

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N. F. 14	3	751-763	1988	Freiburg im Breisgau 1. Dez. 1988
--	----------	---	---------	------	--------------------------------------

# Die Kieselalgenahrung filtrierender Kriebelmückenlarven (*Diptera : Simuliidae*) im Hühnerbach/Bodenseegebiet

von

PETER SCHRÖDER, Konstanz\*

**Abstract:** The diatom food of filter-feeding blackfly larvae (*Diptera : Simuliidae*) in the Hühnerbach/Lake Constance area.

In a running water system north of Lake Constance, 8 blackfly species were found (Fig. 1). 7 of these species were associated at one single sampling site (HÜN 0) representing macroecological association groups of mountain, silvatic and campestric blackfly species (Fig. 2). Larval gut-dissections showed inter- and intraspecific differences in diatom-utilization: The proportion of larger diatoms increased with larger larval size (*E. vernum*, *P. tomosvaryi* and *O. spinosa* in Fig. 3). If mature larvae are compared, the blackfly species can be ranked from low to large proportions of ingested larger diatoms as following: *E. costatum*, *E. angustitarse*, *P. tomosvaryi*, *O. spinosa*, *E. vernum*, *E. cryophilum* and *O. ornata*. The overlap of frequency curves (based on diatom length : width relationship in Fig. 3) was calculated and varied between 0.2 and 0.7 indicating smaller overlap than found in earlier analyses of blackfly larvae from other European streams. It is discussed if this resource partitioning contributes to co-existence of associated blackfly species.

## 1. Einleitung

Vom Verfasser wurden in den letzten Jahren umfangreiche Bestandsaufnahmen zur Verbreitung der Kriebelmücken in den Fließgewässern des westlichen Bodenseegebietes durchgeführt (SCHRÖDER 1987a, 1986c, 1987b und unpubl. Daten). Dabei stand die Frage im Vordergrund, in wie weit bestimmte Artengruppen an die entsprechenden Fließwassertypen gebunden sind. Ob also beispielsweise Seeabflußarten auf Teich- und Seeabflüssen oder Waldbacharten auf die für den Bodenseegebiet typischen bewaldeten Abschnitte der Tobelschlucht bäche beschränkt bleiben. GLATTHAAR (1978) stellte für den benachbarten Schweizer Raum 5 makroökologische Gruppen auf: 1. montane Kriebelmückenarten (Bergbachbewohner), 2. silvatische Arten (Waldbachbewohner), 3. potamale Arten (Bewohner größerer Flachlandflüsse), 4. campestrische Arten (Bewohner von Feld- und Wiesenbächen) und 5.

\* Anschrift des Verfassers: Dr. Peter SCHRÖDER, Arbeitsgruppe Angewandte Limnologie, Fürstenbergstraße 87, D-7750 Konstanz.

sublacustrische Arten (See- und Teichabflußbewohner). Vertreter aller 5 Gruppen finden wir auch in den Fließgewässern des westlichen Bodenseeraumes. Im Oberlauf des Hühnerbaches, einem kleinen Wiesengraben unterhalb eines bewaldeten Abschnittes, waren Larven von sieben Kriebelmückenarten vergesellschaftet, die sich 4 Assoziationen zuordnen lassen. Hier bot sich daher die Gelegenheit, zu untersuchen, ob durch unterschiedliche Nutzung der Nahrungsressourcen eine Konkurrenzminderung und damit Koexistenz der Artengruppen ermöglicht wird.

Kriebelmückenlarven haben auf beiden Seiten des Kopfes kompliziert gebaute Fächerapparate (CRAIG & CHANCE 1982; NÜBEL 1984; CRAIG & GALLOWAY 1986), mit denen sie mit der Strömung andriftende Nahrungspartikel abfangen, den Fächerapparat in regelmäßigen Abständen einklappen und mit Hilfe der Mandibeln auskämmen. Sie verankern sich dazu mit dem abdominalen Hakenkranz auf glatten Substratflächen, Hinterleib und Thorax bleiben in der strömungsarmen Grenzschicht über dem Substrat und nur der Kopf mit dem Fächer wird dem vollen Strömungsdruck der Freiwasserzone ausgesetzt (CRAIG & GALLOWAY 1986; SCHRÖDER 1987d). Als halbsessile, passive Filtrierer sind Kriebelmückenlarven daher an schnell fließende Gewässerabschnitte gebunden.

Vergleichende Nahrungsuntersuchungen wurden vom Verfasser bisher an vergesellschafteten Kriebelmückenarten in Bergbächen (SCHRÖDER 1986b, 1987a, c), Wald- und Tobelbächen (1987b), Seeabflüssen (1983b, 1986d, 1987c) und in Wiesenbächen und Niederungsflüssen (1986a und 1987c) durchgeführt. In allen Fällen zeigten sich Unterschiede in der Größenzusammensetzung der von den verschiedenen Arten abfiltrierten Nahrungspartikel. Kieselalgen machten stets einen erheblichen Teil der Nahrung aus.

