

Gomphiden-Exuvienfunde an renaturierten Uferabschnitten und neu angelegten Seitenarmen zweier Schweizer Flüsse (Odonata: Gomphidae)

Rudolf Osterwalder

Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau,
Abt. Landschaft und Gewässer, Sektion Natur und Landschaft
Allmendstrasse 3, CH-8919 Rottenschwil, <rudolf.osterwalder@ag.ch>

Abstract

Exuviae findings on revitalized sections and newly created side branches of two Swiss rivers (Odonata: Gomphidae) — Along the rivers Reuss and Aare the colonization of recently revitalized sections and newly created side branches by dragonflies, was investigated in the first years after the completion of the construction works. The study focussed on the evidence of development by exuviae findings of gomphids on eight stretches between 140 and 900 m in length where the bank reinforcements were removed or new watercourses were built in the period from 1998 to 2005 and on corresponding unchanged river sections for comparison. Exuviae of *Onychogomphus forcipatus*, *Ophiogomphus cecilia* and *Gomphus vulgatissimus* were found in varying numbers and distribution on the different sections. From these findings it is concluded that the revitalized and regenerated areas were rapidly colonized by gomphid larvae that drifted or moved actively into these habitats.

Zusammenfassung

An den Flüssen Reuss und Aare (Schweiz) wurde die Besiedlung renaturierter Flussstrecken und regenerierter bzw. neu geschaffener Seitenarme durch Libellen in den ersten Jahren nach Abschluss der Bauarbeiten untersucht. Dabei konzentrierte sich die Studie auf Entwicklungsnachweise von Gomphiden durch Exuvienfunde an acht verschiedenen Strecken von 140 bis 900 m Länge, an denen zwischen 1998 und 2005 Uferverbauungen entfernt oder neue Seitengerinne angelegt worden waren sowie an entsprechenden Vergleichsabschnitten unveränderter Flussstrecken. In den ersten Jahren nach Abschluss der Bauarbeiten fanden sich Exuvien von *Onychogomphus f. forcipatus*, *Ophiogomphus cecilia* und *Gomphus vulgatissimus* in unterschiedlicher Verteilung und Häufigkeit. Nach allen Befunden zu schließen, wurden die renaturierten bzw. regenerierten Strecken in kürzester Zeit von Gomphidenlarven besiedelt. Diese wurden entweder in diese Abschnitte verdriftet oder sie wanderten aktiv aus unmittelbarer benachbarten Flussabschnitten ein.

Einleitung

Drei Viertel der gesamten Wassermenge aller Bäche und Flüsse der Schweiz fließen durch den Kanton Aargau ab. Hier sind die natürlichen Läufe der größten Fließgewässer – Aare, Limmat, Reuss und Rhein – jedoch an vielen Stellen seit langem korrigiert und eingeengt, die Ufer hart verbaut, die ursprünglichen Auen weitgehend zerstört und die landschaftsökologischen Kontakte zwischen Wasserlauf und Umland unterbunden. Wasserkraftwerke beeinträchtigen außerdem die naturgemäße Abfluss- und Geschiebedynamik. Weite Flächen der ehemaligen Aargauer Auen werden heute ähnlich wie im übrigen Schweizer Mittelland und in den großen Alpentälern als Agrar-, Siedlungs- und Industrieflächen genutzt. Von anthropogener Beeinflussung durch Fließgewässerkorrekturen verschont geblieben sind nur kleine Gebiete. Diese zu schützen ist heute gesetzliche Pflicht. Damit trägt der wasserreichste Schweizer Kanton mit seinen 200 km Fluss- und 2780 km Bachläufen einen großen Teil der landesweiten Verantwortung für die Erhaltung der verbliebenen Auen in tieferen Lagen.

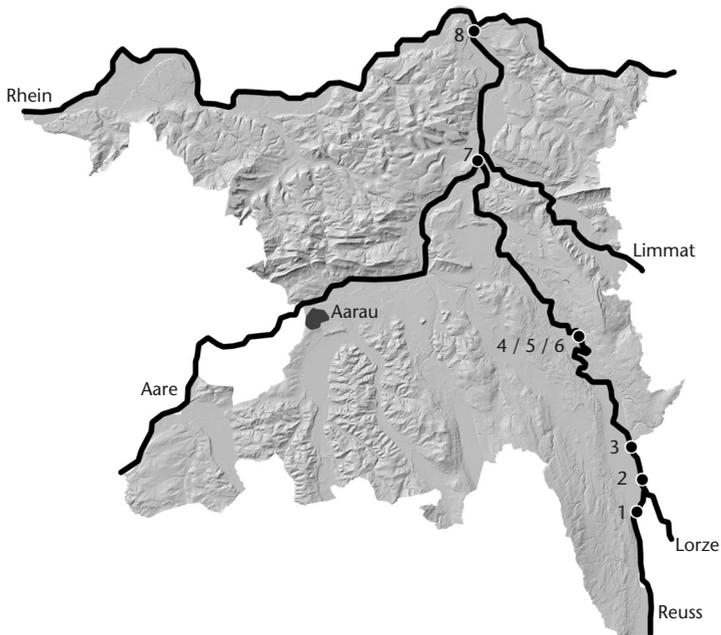


Abbildung 1: Lage der Projektgebiete an der Reuss (Nr. 1-6) und an der Aare (Nr. 7-8) im Kanton Aargau (Schweiz). Der Rhein bildet die Landesgrenze zu Deutschland. Grau: Kantonsfläche. — Figure 1: Location of the project sites on the rivers Reuss (no. 1-6) and Aare (no. 7-8) in the canton Aargau (Switzerland). The river Rhein constitutes the border between Switzerland and Germany. Grey: area of the canton Aargau.

