

# Simuliidenlarven und -puppen als Beute räuberisch lebender Tierarten in Alster, Bille und Seve (Diptera, Simuliidae)

WALTER RÜHM und WERNER PIEPER<sup>1)</sup>

(Mit 1 Abbildung und 3 Tabellen im Text)

## A b s t r a c t

Predator-prey relations in predatory and carnivorous animal species to pre-imaginal stages of black flies were qualitatively investigated in each a district of running waters Alster, Bille and Seeve. Among numerous carnivorous species, proof of black fly remnants succeeded in merely nine of them, including two fish and five Trichoptera species. During laboratory experiments, simuliid remnants could be found in the gastric systems of two beetle species and in some dragon fly larvae. The predator most often found was predominant *Hydropsyche pellucidula* Curtis, 1834. Neither outdoors nor in captivity, any of the examined Ephemeroptera and Plecoptera took up Simuliid larvae or pupae. According to the tentative results and investigations done upto now, predators living in running waters more or less influenced by man have only little regulatory influence on black fly populations. This holds true especially for Alster and Seeve.

## 1. E i n l e i t u n g

In den Nahrungsnetzungen der Fließgewässer sind die Kriebelmückenlarven als passive, selektive Filtrierer durch die Aufnahme von Bakterien und Algen Primärkonsumenten (vgl. u.a. Schröder 1987a, b), durch die von Detritus aus der Drift auch das Anfangsglied der Detritiphoren. An sie selbst und an andere Glieder des Detrituskomplexes gelangen innerhalb der Fließstrecke ihre Kotbällchen. Da Larven und Puppen auch Beuteobjekte räuberisch lebender Konsumenten sind, speisen sie aus produktionsökologischer Sicht in den Fließgewässern zwei Energieströme. Ihr Anteil an der Produktion wie ihr Beitrag am Stoffkreislauf und seiner Beschleunigung sowie am Abbau bzw. an der Selbstreinigung der Gewässer ist immer noch unklar (Beneke 1984, Lamberti & Moore 1984, Meritt et al. 1984). Einige Autoren wie Müller (1953) sprechen den präimaginalen Stadien der Kriebelmücken als Fischnahrung - Befunde aus nordschwedischen Fließgewässern - eine große produktionsökologische Bedeutung zu. In verschiedenen Arbeiten werden die Kriebelmücken als eine der häufigsten Beuteobjekte bezeichnet (u.a. Jones 1949). In einem weitverstreuten Schrifttum, nicht selten in Arbeiten mit verschiedenen Zielsetzungen, wird über das Spektrum tierischer Organismen berichtet, in deren Verdauungstrakt Reste präimaginaler Stadien der Kriebelmücken nachgewiesen werden konnten bzw. die bei der Aufnahme einzelner Stadien beobachtet wurden (u.a. Davies

<sup>1)</sup> Teil einer Diplomarbeit.

1981, Peckarsky 1982, 1984, Barnes & Minshall 1983). Spezifische Räuber haben keine Bedeutung. In der Regel handelt es sich um Arten, die nur zum Teil und je nach Angebot u.a. in Abhängigkeit von der Jahreszeit oder ihrer Größe (Kämmereit 1982) präimaginale Stadien aufnehmen. Hydren, Turbellarien, Hirudineen und Gammariden wurden schon als gelegentliche Prädatoren festgestellt. Unter den Insekten werden vor allem Arten der Ephemeropteren, Plecopteren, Trichopteren und Dipteren (u.a. Chironomiden) als karnivore, Simuliiden verzehrende Tiere genannt. Vereinzelt werden Odonaten, Neuropteren und Hymenopteren (Ameisen) als Simuliidenfeinde erwähnt. Sogar von Nymphalinenraupen (Fam. Psychidae) aus Brasilien wird beschrieben, daß sie Kriebelmückenlarven aufnehmen. Über die Fische als Simuliidenverzehrer liegt ein umfangreiches Schrifttum vor (u.a. Healey 1984).