## 2. Untersuchungsgebiet und Kriebelmückenvorkommen

Der Hühnerbach liegt im Linzgau nordwestlich des Bodensees und bildet mit dem Gewässersystem von Heimbach-Auenbach-Mühlbach unterhalb des Deisendorfer Weihers den Nußbach, der in Überlingen-Nußdorf in den Überlinger Seeteil mündet (vgl. Karte in Abb. 1). Einige wichtige Charakteristika der Probenstellen sind in Tabelle 1 aufgeführt. 8 Kriebelmückenarten wurden im Gewässersystem nachgewiesen, die sich den folgenden makroökologischen Gruppen zuordnen lassen: 1. montane Arten: *Prosimulium tomosvaryi*, *Eusimulium cryophilum*; 2. silvatische Arten: *Eusimulium costatum*, *Eusimulium vernum* und *Odagmia spinosa*; 3. campestrische Arten: *Odagmia spinosa*. Abweichend von GLATTHAAR (1978) werden *Eusimulium angustitarse* und *Eusimulium latigonium* in eine eigenständige Gruppe epiphytischer Arten gestellt (= Arten, die ausschließlich in pflanzenreichen Gewässerabschnitten vorkommen, vgl. SCHRÖDER 1982 u. 1985a).

Während an allen anderen Probenstellen nur 1–3 Kriebelmückenarten gefunden wurden, kommen im Oberlauf des Hühnerbaches mit Ausnahme von *E. latigonium* alle im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten vor. Die Artenvielfalt läßt sich vermutlich auf die besonderen Biotopmerkmale von HÜN 0 zurückführen, die Charakteristika von Bergbächen (Höhenlage), Waldbächen (unterhalb von Waldgelände), Wiesengraben (unbeschattete Uferzonen) und makrophytenreichen Gewässerabschnitten umfassen.

Zu den im Hühnerbach-Oberlauf (HÜN 0) gefundenen Arten:

Montane Gruppe:

*Prosimulium tomosvaryi* (ENDERLEIN 1840)

Diese Art ist im Schwarzwald weitverbreitet (sub nom. *P. arvernense* in GRUNEWALD 1965); in der Schweiz wurde sie dagegen nicht gefunden (GLATTHAAR 1978). In Österreich ist sie vor allem in kleineren Bächen häufiger (CAR 1981). Nach GRUNEWALD (1965), KNOZ (1965), ZWICK (1974) und NIESIOLOWSKI (1982) ist die Höhenlage der Gewässer entscheidend für die Verbreitung dieser Art. Im Bodenseeraum verlaufen die Fließgewässer in Höhenlagen zwischen 750 und 400 m ü. NN. *P. tomosvaryi* bleibt daher auf Einzelvorkommen in den Bachoberläufen beschränkt und dringt nur in den stark beschatteten, kühlen Tobelschluchten in mittlere Gewässerabschnitte vor. Wie auch in anderen Regionen kommen die Larven dieser Art nur in der ersten Jahreshälfte vor, die Art „übersommert“ auf dem Eistadium.

*Eusimulium cryophilum* RUBZOV 1959

Diese Art hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in höheren Lagen (GLATTHAAR 1978; CAR 1981; SCHRÖDER & SCHWEDER 1986; SCHRÖDER 1986c). Nach GLATTHAAR (1978) ersetzt *E. cryophilum* die Schwesterart *E. vernum* in Schweizer Fließgewässern oberhalb 700 m ü. NN. Im Schwarzwald ist *E. cryophilum* ebenfalls in den Bachoberläufen häufig. Im westlichen Bodenseegebiet ist *E. cryophilum* auch oberhalb der Tobelbäche zu finden – im Gegensatz zu *S. monticola*, einer weiteren montanen Art (SCHRÖDER 1986c).

Silvatische Gruppe:

*Eusimulium costatum* (FRIEDERICH 1920)

Diese Art ist im Bodenseegebiet stärker als andere auf beschattete Wald- und Tobelabschnitte beschränkt (SCHRÖDER 1985a, 1986c, 1987b), sie ist aber nirgends häufig. GLATTHAAR (1978) fand die Art in der Schweiz ebenfalls nur in Waldbächen der collinen Stufe. Während in Quellbächen höherer Lagen die Beschattungsverhältnisse offensichtlich keine Rolle spielen, kommt *E. costatum* in mittleren Lagen fast ausschließlich in bewaldeten Abschnitten vor (ZWICK 1974; GLATTHAAR 1978; CAR 1981 u.a.).

*Odagmia spinosa* (DOBY & DEBLOCK 1957)

GLATTHAAR (1978) fand diese Species in der gesamten Schweiz nur in sechs kleinen, schnell fließenden Bächen. Nach CAR (1981) besiedelt sie in Österreich vor allem kühle, alpine Bäche. Im Bodenseeraum ist sie die häufigste Art in den bewaldeten Bachoberläufen (SCHRÖDER 1985a, 1986c, 1987b), wo sie mit *E. costatum* und *E. vernum*, vereinzelt aber auch mit montanen Arten vergesellschaftet ist. *O. spinosa* kommt häufiger als *E. costatum* in Bächen unterhalb von Waldgebieten vor, wo sie in einer Übergangszone mit *O. ornata* zusammen auftritt.

