

# Zur Ernährungsökologie von *Ephoron virgo* (Ephemeroptera) im Rhein: Die Entwicklung der Mundwerkzeuge und der Einfluss von Nahrungskonkurrenz auf die filtrierenden Larven

Armin Kureck & Rosita Bieg

## 1. Einleitung

Die große Eintagsfliege *Ephoron virgo* war früher in Flüssen häufig. Im Rhein fehlte sie aber jahrzehntelang. Erst als sich die Wasserqualität wieder verbesserte, kehrte sie zurück und fiel in Köln bald durch Massenschwärme auf, die an Sommerabenden 1990 und 1991 sogar den Verkehr auf den Rheinbrücken behinderten (KURECK 1992, 1993). Massenflüge dieser Art gab es früher regelmäßig an größeren Flüssen. Stellenweise wurden die Insekten sogar mit Feuern und Lampen angelockt und als Tierfutter ("Weißwurm") oder Dünger verwendet.

An Main, Neckar und Donau wurden auch in den letzten Jahren immer wieder Massenflüge dieser Art beobachtet, am Niederrhein blieben sie dagegen spärlicher. Hier lebt die Art nun zwar seit über einem Jahrzehnt wieder in einer stabilen Population, ihre Populationsdichte sank allerdings ab. Was könnten die Ursachen dafür sein? Spielt die unterschiedliche Wasserführung in einer Reihe von trockenen und nassen Jahren eine Rolle? Liegt der Rückgang im normalen Schwankungsbereich der Populationsdichten, oder weist er auf eine veränderte Wasserqualität hin? Spielt ein reduziertes Nahrungsangebot für die filtrierenden Larven (geringere Algenproduktion, weniger Plankton) oder verstärkte Nahrungskonkurrenz eine Rolle?

Eine massive Verschlechterung der Wasserqualität war in den letzten Jahren nicht erkennbar. Zwar muss bei der Vielfalt punktueller und diffuser Einleitungen im Rhein auch mit Mikroverunreinigungen und toxischen Stoffen gerechnet werden, aber hier ist ein Nachweis direkter Wirkungen schwer. Es gibt auch keine konkreten Hinweise in diese Richtung. Andererseits fällt die rasche Vermehrung einiger neu eingeschleppter Arten mit dem Rückgang der Bestandsdichten von *Ephoron virgo* zusammen.

In den letzten Jahren haben sich Neozoen, insbesondere Muscheln und Flohkrebse (Amphipoden) massiv ausgebreitet und dominieren heute das Makrozoobenthos des Rheins. Der Amphipode *Dikerogammarus villosus*, der seit 1995 im Rhein gefunden wird, lebt heute in Massen an den Stellen, an denen wir 1992 noch viele Eintagsfliegenlarven fanden. Er ernährt sich auch carnivor und verdrängt offenbar verwandte

Kleinkrebse (DICK & PLATVOET, 2000). In unseren Versuchsbecken reduzierte er die Zahl der eingesetzten Ephoron-Larven deutlich (OTTENBERG 2000, KURECK et al. 2001).

Die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea* hat seit ihrem ersten Auftreten 1988 enorme Dichten erreicht. Sie könnte als effektiver Filtrierer ein Nahrungskonkurrent der filtrierenden Eintagsfliegenlarven sein. Nach SCHÖL et al. (1999) reduzieren Muscheln (*Dreissena polymorpha*) das Phytoplankton in einem Fluss so stark, dass die Populationen flussabwärts beeinträchtigt werden. Ephoron-Larven verwerten Partikel in der Größenordnung ab 1 µm (HEINEN 1995, OTTENBERG 2000), die auch die Muscheln aufnehmen. Der Einfluss der Körbchenmuscheln auf das Wachstum von *Ephoron virgo* wurde daher geprüft, ebenso die Auswirkungen künstlicher Nahrungsverknappung.

