

# STRÖMUNGSVERHALTEN VON *ECDYONURUS VENOSUS* (FABR.) (EPHEMEROPTERA)

ILSE BUTZ

Bundesinstitut f. Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft,  
Scharfling, A-5310 Mondsee, Austria

## 1. Einleitung

Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Wasserorganismen gegenüber Umweltfaktoren erhöhen die Kenntnis über die Standortbedingungen einer Art. In dieser Arbeit wird das Verhalten der Larven von *Ecdyonurus venosus* (FABR.) gegenüber den Umweltfaktoren Substrat, Licht, insbesondere aber gegenüber der Strömung untersucht.

Abschließend wurde die lokomotorische Aktivität der Nymphen bei Laborbedingungen über mehrere Tage beobachtet. Richtung und Intensität der Wanderungen sollen über die Verteilung der Larven im Laufe eines Tages Auskunft geben.

## 2. Methodik

Die experimentellen Untersuchungen fanden am Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft in Scharfling am Mondsee (Österreich) statt.

Als Versuchstiere wurden Nymphen von *Ecdyonurus venosus* (FABR.) von 9–13 mm Körperlänge und gelegentlich Nymphen von *Rhithrogena semicolorata* (CURT.) von 8–10 mm herangezogen. Die Tiere stammten aus der Grieblerache, einem Voralpenbach, der bei Plomberg in den Mondsee mündet.

Das Strömungsverhalten der Nymphen wurde am Tag in einer Plexiglasrinne bei verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten beobachtet. Da er Plexiglasboden trotz Aufrauung den Nymphen insbesondere bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten eine zu geringe Verankerungsmöglichkeit bot, wurde der Rinnenboden betoniert. Die Strömungsmessung erfolgte mit einem Pitotrohr nach Raußer am Ort der Versuchstiere, 5 mm über dem Substrat. Die Wassertemperatur betrug während der Beobachtungszeit 14–15°C.

In den Ruheperioden bevorzugten die Nymphen bestimmte Aufenthaltsplätze als Unterstände. Die für die Wahl dieser Unterstände ausschlaggebenden Faktoren wurden in einem Rundbecken von 1 m Durchmesser analysiert. Ein tangential ins Becken eingeleiteter Wasserstrahl sorgte für eine Kreisströmung von maximal 6 cm/sek. Der Abfluß befand sich in der Mitte des Rundbeckens. Der Beckenboden war aufgeraut und mit einer dünnen Algenschicht bewachsen. Den Nymphen wurden

als Unterstände verschiedene Kunststoffplatten und Steine geboten. Die Versuchsanlage stand auf einem Gerüst, um die Beobachtungen vom Beckenboden her zu ermöglichen. Position und Orientierung der Nymphen und die Strömungs- und Lichtverhältnisse am Aufenthaltsort der Nymphen wurden an der Unterseite des Beckenbodens festgehalten. Die Strömungsverhältnisse wurden mittels Methylenblau sichtbar gemacht. Die Lichtmessungen erfolgten mit einem lichtabhängigen Widerstand, der Messungen auf kleinstem Raum gestattete. Pro Versuch wurden 30–40 Versuchstiere herangezogen. Die Wassertemperatur betrug 10–11°C.

Für die Beobachtungen der tagesperiodischen lokomotorischen Aktivität wurde das Rundbecken in der schon beschriebenen Anordnung herangezogen. Drei dunkelgraue Kunststoffplatten dienten als Unterstände für die Nymphen. Diese Platten wurden in gleichen Abständen voneinander quer zur Strömung mit einem Neigungswinkel von 2° in das Becken eingesetzt.

Zwei schmale Felder des Beckenbodens, von denen sich je eines zwischen zwei Kunststoffplatten quer über das Becken erstreckte, wurden vom Beckenboden her für je 10 Minuten pro Stunde beobachtet. Die Zahl der stromaufwärts und stromabwärts wandernden und driftenden Nymphen wurde festgehalten. Die Nachtbeobachtungen fanden bei Rotlicht statt (Leuchtstoffröhre Philips Tl 40, W 115), welches kurz vor Dämmerungsbeginn eingeschaltet wurde.

Zusätzlich fanden Beobachtungen über die Verteilung der Nymphen von *Ecdyonurus venosus* in einem künstlichen Bach statt. Ein 3 m langes Strömungsbecken aus Kunststoff mit einer Kreisströmung wurde mit Bachsteinen ausgelegt. Quer zur Strömung wurde in die Rinne ein Netz gespannt, welches eine Vermengung von driftenden und stromaufwärts wandernden Nymphen verhinderte. In der Mitte des künstlichen Baches wurden 50 Nymphen ausgesetzt. Die Steine wurden regelmäßig nach Nymphen abgesammelt und so die Verteilung der Nymphen in der Rinne festgestellt. Die Wasserhöhe in der Rinne betrug 7 cm, die Strömungsgeschwindigkeit 6 cm/sek und die Wassertemperatur 10–11°C.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit auf die Bewegung der Nymphen

Sitzen die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 2,5 cm/sek am Boden der Versuchsrinne, ist eine Orientierung in alle Richtungen zur Strömung möglich. Der Kopfschild und Thorax sind in Bodenkontakt, das Abdomen mit den Schwanzanhängen (Cerci und Terminalfilum) ist vom Boden abgehoben und wird von Zeit zu Zeit auf und ab geschlagen.

Ab einer Strömung von 50 cm/sek sind alle Tiere gegen die Strömung orientiert. Je höher die Strömungsgeschwindigkeit, desto stärker werden Kopfschild und Abdomenende mit den aneinander gelegten Schwanzanhängen gegen den Boden gepreßt und Thorax und übriges Abdomen vom Boden abgehoben. Die Hinterbeine sind neben dem Abdomenende fixiert und stemmen sich zusammen mit dem Abdomen gegen die Strömung. In dieser Haltung konnten die Nymphen Strömungen von höchstens 165 bis 200 cm/sek für kurze Zeit Widerstand leisten.