*E. vernum* (MACQUART 1826)

Diese Art habe ich als indifferent eingestuft (SCHRÖDER 1982, 1985a, 1986c), da sie sowohl in Wald- und Bergbächen, als auch vereinzelt in Wiesenbächen und Seeabflüssen zu finden ist, unabhängig von der Höhenlage (KNOZ 1965; GRUNEWALD 1965; ZWICK 1974; SCHRÖDER 1982). GLATTHAAR (1978) fand die Art vor allem in Quellbächen in Waldgebieten der collinen Stufe und stellte sie deshalb zur silvatischen Gruppe. Im Bodenseegebiet ist *E. vernum* vor allem mit *E. cryophilum* vergesellschaftet.

## Campestrische Gruppe:

*Odagmia ornata* (MEIGEN 1818)

*O. ornata* ist in Europa weitverbreitet und in fast allen Gewässertypen zu finden, dominiert jedoch in Wiesenbächen. Die Larven sind abwassertoleranter als die anderer Arten und zeigen in mäßig stark organisch belasteten Fließgewässern Massenentwicklungen (GLÖTZEL 1973; WICHARD 1976; SCHRÖDER 1982), sofern Makrophyten als Anheftungssubstrate vorhanden sind.

## Epiphytische Gruppe:

*Eusimulium angustitarse* (LUNDSTROM 1911)

Die Larven und Puppen dieser Art sind vor allem in kleineren, makrophytenreichen Bächen zu finden (GRUNEWALD 1965; ZWICK 1974; GLATTHAAR 1978). Im Mündelseegebiet kommen die beiden Schwesterarten *E. angustitarse* und *E. lundstromi* im Gegensatz zu den anderen beiden epiphytischen Arten *E. latigonium* und *E. aureum* auch in beschatteten Bachabschnitten vor, auf im Wasser flotierender Ufervegetation oder Haarwurzeln von Bäumen.

Am 7. 4. 1985 wurden im Hühnerbach (HÜN 0) insgesamt 154 Kriebelmückenlarven gesammelt und in 70 % Äthanol konserviert. Die Verteilung auf die 7 Arten gibt die Tabelle 2 wieder. Mehr als die Hälfte der Larven gehört zur silvatischen Gruppe, gefolgt von montanen Arten. Bei 100facher Vergrößerung durch ein Stereomikroskop wurden Kopfbreite (mm HW = head width) und Gesamtlänge (mm BL = body length) jeder Larve gemessen. Die graphische Korrelation (Abb. 2) ließ jedoch keine Trennung in Larvenstadien zu (Methode nach SCHRÖDER 1985b). Die Larven wurden daher 4 Größenklassen zugeordnet: a = unter 3 mm BL, b = 3 bis 5 mm BL, c = 5 bis 7 mm BL, d = 7 mm BL und größer (vgl. Tab. 2).

### 3. Darminhaltsanalysen

Ein Teil der Larven (s. Tab. 2) wurde für die Darminhaltsuntersuchungen verwendet. In Anlehnung an bereits mehrfach erprobte Methoden (SCHRÖDER 1980, 1981, 1983a, b, 1985b, 1986a, b, d, 1987a, b, c) wurde jede einzelne Larve hierzu in 5 ml Wasser, das mit Lugolscher Lösung versetzt war, in einem Handpotter zerkleinert und dieses Homogenat in eine 5 ml Planktonzählkammer überführt. Nach einigen Stunden, nachdem sich die Partikel auf der Bodenplatte der Zählkammer abgesetzt hatten, wurde dann die Probe bei 320facher Vergrößerung auf ihren Kieselalgengehalt ausgezählt und jede Kieselalge in ihrer maximalen Schalenlänge und -breite ausgemessen (1 Skalenteil des Meßokkulars entsprach 2,63 µm). Wie Voruntersuchungen gezeigt haben (SCHRÖDER 1980), wird bei dieser Methode zwar die Larve vollständig homogenisiert, die Kieselalgen bleiben aber unzerstört.