## 2. Ernährungsweise von *Ephoron virgo* und Entwicklung der Filterstrukturen

Die Ernährungsweise der Larven wurde früher kurz beschrieben (KURECK 1993, 1996) und beim Vortrag auch im Video demonstriert. Die Larven graben U-förmige Gänge, durch die sie das Wasser mit ihren abdominalen Kiemen pumpen. Ein feiner Borstenapparat an Kopf und Vorderbeinen filtert dabei Schwebstoffe aus dem Wasser. Wie bei allen Eintagsfliegen fehlen im ersten Larvenstadium noch die Kiemen. Der typische Grabeapparat und die Filterborsten sind dann auch noch nicht ausgebildet (Abb. 1).

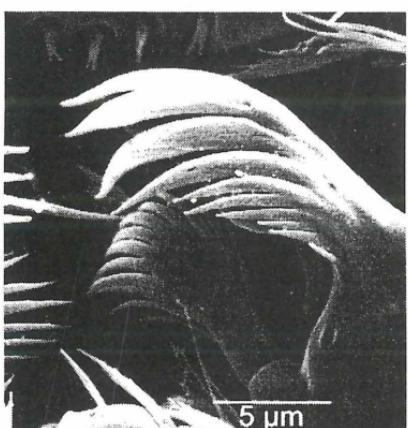
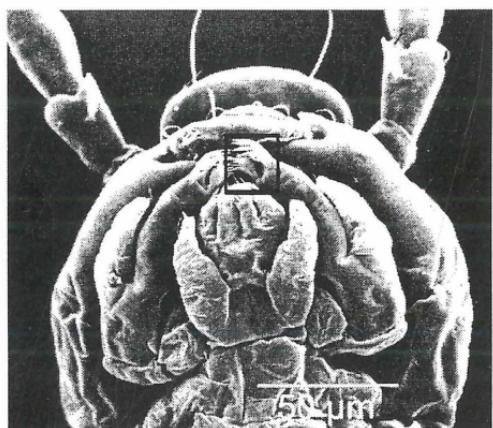


Abb. 1: *Ephoron virgo*: 4 Tage alte Larve: Kopf von ventral. Der Ausschnitt (Rahmen links und Bild rechts) zeigt die Maxillen-Kämme, mit denen der Biofilm abgeweidet wird. Die Mandibel-Stosszähne sind erst als kleine Spitzen erkennbar. (REM-Fotos: OTTENBERG & BIEG.)

Die Junglarven ernähren sich zunächst vom Biofilm im Lückensystem an der Flusssohle. Kämme an den Maxillen (Abb. 1) helfen, den Biofilm abzuweiden. Im Rhein wurden kleine Larven bis 40 cm tief im Interstitial gefunden (WANTZEN 1992). Ottenberg (2000) untersuchte die Entwicklung der Filterstrukturen. Danach waren in unseren Laborzuchten die für grabende Larven typischen Mandibel-“Stosszähne” und der Filterapparat nach drei Wochen gut ausgebildet. Die Abbildungen 2, 3, und 4 zeigen

weitere Stadien dieser Entwicklung am Beispiel des Kopfes. Auch die Kiemen und die Vorderbeine werden im Laufe der Entwicklung für die filtrierende Lebensweise umgestaltet.

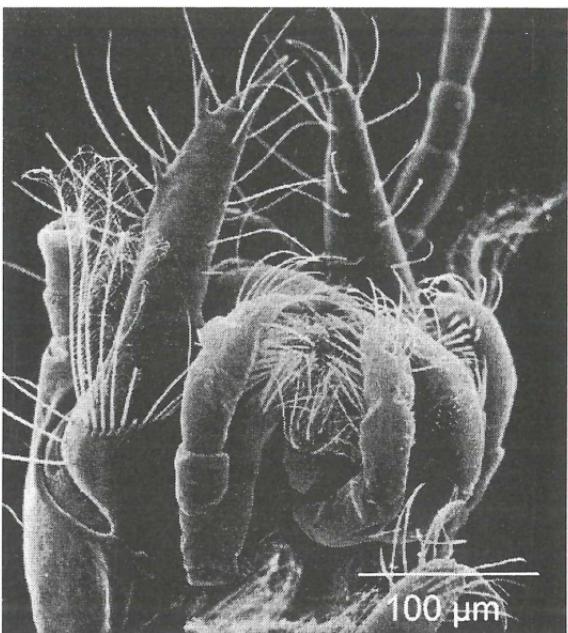


Abb. 2: Kopf einer 25 Tage alten Larve (von rechts unten). Die "Stosszähne" sind weit entwickelt und bereits mit Filterborsten besetzt. (REM-Foto: OTTENBERG & BIEG)

