>	-	-	-	-	I	R	-	-	-	-
<i>Orthetrum cancellatum</i>	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-
<i>Sympetrum striolatum</i>	-	-	-	-	-	RR	-	-	-	-
<i>Sympetrum</i> sp.	-	-	-	-	I	RR	-	-	I	-

Imagines von *G. pulchellus* wurden im Jahr 2000 am Altrhein (F6) ab dem 15. Mai beobachtet. Imaginal ist diese Art, über Wasser fliegend oder in Ufervegetation, von dort auch aus mehreren Vorjahren bekannt (M. BRAUN, mdl. Mitt; eigene Beob.). Ein Individuum wurde von einem erhöhten Standort aus in einer Ahornkrone gesichtet.

Je eine Imago von *G. flavipes* flog vom Ufer aus direkt in eine Nußbaumkrone bzw. in den nahen Hangwald, eine unbestimmte Gomphidae-Imago aus Hochstauden in eine Lindenkrone. Ein Weibchen mit zerstörtem Hinterflügel wurde am F5 in der Steinschüttung ohne Exuvie gefunden, ein naßgeregnetes

Männchen nahe F5 ebenfalls ohne Exuvie in Schüttsteinen. Das letztere verbrachte nach Trocknung eineinhalb Tage regungslos an einer wind- und regen- geschützten Stelle auf der Hausterrasse, bevor es bei sonnigem Wetter abflog.

Diskussion

Gomphus flavipes scheint heute die häufigste Libelle des Rheins um Koblenz zu sein, was allerdings dadurch unsicher wird, daß die frühe Emergenz von *G. vulgatissimus*, wahrscheinlich in der warmen 1. Maihälfte oder Ende April 2000, nicht voll erfaßt wurde. Auch der Schlupf von *G. pulchellus* kann teilweise vor dem Beginn regelmäßiger Nachsuche stattgefunden haben. Die zweite Maihälfte war kühl und feucht und mit leicht steigendem Wasserstand dem Auffinden von Exuvien abträglich. Mit Sicherheit ist auch *G. vulgatissimus* recht häufig. Die Funde zeigen, daß *G. vulgatissimus*, *G. flavipes* und evtl. *Ophiogomphus cecilia* durch Schiffswellenschlag zwar vermutlich beeinträchtigt werden, aber doch vorkommen können. Bei anderen Arten, v.a. *Calopteryx* spp., *Platycnemis pennipes* und *Onychogomphus forcipatus*, ist aber eine direkte negative Wirkung zu vermuten. Von *Calopteryx*, meist *C. splendens*, gibt es zahlreiche Imaginalbeobachtungen entlang des Mittelrheins, reproduktive Teilpopulationen wurden aber nur am F1, F3 und in weiteren Naturschutzgebieten im Schutz von Inseln nördlich der hier untersuchten Strecke gefunden (eigene unpubl. Daten), stets in wellenschlags- geschützten Bereichen. Das letztere trifft am Mittelrhein auch für *O. forcipatus* zu (s.a. FREYHOF et al. 1998), wobei allerdings die Zahl der Individuen noch sehr gering ist.

Indirekt wird durch Schiffswellenschlag die Ablagerung von Feinsedimenten und dadurch sehr wahrscheinlich die Siedlungsdichte der Gomphidae beeinträchtigt (s.a. FREYHOF et al. 1998). Noch stärker wird die Deposition von groberem Detritus gestört. Nach SUHLING (1994) besiedelt *G. pulchellus* insbesondere Feinsand mit einer Bedeckung durch pflanzlichen Detritus. Der Mangel an dieser Substratkombination, der vor allem durch Kanalisierung und Wellenschlag hervorgerufen wird, könnte die Ansiedlung dieser Art im Rhein nachhaltig behindern.

Der Rheinarm im NSG Schottel (F3) und die Buhnen bei Wallersheim (F9) gehören hinsichtlich der Wassermollusken und der Ufer-Laufkäfer zu den interessantesten Fundorten am Mittelrhein. Sie unterscheiden sich jedoch deutlich in ihrer Libellenfauna. In beiden Fällen liegt eine Strömungsberuhigung vor, am F3 durch eine Querbuhne mit Längsleitwerk, das Wellenschlag verhindert; am F9 durch Querbuhnen, die Wellenschlag fast ungehindert zulas-

sen. Am F9 wurde nur *G. vulgarissimus* nachgewiesen, am F3 bei ähnlicher Suchfrequenz außerdem *G. flavipes*, *O. cecilia*, *O. f. forcipatus*, *C. splendens* und *P. pennipes*. Dies spricht dafür, daß unter noch genauer zu klärenden Umständen der Wellenschlag sich auf die Entwicklung der Libellenfauna auch dann negativ auswirken kann, wenn in größerem Umfang Feinsedimente abgelagert werden, und daß verschiedene Tiergruppen unterschiedlich stark darauf reagieren. So können nach BÄTHE (1992) die Populationsstärken von Oligochaeta (v.a. Tubificidae), wichtigen Beutetieren von Gomphidae, in wellengeschützten Bereichen der Weser hundertmal höher liegen als in befahrenen. Die relativ starken Populationen der Gomphidae an vor Wellenschlag geschützten Standorten des Mittelrheins (hier hauptsächlich F3, weitere bei FREYHOF et al. 1998) mögen darüber hinaus das Vorkommen an weiteren Stellen durch ihren guten Reproduktionserfolg erst ermöglichen. Die auch von FREYHOF et al. (1998) festgestellte Schutzwürdigkeit des Seitenarms F3 ist in erster Linie den wasserbaulichen Maßnahmen zu verdanken. Die nicht kontrollierte Schutzverordnung (NSG) mit Befahrens- und Betretungsverbot wurde von Sport-, insbesondere Motorbooten an keinem Beobachtungstag respektiert.