In Abb. 3 ist die Anzahl der Kieselalgen pro Larve für die einzelnen Arten und Larvengrößen auf der Basis der Schalenlänge der Kieselalgen dargestellt. Allgemein ist zu erkennen, daß innerhalb einer Art (*E. vernum*, *P. tomosvaryi* und *O. spinosa*) mit zunehmender Larvengröße auch der Anteil der längeren Kieselalgen zunimmt, d. h. größere Larven filtrieren einen größeren Anteil großer Nahrungspartikel als kleine Larven. Dieser Trend wurde bereits in früheren Untersuchungen deutlich (SCHRÖDER 1981, 1983a, 1985b, 1986b, d, 1987a, b, c). Betrachten wir nun die Unterschiede in der Diatomeennahrung der großen Larven ( $\geq 7$  mm BL) aller 7 Arten, so nimmt der Anteil der größeren Kieselalgen in folgender Reihenfolge zu: *E.*

*costatum*, *E. angustitarse*, *P. tomosvaryi*, *O. spinosa*, *E. vernum*, *E. cryophilum*, *O. ornata*. Es gibt also intra- (zwischen den Larvengrößen einer Art) und interspezifische Unterschiede (zwischen den Arten) in der Größenzusammensetzung der Diatomeennahrung. Dies wird noch deutlicher, wenn man Länge und Breite der Kieselalgenschalen berücksichtigt: Allgemein nimmt das Breiten-/Längenverhältnis der Kieselalgen mit zunehmender Schalenlänge ab (Abb. 4). Außerdem ist festzustellen, daß bei gleicher Kieselalgenlänge das Breiten-/Längenverhältnis bei kleinen Larven (< 3 und 3 < 5 mm BL) kleiner ist als bei größeren Larven ( $\geq 7$  mm BL) der gleichen Art.

Nimmt man die Häufigkeitsverteilung der Kieselalgenlängen und -breiten im Darminhalt der Larven zur Basis, so läßt sich die Überlappung dieser Frequenzverteilungskurven zwischen den Größenklassen und Arten der Kriebelmücken nach SCHOENER (1968, mod. SCHRÖDER 1985b) berechnen:

$$\text{Überlappung } \Theta = 1 - \frac{1}{2} \sum_i (P_{ij} - P_{ik})$$

mit  $P_{ij}$  = Anteil der Kieselalgengröße  $i$  am Darminhalt der Kriebelmückenart  $j$   
und  $P_{ik}$  = Anteil der Kieselalgengröße  $i$  am Darminhalt der Kriebelmückenart  $k$

$\Theta$  kann Werte zwischen 0 (keine gemeinsame Diatomeennahrung) und 1 (vollständige Übereinstimmung) einnehmen. Diese Extremwerte werden jedoch bei den Kriebelmückenlarven des Hühnerbaches nicht erreicht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt. Die intraspezifische Überlappung der Diatomeennahrung liegt bei *P. tomosvaryi* zwischen 0,4 und 0,6, bei *O. spinosa* zwischen 0,4 und 0,7 und bei *E. vernum* zwischen 0,5 und 0,7. Die interspezifische Überlappung reicht von 0,2 bis 0,7. *E. costatum* zeigt mit  $\Theta$ -Werten zwischen 0,2 und 0,4 die geringste Überlappung in der Diatomeennahrung mit allen anderen Arten, *E. vernum*-Larven der Größenklasse d ( $\geq 7$  mm BL) haben dagegen im Durchschnitt die größte Übereinstimmung mit allen anderen Arten ( $\Theta$  zwischen 0,4 und 0,7). Innerhalb der montanen Kriebelmückenarten liegt  $\Theta$  zwischen 0,3 und 0,6, innerhalb der silvatischen Gruppe zwischen 0,2 und 0,7.

Ähnliche Kalkulationen in früheren Untersuchungen ergaben folgende Werte in der Nischenüberlappung der Diatomeennahrung: Zwischen den Larven der beiden campestrischen Arten *Simulium reptans* und *Odagmia ornata* in Fließgewässern in der Umgebung von Freiburg betrug  $\Theta = 0,8$ . Zwischen Vertretern montaner Arten lag  $\Theta$  zwischen 0,8 und 0,9 (*P. rufipes* und *E. cryophilum* in SCHRÖDER 1986b; *P. hirtipes* und *S. argenteostriatum* in SCHRÖDER 1987a; *S. monticola* und *E. cryophilum* in SCHRÖDER 1987c). In einem Seeabfluß der Vogesen betrug die Übereinstimmung in der Diatomeennahrung zwischen Larven von *O. ornata* und *S. noelleri*  $\Theta = 0,8$ . Für die beiden Waldbachbewohner *E. costatum* und *O. spinosa* des westlichen Bodenseegebietes lag  $\Theta$  zwischen 0,6 und 0,9. Ein Vergleich mit der vorliegenden Untersuchung zeigt, daß im Hühnerbach  $\Theta$  zwischen den hier vergesellschafteten Arten niedriger liegt als in allen anderen bisher untersuchten mitteleuropäischen Fließgewässern. Die Trennung in verschiedene Nahrungsnischen ist also ausgeprägter. Es bleibt zu untersuchen, ob dies tatsächlich zur Konkurrenzminderung und damit zur Koexistenz der 7 Arten beiträgt, oder ob andere Faktoren, wie kleinräumige Unterschiede der Strömungsverhältnisse und in der Substratbesiedlung, entscheidend sind.

Tab. 1: Physiographie der Probenstellen im Gewässersystem von Heimbach-Auenbach-Mühlbach-Hühnerbach-Nußbach (Linzgau/westl. Bodenseegebiet, vgl. Abb. 1). Die Angaben folgen den von BOES & BRÄNDLE (1981) empfohlenen Schätzkategorien.