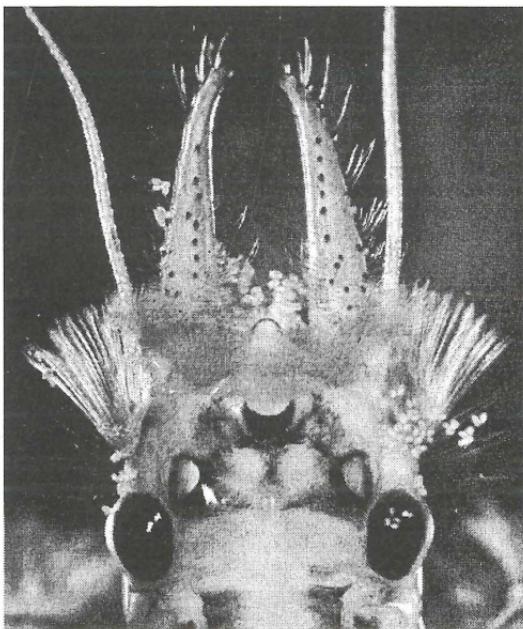


Abb. 3: Kopf einer ausgewachsenen Larve von oben. Die Mandibel-Stosszähne reichen nun weit nach vorn. Der Kopf ist dicht mit Filterborsten besetzt.

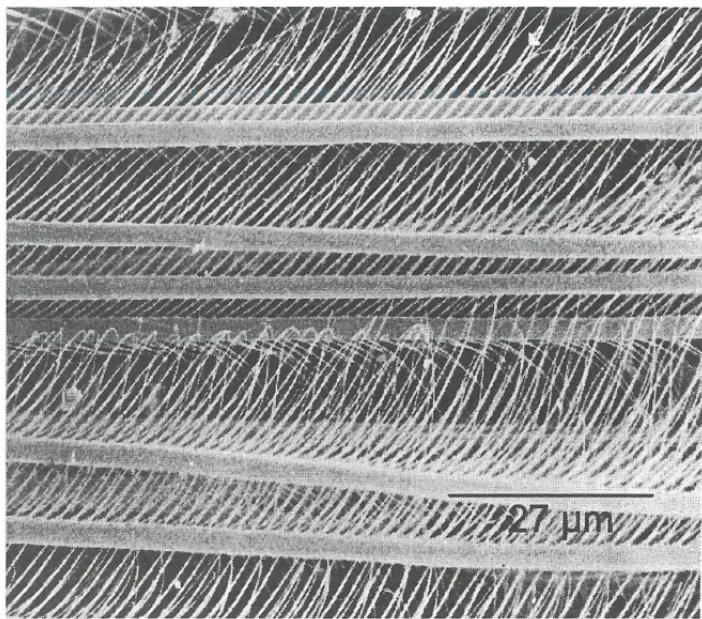


Abb. 4: Filterborsten am basalen Teil der Mandibeln. (REM-Foto: OTTENBERG.)

### 3. Methoden

Laborversuche zur Interaktion verschiedener Arten sind problematisch, wenn durch künstliche Wasser- oder Futterbedingungen die Konkurrenzstärken gegenüber dem Freiland verschoben werden. Unsere Versuche wurden daher nur in frischem Rheinwasser mit seinem gegebenen Planktongehalt direkt auf dem Rhein durchgeführt. Auf dem schwimmenden Bootshaus der Universität zu Köln wurde ein „Ökologisches Rheinlabor“ eingerichtet, in dem die Tiere freilandnah gehalten werden können. Das Bootshaus liegt in der Strömung oberhalb der Kölner Innenstadt (Internetseite: s. Literaturverzeichnis). Rheinwasser wird auf kurzem Weg in ein Überlaufbecken gepumpt, in dem ein Siebkasten (250  $\mu\text{m}$  Maschenweite) die Eindrift größerer Tiere verhindert. Von dort läuft es durch die Versuchsbecken.