Laufen die Nymphen nach vorwärts, berühren der Kopfschild und das Abdomenende mit den aneinander gepreßten Schwanzanhängen den Boden. Bei einer Strömung von 2,5 cm/sek beträgt die maximale Laufgeschwindigkeit 15–20 cm/sek.

Laufen die Nymphen nach rückwärts, so ist der Kopfschild in Bodenkontakt und sind Thorax, Abdomen und Schwanzanhänge vom Boden abgehoben. In dieser Haltung legen die Nymphen nur kurze Strecken zurück, nach denen sie jedesmal mit den gespreizten Schwanzanhängen kreisende Bewegungen mit dem Abdomen durchführen.

Ab einer Strömung von 50 cm/sek können sich die Nymphen trotz ihrer Orientierung gegen die Strömung nach allen Richtungen bewegen. Von den 113 Versuchstieren wanderten nur 16% stromaufwärts und leisteten bis zur maximal erträglichen Strömungsgeschwindigkeit Widerstand. Die Laufgeschwindigkeit wird mit zunehmender Strömung geringer, die zurückgelegten Strecken kürzer.

Die höchsten Strömungen, bei denen ein Aufwandern der Nymphen beobachtet wurde, lagen zwischen 155–160 cm/sek. Die restlichen 84% der Versuchstiere wich der Strömung nach rückwärts laufend aus und driftete schließlich.

Das Schwimmen der Nymphen erfolgt durch Ruderbewegungen der Beine, wobei die breiten Femures dem Wasser eine große Angriffsfläche bieten. Die Ruderbewegungen der Beine werden durch dorsoventrale Schläge des Abdomen und der aneinander gepreßten Schwanzanhänge unterstützt.

Bei einer Strömung von 2,5 cm/sek schwimmen die Nymphen nach allen Richtungen zur Strömung. Ab 12 cm/sek konnte ohne Kunstgriff keine gegen die Strömung schwimmende Nymphe beobachtet werden. Das Schwimmen in Strömungsrichtung geht in ein Driften über. Beim Versuch bei 12 cm/sek über eine 25 cm lange Glasplatte gegen die Strömung zu laufen, gerieten die Tiere in den freien Wasserkörper. Bei dieser Strömungsgeschwindigkeit konnten sie gegen die Strömung schwimmend für kurze Zeit ihre Position halten d.h. keinen Wegverlust erleiden. Die Glasplatte konnte nicht gegen die Strömung überschwommen werden.

Während des Driftens ist das Abdomen nach dorsal gegen den Thorax durchgeknickt, die Schwanzanhänge und Beine sind abgespreizt. Gelangen die Nymphen in Berührung mit dem Boden, so verankern sie sich blitzartig. Außerdem vermögen die Nymphen gegen die Strömung orientiert knapp über dem Boden für kurze Strecken zu driften.

Mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit meiden die Nymphen den freien Wasserkörper und ziehen eine Bewegung am Substrat vor. Sagen den Nymphen die Strömungsbedingungen nicht zu, so weichen diese nach rückwärts laufend aus und lassen sich schließlich verdriften.

### 3.2. Aufenthaltsorte der Nymphen während der Aktivitätsruhe

Im Rundbecken befindliche Gegenstände wurden am Tag auf kürzestem Wege von den Nymphen von *Ecdyonurus venosus* und *Rhithrogena semicolorata* aufgesucht.

Beim Gegenstand angelangt, drehten die Nymphen beider Arten das Abdomen zu diesem und tasteten durch kreisende Bewegungen des Abdomen mit den gespreizten Schwanzanhängen die Spalten

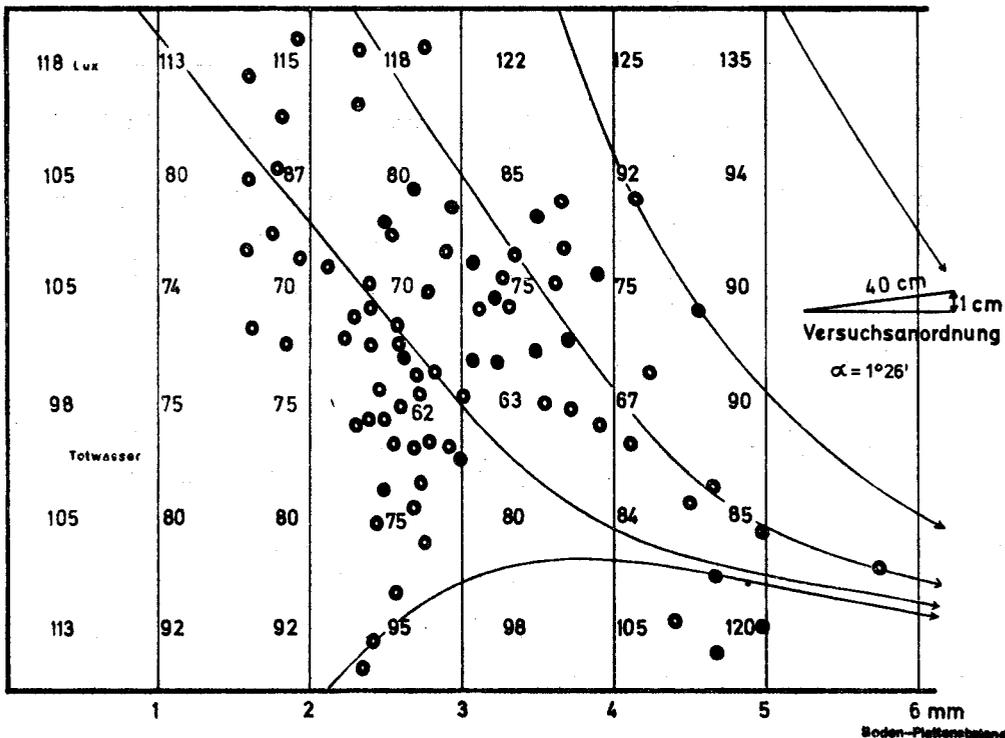


Abb.1. Verteilung von *Ecdyonurus venosus* ● und *Rhithrogena semicolorata* (○) unter einer dunklen Platte mit einem Boden-Plattenabstand von 0–10 mm. Strömung in Pfeilrichtung, Helligkeitswerte in Lux

