

Armleuchteralgen als Substrat für Larven von *Onychogomphus forcipatus forcipatus* (Odonata: Gomphidae)

Ole Müller und Bea Müller

eingegangen: 4. Januar 2001

Summary

Stoneworts as an substratum for larvae of Onychogomphus forcipatus forcipatus (Odonata: Gomphidae) – In an oligotrophic mining lake in Brandenburg, Germany, larvae of *O. f. forcipatus* were found in pads of the Common Stonewort *Chara contraria* (Charophyceae: Characeae). Under laboratory conditions, given the choice between stoneworts and bare sand the larvae preferred stoneworts significantly, but they showed no significant preference when the sand was covered by detritus. The pads provide different microhabitats for larvae of gomphid dragonflies. Under artificial conditions in the laboratory, *O. forcipatus* larvae were usually found buried in the basal layered which consist of rotting material and *Chara* rhizoids. Some larvae were also recorded sitting in the *Chara* thalli and waiting for prey. The use of different microhabitats is interpreted as an anti-predator behaviour and adaptive behaviour to improve the efficiency of hunting as well.

Zusammenfassung

In einem oligotrophen Tagebausee in Brandenburg wurden Larven von *Onychogomphus f. forcipatus* in Polstern der Armleuchterlage *Chara contraria* (Charophyceae: Characeae) nachgewiesen. Um Informationen über die Nutzung von Algen-Habitaten zu erhalten, führten wir Substratwahlversuche unter Laborbedingungen durch. *O. forcipatus* präferierte Algen-Polster gegenüber nacktem Sand. Zwischen mit Detritus bedecktem Sand und solchem mit Armleuchteralgen bestanden keine signifikanten Unterschiede in der Nutzung. Armleuchteralgen bieten verschiedene Mikrohabitate für Gomphidenlarven. Unter künstlichen Bedingungen im Labor vergruben sich die Larven meist in der basalen Zone aus verrottendem Material und *Chara*-Rhizoiden. Einige Larven konnten außerdem in den Armleuchteralgen-Thalli bei der Ansitzjagd beobachtet werden. Die Nutzung verschiedener Mikro-

habitate wird als adaptives Verhalten zur Prädationsvermeidung und zur Steigerung der Effizienz bei der Nahrungssuche interpretiert.

Einleitung

Onychogomphus forcipatus forcipatus (L.) entwickelt sich im norddeutschen Flachland wahrscheinlich bevorzugt in Stillgewässern. Dies belegen die Nachweise von BEUTLER (1986) und MAUERSBERGER (1993) aus Seen in Brandenburg. STÖCKEL (1984) sowie LAMPEN & GOTTSCHALK (1993) haben die Art an Seen in Mecklenburg gefunden. Im Gegensatz zu Südeuropa (SUHLING & MÜLLER 1996) scheint *O. forcipatus* in Nordost-Deutschland viel seltener Fließgewässer zu nutzen (ZESSIN 1986, MAUERSBERGER 2000).

Über die Lebensweise der Larven ist nur sehr wenig bekannt. Das gilt vor allem für die Habitatwahl in Seen. Lediglich BEUTLER (1989) beschreibt, dass sie in den Uferbereichen feine, mineralische Substrate mit Detritusauf-lagen bevorzugen, in denen sie sich verbergen.

Im Zuge von Untersuchungen zum Habitatwahlverhalten von *O. f. forcipatus* wurde in einem ehemaligen Tagebau in Brandenburg die Nutzung von Armleuchteralgen (*Chara contraria*) als Substrat beobachtet. Diese Beobachtungen sollen kurz dokumentiert und unter verhaltensökologischen Gesichtspunkten interpretiert werden. Vorläufige experimentelle Befunde zur Habitatwahl der Larven sollen die Interpretationen unterstützen.