Exuvien der Gomphidae waren auf vielerlei Substraten anzutreffen. Dabei waren sie an einigen Stellen in Steinschüttungen durchaus regelmäßig zu finden. Von FREYHOF et al. (1998) konnte das nur einmal festgestellt werden, selten auch von SCHIEL & RADEMACHER (1999), recht zahlreich dagegen von POSTLER & POSTLER (1998) am Dortmund-Ems-Kanal. Am Mittelrhein war am F5 die Nähe zu einer Sandlinse bzw. am F3 zu anderen Sand- und Schlickablagerungen entscheidend. Dies wird nicht unbedingt in der Emergenzzeit, sondern vor allem bei Niedrigwasserständen im Frühherbst deutlich. Ohne vorherige Kenntnis solcher Umstände dürfte die Suche in Steinschüttungen häufig frustrierend sein. Blocksteinschüttungen sind zwar Ausdruck der Kanalisierung des Rheins, aber an sich offenbar kein wesentlicher Nachteil für die im Mittelrhein vorkommenden Gomphidae. Auch Kiesufer sind als Schlupf-orte geeignet.

Zur Herkunft der aktuellen Gomphidae-Populationen des Mittelrheins

Wie kann man sich nun die Herkunft der Gomphidae-Populationen vorstellen? *G. pulchellus* besiedelt derzeit offenbar den Rhein nur in Randgewässern oder unter besonderen Umständen, was auch weitgehend seiner ursprünglichen ökologischen Nische unter mitteleuropäischen Bedingungen entsprechen könnte (SCHMIDT 1988), auch wenn (s.o.) zusätzliche anthro-

gene Restriktionen nicht unwahrscheinlich sind. KIKILLUS & WEITZEL (1981) stufen diese Art aber auch für das behandelte Gebiet als ursprüngliche Fließwasserart ein. Eine Vielzahl von Einzelvorkommen in Rheinnähe (z.B. KIKILLUS & WEITZEL 1981, GEUSKES & VAN TOL 1983, BUCHWALD et al. 1984, NIEHUIS 1984, SCHMIDT 1988, EISLÖFFEL 1989, JÖDICKE 1995, u.v.a.) ermöglichen wohl jederzeit die Besiedlung geeigneter Rheinhabitats. Für die übrigen Arten wäre zunächst zu fragen, ob sie im Rhein selbst überlebt haben können. Gezielte Suche nach Libellen am deutschen Mittel- und Niederrhein ist nur vereinzelt dokumentiert (KIKILLUS & WEITZEL 1981, EISLÖFFEL 1989).

Allgemeine limnobiologische bzw. Benthos-Untersuchungen sind zum Nachweis von Libellen relativ ungünstig (REHFELDT 1986). Zumindest qualitative Nachweise ergeben sich in Flüssen aber mit mehreren Methoden oft auch ohne gezielte Libellensuche (z.B. KNÖPP 1957, MAUCH 1963, SCHLEUTER & TITTIZER 1988, TITTIZER et al. 1989a, 1989b, LUBINI 1994, VETTER et al. 1998, eigene Beob.). KNÖPP (1957) gibt für den Oberrhein noch zwei unspezifizierte Odonata-Arten an, keine für Mittel- und Niederrhein. Daneben gibt es zahlreiche Benthos-Untersuchungen, die ohne Nachweise von Odonata oder zumindest ohne Gomphidae bleiben (z.B. BENISCH 1954, RÜSCHE 1954, KINZELBACH & SCHMIDT 1976, CONRATH et al. 1977, PETRAN 1977, CASPERS 1980a, b, SCHMIDT 1983, KINZELBACH 1983, 1985, 1987, SCHMITZ 1986, VAN URK & BIJ DE VAATE 1990, VAN DEN BRINK et al. 1990, MARTEN 1990, SCHILLER 1990, TITTIZER et al. 1990, VAN DER VELDE et al. 1990, BIJ DE VAATE & GREJIDANUS-KLAAS 1991, ADMIRAAL et al. 1993, WENDLING 1993, und dort zitierte, teils unpublizierte Untersuchungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit). Bei jeder einzelnen dieser Arbeiten dürften seltene Arten übersehen worden sein. Allein die Anzahl der Untersuchungen, die oft hunderte von Einzelproben beinhalten, und die Methodenvielfalt machen aber ein Übersehen gut kenntlicher Arten bzw. höherer Taxa, hier der Familie Gomphidae, über einen so langen Zeitraum unwahrscheinlich. Daneben gibt diese Literatur auch einen Einblick in Niedergang und teilweise Wiederkehr der Insektenfauna des Rheins im allgemeinen.