Tabelle 1. Projekte zur Uferrenaturierung und Regeneration von Seitenarmen an den Flüssen Reuss (Nr. 1-6) und Aare (7-8) im Kanton Aargau, Schweiz. – Table 1. Projects for river bank revitalization and regeneration of side branches on the rivers Reuss (Nr. 1-6) and Aare (7-8) in the canton Aargau, Switzerland.

Nr. PROJEKT (GEMEINDE)	BAUJAHR	LÄNGE x BREITE x TIEFE [m]
1 Uferrenaturierung Hagnauer Schachen Süd (Merenschwand/Mühlau)	2005	350
2 Seitenarm Hagnau (Merenschwand)	1998	360 x 3-7 x 2,5
3 Uferrenaturierung Bremengrien (Aristau)	2004	750
4 Seitenarm 1 Foort (Eggenwil)	2004	475 x 5-10 x 2,5
5 Seitenarm 2 Foort (Eggenwil)	2005	495 x 5-10 x 2,0
6 Seitenarm 3 Foort (Eggenwil)	2005	140 x 5-10 x 2,5
7 Seitenarm Ausschachen (Brugg)	1999	900 x 10-15 x 2,5-3
8 Seitenarm Giriz (Koblentz)	2004	600 x 5-15 x 2-3

Um die bescheidenen Reste der letzten Auengebiete zu schützen und aufzuwerten, wurde 1993 mit der Annahme einer kantonalen Volksinitiative ein weitreichender gesetzlicher Auftrag für den Auenschutz in der Kantonsverfassung verankert. Auf dieser Basis entstand das Projekt 'Auenschutzpark', das die Erhaltung und Wiederherstellung der noch vorhandenen Auen im Kanton Aargau auf mindestens einem Prozent der Kantonsfläche bis zum Jahr 2014 vorsieht. Auf Grund dieses Auftrags gelangten in den nachfolgenden Jahren verschiedene Renaturierungsprojekte an den vier größten Flüssen und an einigen kleineren Fließgewässern zur Ausführung.

Im Rahmen der naturschutzorientierten Erfolgskontrollen wurden in den ersten Jahren nach Abschluss der Bauarbeiten unter anderem die Auswirkungen auf die Libellenfauna untersucht. Im Fokus stand die Entwicklung der Gomphiden als Auenkennarten unter den Libellen (vgl. RUST-DUBIÉ et al. 2006: 139-144) Dabei stellte sich die Frage, wie rasch die renaturierten Flussabschnitte und neu angelegten Seitengerinne von Gomphidenlarven verschiedener Arten besiedelt wurden.

Untersuchungsgebiet und Methoden

Untersucht wurden sechs Wasserbauprojekte an der Reuss und zwei an der Aare im Kanton Aargau (Schweiz). Die Lokalitäten liegen in den Bereichen 47°14-23'N, 08°19-25'E auf 355-391 m üNN für die Reuss und 47°29-37'N, 08°12-15'E auf 311- 332 m üNN für die Aare (Abb. 1, Tab. 1). Die Reuss entspringt dem Gotthardgebiet, durchfließt den Vierwaldstättersee, tritt bei Dietwil (403 m üNN) in den Kanton Aargau ein und mündet nach 57 km bei Gebenstorf (327 m üNN) in die Aare. Diese entstammt dem Aargletscher im Berner Oberland, erreicht nach 244 km bei Murgenthal (399 m üNN) den Kanton Aargau, nimmt unterhalb von Brugg im 'Wasserschloss' die Flüsse Reuss und Limmat

auf und mündet nach 51 km bei Koblenz/Aargau (311 m üNN) in den Rhein. Die Läufe von Reuss und Aare sind seit dem 19. Jahrhundert auf Teilstrecken stark korrigiert und verbaut. Beide Alpenflüsse erwärmen sich beim Durchfließen von Alpenrandseen und entlang von gestauten Abschnitten.

Während die Projekte 1, 2, 3, 7 und 8 unter der Leitung der Sektion Natur und Landschaft (Departement Bau, Verkehr und Umwelt), Kanton Aargau ausgeführt wurden, erfolgten Projektierung und Ausführung der drei Reuss-Seitenarme bei Eggenwil (Projekte 4, 5, 6) durch die Naturschutzorganisation Pro Natura Aargau. Die kantonseigene Reussparzelle ist in diesem Abschnitt überdurchschnittlich breit. Mit dem Landerwerb und dem Landabtausch gegen Realersatz der angrenzenden Wälder in Privatbesitz ermöglichte Pro Natura Aargau eine umfassende Umgestaltung und Renaturierung des Gebiets.

Die odonatologische Untersuchung im Rahmen der acht Projekte konzentrierte sich auf die Suche nach Exuvien im Uferbereich von Flussabschnitten mit Längen zwischen 140 und 900 m. Entlang der neuen Seitengerinne erfolgte sie an beiden Ufern, entlang der renaturierten Flussufer nur an einem Ufer. Wenn möglich wurden Exuvien im ersten und zweiten Jahr nach den Bauarbeiten zweimal pro Saison während der Schlüpfperiode der Gomphiden gesammelt. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Schlüpfzeitpunkte der Gomphidenarten wurde die erste saisonale Erhebung in der Periode vom 15. Mai bis zum 15. Juni durchgeführt, die zweite vom 16. Juni bis zum 15. Juli. Dazu wurden möglichst Tage während Schönwetterphasen, in denen der Wasserpegel konstant war, für die Exuviensuche ausgewählt; Gewitterregen und Hochwasser konnten die Exuvien wegspülen. In einigen Fällen wurden zu Vergleichszwecken auch unveränderte, direkt benachbarte Flussabschnitte oberhalb und unterhalb der Projektgebiete sowie parallel dazu verlaufende Flussstrecken in die Untersuchung einbezogen.