Pro Versuch wurden sechs Rundbecken (nutzbare Sedimentfläche je 880  $\text{cm}^2$ ) verwendet. Alle wurden mit einer Schicht Sand gefüllt, in dem sich die Tiere eingraben konnten. Darauf lagerte sich Feinsediment aus dem Rheinwasser ab.

Bei Versuchsbeginn wurden aus überwinterten Eiern geschlüpfte Larven von *Ephoron virgo* eingesetzt. Die Methode von Kureck zur Gewinnung und Lagerung der Eier und zur Aufzucht der Larven kann hier nicht im Detail beschrieben werden. Sie wurde bereits bei ökotoxikologischen Untersuchungen verwendet und ist dort auch kurz beschrieben (u.a. GREVE et al. 1999).

#### a. Versuch zum Einfluss eines reduzierten Futterangebots

Dieser Versuch wurde mit 1000 Junglarven pro Becken gestartet. Nur die Schwebstoffe des Rheinwassers dienten als Futter. Ihr Angebot wurde über die Durchflussrate

frischen Rheinwassers variiert. Um dabei die Temperatur und die Turbulenz in allen Becken gleich zu halten, wurde das Wasser in der Beckenmitte eingeleitet. Von dort verteilt es sich nach allen Seiten und floss über die Außenwände in ein gemeinsames grosses Wasserbad ab. Zentral eingehängte Aquarien-Lüftersteine sorgten für eine einheitliche Turbulenz in allen Becken. Die grabenden Ephoron-Larven brauchen keine gerichtete Strömung über dem Sediment; die Strömung in ihren Wohnröhren erzeugen sie selbst. So konnten Durchflussraten von 60 bis 245 Liter pro Stunde und Becken ohne große Unterschiede in der Turbulenz eingestellt werden.

#### b. Versuch zur Futterkonkurrenz mit Muscheln

Für diesen Versuch wurden Eilarven zunächst in Rheinwasser herangezogen und erst dann in gleichmässigen Besiedlungsdichten angesetzt, als sie schon gut erkennbare Wohnröhren angelegt hatten. Sechs Becken wurden mit je 180 mittelgroßen Larven besetzt. Jedem wurde ein gleich grosses vorgeschaltet. In drei dieser Vorbecken, die das Rheinwasser zunächst passierte, wurden 50 mittelgroße Körbchenmuscheln (*Corbicula fluminea*) eingesetzt, drei enthielten nur Sediment. Nach sechs Wochen wurden die überlebenden Eintagsfliegen-Larven gezählt und ausgemessen.

#### 4. Ergebnisse

##### a) Der Einfluss der Futtermenge auf Überlebensrate und Wachstum von *Ephoron virgo*

In den drei Becken mit stark reduziertem Durchfluss erreichten 1672 von 3000 eingesetzten Larven (ca. 56 %) ein fast schlüpfreifes Stadium. Bei gut vierfachem Wasserangebot waren es 50%. Der etwas höhere Schwund in den Kontrollen kann mit einer geringfügig höheren Ausdrift der kleinen Larven bei stärkerem Durchfluss erklärt werden. Bei einer besiedelbaren Bodenfläche von  $3 \times 880 \text{ cm}^2$  lag die Larvendichte am Ende des Versuchs bei  $6.300 \text{ m}^{-2}$ . Das ist mehr als das Zehnfache der höchsten Populationsdichten, die wir im Freiland gefunden haben. Dennoch waren die Larven gut entwickelt. Bei dem extrem verringerten Futterangebot in den Versuchsbecken blieben sie allerdings etwas kleiner als in den Kontrollgruppen. Abb. 5 zeigt die Ergebnisse getrennt für Männchen und Weibchen. Die Weibchen, die mehr Futter brauchen, wurden durch den Futtermangel deutlicher in ihrem Wachstum gebremst als die Männchen.