Gewässer	Probenstelle	Höhenlage	Gewässerbreite	Fließgeschwindigkeit
		m ü.NN	m	m s <sup>-1</sup>
Heimbach	HMB	538	< 1	0,4 - 0,8
Auenbach	AUE	520	1 - 2	0,4 - 0,8
Hühnerbach	HÜN 0	485	< 1	0,2 - 0,4
	HÜN 1	480	1 - 2	0,2 - 0,4
	HÜN 2	460	1 - 2	> 0,8
	HÜN 3	445	2 - 5	0,2 - 0,4
Mühlbach	MBC 1	450	2 - 5	0,4 - 0,8
	MBC 2	445	2 - 5	0,4 - 0,8
Nußbach	NUS 1	420	2 - 5	> 0,8
	NUS 2	400	5	0,4 - 0,8

Probenstelle	Beschattung im Tagesverlauf(%)	Substratanteile im schnellfließenden Gewässerbereich	
		Pflanzen	Steine/Grobkies
HMB	12 - 25 %	< 6 %	12 - 25 %
AUE	12 - 25	12 - 25	25 - 50
HÜN 0	0 - 25	25	< 6
HÜN 1	50 - 75	6 - 12	25 - 50
HÜN 2	> 75	< 6	> 50
HÜN 3	50 - 75	6 - 12	< 6
MBC 1	25 - 50	6 - 12	25 - 50
MBC 2	25 - 50	6 - 12	25 - 50
NUS 1	25 - 50	< 6	> 50
NUS 2	0 - 25	< 6	< 6

Tab. 2: Anzahl der am 7. 4. 1985 im Hühnerbach (HÜN 0) gesammelten und der für die Darminhaltsanalysen verwendeten Kriebelmückelarven.

Art	Larvengrößen ( mm BL )	Gesamtzahl der Larven	
		gesammelt	Nahrungsanalysen
montane Arten (Bergbachbewohner)			
<i>Eusimulium cryophilum</i>	> 7	6	6
<i>Prosimulium tomosvaryi</i>	3 < 5	3	3
silvatische Arten (Waldbachbewohner)			
<i>Eusimulium costatum</i>	> 7	1	1
<i>Odagmia spinosa</i>	< 3	3	3
	3 < 5	6	5
	5 < 7	21	7
	> 7	44	9

<i>Eusimulium venum</i>	3 < 5	2	2
	5 < 7	10	5
	> 7	10	10
campestrische Arten (Wiesenbachbewohner)			
<i>Odagmia ornata</i>	> 7	5	5
epiphytische Arten (Bewohner wasserpflanzenreicher Bäche)			
<i>Eusimulium angustitarse</i>	> 7	1	1

Tab. 3: Nischenüberlagerung in der Diatomeennahrung der im Hühnerbach (HÜN) vergesellschafteten Kriebelmückenlarven auf der Basis der Häufigkeitsverteilung der Kieselalgenlängen und -breiten im Darminhalt der Tiere.

1, 2, 3 .... 7 entsprechen Überlappungsindex 0,1 , 0,2 , 0,3 ...0,7

Arten	<i>P. tomosv.</i>			<i>E. cryoph.</i>			<i>E. cost.</i>			<i>O. spinosa</i>			<i>E. venum</i>			<i>O. orn.</i>		<i>E. ang.</i>
Larven=	b	c	d	d	d	d	a	b	c	d	b	c	d	d	d	d		

*P. tomosv.*

b	***
c	4 ***
d	4 6 ***

*E. cryoph.*

d	3	6	5	***
---	---	---	---	-----

*E. costatum.*

d	2	4	3	2	***
---	---	---	---	---	-----

*O. spinosa*

a	6	6	6	4	3	***
b	6	5	6	5	3	7 ***
c	4	7	7	4	3	6 6 ***
d	3	4	6	7	3	4 4 6 ***

*E. venum*

b	5	5	4	3	2	5	6	4	4	***
c	4	7	3	5	3	5	6	7	5	5 ***
d	5	7	7	5	4	5	6	7	6	5 7 ***

*O. ornata*

a	3	6	6	5	4	5	5	5	5	4	6	7	***
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

*E. angust.*

d	3	5	5	5	2	5	5	5	4	5	5	5	5	***
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