zwischen Gegenstand und Boden ab. Stießen zwei Versuchstiere aufeinander, so wandten sie die Abdomina zueinander und versuchten den Partner durch kräftige Schläge der aneinander gepreßten Schwanzanhänge zu vertreiben. Da sich die Nymphen gegenseitig bei der Wahl der Aufenthaltsplätze störten, wurden höchstens 30–40 Versuchstiere pro Versuch herangezogen.

Auf der Unterseite der Gegenstände waren die Tiere nicht gleichmäßig verteilt, sondern bevorzugten bestimmte Aufenthaltsplätze. Folgende Experimente sollten die für die Wahl der Aufenthaltsplätze ausschlaggebenden Faktoren analysieren:

#### Versuch a:

Eine dunkelgraue Kunststoffplatte wurde im Wechsel unter einem Neigungswinkel von  $1^{\circ}26'$ ,  $2^{\circ}52'$  und  $4^{\circ}18'$  ins Rundbecken eingesetzt (Abb. 1, 2 und 3).

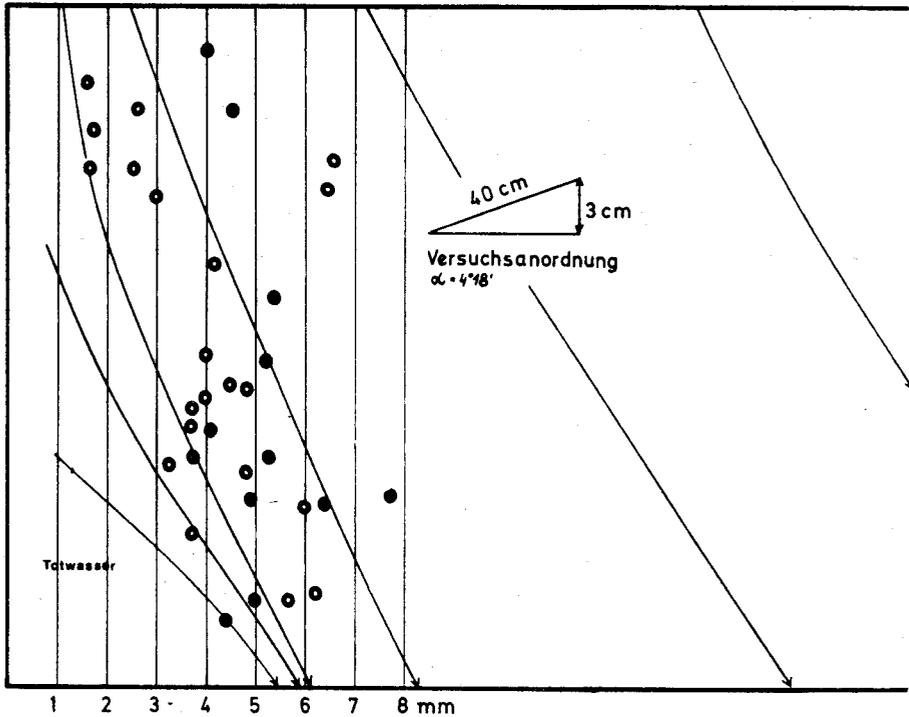


Abb. 2. Verteilung von *Ecdyonurus venosus* (●) und *Rhithrogena semicolorata* (○) unter einer dunklen Platte mit einem Boden-Plattenabstand von 0–30 mm. Strömung in Pfeilrichtung

Unter allen drei verschiedenen geneigten Platten drangen die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* bis zu einem Boden-Plattenabstand von 2,5 bis 3,5 mm vor, was nahezu der Körperhöhe der Versuchstiere von 2,2 bis 2,5 mm entsprach (Abb. 3). Ein Boden-Plattenabstand von 2,5 bis 4 mm wurde bevorzugt. Der größte von den Nymphen aufgesuchte Boden-Plattenabstand schwankte je nach Neigung der Platte, betrug jedoch selten mehr als 7 mm. Die Verteilung der Nymphen erstreckte sich bei kleinem Neigungswinkel auf eine größere Plattenfläche mit geringerem mittleren Boden-Plattenabstand als bei großem Neigungswinkel. Gleichzeitig durchgeführte Versuche mit Nymphen von *Rhithrogena semicolorata* führten zu ähnlichen Ergebnissen. Diese drangen entsprechend der geringeren Thoraxhöhe von 1,3–1,4 mm weiter als die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* nämlich bis zu einem Boden-Plattenabstand von 1,5 mm vor.

Innerhalb des Bereiches mit den bevorzugten Boden-Plattenabständen wurden von den Tieren die Totwässerräume gemieden und Stellen mit gerichteter Strömung aufgesucht. (Abb. 1–2). Die meisten Versuchstiere waren gegen die Strömung orientiert.

Auch die Lichtverhältnisse unter den Platten hatten Einfluß auf die Verteilung (Abb. 1). So wurden die relativ dunkleren Plattenbereiche den helleren Plattenrändern als Aufenthaltsplätze vorgezogen.

#### Versuch b:

Eine durchsichtige Kunststoffplatte wurde unter einem Neigungswinkel von  $4^{\circ}18'$  ins Becken eingesetzt und darüber eine dunkelgraue Platte der gleichen Größe jedoch mit entgegengesetzter Neigung befestigt.