Gomphidae-Larven gehören hinsichtlich der Wasserqualität nicht zu den anspruchsvollsten Benthosorganismen (SUHLING & MÜLLER 1996). Wie diese Autoren feststellen, darf man allerdings z.B. den Sauerstoffbedarf teilweise endogäisch lebender Organismen, hier vor allem der *Gomphus*-Arten, nicht direkt mit den Sauerstoffgehalten in der fließenden Welle vergleichen. In Stillgewässern ist das Verhältnis zwischen Sauerstoffbedarf des Tiers und Sauerstoffgehalt des Freiwassers möglicherweise enger, weil die Larven hier keinem

Driftisiko unterliegen und daher möglicherweise rein epigäisch leben können. Wenig erforscht sind mögliche indirekte Wirkungen von industriellen Verschmutzungen, etwa durch den Ausfall von Beuteorganismen. Gomphidae können in Fließgewässern bis zur Grenze der alpha-Mesosaprobie gefunden werden, gelten aber als typisch für beta-mesosaprobe Gewässer (HEIDEMANN & KULL 1986, PETERS 1989). Die eigenen Funde entsprechen dem (z.B. GEISSEN 1994). Schon in den 1950er Jahren, und besonders in den 1960er und Anfang der 1970er Jahre lagen die saprobiologischen Einstufungen des Rheins unterhalb von Karlsruhe oft schlechter bis hin zur Polysaprobie (z.B. LAWA 1997).

HELLMANN (1993) und WENDLING (1993) erwähnen für den Mittelrhein die Anoxie (Sauerstoffgehalt 0) vom Juni 1971, die nur von wenigen Mehrzellern *in situ* überlebt worden sein kann. HÄRINGER (1971) kann man den Hinweis auf die damals im Rhein verbreiteten Mineralölschlämme entnehmen, die kaum ein geeignetes Substrat für Gomphidae gewesen sein dürften. ANT (1969) beschreibt eine großflächige Vergiftung des Mittel- und Niederrheins durch Endosulfan, nach der es durch Zersetzung großer Mengen toter Fische auch zu einem Abfall des Sauerstoffgehalts der fließenden Welle von 4 auf 2,5 mg/l kam. In den Niederlanden war eine ähnliche Katastrophe kurz vorausgegangen. SUHLING & MÜLLER (1996) gehen davon aus, daß nur extrem schlechte Bedingungen ein Vorkommen von Gomphidae ausschließen, und solche waren im Rhein in der Tat über einige Jahrzehnte festzustellen. Aber schon die Befunde von MARSSON (1908, 1910) und Zeitgenossen zeigen wesentlich deutlichere Verschmutzungen, als sie heute gegeben sind. Die Kombination von vielfältiger hoher Dauerbelastung, extremen Spitzenbelastungen und der noch heute feststellbaren Knappheit an Optimalbiotopen hat offensichtlich auch die Gomphidae wie viele andere Arten ausgerottet. Nur im Hochrhein und möglicherweise in Teilen des südlichen Oberrheins, vor allem in "Restrhein"-Strecken, sind saprobielle und toxische Verschmutzung sowie Habitatzerstörung in einem Rahmen geblieben, der das Überleben lokaler Kleinpopulationen im Rhein selbst immerhin denkbar erscheinen läßt. Nördlich von Karlsruhe und besonders Ludwigshafen kann man das ausschließen.

Für *G. vulgatissimus*-Larven im Mittelrhein (ab 1993) bei SCHÖLL et al. (1995) im Text "unterhalb der Lahnmündung", in der Tabelle fehlend, kommen außer Main (TITTIZER et al. 1989) und Lahn (GEISSEN 1994, EHMANN 1995) auch Wied (DOMMERMUTH 1997), Sieg (FREYHOF 1995) und Mosel (TITTIZER et al. 1992) als Herkunft bzw. Zwischenstation in Frage, sie dürften polyzentrischer Herkunft sein. Allerdings ist die Wanderungsrichtung infolge

des Fehlens spezieller Untersuchungen im Einzelfall nicht festzulegen. Sehr wahrscheinlich gab es aber kleine Restpopulationen dieser Art auch in meta- oder hyporithralen Bachabschnitten des Mittelrheingebietes im weiteren Sinne (vergl. NIEHUIS 1985), von denen aus zunächst Nebenflüsse erreichbar waren.

Bei *O. forcipatus*, *O. cecilia* und z.T. auch bei *G. vulgatissimus* legen publizierte Funde eine Herkunft aus dem südlichen Ober- und Hochrheingebiet mit allmählicher Wiederausbreitung nach Norden nahe (z.B. SENF 1976, BUCHWALD et al. 1984, NIEHUIS 1984, LANGE-EICHHOLZ 1987, WESTERMANN & SCHARFF 1987/88, FUCHS 1989, JACQUEMIN & BOUDOT 1991, FOIDL et al. 1993, HEITZ 1993, LUBINI 1994, KITT 1995, WESTERMANN et al. 1995, HEITZ et al. 1996, WESTERMANN & WESTERMANN 1995, 1996, SCHÖLL et al. 1995, SCHIEL & RADEMACHER 1999, SCHWARZ 1999, WINTERHOLLER & LEINSINGER 1999). Bei *O. forcipatus* kommt zusätzlich eine Herkunft der mittelrheinischen Tiere aus der Nahe in Frage (EISLÖFFEL 1989, SCHORR 1998), wofür immerhin der bisherige Mangel an Nachweisen am nördlichen Oberrhein spricht, während der südliche regelmäßig besiedelt ist. 1998 wurde *O. forcipatus* erstmals am südlichen Mittelrhein nachgewiesen (FREYHOF et al. 1998). *O. cecilia* hatte ein länger bekanntes Refugium im Bereich Südpfalz/Nordvogesen (FRIEDRICH et al. 1976, NIEHUIS 1984, LANGE-EICHHOLZ 1987, JACQUEMIN & BOUDOT 1991), im südlichen Oberrhein wurde er zuerst 1995 nachgewiesen (WESTERMANN & WESTERMANN 1996), im nördlichen Oberrhein zuerst im April 1999 als Larve aus dem Erfeldener Altrhein (SCHWARZ 1999), und als Exuvie am fließenden Rhein im Juli des gleichen Jahres (WINTERHOLLER & LEINSINGER 1999). Die hier vorgestellten Funde sind die ersten Nachweise der Art am Mittelrhein.