In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich im Schrifttum um Einzelfunde oder Einzelbeobachtungen, um qualitative oder halbquantitative Angaben, die u.a. über die regulatorische Funktion der räuberisch lebenden Arten innerhalb eines größeren Fließwasserabschnittes oder eines Systems, auf einen größeren Zeitraum bezogen, nichts oder wenig aussagen. Im wesentlichen sind es methodische Gründe, die klaren Aussagen im Wege stehen, insbesondere die Schwierigkeiten bei der Wahl einer adäquaten Bezugseinheit und die Unkenntnis vieler einzelner, die Messungen beeinflussenden Störfaktoren. Die Analyse der produktionsökologischen Bedeutung der Kriebelmücken ist weiter fortgeschritten als die der Regulation und deren Größenordnung durch die einzelnen im Fließwasser räuberisch lebenden Tierarten.

## 2. U n t e r s u c h u n g s g e b i e t e u n d P r o b e n a b s c h n i t t e (A b b. 1)

In den Fließgewässern der norddeutschen Tiefebene wurden bisher die Räuber-Beute-Beziehungen weder qualitativ noch quantitativ eingehender untersucht. In einem ersten orientierenden Schritt sollte zunächst aus ausgewählten Fließwasserabschnitten das Spektrum karnivorer Arten, in deren Nahrung auch Kriebelmückenlarven und -puppen enthalten sind, qualitativ erfaßt werden. Die ausgewählten Gewässer sind mit Ausnahme der Bille stark vom Menschen durch strukturverändernde Maßnahmen und durch Eutrophierung mit der Folge einer Faunenverarmung beeinflusst. Diese Fakten wie auch der zeitliche Rahmen sind bei der Bewertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

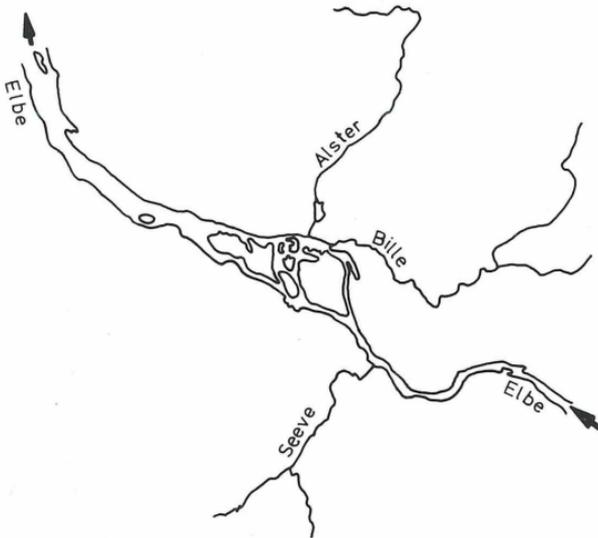


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet mit Alster, Bille und Seeve (Skizze).

Die einzelnen Probenabschnitte wurden nach folgenden Kriterien aus Alster, Bille und Seeve ausgewählt:

1. nach stetigem Vorkommen individuenreicher Kriebelmückenpopulationen (*Odagmia ornata* (Meigen, 1818), *Wilhelmia lineata*, *Boophthora erythrocephala*)
2. nach der relativ hohen Dichte potentieller Räuber, insbesondere Trichopterenlarven
3. nach der Begehrbarkeit auch bei ziemlich hohen Wasserständen, um eine größere zeitliche Unterbrechung von Beobachtungen und Probenentnahmen zu vermeiden.