Methoden

Freilanduntersuchungen

Die Beobachtungen wurden am Helene-See (Ostbrandenburg, MTB 3753) bei Frankfurt (Oder) gemacht. Der Helene-See ist ein alter Tagebau, der nach seiner Auskohlung 1959 geflutet wurde. Das Nord- und das Westufer werden heute als öffentliche Badestelle genutzt. Der bis zu 60 m tiefe und 250 ha große See zeigt steile Uferabbrüche. Röhrichtzonen sind nur sporadisch, besonders am Südufer ausgebildet. An submerser Vegetation wachsen unter anderem ausgedehnte Rasen an Armleuchteralgen (z.B. *Chara contraria*). Der oligotrophe See ist von Birken (*Betula pendula*) und Kiefern (*Pinus sylvestris*) umstanden, von denen auch der Großteil des allochthonen Detritus im Litoral stammt. Der mineralische Bodengrund ist im Uferbereich fein- bis grobsandig. Das Nord- und das Westufer werden als öffentliche Badestelle genutzt.

Am 21. Oktober und 4. November 2000 fingen wir Larven von *O. forcipatus* für eine experimentelle Studie zum Substratwahlverhalten. Um erste Befunde über die Vorzugshabitate der Larven zu erhalten, beprobten wir ein kleines Spektrum von Strukturen mit einer Stieldredge (vgl. MÜLLER 1995). Dazu wurde von nacktem, mineralischem Substrat, Algen-Polstern sowie mineralischem Substrat mit Detritusauflage je 0,8 m² Bodenfläche in Tiefen zwischen 0,4 und 1,5 m systematisch nach Larven beprobt. Die Larven wurden mit einem Sieb und per Hand aus den Proben gesammelt. Nach der Vermessung wurden sie für weiterführende Versuche gehältert.

Zur Analyse potenzieller Mikrohabitate wurden komplette Algen-Polster mit Substratunterlage aus ufernahen Bereichen geborgen und auf ihre Strukturen untersucht.

Laboruntersuchungen

Im Labor führten wir die Larven in einfache Substratwahlversuche ein. In Kunststoff-Behältern (300x300x200 mm) wurden den Larven je zwei Substrat-Typen zur Wahl angeboten. Das mineralische Substrat (Fein- bis Mittelsand) wurde mit einer Schichtdicke von 25 mm eingebracht. Je zwei Teilflächen von nacktem, mineralischem Substrat (150x150 mm) standen entsprechende Flächen mit Algen-Polstern gegenüber. Folgende Substrat-Typen wurden den Larven angeboten:

Versuch 1: nacktes, mineralisches Substrat gegen Algen-Polster auf mineralischem Substrat

Versuch 2: mineralisches Substrat mit Grobdetritus-Auflage gegen Algen-Polster auf mineralischem Substrat

Substrate und Wasser wurden dem Untersuchungsgewässer entnommen. Unter künstlicher Beleuchtung (H:D = 12:12 h) und Temperaturen um 12 ± 2 °C wurden die Aufenthaltsbereiche von je 10 Larven (F-0 bis F-3) über 5 Tage aufgenommen. Im Abstand von 24 h registrierten wir die Anzahl der Larven in jedem Substratfeld sowie ihren vertikalen Aufenthaltsbereich in den Algen-Polstern. Anschließend erfolgte eine neue Gleichverteilung der Larven auf die Substratfelder. Die vorgefundenen Verteilungen testeten wir mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest (KS-Test) auf Gleichverteilung.

Tab. 1: Vorläufige Befunde zur Belegung der untersuchten Strukturen durch benthische Anisopterenlarven am Helene-See (Brandenburg). Angegeben ist die Individuendichte je m² nach der Untersuchung von 0,8 m² je Struktur. – Tab. 1: Density (individuals m²) of benthic Anisoptera larvae in different habitats of the Lake Helene, Brandenburg, Germany.

Arten	Struktur		
	Detritus (n=25)	Chara (n=5)	Sand (n=6)
<i>O. f. forcipatus</i>	13,75	5,00	3,75
<i>G. vulgatissimus</i>	15,00	1,25	1,25
<i>O. cancellatum</i>	2,50	-	2,50

Ergebnisse

Verteilung der Larven im Freiland

Bei der Untersuchung von 2,4 m² Litoralfäche konnten insgesamt 36 benthisch lebende Anisopterenlarven gefangen werden. Davon entfielen 18 Individuen auf *Onychogomphus forcipatus*, 14 auf *Gomphus vulgatissimus* und 4 auf *Orthetrum cancellatum*. In den untersuchten Bereichen nutzten diese Arten teilweise die gleichen benthischen Strukturen.