Die Ufer waren aufgrund ihrer Steilheit und ihres Bewuchses mit Gehölzen vom Land her meist schlecht zugänglich. Deshalb erfolgte die Exuviensuche ausschließlich von der Wasserseite her, entweder schwimmend oder im Wasser wattend (vgl. OSTERWALDER 2004). Um sich über Stunden im relativ kühlen und teils rasch fließenden Wasser aufhalten zu können, wurde in Taucherausrüstung mit Neoprenanzug, Tauchermaske, Flossen und weiterem Zubehör gearbeitet (Abb. 2). Sämtliche Exuvien wurden zu Belegs- und Bestimmungszwecken eingesammelt und in wasserdichten Behältern aufbewahrt.

Die in dieser Studie angewandte Methode zur semiquantitativen Exuvienerhebung von der Wasserseite her ist aufwändig und eher ungewöhnlich, hat aber an größeren Flüssen und durchströmten Seitenarmen gegenüber dem Absammeln vom Land aus mehrere Vorteile. Zum einen wird die Schädigung der Ufervegetation und schlüpfender Libellen vollständig vermieden. Zum anderen können von der Landseite her nicht einsehbare oder unzugängliche Stellen problemlos abgesucht werden. Selbst im Wasser liegende Baumstämme bilden in der Regel keine unüberwindbaren Hindernisse. Die Methode bewährt sich vor allem an Stellen mit starker Strömung oder tief überhängendem Geäst. Gegenüber der Suche vom Boot aus hat sie den Vorteil, dass man beweglicher ist, we-

niger schnell abdriftet, leichter zum Ufer kommt und die oft nahe an der Wasseroberfläche hängenden Exuvien aus der 'Froschperspektive' besser erkennt. Umständlich ist lediglich der Transport vom End- zum Anfangspunkt der Untersuchungsstrecke, welcher die Mitwirkung einer zweiten Person erfordert, sowie das An- und Ausziehen des Anzugs und weiterer Taucherutensilien. Bei schneller Strömung wird die Ausrüstung im Kontakt mit Steinen oder Ästen oft stark beansprucht. Das Ablösen der Exuvien vom Substrat in Handschuhen ist zwar schwieriger als mit bloßer Hand, lässt aber die Exuvien bei genügender Vorsicht unbeschädigt, insbesondere wenn diese noch feucht und elastisch sind. Exuviensuche vom Kajak aus, wie sie von HEITZ et al. (1996) und WESTERMANN & WESTERMANN (1998) am südlichen Oberrhein durchgeführt wurde, erweist sich in rasch fließendem Wasser und bei tief hängendem Geäst als nicht praktikabel und empfiehlt sich nur für Flussstrecken mit schwacher Strömung.

Wie schon bei früheren Untersuchungen (VONWIL & OSTERWALDER 1994, OSTERWALDER 2004, VONWIL & OSTERWALDER 2006) wurden die Flussstrecken in Sektoren von ca. 1 km Länge unterteilt und alle Exuvienfunde in diesen Abschnitten für die Statistik zusammengefasst. Die Streckeneinteilung erfolgte meist nach Geländemerkmale wie Brücken, Waldrändern oder Gebäuden, die vom Wasser her gut zu erkennen waren.



Abbildung 2: Exuviensuche am Flussufer im Taucheranzug. Die Exuvien werden vom Schlüpfsubstrat abgesammelt und in wasserdichten Behältern aufbewahrt. — Figure 2: Collection of exuviae on the river bank by using a diving suit. The exuviae are taken from the emergence substrate and preserved in waterproof boxes.

Ergebnisse

Projekt 1. Am linken Reussufer im Grenzgebiet Merenschwand/Mühlau wurde im Februar 2005 auf einer 350 m langen Strecke des Abschnitts B (vgl. Tab. 2) der Hartverbau – Blocksatz und Betonquader – entfernt. Ziel der Maßnahme war, die Flussdynamik zu fördern und der Entwicklung von natürlichen Ufern Raum zu geben. Bereits im August desselben Jahres stürzten bei Hochwasser einige randständige Bäume um und blieben, weil sie speziell gesichert waren, wie beabsichtigt im Uferbereich liegen (Abb. 3 und 4). Noch vor dem Hochwasser wurde in diesem Abschnitt – ähnlich wie an der sich weiter flussaufwärts anschließenden Strecke – eine relativ geringe Anzahl Exuvien von *Ophiogomphus cecilia* und *Onychogomphus forcipatus* gefunden, *Gomphus vulgatissimus* fehlte vollständig (Tab. 2). Von Abschnitt B wurde nur rund ein Drittel renaturiert, der Rest blieb unverändert verbaut. Die Erhebung erfolgte deshalb an beiden Teilstrecken separat. Dabei ergaben sich im Artenspektrum keine Unterschiede und die Anzahl der Exuvien war in beiden Sektoren ähnlich gering. Im 350 m langen renaturierten Teil von B betrug die Exuviendichten pro 100 m Uferlänge bei *O. cecilia* 3,4, bei *O. forcipatus* 0,3 und bei *G. vulgatissimus* 0. Flussauf-



Abbildung 3: Renaturiertes Ufer der Reuss bei Mühlau (Projekt 1) nach Abschluss der Bauarbeiten im Februar 2005. — Figure 3: Revitalized bank of the river Reuss near Mühlau (project 1) after completion of the constructions in February 2005.