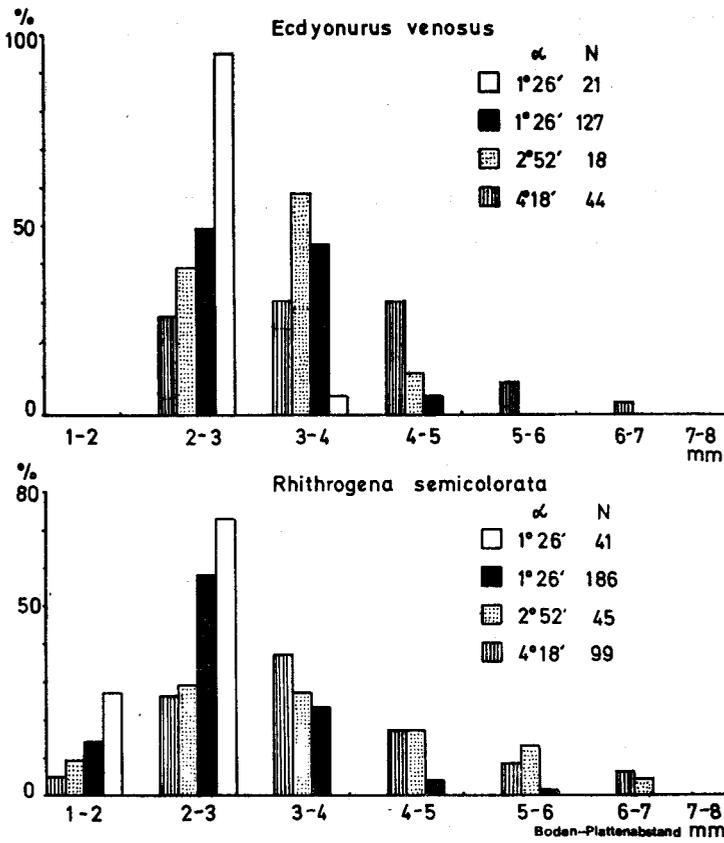


Abb. 3. Prozentuelle Verteilung von *Ecdyonurus venosus* (●) und *Rhithrogena semicolorata* (○) unter durchsichtigen (weiss) und dunklen (strukturiert bzw. schwarz) Platten in Abhängigkeit von Boden-Plattenabstand. N—Zahl der Versuchstiere, α—Neigungswinkel der Platten

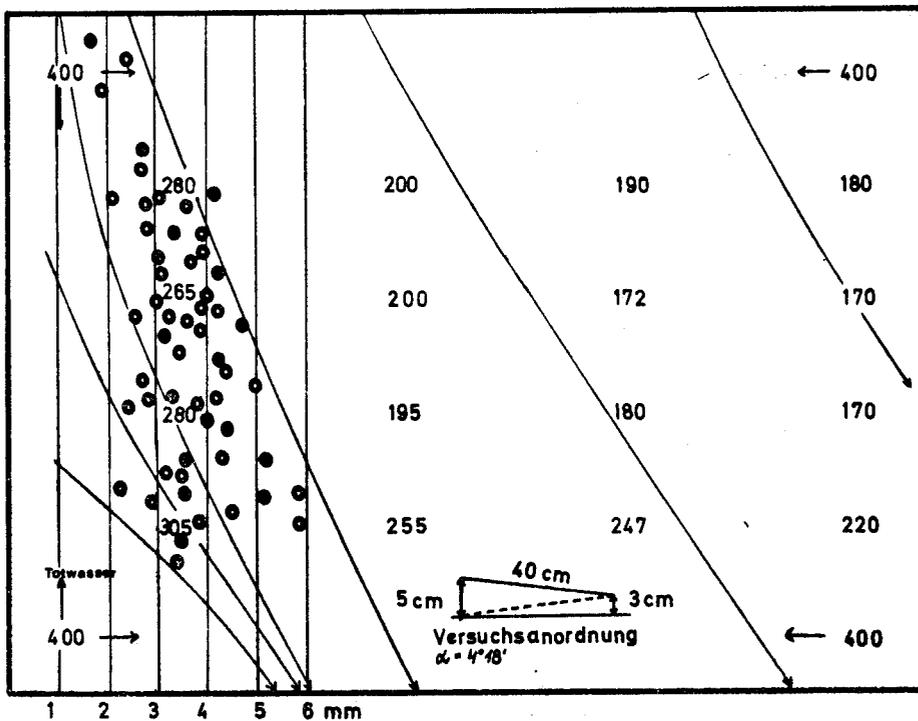


Abb. 4. Verteilung von *Ecdyonurus venosus* (●) und *Rhithrogena semicolorata* (○) unter einer durchsichtigen Platte mit einem Neigungswinkel von 4°18' und einer darüber befindlichen entgegengesetzt geneigten undurchsichtigen Platte. Helligkeitswerte in Lux



Nur wenige Versuchstiere hielten sich unter der durchsichtigen Platte auf. Unter dieser wählten die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* Orte mit einem Boden-Plattenabstand von 2,3–3,3 mm und die Nymphen von *Rhithrogena semicolorata* jene mit einem Boden-Plattenabstand von 1,6–2,6 mm. Im Vergleich zu Versuch a (Abb. 1) hielten sich die Nymphen mehr unter den Plattenrändern auf.

Versuch d:

Eine durchsichtige Kunststoffplatte wurde unter einem Neigungswinkel von 1°26' ins Becken eingesetzt und auf diese zwischen einem Boden-Plattenabstand von 6–10 mm eine schwarze Folie geklebt, wodurch in diesem Bereich das Oberlicht abgeschirmt wurde (Abb. 6).

Eine kleine Gruppe der Versuchstiere hielt sich im lichtunggeschützten Teil der Platte bei einem Boden-Plattenabstand von 1,5–4 mm auf, die Mehrzahl jedoch in dem vom Oberlicht abgedeckten Teil bei einem Boden-Plattenabstand von 6–8,5 mm.