Charakteristika der ausgesuchten Fließwasserabschnitte:

a) Alster

Der Abschnitt beginnt unter einer Brücke nahe des Gutes Stegen-Bargfeld nordöstlich von Hamburg und endet zirka 30 m flußabwärts. Die Alster fließt in diesem Bereich geringer Tiefe auf einer Breite von etwa 5 m über steinigem Untergrund. Unterhalb der Brücke verengt und vertieft sich der Fluß. Der Untergrund ist sandig. Im Sommer entwickeln sich einige Makrophyten wie u.a. *Ranunculus fluitans* Lam. sehr stark. Weiler et al. (1979) hatten in diesem Abschnitt bereits die Kriebelmückenfauna erfaßt, von Kundy (1984) war das übrige Zoobenthos aufgenommen worden.

## b) Bille

Der Probenabschnitt liegt etwa 900 m südwestlich des Ortes Grande. Sandiges Sediment des an dieser Stelle 3-4 m breiten Flußes ist stellenweise mit Schlammablagerungen bedeckt. Der Probenabschnitt endet an einer aus großen Steinen geformten Schwelle. Innerhalb der Vegetationsperiode entwickeln sich *Sagittaria sagittifolia* L., *Sparganium* sp. und *Nuphar luteum* SM stark. Auch hier war das Artenspektrum der zum Teil naturnahen weniger vom Menschen beeinflussten und artenreich mit Kriebelmücken besetzten Bille von Weiler et al. (1979) erfaßt worden. Kämmereit (1982) führte bestandeskundliche Untersuchungen am Makrobenthos durch. Er bestimmte jedoch nicht in jedem Falle das angefallene Tiermaterial bis zur Art. Blohm (1983) untersuchte die Hydrophyten der Bille.

## c) Seeve

Der Untersuchungsabschnitt in der Seeve erstreckt sich auf einen Bereich von 20 m vor der Brücke des Ortsausganges Lüllau bis 30 m danach. Die Seeve ist an dieser Stelle 5-7 m breit. Ihr Untergrund ist sandig. Stellenweise kommen größere Sandbänke vor. In der Nähe der Brücke ist der Untergrund steinig. Nur *Ranunculus fluitans* bildet in der Vegetationsperiode nennenswerte Bestände aus. Das Kriebelmückenspektrum erfaßten Rühm & Lessing (1980). Das Makrobenthos wurde von Brock (1984, mündl. Mitteilung) bearbeitet.

### 3. Material und Methoden

#### Arbeiten im Freiland:

Von März bis Dezember 1984 wurden die Untersuchungsabschnitte von Alster, Bille und Seeve in zeitlichen Abständen von 4-6 Wochen aufgesucht. Dabei wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

1. Entnahme potentieller Prädatoren, Bestimmung der Art und Analyse des Mageninhaltes der einzelnen Individuen. Die Tiere wurden von Steinen und Pflanzen abgesammelt und sofort in 70 %igem Alkohol konserviert. Die für die Sammlung einer bestimmten Anzahl von Tieren aufgewandte Zeit diente zur Abschätzung der relativen Häufigkeit der einzelnen Arten (Zeitsammelmethode).
2. Entnahme präimaginaler Stadien der Simuliiden. Die Arten wurden bestimmt und die relativen Häufigkeiten wie bei den Prädatoren nach der Zeitsammelmethode abgeschätzt.
3. Beobachtungen der Dispersion potentieller Prädatoren und der präimaginalen Stadien der Simuliiden auf Steinen und Pflanzen.

#### Arbeiten im Labor:

Zum ergänzenden Nachweis von Räuber-Beute-Beziehungen wurden aus dem Freiland eingesammelte Tiere mit Fließpapier feucht gehalten, in Schalen ins Labor gebracht und in einer Fließrinne bei Temperaturen von 10-16 °C (je nach Versuchsbedingungen) gehältert. Der Hell-Dunkel-Rhythmus entsprach der jeweiligen Jahreszeit.

Die in 70 %igem Äthanol konservierten Tiere wurden an der Ventralseite, nur die Egel auf der Dorsalseite, aufgetrennt und der gesamte Magen- und Darmtrakt herauspräpariert. Die Darmwände wurden entfernt und der Inhalt unter dem Binokular bei 40-80facher Vergrößerung auf Kriebelmückenreste durchgesehen. Von einer serologischen Analyse der Mageninhalte wurde Abstand genommen.