Tabelle 2. Anzahl gefundener Gomphiden-Exuvien an den jeweils linken Ufern des Projektstandorts 1 (B, Uferrenaturierung) sowie belassenen Strecken der Reuss (A flussaufwärts; C, D flussabwärts von B). Erhebungsdaten 03.06.2005 und 22.06.2005. — Table 2. Numbers of gomphid exuviae collected on the left banks of project 1 (B, revitalization of river bank) and of unchanged river sections (A upstream; C, D downstream of B). Dates of census 03-vi-2005 and 22-vi-2005.

ABSCHNITT	LÄNGE [m]	<i>O. forcipatus</i>	<i>G. vulgatissimus</i>	<i>O. cecilia</i>
A	1600	5	3	32
B	1000	4	0	20
C	800	54	16	180
D	1400	17	2	40

wärts im Abschnitt A beliefen sich die Werte auf 2,0 bzw. 0,3 und 0,2. Vergleichsweise hoch (*O.c.* 22,8; *O.f.* 6,8; *G.v.* 2,0) waren die Exuviendichten im Abschnitt C.



Abbildung 4: Derselbe Reussabschnitt wie in Abb. 3 nach dem Hochwasser vom 22.08.2005. Die umgestürzten Bäume wurden zur Bereicherung der Uferstrukturen belassen. — Figure 4: The same section of the river Reuss as in Fig. 3 after flooding on 22-viii-2005. The fallen trees were left untouched to enrich the structural diversity of the banks.

Tabelle 3. Exuvienfunde von Gomphiden an beiden Ufern des Projektstandorts 2 (B, neuer Seitenarm) sowie an je einem Ufer unveränderter Strecken der Reuss (A flussaufwärts anschließend; C weiter flussabwärts parallel zu B verlaufend). Die Daten der Erhebungsjahre 1998, 1999, 2000, 2001 und 2005 sind zusammengefasst. — Table 3. Numbers of gomphid exuviae collected on both banks of project 2 (B, new side branch) and on one bank each of two unchanged sections of the river Reuss (A adjacent, upstream; C parallel to and downstream of B). The data of 1998, 1999, 2000, 2001 and 2005 are summarized.

ABSCHNITT	LÄNGE [m]	<i>O. forcipatus</i>	<i>G. vulgatissimus</i>	<i>O. cecilia</i>
A	800	75	8	376
B	2 x 360	3	0	40
C	1400	23	3	194

Projekt 2. Im Winter 1997/98 wurde bei Hagnau (Merenschwand) zwischen der Reuss und dem Hochwasserdamm ein 360 m langer, parallel zum Fluss verlaufender Seitenarm angelegt. Ein- und Auslauf des Gerinnes wurden mit Blocksteinen befestigt. Bereits in der ersten Saison nach Abschluss der Bauarbeiten fanden sich hier drei Exuvien von *Ophiogomphus cecilia*. Diese Art ließ sich auch in den Folgejahren nachweisen. Eine zweite Art, *Onychogomphus forcipatus*, kam erst sieben Jahre später hinzu. Am Flussabschnitt oberhalb des Seitenarms A sowie an der parallel dazu verlaufenden Reuss-Strecke C wurden drei Arten nachgewiesen, *Gomphus vulgatissimus* allerdings nur in geringer Anzahl (Tab. 3).

Projekt 3. Fünf Kilometer unterhalb des Projektstandorts 2 wurde im Frühjahr 2004 eine 750 m lange Uferstrecke der Reuss renaturiert, indem die Uferverbauungen entfernt und mit deren Material zwei neue Inseln angelegt wurden. Mit ihrer gestaltenden Fließkraft sollte die Reuss wieder natürliche Ufer schaffen. Zwischen dem Flusslauf und dem rund 130 m entfernten Hochwasserdamm wurde eine 'Interventionslinie' definiert. Erreicht der Fluss infolge fortschreitender Erosion diese Linie, muss aus Hochwasserschutzgründen über eine geeignete Massnahme entschieden werden (z.B. Lebendverbau entlang der Interventionslinie oder Hartverbau an der Dammbasis). Noch im selben Jahr fanden sich am linken Ufer des renaturierten Abschnitts 36 Exuvien von *O. cecilia*, am 1450 m langen, flussaufwärts gelegenen Vergleichsabschnitt waren es 29 und an der 1000 m langen, sich flussabwärts anschließenden Strecke 19. Andere Gomphidenarten ließen sich am renaturierten Ufer nicht nachweisen. Dagegen wurden je drei Exuvien von *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus* im oberen und drei von *G. vulgatissimus* im unteren Vergleichsabschnitt gefunden.

Projekte 4/5/6. Im Gebiet Foort (Eggenwil) an der Reuss wurden auf der rechten Uferseite drei neue Seitengerinne angelegt: Seitenarm B zu Beginn des Jahres 2004, Seitenarme C und D Anfang 2005. Die Gerinne waren alle ungefähr gleich breit und tief, aber unterschiedlich lang, wobei C eine wesentlich stärkere Strömung aufwies als B und D und deshalb einen mehrheitlich kiesigen Untergrund besaß (Abb. 5 und 6). Während die Exuviensuche Ende Mai 2004 am Seitenarm B erfolglos verlief, fanden sich hier Ende Juni 2004 von *O. cecilia* 29

Tabelle 4. Exuvienfunde von Gomphiden an beiden Ufern der Projektstandorte 4/5/6 (B, Anfang 2004, bzw. C, D, Anfang 2005 neu angelegte Seitenarme) sowie jeweils an einem Ufer überwiegend unveränderter Abschnitte der Reuss (A parallel zu B verlaufend, E parallel zu C/D fließend). Erhebungsdaten 01.06.2005 und 23.06.2005. — Table 4. Numbers of gomphid exuviae collected on both banks of projects 4/5/6 (new side branches; B constructed in early 2004, C, D in early 2005) and on one bank each of predominantly unchanged sections of the river Reuss (A running parallel to B; E flowing parallel to C/D). Dates of census 01-vi-2005 and 23-vi-2005.