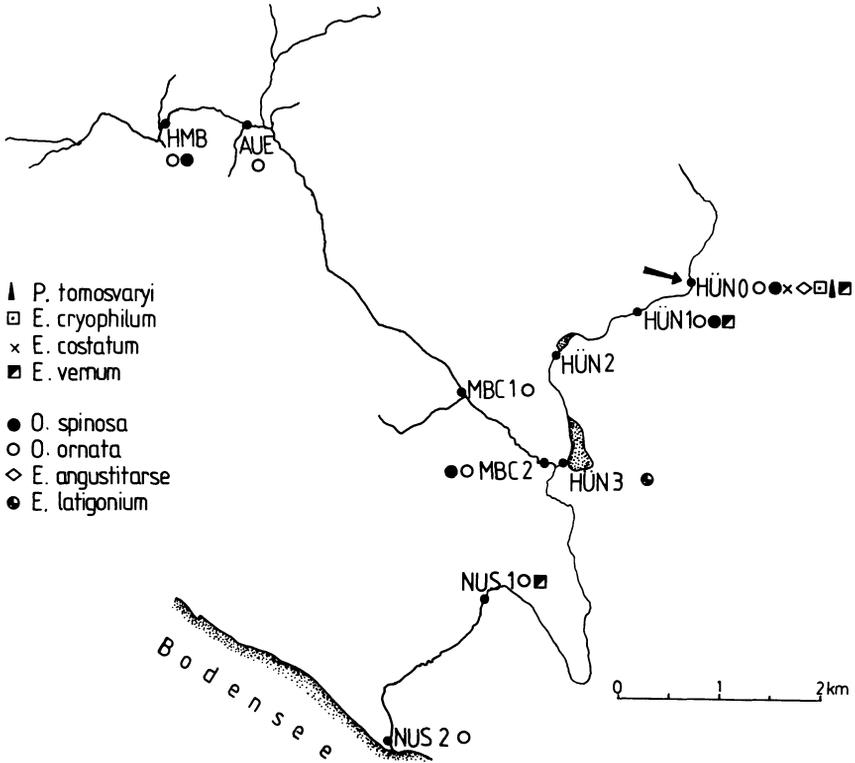


Abb. 1: Das Gewässersystem von Heimbach (HMB), Auenbach (AUE), Mühlbach (MBC 1-2), Hühnerbach (HÜN 0-3) und Nußbach (NUS 1-2) und die Verbreitung der Kriebelmückenarten (Symbole entsprechend den links aufgelisteten Arten). Die Hauptuntersuchungsstelle HÜN 0, an der die Nahrungsanalysen durchgeführt wurden, ist durch einen Pfeil hervorgehoben.

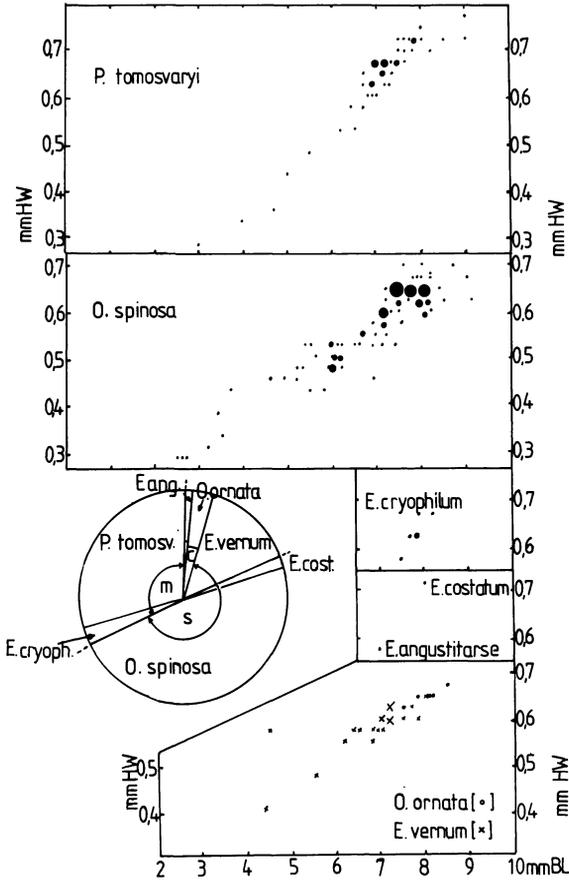


Abb. 2: Der prozentuale Anteil der Arten an den Kriebelmückenlarven bei HÜN 0 (Sektoren des Kreisdiagramms) und die Größenverteilung der Larven innerhalb der Arten (graphische Korrelation von Körperlänge mm BL = „body length“ und Kopfkapselbreite mm HW = „head width“).