#### 4. Ergebnisse

##### 1. Die Räuber-Beute-Beziehungen in Alster, Bille und Seeve

###### a) Alster

In fünf Exemplaren von *Gasterosteus aculeatus* (L., 1758), drei Individuen von *Pungitius pungitius* (L., 1758) sowie einem *Gobio gobio* (L., 1758) konnten in den Mägen keine Simuliiden nachgewiesen werden. Ebenso frei von Simuliiden waren *Potamonectes depressus* (F., 1775), Larven von *Calopteryx splendens* (Harris, 1782), der Ephemeropteren *Heptagenia sulphurea* (Müller, 1776), *Heptagenia flava* (Rostock, 1877), ferner die Mägen von *Glossiphonia complanata* (L., 1758).

Nur in einem Exemplar von 11 untersuchten *Erpobdella octoculata* (L., 1758) konnten drei Simuliidenlarven festgestellt werden. In einem von vier Käfern des *Platambus maculatus* (L., 1758) wurde eine Simuliidenpuppe nachgewiesen. Die Trichopteren erwiesen sich als die wichtigsten räuberischen Arten (Tab. 1).

Tabelle 1

Räuberische Art	Untersuchte Individuen (n)	Individuen mit Simuliidenlarven und -puppen (n)
<i>Hydropsyche siltalai</i> Döhler, 1963	5	3
<i>Hydropsyche pellucidula</i> Curtis, 1834	60	10
<i>Hydropsyche angustipennis</i> Curtis, 1934 (?)	13	2

Sechs Individuen der Trichoptere *Polycentropus flavomaculatus* (Pictet, 1834) hatten keine Simuliidenlarven oder -puppen aufgenommen.

###### b) Bille

Keine Kriebelmückenlarven und -puppen enthielten: *Isoperla grammatica* (Poda, 1761). Möglicherweise handelt es sich in den Niederungen um eine andere Art, die nur anhand der Trommelsignale der Männchen unterschieden werden kann. Eine endgültige Klärung steht noch aus (mündliche Mitteilung Doz. Dr. P. Zwick, Schlitz). Negativ waren die Sektionen von *Calopteryx splendens*, *Heptagenia flava*, *H. sulphurea*, *Ephemera danica* Müller, 1764 sowie unter den Egelglossiphonia

*complanata*, *Erpobdella testacea* (Savigny, 1820), *Erpobdella octoculata*.

Simuliidenlarven konnten in größeren Mengen nur in Trichopteren und Fischen festgestellt werden, wobei Fische nur in wenigen Exemplaren zur Verfügung standen. Aufgrund der faunistischen Vorkenntnisse konnten die von den Fischen aufgenommenen Simuliiden bis zur Art bestimmt werden.

Tabelle 2

Räuberische Art	Untersuchte Individuen (n)		Individuen mit Simuliidenlarven und -puppen (n)	
<i>Hydropsyche siltalai</i>	9		4	
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	69		40	
Fischart	<i>Boopthara erythrocephala</i> (De Geer, 1776) Larven (n) Puppen (n)		<i>Wilhelmia equina</i> (L., 1747) Larven (n) Puppen (n)	
<i>Neomacheilus barbatulus</i> (L., 1758) (5,8 cm 1, 1,6gr)	2	4	69	1
<i>Neomacheilus barbatulus</i> (6,3 cm 1, 1,8 gr)	-	-	90	-
<i>Gobio gobio</i> (L., 1758) (8,5 cm 1, 4,7 gr)	-	-	104	-
<i>Gobio gobio</i> (9 cm 1, 5,8 gr)	-	-	97	-

Kammereit (1982) konnte in der Bille eine größere Anzahl Fische untersuchen. Er errechnete für einen 400 m langen Abschnitt aufgrund seiner Erhebungen, daß Forellen 12,8 % des Benthosbestandes an Simuliidenlarven aufnahmen. Der Anteil der Simuliiden als Nahrung wies dieser Autor noch in *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1815), *Perca fluviatilis* L., 1758, *Thymallus thymallus* (L., 1758), *Leuciscus leuciscus* (L., 1758), *Rutilus rutilus* (L., 1758) und wie wir in *Neomacheilus barbatulus* nach. Einen relativ großen Anteil Simuliidenlarven fand er in *Neomacheilus barbatulus*, *Leuciscus leuciscus* und *Salvelinus fontinalis*.