ABSCHNITT	LÄNGE [m]	<i>O. forcipatus</i>	<i>G. vulgatissimus</i>	<i>O. cecilia</i>
A	1200	9	31	39
B	2 x 475	1	103	29
C	2 x 495	15	19	38
D	2 x 140	5	65	31
E	1000	5	1	9

Exuvien und drei von *O. forcipatus*. Die Ergebnisse der Erhebungen im Jahr 2005 sind in Tabelle 4 zusammengefasst. An den neuen Seitenarmen konnte der Schlupf aller drei Gompidenarten mehr-bis vielfach nachgewiesen werden. Bemerkenswert hoch war die Anzahl von *G. vulgatissimus*-Exuvien, wobei 93 % (n = 174) am ersten Erhebungsdatum und 7 % (n = 13) drei Wochen später erfasst wurden. Die Dichte an B betrug 10,8 Exuvien pro 100 m und an D 23,2. Damit überstieg sie an B diejenige des parallel dazu verlaufenden Reussabschnittes A um das 4,2fache und bei D lag sie sogar 232mal höher als beim entsprechenden Flusslauf E. Im Fall von *O. cecilia* wies wiederum der Seitenarm D mit 11,8 die höchste Exuviendichte auf, und diese war am Reussabschnitt E mit 0,9 am geringsten. *Onychogomphus forcipatus* trat an allen Abschnitten verhältnismäßig selten auf, am häufigsten am Seitengerinne C mit 1,5 Exuvien je 100 m Uferstrecke.

Projekt 7. Im Januar 1999 wurde an der Aare bei Brugg durch aufwändige Forst- und Bauarbeiten ein rund 900 m langer Seitenarm erstellt. Das Ziel der Maßnahme war es unter anderem, für Biber *Castor fiber* und Eisvogel *Alcedo atthis* neuen Lebensraum zu schaffen. Bereits im Februar füllte sich die Baugrube bei einem ersten Hochwasser. Das darauf folgende Jahrhunderthochwasser im Mai überflutete das ganze Gebiet in bisher ungekanntem Ausmaß und der neue Seitenarm wurde einer großen Belastungsprobe ausgesetzt. Schon das erste Hochwasser brachte einige Bäume zu Fall und modellierte die Ufer. Exuvienerrhebungen fanden hier an der Aare bereits fünf Jahre vor dem Bau des Seitenarms statt. Dabei wurden *O. forcipatus*, *G. vulgatissimus* und *O. cecilia* nachgewiesen, alle drei Arten aber nur in sehr geringer Dichte. Am neuen Seitenarm ließen sich im ersten Jahr nach dem Bau (2000) nur *O. forcipatus* und *G. vulgatissimus* nachweisen, dies ebenfalls in geringer Dichte (Tab. 5). Ein Jahr später (2001) waren es dieselben Arten, wobei *G. vulgatissimus* mit 22 Exuvien etwas häufiger auftrat.



Abbildung 5: Neu gebauter Seitenarm (Projekt 5) kurz nach dem Einlauf aus der Reuss bei Eggenwil (Aargau, Schweiz) bei hohem Wasserstand im Mai 2005. — Figure 5: Newly constructed side branch (project 5) of the river Reuss near Eggenwil (Aargau, Switzerland), shortly after the influx from the river, with high water level in May 2005.



Abbildung 6: Neuer Seitenarm der Reuss wie in Abb. 5 bei niedrigem Wasserstand im November 2005. Das Flussbett besteht hauptsächlich aus Kies. — Figure 6: New side branch of the river Reuss as in Fig. 5, with low water level in November 2005. The streambed consists mainly of gravel.

Tabelle 5. Exuvienfunde von Gomphiden im Jahr 2000 an beiden Ufern eines 900 m langen, neuen Seitenarms C der Aare bei Brugg (Projekt 7) sowie jeweils an einem Ufer der unveränderten Aareabschnitte (A oberhalb; B parallel zu; D unterhalb von C). Die Erhebungen erfolgten an jedem Abschnitt an je zwei Tagen, jedoch am neuen Seitenarm an anderen Terminen als an den Vergleichsstrecken A, B und D. — Table 5. Numbers of gomphid exuviae collected in the year 2000 on both banks of a new side branch 900 m in length (C) of the river Aare (project 7) and on one bank each of unchanged river sections (A upstream; B running parallel to; D downstream of C). Each section was investigated for two days but on C not on the same dates as on A, B and D.

ABSCHNITT	LÄNGE [m]	<i>O. forcipatus</i>	<i>G. vulgatissimus</i>	<i>O. cecilia</i>
A	1600	3	2	0
B	800	0	6	0
C	2 x 900	11	11	0
D	800	0	2	2

Projekt 8. Im letzten Abschnitt der Aare vor der Einmündung in den Rhein bei Koblenz wurde im Jahr 2004 ein 600 m langes Seitengerinne angelegt und mit einem bestehenden Altwasser verbunden. Bereits im ersten Jahr nach Abschluss der Bauarbeiten konnten am neuen Seitenarm – genauso wie am parallel dazu verlaufenden Aareabschnitt – drei Gomphidenarten mit Schlupfbeleg nachgewiesen werden (Tab. 6). Keine der drei Arten trat häufig auf, am seltensten war *O. cecilia* vertreten.