##### b) Muscheln als Nahrungskonkurrent von *Ephoron virgo*

Obwohl die Versuchsbecken zusätzlich Futterkonkurrenten in einer Dichte entsprechend 568 Muscheln pro  $\text{m}^2$  hatten, waren die Larven in allen Becken ähnlich gut gewachsen. Nur bei den Weibchen deutete sich ein geringfügig besseres Wachstum ohne die Konkurrenz der Muscheln an (Abb. 6). Möglicherweise wären die Unterschiede deutlicher ausgefallen, wenn wir statt der Kopfbreite der Weibchen deren Eizahlen verglichen hätten. Das war bei diesem Versuchsansatz aus technischen Gründen noch nicht möglich. Die Überlebensrate variierte in allen Becken im selben Bereich; das Geschlechterverhältnis lag immer nahe bei 1:1.

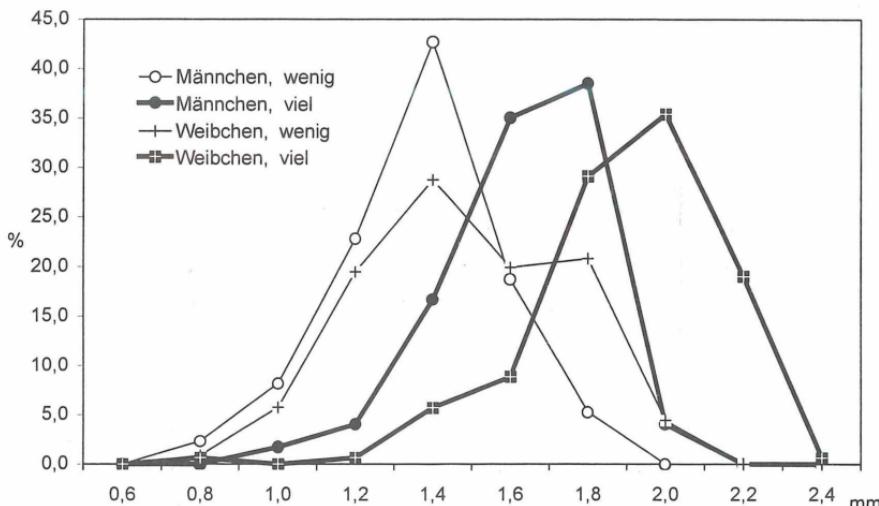


Abb. 5: Kopfbreiten der männlichen und weiblichen Larven von *Ephoron virgo* nach Aufzucht mit unterschiedlichem Durchfluss von Rheinwasser und damit unterschiedlichem Futterangebot. („wenig“ = 60 Liter pro Becken und Stunde oder 2,6 Liter pro Larve und Tag. „viel“ = 245 Liter pro Becken und Stunde oder 12 Liter pro Larve und Tag.)

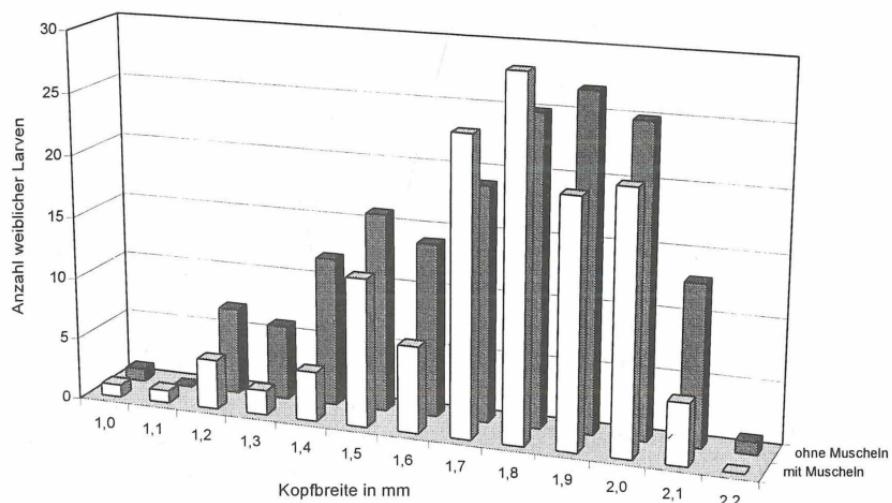


Abb. 6: Kopfbreiten der Larven von *Ephoron virgo* nach 42 Tagen Wachstum in Rheinwasser mit und ohne Konkurrenz durch die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea*. Dargestellt sind hier nur die Kopfbreiten der weiblichen Larven, summiert für die 3 Versuchsbecken und die 3 Kontrollen. Bei den Männchen war kein Effekt der Konkurrenz zu erkennen. Mit Muscheln überlebten insgesamt 47 % der eingesetzten Larven, davon waren 51 % Weibchen, ohne Muscheln überlebten 57 %, davon 54 % Weibchen.