## c) Seeve

*Isoptera grammatica*, *Baetis rhodani* (Pictet, 1843-45), *Ephemera danica*, *Heptagenia sulphurea* sowie die Hirudineen *Erpobdella octoculata*, *E. stagnalis* (L., 1758), *Glossiphonia complanata* hatten keine präimaginalen Stadien von Simuliiden aufgenommen. Nur in den Trichopterenlarven

konnten Reste von Simuliidenlarven und -puppen nachgewiesen werden (Tab. 3).

Tabelle 3

Räuberische Art	Untersuchte Individuen (n)	Individuen mit Simuliidenlarven und -puppen (n)
<i>Rhyacophila nubila</i> (Zetterstedt, 1840)	26	1
<i>Hydropsyche siltalai</i>	15	4
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	29	3

In der häufigen *Rhyacophila nubila* stellte Prügel (1988) bei seinen Versuchen in einem Niederungsbach fest, daß 6,5-11,5 % der Puppen durch diese Trichopterenlarven zerstört worden waren. Es könnte u.a. sein, daß hier die Haftplätze der Puppen auf Folien wegen ihrer gegenüber Pflanzen etwas veränderten Stabilität den Beutefang der Trichopterenlarven begünstigten, da wir Entsprechendes auf natürlichem Substraten nicht beobachteten.

## 2. Beobachtungen über Räuber-Beute-Beziehungen im Freiland und Labor

In den vom Menschen stark beeinflussten Gewässern hielten sich die Simuliidenlarven in der Regel auf den sich mehr oder minder stark entwickelten Makrophyten auf, während sie auf Steinen nur in kleinen Abschnitten und in einem relativ kurzen Zeitraum anzutreffen waren. Demgegenüber bevorzugten die Plecopteren- und Ephemeropterenlarven und die Egel (diese nur die Unterseite) Steine. Ab und zu wurden Trichopterenlarven in den röhrenförmigen Stengeln von *Nuphar luteum* und in den Büscheln von *Ranunculus fluitans* gefunden. So waren in den untersuchten Abschnitten Kriebelmückenlarven und karnivore Tierarten wie Trichopteren räumlich häufig getrennt. Auch ein Teil der untersuchten Käfer, der Stillwasser bevorzugte, kam nur relativ selten mit Kriebelmücken in Berührung. Da die Grundfische *Neomacheilus barbatulus* und *Gobio gobio* ihre Nahrung weitgehend vom Grund und von den ufernahen Bereichen aufnehmen und *Gasterosteus aculeatus* und *Pungitius pungitius* Fische des Stillwasser sind, ist auch in diesen Fällen die Koinzidenz zwischen Räuber und Beute eingeschränkt.

Die Simuliidenlarven drifteten bei Anwesenheit von Ephemeropteren nicht ab. Nur selten vollführten sie Abwehrbewegungen. Häufiger konnte ein Abdriften der Ephemeropterenlarven beobachtet werden, wenn die Simuliidenlarven Reaktionen der "Abwehr" zeigten. Die Hydropsyche-Larven lösten Abwehrreaktionen und Drift der Larven aus. Die Simuliidenlarven verließen häufig die Haftplätze bevor die gegen die Strömung wandernden Hydropsyche-Larven sie erreichten. Bei künstlich ausgelöster Drift wurden die in die Netze der Trichopterenlarven gelangten Simuliidenlarven ergriffen und gefressen. Man darf davon ausgehen, daß auch eine erfolglose "Jagd" einzelner Hydropsyche-Larven den in der Fließstrecke nachfolgenden Individuen zugute kommen kann.