Diskussion

Als allgemeines Resultat der Exuvienhebung ergab sich, dass an sämtlichen renaturierten Uferabschnitten und neu erstellten Seitengerinnen bereits in der ersten Emergenzseason nach Abschluss der Bauarbeiten Gomphiden zum Schlupf kamen. Da die Entwicklung der in Aare und Reuss vorkommenden Gomphidenarten generell mindestens zwei, meist aber drei und selten sogar vier Jahre beträgt (SUHLING & MÜLLER 1996: 20), müssen jeweils ältere Larven aus dem Hauptfluss sehr rasch in die neu gebauten Seitenarme eingewandert oder verdriftet worden sein, wo sie dann zum Schlupf kamen. Ähnliches gilt für die renaturierten Flussstrecken. Nach SUHLING & MÜLLER (1996: 77) scheinen Gomphidenlarven selten zu driften, am ehesten bei Hochwasser. Diese Aussage beschränkt sich möglicherweise auf Gewässer mit langsamer Strömung. Die Befunde zu den Exuvien an den Projektstrecken der relativ rasch fließenden Reuss und Aare deuten darauf hin, dass bei stärkerem Gefälle die Drift höher ist.

Bislang lässt sich aufgrund der Resultate feststellen, dass sich die renaturierten und aufgeweiteten Flussstrecken für den Schlupf der Gomphiden eignen. Wie lange sich die Larven an diesen Stellen vor dem Schlupf aufhalten, bleibt vorerst ungewiss, und ob sich die Larven- und Exuviendichten sowie die Häu-

Tabelle 6. Exuvienfunde von Gomphiden an beiden Ufern des 600 m langen neuen Seitenarms B der Aare bei Koblenz (Projekt 8) im ersten Jahr (2005) nach Abschluss der Bauarbeiten sowie am rechten Ufer des unveränderten, parallel zu B verlaufenden Aareabschnitts A. — Table 6. Numbers of gomphid exuviae collected in 2005 in the first year after completion of the construction works on both banks of the new 600 m long side branch B of the river Aare near Koblenz (project 8) and on the right bank of the unchanged river section A running parallel to B.

ABSCHNITT	LÄNGE [m]	<i>O. forcipatus</i>	<i>G. vulgatissimus</i>	<i>O. cecilia</i>
A	1250	21	3	3
B	2 x 600	8	21	1

figkeit der Eiablagen gegenüber den verbauten Strecken tatsächlich erhöhen, müssen künftige Untersuchungen zeigen. Immerhin kann man jetzt schon feststellen, dass auch andere Tierarten wie beispielsweise Eisvogel und Biber die neuen Strecken sofort besiedeln. Aufgrund der Ergebnisse eines Vorher-Nachher-Vergleichs im Rahmen verschiedener Renaturierungsmaßnahmen am oberen Main (SCHLUMPRECHT et al. 2004) ist zu erwarten, dass sich durch die strukturellen Veränderungen die Entwicklungsbedingungen für Gomphiden allgemein verbessern. An der untersuchten Mainstrecke zeigte sich, dass *Gomphus vulgatissimus* und *G. pulchellus* im Verlauf eines Jahrzehnts deutlich zunahmen. Zusätzlich wurden zwei Arten – *Onychogomphus forcipatus* und *Ophiogomphus cecilia* – erstmals nachgewiesen.

Neben den Gemeinsamkeiten in der Spontanbesiedlung renaturierter Flussstrecken und neuer Seitenarme durch Gomphidenlarven gibt es aber auch Unterschiede. Diese sind auf die verschiedenen historischen und aktuellen Bedingungen an den jeweiligen Projektabschnitten und ihrer Nachbarschaft zurückzuführen:

Projekt 1. Auf der 4,8 km langen Strecke zwischen Mühlau und Merenschwand dominierte unter den Gomphiden im Jahr 2005 *O. cecilia* gegenüber *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus* wie schon bei früheren Erhebungen (VONWIL & OSTERWALDER 2006). Während am belassenen Abschnitt A und an der renaturierten Strecke von Abschnitt B alle drei Arten ähnlich geringe Exuviendichten aufwiesen, waren diese am 800 m langen Abschnitt C auffallend hoch. Vermutlich stammten viele Larven aus dem kleinen Fluss Lorze, der am oberen Ende von C in die Reuss mündet. Sie gelangten möglicherweise durch Drift an die untersuchte linke Reuss-Seite und kamen hier zum Schlupf. Exuvienfunde aus den Jahren 1993 (VONWIL & OSTERWALDER 2006) und 2006 (RO unpubl.) belegen das bodenständige Vorkommen von vier Gomphidenarten – *O. forcipatus*, *O. cecilia*, *G. vulgatissimus* und *G. pulchellus* – an der Lorze. Zu erwähnen ist auch, dass in einem Teilbereich von Abschnitt C die harte Uferverbauung schon vor mehr als 30 Jahren entfernt wurde. Beide Seiten der untersuchten Gewässerstrecke grenzen an mehrere Naturschutzgebiete, die sich als Imaginalhabitate für Gom-

phiden eignen. Durch die Entfernung des Hartverbau wird erwartet, dass der Fluss den Uferbereich künftig selbst gestaltet. Mit dem Hochwasser, das bereits kurze Zeit nach Abschluss der Bauarbeiten eintrat, war ein erster Schritt zu mehr Dynamik getan (vgl. ZUMSTEG 2000).