Die Expansion von *G. flavipes* verlief offenbar anders. Die Art war im Rheingebiet gut 80 Jahre lang, im Süden 150 Jahre verschollen und es wurde vielfach bezweifelt, ob alte Nachweise im westlichen Mitteleuropa (FISCHER 1850, LE ROI 1915, DU PLESSIS 1868 zit. nach DUFOUR 1978) autochthone Populationen betrafen. Die oben genannte große Zahl von Gomphidae-Nachweisen im südlichen Ober- und Hochrheingebiet vor 2000 beinhaltet diese Art ebenfalls nicht. Ein Reliktvorkommen in der Sauer (Moselzufluß, HOFFMANN 1960) hält WEITZEL (mdl. Mitt.) aufgrund langer Kenntnis dieses Gewässers und der oberen Mosel für seit langem erloschen. In der Mosel wurden von WEITZEL 1998 Larven gefunden (SCHORR 1998); WEITZEL (mdl. Mitt.) hält eine Besiedlung vom Rhein her für wahrscheinlich. Aus der Mosel sind bis dahin nur *G. vulgatissimus* und *G. pulchellus* bekannt, aus dem Sauerstystem und der Nied (Saarland) auch *O. forcipatus* (SCHLEUTER 1996, DUHR 1993,

DIDION et al. 1997), den MAUCH (1963) noch in der Mosel selbst nachweisen konnte.

G. flavipes wurde fast gleichzeitig 1996/1997 am Nieder-, Mittel- und nördlichen Oberrhein nachgewiesen (HABRAKEN & CROMBAGHS 1997, REDER 1997, NIEHUIS & SCHNEIDER 1997, GEISSEN 1997), die scheinbare Lücke im deutschen Niederrhein schlossen BLANK et al. (1998), FREYHOF et al. (1998) und SCHÖLL (1998). 1999 folgte der Nachweis im Nordteil des südlichen Oberrheins (SCHIEL & RADEMACHER 1999), für dessen Südteil und den Hochrhein, also das am Rhein wichtigste Refugialgebiet der übrigen Gomphidae, steht er noch aus. Gerade dort kann aber keineswegs von einem Mangel an gezielter Exuvienuche gesprochen werden. Demgegenüber sind *O. cecilia* und *O. forcipatus* in dieser Arbeit an ihren für die letzten Jahrzehnte bisher nördlichsten Fundpunkten im Rhein nachgewiesen worden. Die Ausbreitungsrichtung dieser beiden Arten im Rhein ist der von *G. flavipes* offenbar entgegengesetzt.

Für meine früher formulierte Spekulation über eine Herkunft mittelhessischer *G. flavipes* aus der Lahn (GEISSEN 1997) gibt es auch nach neueren Daten (BRAUN & BRAUN 1999, eigene Stichproben) keinen positiven Hinweis. Dort waren bis einschließlich 1999 nur *G. pulchellus* und *G. vulgatissimus* nachzuweisen. Aus heutiger Sicht folgt die Ausbreitung aller Gomphidae in den Flüssen mit einiger Verzögerung hauptsächlich der Verbesserung der Gewässergüte auf "GG 2,5 oder besser", und hier könnte die rasche Verbesserung an der Elbe ab 1989 (z.B. SIMON 1991, vergl. KLAPPER 1961) den Ausschlag für den Aufbau von Populationsüberschüssen gegeben haben. Die ersten Anzeichen für eine Expansion der Art wurden dort gefunden (BRÜMMER & MARTENS 1994, ZÖRNER 1996, MÜLLER 1997), und das könnte einfach ihre tatsächliche Quelle bezeichnen. Die Ursprünge dürften im Gebiet der ehemaligen DDR liegen (z.B. GÜNTHER & RANDOW 1989). Vielleicht ist die absolute Größe der sich daraus herleitenden Population, bzw. des Biotops, der Elbe für die Geschwindigkeit entscheidend? Diese Erklärung impliziert eine höhere Einschätzung der Strecken, die *G. flavipes* aktiv fliegend oder mit dem Wind driftend zurücklegen kann, als bis dahin nachgewiesen werden konnte (SUHLING & MÜLLER 1996).

Ökologisch ließe sich der Vorgang so verallgemeinern, daß die vorwiegend meta- bis hypopotamale Art, anders als die übrigen mitteleuropäischen Gomphidae, im westlichen Europa weder im Rhithron noch im montanen Epipotamon und auch nicht in Stillgewässern dauerhaft überleben konnte, sondern ein Refugium im planar-collinen und meist stärker kontinental gepräg-

ten Epipotamon behalten hat. Nicht undenkbar scheint in dieser Perspektive, daß im ebenfalls kontinental getönten Mittelfränkischen Becken (Regnitz) eine weitere Kleinpopulation überlebt hat und vor kurzem expansiv geworden ist (WERZINGER & WERZINGER 1998, 1999).