Versuch e:

Eine dunkelgraue Kunststoffplatte wurde in einem Abstand von 4 mm in das Becken eingesetzt, der Boden-Plattenabstand war also überall der gleiche (Abb. 7).

Die Nymphen beider Arten hielten sich unter den beiden Schmalseiten der Platte am Übergang des Bereiches mit Lichtgefälle zu jenem mit gleichen Lichtverhältnissen auf.

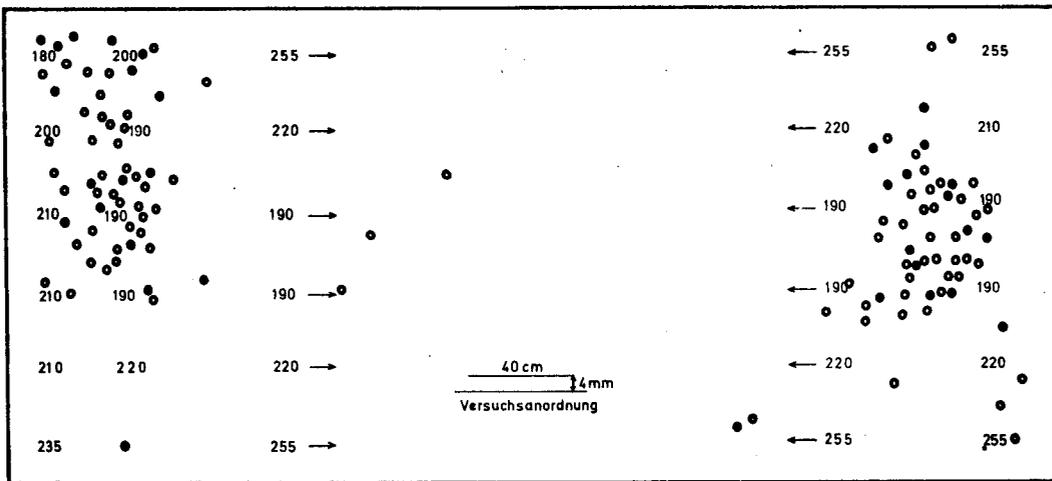


Abb. 7. Verteilung von *Ecdyonurus venosus* (●) und *Rhithrogena semicolorata* (○) unter einer dunklen Platte mit einem gleichen Boden-Plattenabstand von 4 mm. Helligkeitswerte in Lux

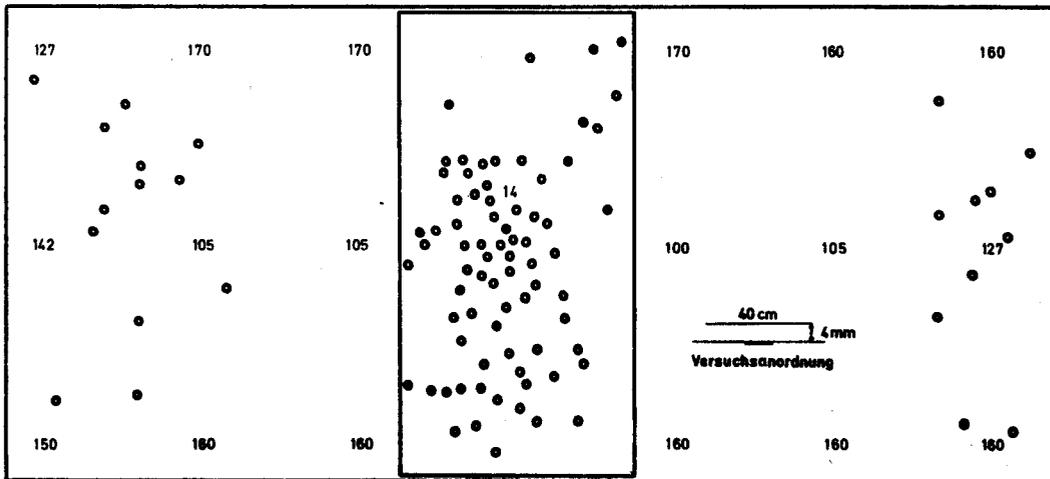


Abb. 8. Verteilung von *Ecdyonurus venosus* (●) und *Rhithrogena semicolorata* (○) unter einer dunklen Platte mit einem gleichen Boden-Plattenabstand von 4 mm. Im mittleren Plattenteil wurde das Unterlicht abgeschirmt

**Versuch f:**

Eine dunkelgraue Kunststoffplatte wurde in einem Abstand von 4 mm vom Boden eingesetzt und im mittleren Teil das Unterlicht durch Aufkleben einer Folie an den Beckenboden abgeschirmt (Abb. 8).

Der Großteil der Nymphen beider Arten befand sich im vom Unterlicht geschützten Plattenbereich. Einige Nymphen von *Rhithrogena semicolorata* hielt sich an den Schmalseiten der Platte auf.

**Versuch g:**

Eine dunkelgraue Kunststoffplatte wurde in einem Abstand von 1 cm vom Boden in das Becken eingesetzt und unter deren einen Hälfte eine geneigte durchsichtige Platte eingeschoben (Abb. 9).

Ein Teil der Versuchstiere beider Arten befand sich unter der durchsichtigen Platte mit einem Boden-Plattenabstand von 2–5 mm, der andere Teil hielt sich an der Schmalseite der dunkelgrauen Platte auf.

**Versuch h:**

Eine dunkelgraue Kunststoffplatte wurde derart in die Strömungsrinne eingesetzt, daß die stromaufwärts gelegene Schmalseite 15 mm und die stromabwärts gelegene Schmalseite 4 mm vom Beckenboden entfernt war. Durch die Verminderung des Boden-Plattenabstandes in Strömungsrichtung ergab sich eine Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit von 6 auf ca. 30 cm/sek (Abb. 10).