Projekt 2. Die Exuvienfunde im Projektgebiet belegen, dass auch kleinere, vollständig neu angelegte Seitengerinne schnell von Gomphidenlarven besiedelt werden. Wie in den Vergleichsabschnitten der Reuss dominierte auch im Seitenarm *O. cecilia*, die Exuviendichte war aber für alle drei nachgewiesenen Arten deutlich geringer als im Hauptgerinne (Tab. 3). Biber und Eisvogel nutzten den aufgewerteten Lebensraum ebenfalls schon nach kurzer Zeit. Um eine Gefährdung des nah gelegenen Hochwasserdamms zu vermeiden, wurden die Ein- und Auslaufbereiche des neu gestalteten Gewässers mit Blocksteinen und die Prallhangzonen durch Lebendverbau gesichert. Aus demselben Grund blieb auch die ursprüngliche Verbauung des parallel zum Seitenarm verlaufenden Flussufers bestehen. Obwohl zwei große Hochwasser in den Jahren 1999 und 2005 den gesamten Projektbereich massiv unter Wasser setzten, kam es zu keinen unerwünschten Ufererosionen.

Projekt 3. Bereits wenige Monate nach Bauende konnte im renaturierten Uferbereich der Schlupf von *O. cecilia* nachgewiesen werden. Dabei war die Exuviendichte am Projektstandort mehr als doppelt so hoch wie an der flussaufwärts liegenden Vergleichsstrecke, wobei die Larven in diesem Fall nicht wie möglicherweise bei Projekt 1 aus einem Nebenfluss stammten. Ob die erhöhte Exuviendichte auf Zufall beruht oder mit der Renaturierung zusammenhängt, lässt sich noch nicht schlüssig beurteilen. Das Uferrenaturierungsprojekt ließ sich relativ schnell durchführen, weil sich die angrenzenden Wald- und Naturschutzgebietsflächen bereits in Staatsbesitz befanden und mit der Festlegung einer 'Interventionslinie' die Sicherheit des Reusdamms gewährleistet wurde.

Projekte 4/5/6. An den drei neu angelegten Seitenarmen waren die Exuviendichten von *O. forcipatus* und *O. cecilia* teils etwas größer und teils etwas kleiner als an den Vergleichsabschnitten der Reuss. Markante Unterschiede ergaben sich aber nur für *G. vulgatissimus*: An allen Projektstrecken betrug die Exuviendichte das Vielfache der Dichten der jeweils parallel dazu verlaufenden Flussabschnitte. Die Zeitspanne zwischen dem Bauabschluss der Projekte und der Exuvienhebung 2005 betrug minimal fünf Monate und maximal eineinhalb Jahre. Damit konnten die Larven von *G. vulgatissimus*, deren Entwicklung mindestens zwei Jahre dauert, höchstens den letzten Teil ihres Lebens in den neuen Gewässern verbracht haben; sie wurden dahin verdriftet oder wanderten ein. Woher sie kamen, bleibt ungewiss. Potenzielles Entwicklungsgewässer ist die Staustrecke oberhalb des Kraftwerks Bremgarten-Zufikon. Hier liegt parallel zum Hauptgerinne der von Reusswasser durchflossene 'Flachsee', ein im Rahmen der Reusstalmelioration 1975 neu geschaffenes Wasservogelschutzgebiet. Infolge schwacher Strömung lagern sich darin Feinsande ab. An solchen Stellen

mit flachem, sich rasch erwärmendem Wasser können *Gomphus*-Larven in erhöhten Dichten auftreten (vgl. MÜLLER 1995: 131, SUHLING & MÜLLER 1996: 35). Zudem könnte das extrem warme Wetter im Sommer 2003 die Entwicklung von *G. vulgatissimus* begünstigt haben. So ist denkbar, dass die Larven im Verlauf ihrer Entwicklung mindestens acht Kilometer flussabwärts verdriftet wurden, schliesslich in die neuen Seitenarme gelangten und an den Projektgewässern 4 (B) und 6 (D) in außergewöhnlichen Dichten auftraten. Dies passt zum Befund, dass an den beiden Reussabschnitten A und E die Exuviendichte von *G. vulgatissimus* am gut besonnten Gleithang der Reusssschleife, die parallel zu den Seitenarmen verläuft, am höchsten war. Nach den Ergebnissen von Temperaturwahlexperimenten mit *Gomphus*-Arten suchen die Larven aktiv wärmere Bereiche auf (SUHLING & MÜLLER 1996: 35). Dies könnte erklären, weshalb *G. vulgatissimus* gerade an den sandigen und ruhigen Stellen der Seitenarme derart häufig zu finden war, in den schnell durchströmten Bereichen der Reuss – auch unterhalb des Kraftwerks – aber nur spärlich auftrat.

Bei Erhebungen im Jahr 1994 konnten in zwei Durchgängen im Staubereich des Kraftwerks auf 5 km Länge nur zehn Exuvien von *G. vulgatissimus* gefunden werden, auf der 27 km langen Reuss-Strecke zwischen dem Stauwehr und der Einmündung der Reuss in die Aare waren es 22 (VONWIL & OSTERWALDER 2006).

Ob der Bestand von *G. vulgatissimus* an der Reuss tatsächlich zunimmt, wie die teilweise markant höheren Exuvienzahlen der Jahre 2004/2005 vermuten lassen, müssen weitere Untersuchungen zeigen. Denkbar ist, dass das wärmere Klima, die Erweiterung der Strukturvielfalt und die Verbesserung der Wasserqualität der Reuss und ihrer Zuflüsse (MATTMANN 2005) diese Entwicklung begünstigen.