Auch in den Versuchen in der Fließrinne nahmen die Larven von *Rhyacophila nubila* und von *Hydropsyche pellucidula*, diese in den Netzen, Simuliidenlarven auf. Demgegenüber wurden wie im Freiland Plecopterenlarven und Ephemeropterenlarven nicht bei der Nahrungsaufnahme von Larven beobachtet noch Reste von Simuliiden in deren Mägen gefunden. In einigen Fällen verliefen Versuche mit *Agabus nebulosus* (Forst, 1771) und *Oreoctochilus villosus* (Müller, 1776) positiv. Sie hatten Reste von Simuliiden in ihren Mägen. Auch bei Calopteryxlarven gelang der qualitative Nachweis der Aufnahme von Simuliiden.

### 3. Zur Bedeutung der Räuber-Beute-Beziehungen in Alster, Bille, Seeve

In den untersuchten Fließwasserabschnitten von Alster, Bille und Seeve sind Fische und Trichopteren die wichtigsten Prädatoren der präimaginalen Stadien der Kriebelmücken. Auffälligerweise konnten im Gegensatz zu zahlreichen Autoren wie u.a. Badcock (1949), Jones (1949) und Mackereth (1957) weder im Freiland noch unter Laborbedingungen, die in den ausgewählten Fließgewässern lebenden Ephemeropteren und Plecopteren als Simuliiden-Prädatoren nachgewiesen werden. Die in den drei Abschnitten dominante *Hydropsyche pellucidula* war unter den Insekten- bzw. Trichopterenarten der wichtigste Simuliiden-Vertilger.

Die ganzjährig als Larven zur Verfügung stehenden Simuliidenarten des Potamals werden von den karnivoren Tierarten ganzjährig mehr oder minder stark genutzt. Die bevorzugten Aufenthaltsorte der Insekten, insbesondere Trichopteren, und die der Simuliiden auf ihren Haftplätzen vorzugsweise auf den Makrophyten, koinzidieren nur partiell bzw. haben ein relativ kleines Koinzidenzfeld, so daß im wesentlichen die Beute aus der Drift bzw. aus zufälligen Gelegenheitsfängen stammt. Nicht eutrophierte Fließgewässer mit anderen Strukturen, die steiniges Substrat als Haftplätze anbieten, könnten das Zusammentreffen mit zahlreichen karnivoren Arten begünstigen.

Bei den untersuchten Fischarten stammen wegen ihres Verhaltens die Simuliiden im wesentlichen auch aus der Drift. Die starke, anthropogen bedingte Entwicklung der Makrophyten und die Verschmutzung steinigen Substrates nach längerer Exposition könnte eine zunehmende Störung der Koinzidenz zwischen bestimmten räuberisch lebenden Arten und den Simuliiden als Beute haben. Die Untersuchungen weisen darauf hin, daß unter den derzeitigen Bedingungen die karnivoren Arten nur eine geringe Bedeutung als Regulatoren der Simuliidenpopulationen besitzen. Eine Präzisierung des Räuber-Beuteverhältnisses muß späteren quantitativen Analysen vorbehalten bleiben.

### D a n k s a g u n g

Wir danken Herrn K. Rupp (Zool. Institut und Zool. Museum Hamburg) für seine Unterstützung.