Am häufigsten waren die Larven von *O. forcipatus* in Strukturen nachzuweisen, in denen Detritusaufgaben auf mineralischen Substraten oder Detritusbeimischungen auftraten (Tab. 1). Dies war besonders um die wenigen Röhrichtbereiche kleiner Seebuchten der Fall, wo die Wellenbewegung gebremst wurde und sich grobes organisches Material akkumulieren konnte. Daneben waren vier Larven von *O. forcipatus* und ein Individuum von *G. vulgatissimus* in dichten Beständen von *Chara contraria* vertreten. Von offenem, mineralischem Grund gelangen nur drei Nachweise von *O. forcipatus* und einer von *G. vulgatissimus*.

Beschreibung potenzieller Mikrohabitate in Chara-Polstern

Polster von Characeen bieten in ihrer Vegetationsperiode vier potenzielle Mikrohabitate für Gomphidenlarven (Abb. 1).

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| (1) terminale Wachstumszone | (3) anaerobe Übergangszone |
| (2) aerobe Übergangszone | (4) mineralisches Substrat |

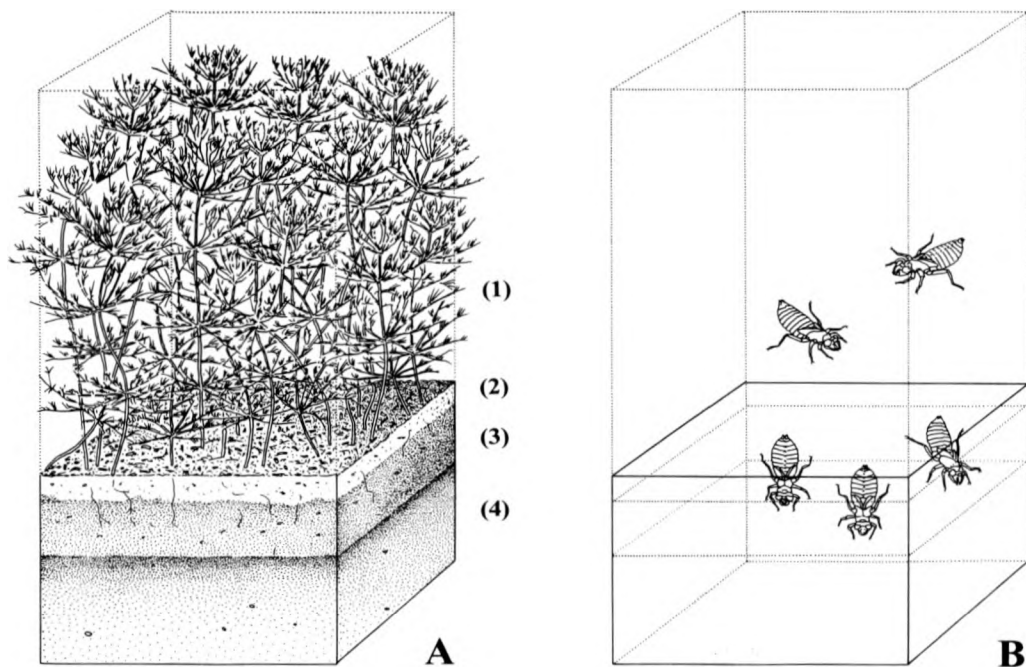


Abb. 1: (A) Mikrohabitate in einem Polster von Armleuchteralgen (*Chara contraria*), (1) terminale Wachstumszone, (2) aerobe Übergangszone, (3) anaerobe Übergangszone, (4) mineralisches Substrat; (B) Beobachtete Positionen von *Onychogomphus forcipatus* im Polster. – Fig. 1: (A) Microhabitats in a pad of *Chara contraria*; (1) terminal growth zone, (2) aerobic transition zone, (3) anaerobic transition zone, (4) mineralic sand; (B) observed positions of *Onychogomphus forcipatus* in the pad.