Danksagung

Den Herren Dr. Frank Suhling und Dr. Andreas Martens, Braunschweig, danke ich für die konstruktive Kommentierung einer früheren Version und die Anregung zu einer ausführlicheren Diskussion der Herkunft der festgestellten Gomphidae. Herrn Manfred Braun, Nassau, danke ich für Mitteilungen über *G. pulchellus* am Altrhein Koblenz, Herrn Matthias Weitzel, Trier, für Mitteilungen zu Gomphidae des oberen Moselgebietes und Herrn Dr. Franz Schöll, Koblenz, für die Überlassung unpublizierter Gutachten der Bundesanstalt für Gewässerkunde.

Literatur

- ADMIRAAL, W., G. VAN DER VELDE., N. SMIT & W.G. CAZEMIER (1993): The rivers Rhine and Meuse in The Netherlands: present state and signs of ecological recovery. *Hydrobiologia* 265: 97-128
- ANT, H. (1969): Biologische Probleme der Verschmutzung und akuten Vergiftung von Fließgewässern, unter besonderer Berücksichtigung der Rheinvergiftung im Sommer 1969. *Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch.* 4: 97-126
- BÄTHE, J. (1992): *Die Makroinvertebratenfauna der Weser. Ökologische Analyse eines hochbelasteten, anthropogenen Ökosystems.* Ekopan, Witzenhausen
- BENISCH, J. (1954): Das augenblickliche biologische Bild des Rheines auf der Strecke von Honnef bis Emmerich, dargestellt auf Grund einer Rheinuntersuchung im Oktober 1953. *Vom Wasser* 21:33-83
- BIJ DE VAATE, A. & M. GREIJANUS-KLAAS (1991): *Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study executed in the Dutch part in 1988.* Institute for Inland Water Management & Waste Treatment. Lelystad
- BLANK, M., D. DIEHL & C. KOLMET (1998): Gomphus flavipes (Charpentier) am Rhein bei Köln. *Libellula* 17: 239-242
- BRAUN, M. & U. BRAUN (1999): Fliegende Edelsteine. Libellen im Naturpark Nassau. *Heimatjahrbuch Rhein-Lahn-Kreis* 2000: 97-128 (auch separat: Zweckverband Naturpark Nassau, Nassau)
- BRÜMMER, I. & A. MARTENS (1994): Die Asiatische Keiljungfer Gomphus flavipes in der mittleren Elbe bei Wittenberge (Odonata: Gomphidae). *Braunschw. naturkund. Schr.* 4: 497-502
- BUCHWALD, R., B. GERKEN, K. SIEDLE & K. STERNBERG (1984). Übersicht über die Libellenvorkommen in Baden-Württemberg mit kurzer Charakteristik des Fortpflanzungsgebiets und Angaben zur Verbreitung. *Libellula* 3: 101-110
- CASPERS, N. (1980a): Die Makrozoobenthos-Gesellschaften des Hochrheins bei Bad Säckingen. *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.* 39: 115-142

- CASPERS, N. (1980b): Die Makrozoobenthos-Gesellschaften des Rheins bei Bonn. *Decheniana* 133: 93-106
- CONRATH, W., B. FALKENHAGE & R. KINZELBACH (1977): Übersicht über das Makrozoobenthon des Rheins im Jahre 1976. *Gewässer Abwässer* 62/63: 63-84
- DIDION, A., B. TROCKUR & M. SCHORR (1997): Rote Liste der im Saarland gefährdeten Libellenarten (2.Fassung: 1997). *Aus Natur und Landschaft im Saarland*, Sonderband 7: 9-35
- DOMMERMUTH, M. (1997): *Die Wied. Limnologische Untersuchung eines Fließgewässersystems im Westerwald (Rheinland-Pfalz) mit einem Beitrag zum Indikationswert der Chironomidae (Diptera)*. Kovac, Hamburg. (Dissertation Bonn 1996)
- DUFOUR, C. (1978): *Etude faunistique des Odonates de Suisse Romande*. Université de Neuchâtel
- DUHR, A. (1993): Weitere Neufunde der Kleinen Zangenlibelle -*Onychogomphus forcipatus*- an Our, Sauer, Nims und Prüm. *Dendrocopos* 20: 114-116
- EHMANN, H.-J. (1995): *Faunistische Erhebungen an der Lahn - Makrozoobenthos*. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz. (Diplomarbeit Gießen 1995)
- EISLÖFFEL, F. (1989): Verbreitung und Vorkommen der Libellen (Insecta: Odonata) im Regierungsbezirk Koblenz. *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 5: 305-561
- FISCHER, H. (1850): Über die badischen Libellulinen. *Jber. Mannh. Ver. Naturk.* 16: 40-51
- FOIDL, J., R. BUCHWALD, A. HEITZ & S. HEITZ (1993): Untersuchungen zum Larvenbiotop von *Gomphus vulgatissimus* Linné 1758. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. Natursch.* N.F. 15: 637-660
- FREYHOF, J. (1995): Zum Vorkommen der Gemeinen Keiljungfer *Gomphus vulgatissimus* (L.) (Odonata: Gomphidae) an der Sieg/NRW. *Decheniana* 148: 115-117
- FREYHOF, J., I. STEINMANN & T. KRAUSE (1998): Weitere Funde von *Gomphus flavipes* (Charpentier) im Rhein (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 17: 247-252
- FRIEDRICH, E., NIEHUIS, M. & S. OHLIGER (1976): Beitrag zur Libellenfauna der Südpfalz und angrenzender Gebiete (Insecta: Odonata). *Mitt. Pollichia* 64: 153-163
- FUCHS, U. (1989): Wiederfund von *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785) in Baden-Württemberg (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 8: 151-155
- GEISSEN, H.-P. (1994): Neufunde der Gemeinen Keiljungfer, Gestreiften Quelljungfer und Glänzenden Binsenjungfer (Odonata: *Gomphus vulgatissimus* (L.), *Cordulegaster bidentatus* (Selys) und *Lestes dryas* Kirby) bei Koblenz. *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 7: 747-750
- GEISSEN, H.-P. (1997): Die Asiatische Keiljungfer *Gomphus flavipes* Charpentier - Larvenfund im Mittelrhein bei Koblenz (Insecta: Odonata). *Fauna Flora Rheinland-Pfalz*, Beih. 22: 171-176
- GEIJSKES, D.C. & J. VAN TOL (1983): *De libellen van Nederland (Odonata)*. Koninkl. Nederl. Natuurhist. Vereniging, Hoogwoud
- GÜNTHER, A. & F. RANDOW (1989): Zur Kenntnis der Libellenfauna der Unteren Havelniederung (Insecta, Odonata). *Veröff. Potsdam-Mus.* 30: 15-21
- HABRAKEN, J.M.P.M. & B.H.J.M.CROMBAGHS (1997): Een vondst van de Rivierrombout (*Gomphus flavipes* Charpentier) langs de Waal. *Brachytron* 1: 3-5