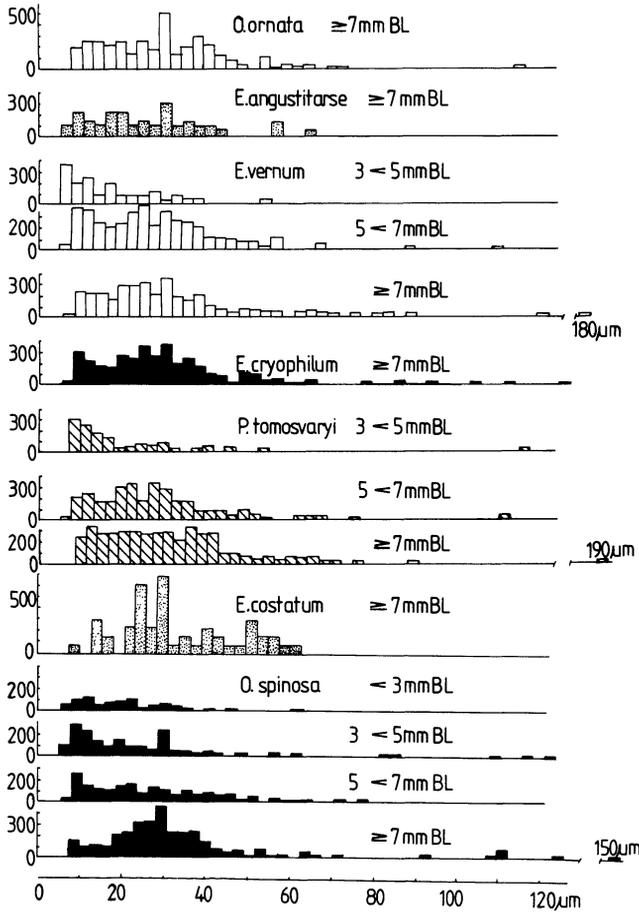


Abb. 3: Die Größenverteilung der im Darmtrakt pro Kriebelmückenlarve gefundenen Kieselalgen (x-Achse = Länge der Kieselalgen; y-Achse = Anzahl der Kieselalgen pro Größenklasse).

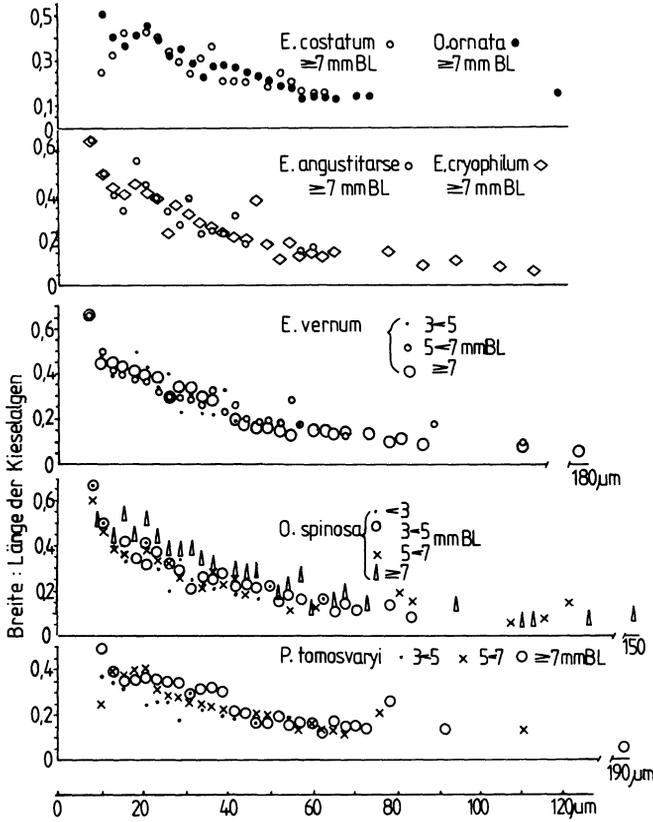


Abb. 4: Das Breiten-Längenverhältnis der von den Kriebelmückenlarven abfiltrierten Kieselalgen in Abhängigkeit von der Länge der Kieselalgen (x-Achse).