In der terminalen Wachstumszone bildeten die Algen ein Geflecht, in welchem eine große Palette potenzieller Beutetiere verschiedener Taxa nachgewiesen werden konnte. Zwischen den wachsenden Algen-Thalli und dem mineralischen Untergrund war eine Übergangszone aus verrottendem Algenmaterial ausgebildet. Neben dem Algen-Detritus befanden sich in dieser Schicht auch die Hüllen der Kalziumkarbonat-Inkrustierungen, die noch lange nach dem Abbau der Armleuchteralgen erhalten bleiben. Detritus und Karbonat-Partikel bildeten in der Übergangszone ein weiches Sediment, das von den dünnen Rhizoiden der Algen locker durchzogen wurde. Sowohl in den unteren Schichten dieser Übergangszone als auch in den sich anschließenden Kontaktbereichen des mineralischen Untergrundes herrschten anaerobe Bedingungen, die an starker Sulfidbildung erkennbar waren. Die aerobe Übergangszone war lokal unterschiedlich stark ausgebildet und fehlte an einigen Probestellen ganz. Im Jahresverlauf veränderten sich die Polster. Im Herbst starben die Thalli ab und die aerobe Übergangszone verschwand.

Verhalten der Larven in Laborversuchen

Die Wahlhäufigkeiten zwischen Algen-Polstern und Detritusauflagen unterschieden sich nicht signifikant von einer Gleichverteilung (Abb. 2: (A); KS-Test; $D=0,086$; $p > 0,1$; $n=156$). Im Vergleich zu nacktem, mineralischem Substrat waren die Larven signifikant häufiger in den Algen-Polstern zu finden (Abb. 2: (B); KS-Test; $D=0,139$; $p < 0,01$; $n=216$).

Unter künstlichen Bedingungen verbargen sich die Larven unter Lichteinwirkung tief in den Algen-Polstern. Dabei drangen sie teilweise bis in die anaerobe Übergangszone an der Basis der Polster vor, in die sie mit dem Kopf voran eintauchten. Bei einigen Larven waren Kopf und Thorax von einer Sulfidschicht bedeckt. Die Analpyramide wurde stets in Richtung Freiwasser positioniert. Bei den insgesamt 372 Kontrollereignissen konnten 3 Tiere bei der Ansitzjagd in der terminalen Wachstumszone beobachtet werden. Diese Beobachtungen machten wir unter Hellbedingungen.

Diskussion

Die Larven der meisten Gomphidenarten leben als "burrowers" (CORBET 1962) in benthischen Strukturen von Fließ- und Stillgewässern. Auf physikalische Eigenschaften bestimmter Habitate und biotische Interaktionen mit anderen Arten sind die Larven der Gomphiden im Hinblick auf Grabeaktivität,