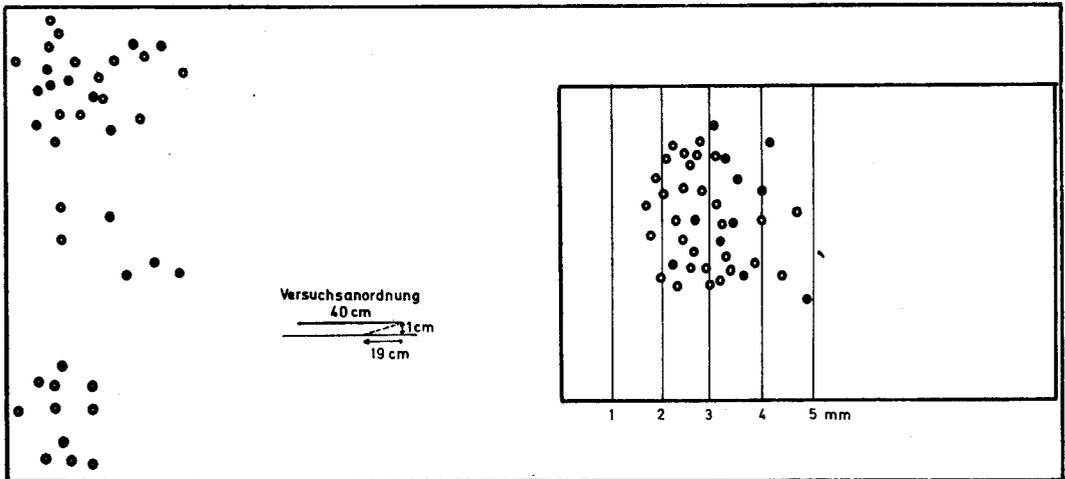


Abb. 9. Verteilung von *Ecdyonurus venosus* (●) und *Rhithrogena semicolorata* (○) unter einer dunklen Platte mit einem gleichen Boden-Plattenabstand von 10 mm. Unter einer Plattenhälfte befindet sich eine geneigte durchsichtige Platte

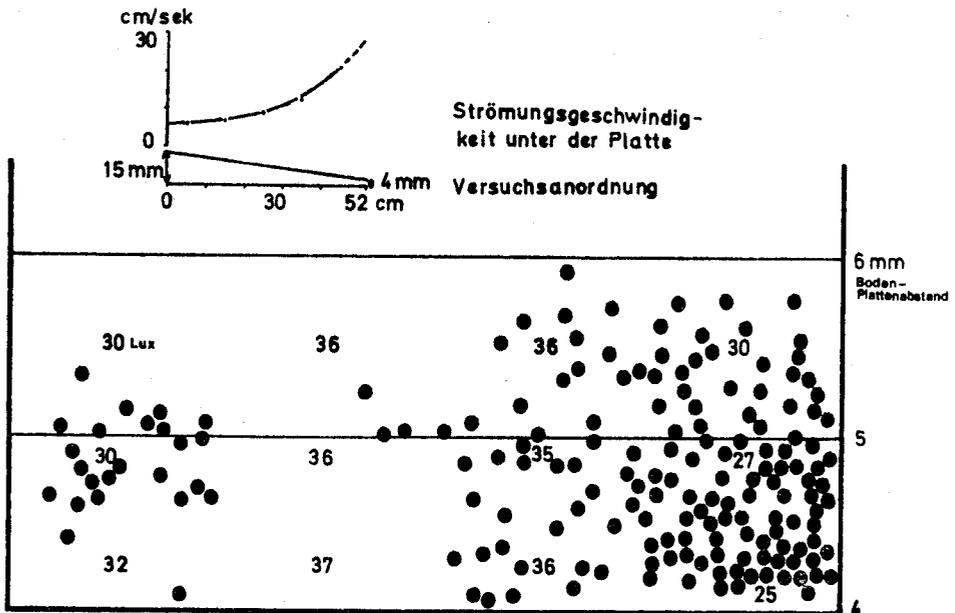
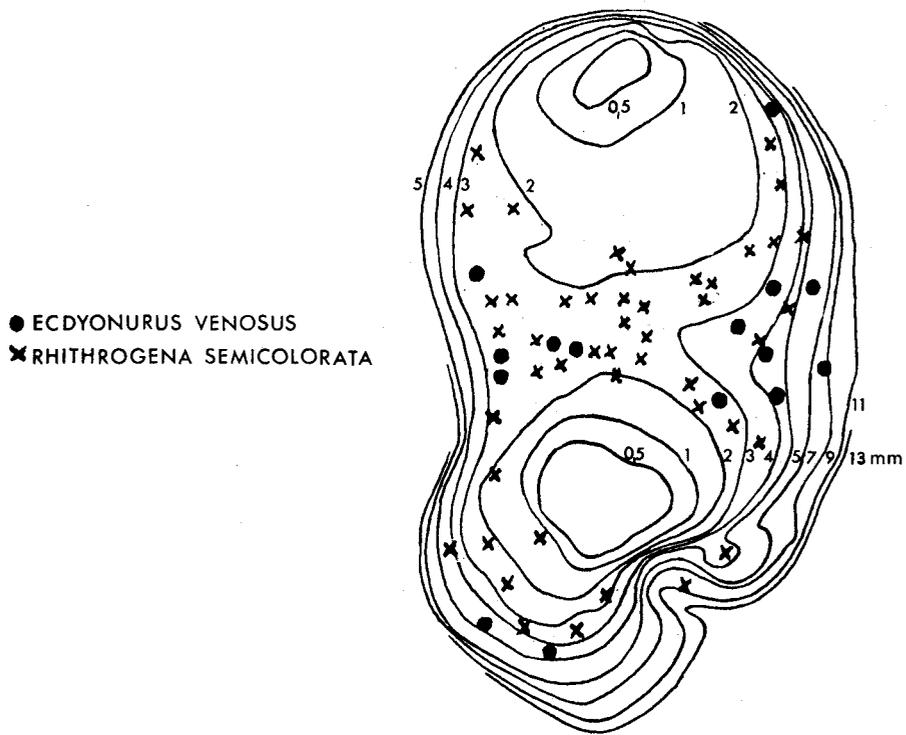


Abb. 10. Verteilung von *Ecdyonurus venosus* (●) unter einer dunklen und zum Beckenboden derart geneigten Platte, dass mit abnehmendem Boden-Plattenabstand die Strömungsgeschwindigkeit steigt



Verteilung von Ecdyonuriden in Abhängigkeit von der zwischen Stein und Boden herrschenden Spalthöhe; Isolinien in mm angegeben.