- HÄRINGER, G. (1971): Die Verunreinigung des Rheins. *Beitr. Rheinkunde* 2.F. 23: 25-33
- HEIDEMANN, H. & R. KULL (1986): Untersuchungen zur Libellenfauna und Gewässergüte an ausgewählten Fließgewässern in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg. *Libellula* 5: 48-62
- HEIDEMANN, H. & R. SEIDENBUSCH (1993): *Die Libellen Deutschlands und Frankreichs: Handbuch für Exuviansammler*. Bauer, Keltern
- HEITZ, S. (1993): Neufunde von Gomphus simillimus (Selys) am Hochrhein (BRD). *Libellula* 12: 277-280
- HEITZ, A., S. HEITZ, K. WESTERMANN & S. WESTERMANN (1996): Verbreitung und Bestandsdichte der Gemeinen Keiljungfer (Gomphus vulgatissimus) am südlichen Oberrhein - Dokumentation der Larven- und Exuvienfunde. *Natursch. südl. Oberrhein* 1: 187-210
- HELLMANN, H. (1993): Die Verschmutzung des Rheins in den letzten Jahrzehnten. *Beitr. Rheinkde.* 2.F. 45: 49-60
- HOFFMANN, J. (1960): Les Odonates du Grand-Duché de Luxembourg. *Arch. Inst. Grand-Ducal Luxembourg, Sect. Sci. nat., phys. math.* 27: 219-238
- JACQUEMIN, G. & J.-P. BOUDOT (1991): Ophiogomphus cecilia (Fourcroy, 1785) dans les Vosges du Nord (Odonata: Gomphidae). *Martinia* 7: 71-77
- JÖDICKE, R. (1995): Die Libellen der niederrheinischen Altwässer (Insecta: Odonata). *Niederrhein. Jahrb.* 17: 51-57
- JURZITZA, G. (1988): *Welche Libelle ist das? Die Arten Mittel- und Südeuropas*. Franckh, Stuttgart
- KIKILLUS, R. & M. WEITZEL (1981): *Grundlagenstudien zur Ökologie und Faunistik der Libellen des Rheinlandes*. Pollichia, Bad Dürkheim
- KINZELBACH, R. (1983): Zur Dynamik der Zoobenthon-Biozönosen des Rheins. *Verh. Ges. Ökol.* 10: 263-271
- KINZELBACH, R. (Hrsg.) (1985): Die Tierwelt des Rheins einst und jetzt. *Mainzer Nat. Arch., Beih.* 5: 183 S.
- KINZELBACH, R. (1987): Die Tierwelt im Rhein nach dem November 1987. *Natur Landschaft* 62: 521-526
- KINZELBACH, R. & U. SCHMIDT (1976): Zur Ökologie abwasserbelasteter Altrheine. *Verh. Ges. Ökol.* 5: 455-462
- KITT, M. (1995): Zur Verbreitung von Fließgewässerlibellen (Insecta: Odonata) im südpfälzischen Raum. *Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 7: 897-918
- KLAPPER, H. (1961): Biologisches Gütebild der Elbe zwischen Schmilka und Boizenburg. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 46: 51-64
- KNÖPP, H. (1957): Die heutige biologische Gliederung des Rheinstroms. *Dt. Gewässerserk. Mitt.* 1: 56-63
- LANGE-EICHHOLZ, J. (1987): Vergleichende Untersuchungen zur Libellenfauna einiger Kastentäler im südlichen Pfälzerwald. In: ROWECK, H. (Hrsg.): *Beiträge zur Biologie der Grünlandbrachen im südlichen Pfälzerwald*. Pollichia, Bad Dürkheim: 207-219
- LAWA, LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (1997): *Die Beschaffenheit der grossen Fließgewässer Deutschlands*. Berlin