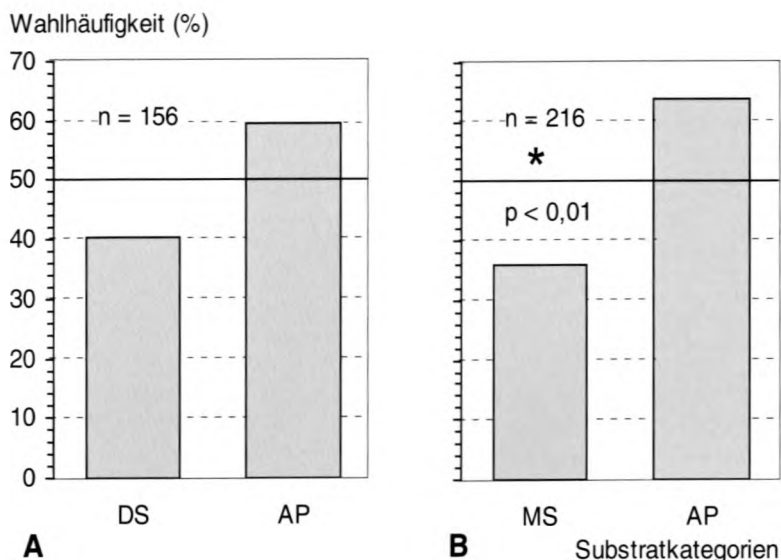


Abb. 2: Substratwahl von *Onychogomphus forcipatus* in Wahlversuchen; (A) Sand mit Detritusauflage (DS) gegen *Chara*-Polster (AP); (B) Sand ohne Auflage (MS) gegen *Chara*-Polster (AP) (* $p < 0,01$; signifikante Unterschiede nach KS-Test). – Fig. 2: Substrate choice in larval *Onychogomphus forcipatus*; (A) sand covered with detritus (DS) against pad of the green alga (AP); (B) sand without detritus (MS) against pad of the stoneworts (AP) (* $p < 0,01$; significant differences between the types of substrates tested by Kolmogorov-Smirnov smooth test).

Drift- und Prädationsvermeidung sowie im Nahrungserwerb adaptiert (zusammenfassend in SUHLING & MÜLLER 1996). Unter den physikalischen Faktoren scheint der Substratzusammensetzung eine große Bedeutung zuzukommen. Das Spektrum der von Gomphiden genutzten Substrate ist sehr groß. Überwiegend handelt es sich jedoch um mineralische Substrate oder Detritus, beziehungsweise um eine Mischung der beiden Komponenten. Die Nutzung von Vegetation durch Gomphidenlarven wurde bisher nur von SCHRIDDE & SUHLING (1994) beschrieben. Sie fanden *Gomphus simillimus*, *G. pulchellus*, *Onychogomphus uncatus* und *Ophiogomphus cecilia* in Strukturen mit Armleuchteralgen (*Chara* sp.), Wasserrinze (*Mentha aquatica*), Schmalblättrigem Merk (*Berula angustifolia*) und Gefärbtem Laichkraut (*Potamogeton coloratus*) in Fließgewässern Südfrankreichs. Welche Mikrohabitate innerhalb dieser Vegetationsbestände genutzt wurden, ist jedoch unbekannt.

Die experimentellen Befunde zur Substratwahl zeigen eine deutliche Präferenz von Algenflächen gegenüber nackten, mineralischen Substraten. Das Leben in den Algen-Polstern bietet möglicherweise verschiedene Vorteile gegenüber mineralischen Substraten:

- (1) Vor allem in der terminalen Wachstumszone der Algen-Polster ist die Dichte potenzieller Beutetiere größer als in angrenzenden Strukturen.
- (2) Flexible Jagdstrategien in den verschiedenen Mikrohabitaten der Polster können insgesamt den Jagderfolg erhöhen.
- (3) Für Prädatoren wie den substratkauenden Steinbeißer (*Cobitis taenia*) sind die Larven in der Vegetation schwerer zugänglich als in offenen Strukturen.

Weitere Freilandstudien und die experimentelle Überprüfung dieser Thesen könnten die Frage nach den ökologischen Hintergründen der Nutzung von Algen-Polstern genauer klären.

Allgemein ist bekannt, dass die Artenvielfalt besonders an Insekten in Vegetationsbeständen größer ist als in rein mineralischen Strukturen (z.B. MINSHALL 1984). Geht man davon aus, dass *O. f. forcipatus* ebenso wie *Ophiogomphus cecilia* verschiedene Jagdstrategien nutzen kann (MÜLLER 1993), dürften die Larven in den Algen-Polstern viel häufiger Beutekontakte haben und hier auch ihren Jagderfolg maximieren können. In der Übergangszone (Abb. 1; 2 und 3) mit ihrer weichen, feinkörnigen Konsistenz können sie aktiv nach Chironomiden und Tubificiden jagen. Die Verbindung zur aeroben Zone wird über die Analpyramide ständig aufrecht erhalten. Durch die senkrechte Stellung können die Larven auch tiefere Regionen der anaeroben Übergangszone erreichen. Bewegen sie sich zwischen den Rädien der Algen-Thalli in der Wachstumszone, könnten sie als Ansitzjäger auf Beute lauern. Über die Nutzung von Algen-Polstern durch Bodenfische wie Steinbeißer gibt es keine sicheren Erkenntnisse. Es ist aber anzunehmen, dass die Deckungsmöglichkeiten zwischen den Thalli der Algen und ihrer verrottenden Reste ungleich vielfältiger sind, als in einer sandigen Substratfläche.