## 5. Diskussion

Ein *Ephoron*-Weibchen legt 1500 bis 4000 Eier. Davon erreicht im Fluss sicher weniger als ein Prozent das letzte Larvenstadium. Deshalb hatten wir bei den Versuchen zur Futterlimitierung 1000 Eilarven pro Becken eingesetzt. Das entsprach einer Startdichte von 1,1 Larven pro cm<sup>2</sup>. Da in diesem Versuch ohne Prädatoren die Mortalität überraschend gering war, wurde es für die heranwachsenden Larven eng. Als am Ende des Versuchs noch die Hälfte der Larven in den Becken lebte, entsprach das einer Dichte die mindestens eine Zehnerpotenz höher war als im Freiland. Die verschwundenen 50% sind aber nicht alle gestorben, sondern zu einem erheblichen Teil auch aus den durchflossenen Becken abgedriftet. Das zeigten die vielen Larven, die sich im Ablaufbecken angesiedelt hatten. Bei experimentell sehr stark verringertem Durchfluss und damit reduziertem Planktonangebot blieben die Larven deutlich kleiner. Das gilt vor allem für die Weibchen, die Biomasse für die Eier aufbauen müssen und daher mehr Futter brauchen. Eine erhöhte Mortalität war aber selbst hier nicht zu erkennen.

Inzwischen haben wir festgestellt, dass die Eizahl pro Weibchen bei *Ephoron virgo* in einem weiten Bereich variieren kann. Die Eizahl oder das damit eng korrelierte Gelege-Gewicht könnte daher ein besserer Indikator für die Wachstumsbedingungen der Larven sein als die in diesem Versuch gemessene Kopfbreite. Vorliegende Gelegegewichte zeigen, dass die Fertilität der Art im Rhein nicht geringer ist als in den Nebenflüssen. Hier wurden sogar die höchsten Werte erreicht. Die Gelegegewichte der Rhein-Population haben auch seit 1993 nicht abgenommen. (Details dazu sollen später publiziert werden.) Die bisherigen Befunde sprechen nicht dafür, dass *Ephoron virgo* durch die Futterkonkurrenz der Muscheln im Rhein zurückgedrängt wird. Schon die Kontrollbecken erhielten ja Rheinwasser, das im Freiland bereits von vielen Filtern genutzt worden war. Die zusätzliche Konkurrenz durch die Körbchenmuscheln zeigte nur einen geringen Effekt. Hier wurden die grösseren Weibchen nicht ganz so gross wie in den Kontrollen. Bei den ohnehin kleineren Männchen war kein Effekt erkennbar.

Unsere Befunde sprechen nicht dafür, dass die Population von *Ephoron virgo* im Niederrhein durch Nahrungsangebot zurückgegangen ist. Die Larven können unter geschützten Versuchsbedingungen in frischem Rheinwasser hervorragend wachsen und enorme Besiedlungsdichten halten.

Die geringeren Besiedlungsdichten im Freiland dürften vor allem durch Prädation zu erklären sein. Da die Eier monatlang in Diapause am Rheingrund liegen und die Junglarven dort zunächst das Interstitial (Lückensystem) besiedeln, könnten aber auch belastete Sedimente und lokaler Sauerstoffmangel im Sediment das Angebot an Junglarven senken. Vermutlich schädigen auch Kälteeinbrüche im Frühjahr, Hochwässer sowie kurzfristige toxische Belastungen nach Störfällen die Larven. Laborversuche mit Junglarven zeigten, dass sie empfindliche Bioindikatoren z.B. für Belastungen mit Schwermetallen oder Insektiziden sind (GREVE et al. 1999, VAN DER GEEST 2001). Auch im "Ökologischen Rheinlabor" erreichten wir nicht immer so hohe Überlebensraten wie bei diesen Versuchen. Die Ursachen für solche Rückschläge sind noch nicht bekannt. Wir hoffen, mit weiteren Erfah-

rungen im Umgang mit dieser Art und erweiterten Kenntnissen ihrer Ökologie *Ephoron virgo* verstärkt als Bioindikator für Veränderungen im Fluss nutzen zu können.