## L i t e r a t u r

- Barnes, J. R. & Minshall, G. W. (ed.) 1983: Stream Ecology. Application and testing of general ecological theory, 399 S., Plenum Press, New York.
- Bay, E. C., 1974: Predatory-prey relationships among aquatic insects. - Ann. Rev. Ent., 19: 441-453, Stanford.
- Benke, A. C., 1984: Secondary production of aquatic insects, 164-195, in V. H. Resh & D. M. Rosenberg (ed.): The ecology of aquatic insects, 625 S., Praeger Publ., New York.
- Blohm, H. P., 1983: Die Besiedlung der Wasserpflanzen mit Fischnährtieren im Abhängigkeit von der Pflanzenart und den Standortbedingungen in der Forellen- und Äschenregion der Bille. - Diplomarbeit, Fachbereich Biologie der Universität Hamburg.
- Carlsson, G., 1962: Studies on Scandinavian black flies. - Opusc. ent. Suppl., 21: 251, Lund.
- Crosby, T. K., 1975: Food of the New Zealand trichopterans *Hydrobiosis parumbripennis* McFarlane and *Hydropsyche calonica* McLachlan. Freshwat. Biol., 5: 105-114, Oxford.
- Davies, D. M., 1981: Predators upon blackflies, 139-158, in Laird, M.: Blackflies. The future for biological methods in integral control, 399 S., Academic Press, London.
- Goyareb, I. S. & Pinger, R. R., 1978: Detecção de predadores naturais de *Simulium fulvotum* Cero & Mello, 1968 (Diptera, Nematocera). - Acta Amazonica, 8: 629-637, Manaus.
- Healey, M., 1984: Fish predation on aquatic insects, 255-288, in V. H. Resh & D. M. Rosenberg (ed.): The ecology of aquatic insects, 625 S., Praeger Publ., New York.
- Hynes, H. B. N., 1977: A key to the adults and nymphs of British stoneflies (Plecoptera). - Freshw. Biol. Assoc. Scient. Publ. No 17: 92 S., Ambleside.
- Illies, J., 1955: Steinfliegen oder Plecoptera, 150 S., in Dahl, F.: Tierwelt Deutschlands, 43, G. Fisher Verlag, Jena.
- Jenkins, D., 1964: Pathogens, parasites and predators of medically important arthropods. (Annotated list and bibliography). - Bull. Wild. Hlth Org., Suppl., 30: 150 S., Geneva.
- Kämmereit, M., 1982: Untersuchungen über die Verteilung der Hydrophyten und über das Makrobenthos als Nahrungsbasis für die Fische in der Bille. - Diplomarbeit, Fachbereich Biologie der Universität Hamburg.
- Knoz, J., 1965: To identification of Czechoslovakian black-flies (Diptera, Simuliidae). - Folia Prirod. Fak. Univ. J. E. Purkyne V Brne, Biol. 2, 6: 1-54, Brne.

- Kundy, M., 1984: Ökologische Untersuchungen über das Zoobenthos der oberen Alster. - Diplomarbeit, Fachbereich Biologie der Universität Hamburg.
- Lamberti, G. A. & Moore, J. W., 1984: Aquatic insects as primary consumers, 164-196, in V. H. Resh & D. M. Rosenberg (ed.): The ecology of aquatic insects, 625 S., Praeger Publ., New York.
- Magan, T. T., 1979: A key to the nymphs of British Ephemeroptera (with notes on their ecology). - Freshw. Biol. Assoc., Scient. Publ. No. 20, 80 S., Ambleside.
- Mackereth, J. C., 1957: Notes on the Plecoptera from a stony stream. - J. Anim. Ecol., **26**: 343-351. Cambridge.
- Marcus, A., 1975: Zur Biologie und Ökologie der Jugendstadien von Kriebelmücken (Diptera: Simuliidae) eines abwasserbelasteten Mittelgebirgsbaches im nördlichen Spessart. - Diplomarbeit, Fachbereich Biologie der Universität Frankfurt a. M.
- Merritt, R. W., Cummins, K. W., Burton, Th. M., 1984: The role of aquatic insects in the processing and cycling of nutrients, 134-163, in V. H. Resh & D. M. Rosenberg (ed.): The ecology of aquatic insects, 625 S., Praeger Publ., New York.
- Müller, K., 1953: a: Investigations of the organic drift in north Swedish streams. - Inst. of Freshwater Research, Report No. 35: 133-148, Drottningholm.
- Müller, K., 1953: b: Produktionsbiologische Untersuchungen in nordschwedischen Fließgewässern Teil 2: Untersuchungen über Verbreitung, Bestandesdichte, Wachstum und Ernährung der Fische der Nordschwedischen Waldregion. - Inst. of Freshwater Research, Report No. 35: 149-183, Drottningholm.
- Niesiołowski, S., 1980: Beziehungen zwischen aquatilen Entwicklungsstadien von Kriebelmücken (Simuliidae), Zuckmücken (Chironomidae) und Köcherfliegen (Trichoptera). - Ent. Z. Frankf. a. M., **90**: 137-143, Frankfurt a. M.
- Olejníček, J., 1980: Species of the family Dolichopodidae as enemies of mosquito and blackfly larvae and adults. - Fol. Parasitol., **27**: 75-76, Prag.
- Peckarsky, B. L., 1982: Aquatic insect predator-prey relations. - Bio Science, **32**: 261-266. Washington.
- Peckarsky, B. L., 1984: Predator-prey interactions among aquatic insects, 196-254, in V. H. Resh & D. M. Rosenberg (ed.): The ecology of aquatic insects, 625 S., Praeger Publ., New York.
- Peterson, B. V. & Davies, D. M., 1960: Observations on some insect predators of black flies (Diptera: Simuliidae) in Algonquin Park, Ontario. - Can. J. Zool., **38**: 9-18. Ottawa.