Anders als im Experiment waren die Larven in den bisher untersuchten Proben häufiger in Detritus-Substraten zu finden. Dieses bereits von BEUTLER (1989) beschriebene Verhalten deckt sich mit den Ergebnissen, die von anderen mitteleuropäischen Gomphiden vorliegen (z.B. FOIDL 1990; SUHLING 1991, 1994; MÜLLER 1995). Die Unterschiede zwischen Freilanddaten und Laborbefunden wollen wir mit dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial noch nicht abschließend bewerten.

Danksagung

Für kritische Hinweise zum Manuskript danken wir Andreas Martens, Rüdiger Mauersberger, Gerlind Müller, Falk Petzold, Gabi Scherer-Streich, Frank Suhling und Florian Weihrauch. Walter Wimmer danken wir für die Nachbestimmung von *Chara*.

Literatur

- BEUTLER, H. (1986): Beiträge zur Libellenfauna Ostbrandenburgs – eine erste Übersicht (Insecta, Odonata). *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 14: 51-60
- BEUTLER, H. (1989): Notiz zur Lebensweise von Zangenlibellenlarven, *Onychogomphus forcipatus* (L.), in ostbrandenburgischen Seen (Insecta, Odonata, Gomphidae). *Beeskower nat. wiss. Abh.* 3: 93- 94
- CORBET, P.S. (1962): *A Biology of Dragonflies*. Witherby, London.
- FOIDL, J. (1990): *Untersuchungen zum Larvenbiotop von Gomphus vulgatissimus Linné 1758 (Gemeine Keiljungfer)*. Diplomarb. Albert-Ludwigs-Univ. Freiburg, Fak. Biol.
- LAMPEN, H.-P. & E. GOTTSCHALK (1993): Zur Libellenfauna des Naturschutzgebietes Nossentiner/Schwinzer Heide. *Naturschutzarb. Mecklenburg-Vorpommern* 36: 20-24
- MAUERSBERGER, R. (1993): Gewässerökologisch-faunistische Studien zur Libellenbesiedlung der Schorfheide nördlich Berlins. *Arch. Natursch. Landschaftsforsch.* 32: 85-111
- MAUERSBERGER, R. (2000): Rezent es Fließgewässervorkommen von *Onychogomphus forcipatus* in Brandenburg (Odonata: Gomphidae). *Libellula* 19: 97-103
- MINSHALL, G. W. (1984): *Aquatic insect - substratum relationships*. In: RESH, V.H. & D.M. ROSENBERG: *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger, New York, Westport, Connecticut, London: 358-400
- MÜLLER, O. (1993): Zum Beutefangverhalten der Larven von *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy), *Gomphus flavipes* (Charp.) und *Gomphus vulgatissimus* (L.). *Libellula* 12: 161-173
- MÜLLER, O. (1995): *Ökologische Untersuchungen an Gomphiden (Odonata: Gomphidae) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenstadien*. Diss. Humboldt-Univ. Berlin
- SCHRIDDE, P. & F. SUHLING (1994): Larval dragonfly communities in different habitats of a mediterranean running water system. *Adv. Odonatol.* 6: 89-100
- STÖCKEL, G. (1984): Zur Häufigkeit der Libellenarten in Kreis Neustrelitz (Bezirk Neubrandenburg) einst und jetzt. *Naturschutzarb. Mecklenburg-Vorpommern* 27: 83-87
- SUHLING, F. (1991): *Habitatansprüche der Larven von Gomphus pulchellus Selys, 1840 (Odonata: Gomphidae)*. Diplomarb., Zool. Inst. Techn. Univ. Braunschweig
- 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 (Gomphidae)*. Die Neue Brehm-Bücherei 628. Westarp Wissenschaften, Magdeburg & Spektrum, Heidelberg
- ZESSIN, W. (1986): Die Libellenfauna der Warnow- ein Beitrag zu ihrer qualitativen und quantitativen Erfassung. *Naturschutzarb. Mecklenburg-Vorpommern* 20: 27-32