Literatur:

- DICK, J.T.A., PLATVOET, D. (2000): Invading predatory crustacean *Dikerogammarus villosus* eliminates both native and exotic species. - Proc.R.Soc. Lond.B **267**: 977-983.
- GREVE, G.D., VAN DER GEEST, H.G., STUIJFZAND, S.C., KURECK, A., KRAAK, M.H.S. (1999): Development and validation of an ecotoxicity test using field collected eggs of the riverine mayfly *Ephoron virgo*. - Proc. Exper. & Appl. Entomol., N.E.V. Amsterdam **10**: 105-110.
- HEINEN, W. (1995): Ernährung und Entwicklung der Larve von *Ephoron virgo* Ol. (Ephemeroptera, Polymitarcidae) im Vergleich zu anderen grabenden Eintagsfliegenlarven. - Diplomarbeit im FB Biologie der Universität zu Köln.
- KURECK, A. (1996): Eintagsfliegen am Rhein: Zur Biologie von *Ephoron virgo* (Olivier, 1791). - Decheniana-Beihete **35**: 17-24.
- KURECK, A., BIEG, R., OTTENBERG, R. (2001): Einfluß von Futtermenge und Neozoen auf Überlebensrate und Wachstum von *Ephoron virgo* (Ephemeroptera) im Rhein. - Dt. Ges. Limn. (DGL), Tagungsbericht 2000 (Magdeburg), Tutzing 2001: 379-383.
- SCHÖL, A., KIRCHESCH, V., BERGFELD, T., MÜLLER, D. (1999): Model-based analysis of oxygen budget and biological processes in the regulated rivers Moselle and Saar: modelling the influence of benthic filter feeders on phytoplankton. - Hydrobiol. **410**:167-176.
- OTTENBERG, R. (2000): Beiträge zur Morphologie und Ökologie von *Ephoron virgo* (OLIVIER 1791) (Ephemeroptera, Polymitarcidae): a) Entwicklung und Funktionswechsel der larvalen Mundwerkzeuge, b) Fekundität in verschiedenen Flüssen und Einfluß von Neozoen (Gammariden) auf Überlebensrate und Wachstum im Rhein. - Diplomarbeit im FB Biologie der Universität zu Köln (unveröffentlicht).
- VAN DER GEEST, H. G. (2001): Insects in polluted rivers: an experimental analysis. - Ph.D. thesis Univ. Amsterdam, FNWI. ISBN 90-9014-471-4.
- VAN DER VELDE, G., RAJAGOPAL, S., KELLEHER, B., MUSKÓ, I.B., BIJ DE VAATE, A. (1999): Ecological impact of crustacean invaders: General considerations and examples from the Rhine River - in: The Biodiversity Crisis and Crustacea: Proc. 4<sup>th</sup> intern. Crustacean Congress, Amsterdam 1998, 3-33.
- WANTZEN, M. (1992): Das hyporheische Interstitial der Rheinsohle. - Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 1992 Band 2: 460-463.
- Info zum Ökologischen Rheinlabor: [http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/zoologie/oekologie/rhine\\_laboratory.htm](http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/zoologie/oekologie/rhine_laboratory.htm)

Dr. Armin Kureck & Rosita Bieg

Universität zu Köln, Zoologisches Institut, Allgemeine Ökologie und Limnologie,  
D 50923 Köln

E-Mail: Armin.Kureck@uni-koeln.de

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag Düsseldorf](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [2000](#)

Autor(en)/Author(s): Kureck Armin, Bieg Rosita

Artikel/Article: [Zur Ernährungsökologie von Ephoron virgo \(Ephemeroptera\) im Rhein: Die Entwicklung der Mundwerkzeuge und der Einfluss von Nahrungskonkurrenz auf die filtrierenden Larven 299-306](#)