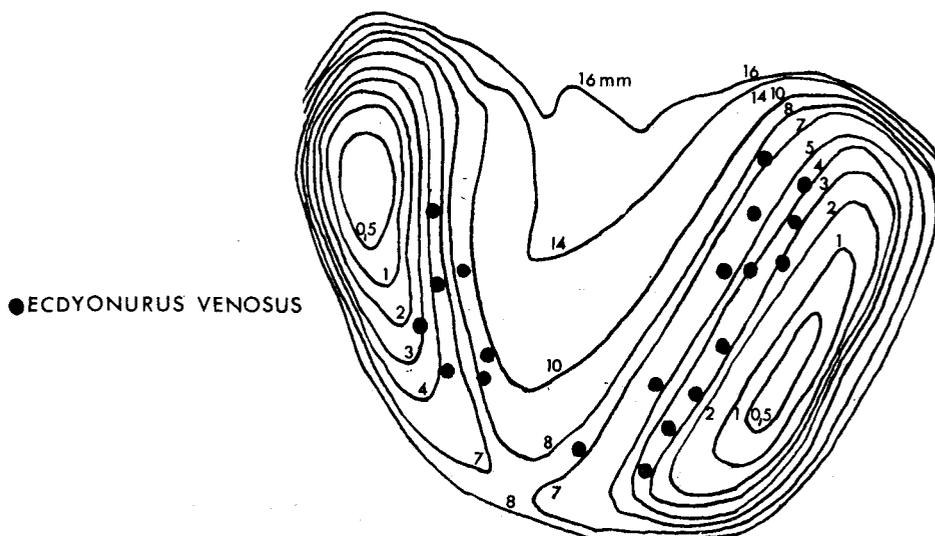


Abb. 11. Verteilung von *Ecdyonurus venosus* (●) und *Rhithrogena semicolorata* (✕) und der Unterseite zweier Steine. Die Linien verbinden Ortel am Stein mit gleichem Abstand vom Boden

Die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* hielten sich in einem Bereich mit einem Boden-Plattenabstand von 4–6 mm trotz der zunehmenden Strömungsgeschwindigkeit auf, bevorzugten jedoch die Randbereiche mit den relativ geringeren Helligkeitswerten.

Versuch i:

Mehrere Steine wurden in das Becken gelegt (Abb. 11).

Auf der Unterseite der Steine hielten sich die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* in einem Bereich mit einer Spalthöhe zwischen 2,5 und 9 mm und jene von *Rhithrogena semicolorata* zwischen 1,5 und 5 mm außerhalb der Totwasserräume auf. Alle Versuchstiere waren gegen die Strömung orientiert.

### 3.3. Tagesperiodik der lokomotorischen Aktivität

Am Tag hielten sich die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* an der Unterseite der Kunststoffplatten auf und verließen diese während der Dämmerung und Nacht zur Zeit der Freß- und lokomotorischen Aktivität.

Bei der Nahrungsaufnahme weideten die Nymphen den Algenrasen am Beckenboden ab. Sie bevorzugten keine bestimmte Orientierungsrichtung zur Strömung und legten keine großen Strecken zurück. Unter Tags konnten nur vereinzelt Larven bei der Nahrungsaufnahme beobachtet werden. Eine intensive Freßaktivität setzte kurz vor der Abenddämmerung ein.

Während der lokomotorischen Aktivität sind die Nymphen vorwiegend gegen die Strömung orientiert und legen größere Strecken in oder gegen die Strömungsrichtung zurück, bevorzugt im peripheren Teil des Rundbeckens.