Projekt 7. Dass am neuen Seitenarm im Jahr 2000 nur *G. vulgatissimus* und *O. forcipatus* gefunden wurden und *O. cecilia* ausblieb, war zu erwarten. Letztere konnte oberhalb der Einmündung der Reuss in die Aare bei früheren Untersuchungen nur spärlich nachgewiesen werden, unterhalb der Reussmündung aber markant häufiger (VONWIL & OSTERWALDER 2006). Der Einlauf des Seitenarms befindet sich oberhalb der Reussmündung auf der linken Seite der Aare, am Beginn des Abschnitts B, der Auslauf unterhalb der Reussmündung, im Abschnitt D. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Imagines von *O. cecilia* den Weg von der Reuss oder vom unteren Aarebereich in den Seitenarm finden werden, so wie z.B. an Flüssen Mittelfrankens in Bayern, wo durch Markierung von *O. cecilia*-Imagines nachgewiesen wurde, dass einige Männchen mehrere Kilometer weit flogen und neue, vom Entwicklungsgewässer entfernte Flussabschnitte aufsuchten (WERZINGER & WERZINGER 1995).

Projekt 8. Hier entstand im Rahmen des Sachprogramms „Auenschutzpark Aargau“ ein neues Fließgewässer, indem ein verlandetes Altwasser wieder mit der Aare verbunden wurde. Der unmittelbar vor der Aaremündung in den Rhein liegende Seitenarm weist einen sandigen Untergrund auf und sollte vor allem für

Fische als Winterlebensraum und Rückzugsgebiet bei Hochwasser dienen. Biber und Eisvogel wurden hier schon kurz nach Abschluss der Bauarbeiten beobachtet. Von den Gomphiden kamen alle drei Arten zum Schlupf, wobei die Exuviendichten gering waren und nicht wesentlich von denen des Vergleichsabschnitts an der Aare abwichen. Auch in diesem Fall mussten alle Larven aus der Aare in das Seitengerinne eingewandert oder verdriftet worden sein.

Allgemein zeigt sich bei der Renaturierung von Flussläufen, dass die Strecken als Folge des Uferückbaus und der Auenausweitung rasch und nachhaltig mit Gomphiden und weiteren Libellenarten besiedelt werden (vgl. auch SCHLUMP-RECHT et al. 2004). Dies ist ein Indiz dafür, dass Strukturverbesserungen zu erhöhter Artenvielfalt führen. Bei neuen Vorhaben im Hinblick auf die Artenförderung sind deshalb die Besiedlungspotenziale und die herrschenden Bedingungen sowohl am Projektstandort wie auch in dessen Nachbarschaft in die Planung einzubeziehen (z.B. RUST-DUBIÉ et al. 2006).

Dank

Ich bedanke mich bei Hansruedi Wildermuth für die versierte Hilfe bei der Konzeption und Abfassung des Manuskripts sowie bei Klaus-Guido Leipelt, Ole Müller und Florian Weihrauch für wertvolle fachliche und formale Hinweise. Zu Dank verpflichtet bin ich auch Thomas Egloff für die Durchsicht des Artikels im Hinblick auf Auenschutzfragen sowie Gottfried Hallwiler, Peter Hohler, Alois Huber, Bernadette Osterwalder, Gerhard Vonwil und Edi Weibel, die sich jeweils für den Transport von den Endpunkten zurück an die Ausgangspunkte der Untersuchungsstrecken zur Verfügung stellten.

Literatur

- 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. *Naturschutz am Südlichen Oberrhein* 1: 187-210
- MATTMANN B. (2005) Untersuchung der Reuss und ihrer Zuflüsse unterhalb des Vierwaldstättersees in den Jahren 1999-2003. Zusammenstellung der Untersuchungen zur Wasserqualität. Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt; Kanton Zug, Amt für Umweltschutz; Kanton Luzern, Dienststelle Umwelt und Energie
- MÜLLER O. (1995) Ökologische Untersuchungen an Gomphiden (Odonata: Anisoptera) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenstadien. Cuvillier, Göttingen
- OSTERWALDER R. (2004) Gomphiden-Nachweise an Fließgewässern im Kanton Aargau (Schweiz) und angrenzenden Gebieten 1993-2001. *Mercuriale* 4: 6-16
- RUST-DUBIÉ C., K. SCHNEIDER & T. WALTER (2006) Fauna der Schweizer Auen – Eine Datenbank für Praxis und Wissenschaft. Bristol Stiftung, Zürich; Haupt, Bern

- SCHLUMPRECHT H., C. STRÄTZ, W. POTRYKUS & K. FROBEL (2004) Libellenverbreitung und wasserwirtschaftliche Renaturierungsmaßnahmen im oberen Maintal. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 36: 277-284
- SUHLING F. & O. MÜLLER (1996) Die Flußjungfern Europas. Gomphidae. Die Neue Brehm-Bücherei 628. Westarp Wissenschaften, Magdeburg
- VONWIL G. & R. OSTERWALDER (1994) Kontrollprogramm NLS. Libellenfauna Reusstal 1988-1992. *Grundlagen und Berichte zum Naturschutz* 7 [Baudepartement Aargau, Aarau]: 1-82
- VONWIL G. & R. OSTERWALDER (2006) Kontrollprogramm Natur und Landschaft. Die Libellen im Kanton Aargau. *Umwelt Aargau*, Sondernummer 23 [Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer, Aarau]: 1-96
- WERZINGER S. & J. WERZINGER (1995) Zwischenbericht über Planbeobachtungen an der Grünen Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*) an sechs Flüssen im zentralen und nördlichen Mittelfränkischen Becken. Gutachten, Abteilung "Ökologie heimischer Libellen" in der Naturhistorischen Gesellschaft, Nürnberg
- 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
- ZUMSTEG M. (2000) Mehr Raum für die Aare im Ausschachen Brugg. *Brugger Neujahrsblätter* 110 [Effinger, Brugg]: 59-76