- Prügel, M., 1988: Temperatur-Abhängigkeit der Puppenentwicklung und Mortalität bei zwei Kriebelmückenarten (Diptera, Simuliidae). - Entomol. Gener., 13: 29-45, Stuttgart.
- Pluta, H. J., 1982: Hydrobiologisch-fischereiliche Zonierung und bestandeskundliche Untersuchungen in der Bille. - Diplomarbeit, Fachbereich Biologie der Universität Hamburg.
- Rühm, W. & Lessing, W., 1981: Das Kriebelmückenspektrum von Wümme und Seeve (Nordheide) (Diptera, Simuliidae). - Entomol. Mitt. zool. Mus. Hamburg, 7 (111): 121-28, Hamburg.
- Schröder, P., 1987: a: Algae as food of blackfly larvae in some Irish river systems. - Arch. Hydrobiol. Suppl., 77: 117-141, Stuttgart.
- Schröder, P., 1987: b: Verbreitung und Nahrung der Larven von *Eusimulium costatum* und *Idagmia spinosa*. (Dipt. Simuliidae). - Arch. Hydrobiol. Suppl., 77: 57-78, Stuttgart.
- Twinn, C. R., 1939: Notes on some parasites and predators of black flies (Simuliidae, Diptera). - Can. Ent., 71: 101-105, Ontario.
- Weiler, J., Schlepper, R. & Rühm, W., 1979: Verbreitung der Kriebelmücken (Simuliidae, Diptera) im Großraum Hamburg. - Entomol. Mitt. zool. Mus. Hamburg, 6 (104): 205-216, Hamburg.
- Xiang, J., Schröder, P. & Swoerbel, J., 1984: Phänologie und Nahrung der Larven von *Hydropsyche angustipennis* und *H. siltalai* (Trichoptera, Hydropsychidae) in einem Seeabfluß. - Arch. Hydrobiol. Suppl., 66: 255-292, Stuttgart.
- Zivkovitch, V. & Kacanski, D., 1965: Der Anteil der Kriebelmücken in der Ernährung der Fische. - Z. f. Fischerei u. d. Hilfswissenschaften, (N. F.) 13: 261-268, Berlin.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Walter Rühm, Dipl. Biol. Werner Piper, Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, 2000 Hamburg 13.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Rühm Walter, Piper Werner

Artikel/Article: [Simuliidenlarven und -puppen als Beute räuberisch lebender Tierarten in Alster, Bille und Seve \(Diptera, Simuliidae\) 283-293](#)