- LE ROI, O. (1915): Die Odonaten der Rheinprovinz. *Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. Westf.* 72: 119-178
- LUBINI, V. (1994): Hydrobiologische Untersuchungen am Unterlauf der Thur (Kanton Zürich, Schweiz) - I. Libellen, Eintags-, Stein-, Köcher- und Schlammfliegen (Insecta: Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera). *Vjschr. naturf. Ges. Zürich* 139: 23-31
- MARSSON, M. (1908): Bericht über die Ergebnisse der zweiten am 12. Mai und vom 16. bis zum 22. Mai 1906 ausgeführten biologischen Untersuchung des Rheins auf der Strecke Weisenau-Mainz bis Coblenz-Niederwerth. *Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte* 28: 29-61
- MARSSON, M. (1910): Bericht über die Ergebnisse der vom 29. November bis zum 7. Dezember 1907 ausgeführten 6. biologischen Untersuchung des Rheins auf der Strecke Mainz bis Coblenz. *Arbeiten aus den Kaiserlichen Gesundheitsamte* 32: 59-88
- MARTEN, M. (1990): Die Wiederbesiedlung des Oberrheins nach dem Sandoz-Unfall. *Limnol. akt.* 1: 227-238
- MAUCH, E. (1963): Untersuchungen über das Benthos der deutschen Mosel unter besonderer Berücksichtigung der Wassergüte. *Mitt. zool. Mus. Berlin* 39: 1-172
- 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
- NIEHUIS, M. (1984): Verbreitung und Vorkommen der Libellen (Insecta: Odonata) im Regierungsbezirk Rheinhessen-Pfalz und im Nahetal. *Natursch. Ornithol. Rheinland-Pfalz* 3: 1-203
- NIEHUIS, M. (1985): Erstnachweis der Gemeinen Keiljungfer (Gomphus vulgatissimus) im Hunsrück. *Natursch. Ornithol. Rheinland-Pfalz* 4: 184-186
- NIEHUIS, O. & E. SCHNEIDER (1997): Nachweis von Gomphus flavipes (Charpentier) in Hessen (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 16: 203-205
- PETERS, B. (1989): Die Libellenarten (Odonata) der Fließgewässer in Bayern und ihre Eignung als Indikatorarten für die Saprobität. *Lauterbornia* 2: 3-12
- PETTRAN, M. (1977): *Ökologische Untersuchungen an Fließgewässern über die Beziehungen zwischen Makrobenthos, Substrat und Geschiebetrieb*. Dissertation, Bonn
- POSTLER, E. & W. POSTLER (1998): Entwicklung von Gomphus vulgatissimus (L.) im Dortmund-Ems-Kanal (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 17: 254
- REDER, G. (1997): Erster Nachweis von Gomphus flavipes (Charpentier) in Rheinland-Pfalz (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 16: 199-202
- REHFELDT, G. (1986): Libellen als Indikatoren des Zustandes von Fließgewässern des nordwestdeutschen Tieflandes. *Arch. Hydrobiol.* 108: 77-95
- RÜSCHE, E. (1954): Die makroskopische Lebewelt an den Ufern des Rheinhafens von Duisburg-Ruhrort. *Arch. Hydrobiol.* 49: 386-413
- SCHIEL, F.-J. & M. RADEMACHER (1999): Wiederfunde von Gomphus flavipes (Charpentier) am Oberrhein in Baden-Württemberg (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 18: 181-185