## Schrifttum

- BOES, M. & BRÄNDLE, J. (1981): Statistische Auswertung biologischer und chemischer Gewässerbefunde. — 173 S., Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz, Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft).
- CAR, M. (1981): Die Simuliiden-Fauna (*Diptera*) Österreichs und ihre veterinärmedizinische Bedeutung. — Diss. Univ. Wien.
- CRAIG, D. A. & CHANCE, M. M. (1982): Filter feeding in *Simuliidae* larvae (*Diptera: Culicomorpha*): aspects for functional morphology and hydrodynamics. — Can. J. Zool. **60**, 712–724.
- CRAIG, D. A. & GALLOWAY, M. M. (1986): Larval hydrodynamics. — In: Black Flies: Ecology, Population Management and Annotated world List. — Edited by KIM, K. C. & MERRITT, R. W., Penn. State Press, Pennsylvania, im Druck.
- GLATTHAAR, R. (1978): Verbreitung und Ökologie der Kriebelmücken (*Diptera: Simuliidae*) in der Schweiz. — Vrtjschr. naturforsch. Ges. Zürich **123**, 71–124.
- GÖTZEL, R. (1973): Populationsdynamik und Ernährungsbiologie von Simuliidenlarven in einem mit organischen Abwässern verunreinigten Gebirgsbach. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **42**, 406–451.
- GRUNEWALD, J. (1965): Zur Kenntnis der Simuliidenfauna (*Diptera*) des Südschwarzwaldes und seiner Randgebiete. — Beitr. naturkd. Forsch. Südw.-Dtl. **24**, 143–152.
- KNOZ, J. (1965): To identification of Czechoslovakian blackflies (*Diptera, Simuliidae*). — Folia Fac. Sci. nat. Univ. Purkynianae brunensis **6**, 1–52.
- NÜBEL, E. (1984): Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an den Filtrierstrukturen von Kriebelmücken-Larven (*Simuliidae, Diptera*). — Arch. Hydrobiol. Suppl. **66**, 223–253.
- RAUSCH, M. & GRUNEWALD, J. (1981): Die Simuliiden-Fauna (*Diptera*) des Schönbuchs bei Tübingen. — Jh. Ges. Naturkde. Württemberg **136**, 221–203.
- SCHOENER, T. W. (1968): The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. — Ecology **49**, 704–726.
- SCHRÖDER, P. (1980): Zur Ernährungsbiologie der Larven von *Odagmia ornata* MEIGEN (*Diptera: Simuliidae*) 2. Morphometrische und physiologische Bezugsgrößen, Darmentleerung und -füllzeit, Ingestion. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **59**, 97–133.
- (1981): dto. 4. Nahrungsausnutzung und Wachstum. Arch. Hydrobiol. Suppl. **59**, 134–150.
- (1982): Die *Simuliidae* (*Diptera*) in den Fließgewässern um Freiburg im Breisgau. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. **13**, 51–65.
- (1983a): Zur Ernährungsbiologie der Larven von *Odagmia ornata* MEIGEN (*Diptera: Simuliidae*). 5. Die Diatomeen-Nahrung der Krebsbach-Population (Bodenseegebiet). — Arch. Hydrobiol. Suppl. **66**, 109–125.
- (1983b): Rinnenversuche zur Diatomeennahrung von Kriebelmücken-Larven (*Diptera: Simuliidae*) eines Seeabflusses. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **66**, 126–135.
- (1985a): Die Kriebelmücken (*Diptera: Simuliidae*) im Mindelseegebiet (westl. Bodenseeraum). — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **44**, 173–199.
- (1985b): Feeding biology of Tahitian blackfly larvae (*Dipt., Simuliidae*). — Notes et Doc. Hyg. et S. Publ., ORSTOM, **11**, 230 S., Papeete.
- (1986a): Unterschiede in der Partikelselektion der Kieselalgen zwischen Larven der campestrischen Kriebelmückenarten *Simulium reptans* und *Odagmia ornata* (*Diptera: Simuliidae*). — Arch. Hydrobiol. **105**, 531–547.
- (1986b): Resource partitioning of food particles between associated larvae of *Prosimulium fuscipes* and *Eusimulium cryophilum* (*Diptera: Simuliidae*) in Austrian mountain brooks. — Arch. Hydrobiol. **107**, 497–509.

- (1986c): Die Kriebelmücken (*Diptera : Simuliidae*) der Tobelschluchtbäche des westlichen Bodenseegebietes. — Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **62**, 465–482.
  - (1986d): Resource partitioning of food particles between associated larvae of *Simulium noelleri* and *Odagnia ornata* (*Diptera : Simuliidae*) in two lake-outlets of the Vogesian mountains (France). — Arch. Hydrobiol. Suppl. **77**, 79–95.
  - (1987a): Differences in diatom utilization between associated blackfly larvae of *Prosimulium hirtipes* and *Simulium argenteostriatum* (*Diptera : Simuliidae*). — aquatic insects **9**, 143–159.
  - (1987b): Verbreitung und Nahrung der Larven von *Eusimulium costatum* und *Odagnia spinosa* (*Diptera : Simuliidae*). — Arch. Hydrobiol. Suppl. **77**, 51–78.
  - (1987c): Algae as food of blackfly (*Diptera, Simuliidae*) larvae in some Irish river systems. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **77**, 117–141.
  - (1987d): Der Anstellwinkel filtrierender Kriebelmückenlarven (*Dipt., Simuliidae*) zur Strömungsrichtung. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **77**, 39–49.
- SCHRÖDER, P. & SCHWEDER, H. (1986): Kriebelmücken (*Diptera : Simuliidae*) im Co. Kerry, Südwestirland. — Ent. Z. **96**, 85–91.
- WICHARD, G. (1976): Untersuchungen zur Ökologie von Simuliiden (*Diptera : Simuliidae*) an organisch belasteten Gewässern. — Gewässer u. Abwässer **60/61**, 35–64.
- ZWICK, H. (1974): Faunistisch-ökologische und taxonomische Untersuchungen an *Simuliidae* (*Diptera*) unter besonderer Berücksichtigung der Arten des Fuldagebietes. — Abh. senckenberg. naturforsch. Ges. **533**, 1–116.

(Am 24. November 1986 bei der Schriftleitung eingegangen.)

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1986-1989

Band/Volume: [NF\\_14](#)

Autor(en)/Author(s): Schröder Peter

Artikel/Article: [Die Kieselalgenahrung filtrierender Kriebelmückenlarven \(Diptera : Simuliidae\) im Hühnerbach/Bodenseegebiet \(1988\) 751-763](#)