- SCHILLER, W. (1990): Die Entwicklung der Makrozoobenthosbesiedlung des Rheins in Nordrhein-Westfalen im Zeitraum 1969-1987. *Limnol. akt.* 1: 259-275
- SCHLEUTER, A. & T. TITTIZER (1988): Die Makroinvertebratenbesiedlung des Mains in Abhängigkeit von der Gewässertiefe und der Korngröße des Substrates. *Arch. Hydrobiol.* 113: 133-151
- SCHLEUTER, M. (1996): Das Makrozoobenthos der Mosel als Indikator für die ökologische Situation. Bundesanstalt für Gewässerkunde, *BfG-Mitteilung* 12:38-43
- SCHMIDT, EB. (1988): Ist die Westliche Keiljungfer *Gomphus pulchellus* Selys, 1840, eine Stillwasserart? (Odonata-Gomphidae). *Tier Museum* 1: 17-20
- SCHMIDT, ER. (1925): Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung der Libellen in den Rheinlanden. *Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. Westfal.* 82: 207-217
- SCHMIDT, U. (1983): Das Makrozoobenthon des Rheins. Bestandsaufnahme 1978. *Verh. Ges. Ökol.* 10: 273-278
- SCHMITZ, M. (1986): Untersuchung des Makrozoobenthons im oberen Niederrhein mit Hilfe eines Taucherschachtes. *Decheniana* 139: 363-372
- SCHÖLL, F. (1998): Faunistische Erhebungen (aquatische Makrofauna) im Rahmen der Beweissicherung Parallelwerk Walsum-Stapp (Rhein-km 793,0 -795,5) -1. Zwischenbericht- Bestandsaufnahme Juni/August 1998. Bundesanstalt für Gewässerkunde, *BFG-1168*. Koblenz
- SCHÖLL, F., C. BECKER & T. TITTIZER (1995): Das Makrozoobenthos des schiffbaren Rheins von Basel bis Emmerich 1986-1995. *Lauterbornia* 21: 115-137
- SCHORR, M. (1998): *Flußauenlibellen der Mosel und ihre Indikatorfunktion*. Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde. Faunistisch-ökologische Arbeitsgemeinschaft, Trier
- SCHWARZ, S. (1999): Limnologische Untersuchungen im Rhein bei Eltville und im Altrhein bei Stockstadt/Erfelden. *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz* 273: 1-106
- SENF, E. (1976): Die Odonaten-Fauna des westlichen Bodenseegebiets. *Mitt. bad. Landesver. Naturk. Natursch.* N.F. 11: 327-335
- SIMON, M. (1991): Die Belastung der Elbe und ihrer Hauptnebenflüsse auf dem Gebiet der ehemaligen DDR. *Wasser u. Boden* 4/1991: 207-211
- SUHLING, F. (1994): Spatial distribution of the larvae of *Gomphus pulchellus* Selys (Anisoptera: Gomphidae). *Adv. Odonatol.* 6: 101-111
- SUHLING, F. & O. MÜLLER (1996): *Die Flußjungfern Europas*. Westarp, Magdeburg & Spektrum, Heidelberg
- TITTIZER, T., M. SCHLEUTER, A. SCHLEUTER, C. BECKER, H. LEUCHS & F. SCHÖLL (1992): Aquatische Makrozoen der "Roten Liste" in den Bundeswasserstraßen. *Lauterbornia* 12: 57-102
- TITTIZER, T., F. SCHÖLL & M. SCHLEUTER (1989): Zur Bestandssituation von *Gomphus vulgatissimus* an den Bundeswasserstraßen. *Hess. faun. Br.* 9: 63-68
- TITTIZER, T., F. SCHÖLL & M. SCHLEUTER (1990): Beitrag zur Struktur und Entwicklungsdynamik der Benthalfauna des Rheins von Basel bis Düsseldorf in den Jahren 1986 und 1987. *Limnol. akt.* 1: 293-323

- TITTIZER, T., F. SCHÖLL, M. SCHLEUTER & H. LEUCHS (1989): Beitrag zur Kenntnis der Libellenfauna der Bundeswasserstraßen und angrenzender limnischer Bereiche. *Verh. westdt. Entomol. Tag* 1988: 89-102
- VAN DEN BRINK, F.W.B., G. VAN DER VELDE & W.G. CAZEMIER (1990): The faunistic composition of the freshwater section of the river Rhine in the Netherlands: present state and changes since 1900. *Limnol. akt.* 1: 191-216
- VAN DER VELDE, G., F.W.B. VAN DEN BRINK, R. VAN DER GAAG & P.J.M. BERGERS (1990): Changes in numbers of mobile macroinvertebrates and fish in the river Waal in 1987, studied by sampling the cooling-water intakes of a power plant: first results of a Rhine biomonitoring project. *Limnol. akt.* 1: 325-342
- VAN URK, G. & A. BIJ DE VAATE (1990): Ecological studies in the Lower Rhine in The Netherlands. *Limnol. akt.* 1: 131-145
- VETTER, J., T. SCHULZE & A. ALF (1998): Untersuchungen zur Wiederbesiedlung eines renaturierten Flußabschnitts des Mains. *Lauterbornia* 33: 109-119
- WENDLER, A. & J.-H. NÜSS (1994): *Libellen*. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg
- WENDLING, K. (1993): Gewässergüte gestern und heute im rheinland-pfälzischen Rheinabschnitt. In: MINISTERIUM FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.): *Die Biozönose des Rheins im Wandel. Lachs 2000?* Advanced Biology, Petersberg, S. 79-87
- WERZINGER, S. & J. WERZINGER (1998): *Gomphus flavipes* (Charpentier) zurück in Bayern (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 17: 243-245
- WERZINGER, S. & J. WERZINGER (1999): *Gomphus flavipes* (Charpentier) in Bayern: 1999 erstmals am Main, weitere Funde an der Regnitz (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 18: 205-208
- WESTERMANN, K. & G. SCHARFF (1987/88): Auen-Renaturierung und Hochwasserrückhaltung am südlichen Oberrhein. *Naturschutzforum* 1/2: 95-158
- WESTERMANN, K. & S. WESTERMANN (1995): Ein Massenvorkommen der Kleinen Zangenlibelle (*Onychogomphus forcipatus*). *Natursch. südl. Oberrhein* 1: 55-57
- WESTERMANN, K. & S. WESTERMANN (1996): Neufunde der Gelben Keiljungfer (*Gomphus simillimus*) und Grünen Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*) am Oberrhein bei Basel. *Natursch. südl. Oberrhein* 1: 183-186
- WESTERMANN, K., S. WESTERMANN, A. HEITZ & S. HEITZ (1995): Schlüpfperiode, Schlüpfhabitat und Geschlechterverhältnis der Gemeinen Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) am südlichen Oberrhein. *Natursch. südl. Oberrhein* 1: 41-54
- WINTERHOLLER, M. & H. LEINSINGER (1999): *Gomphus flavipes* (Charpentier) bodenständig am Oberrhein in Hessen und Rheinland-Pfalz (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 18: 209-211
- ZÖRNER, M. (1996): Wiederfund von *Gomphus flavipes* (Charpentier) in Niedersachsen (Anisoptera: Gomphidae). *Libellula* 15: 207-210