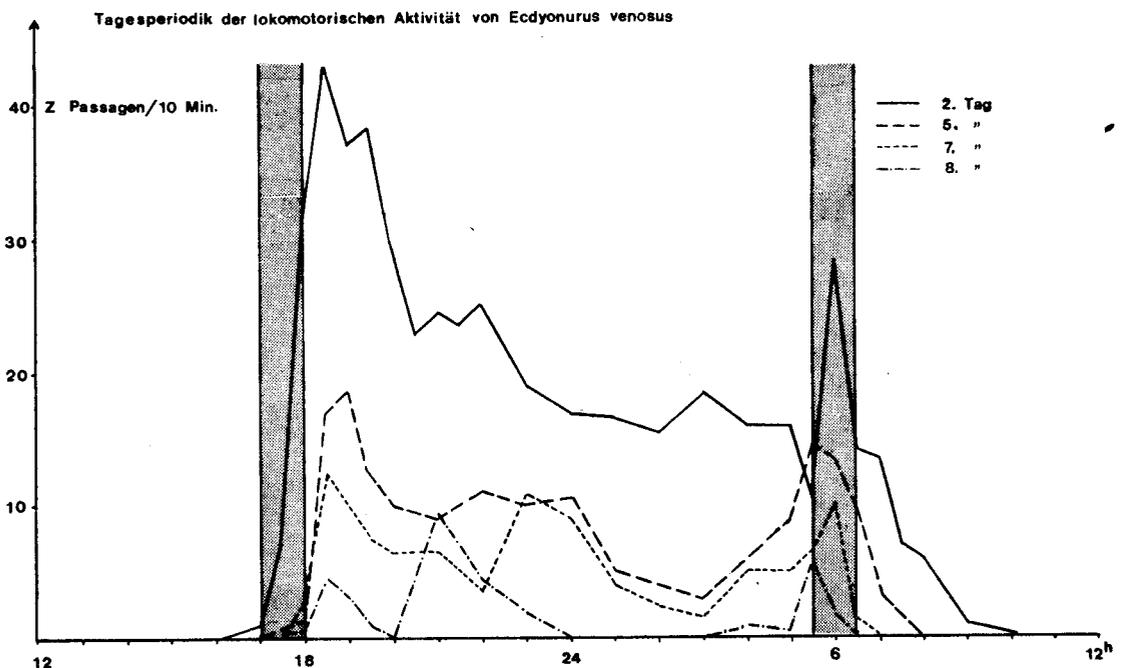


Abb. 12. Tagesperiodik der lokomotorischen Aktivität von 43 Nymphen von *Ecdyonurus venosus* am 2., 5., 7 und 8. Tag nach Versuchsbeginn am 27.9.1969. Z ist die Zahl der Versuchstiere, die in 10 Minuten das Beobachtungsfeld passierten

Die lokomotorische Aktivität der Nymphen beschränkte sich auf die Dunkel- und Dämmerungszeiten und nahm mit zunehmender Versuchsdauer an Intensität ab (Abb. 12). Nach 8 Beobachtungstagen betrug die lokomotorische Aktivität nur mehr 7% der Anfangsaktivität. Oder anders ausgedrückt: in 24 Stunden passierte eine Larve am zweiten Versuchstag durchschnittlich 11 mal das Beobachtungsfeld und am achten Versuchstag kaum ein mal. Nach dem achten Beobachtungstag wurden

LOKOMOTORISCHER AKTIVITÄTSRHYTHMUS VON 43 *ECDYONURUS VENOSUS*-LARVEN  
Exponiert am 27.9.69

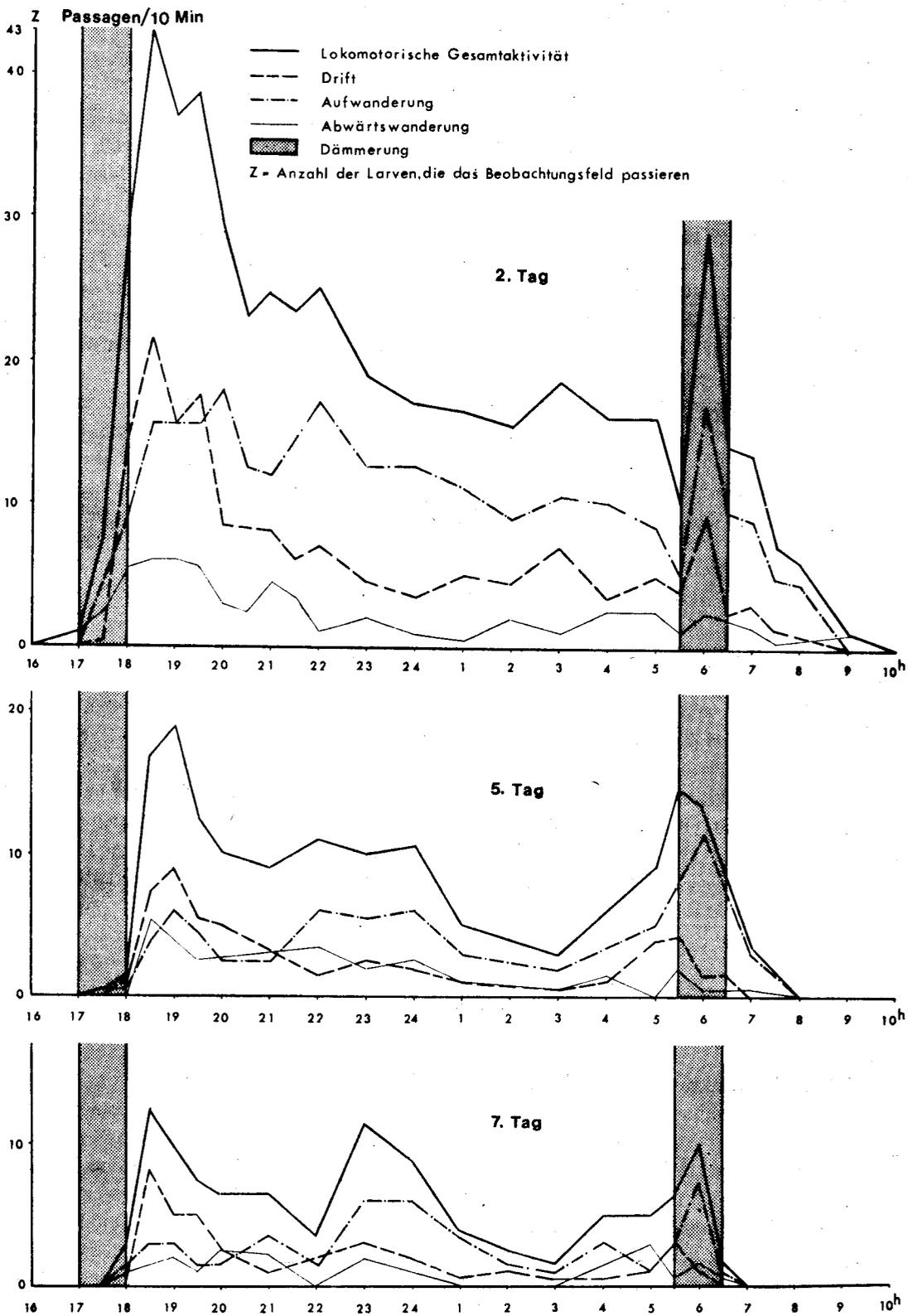


Abb. 13. Tagesperiodik der lokomotorischen Gesamtaktivität und der Teilaktivitäten Drift, Aufwanderung und Abwärtswanderung von 43 Nymphen von *Ecdyonurus venosus* am 2., 5., und 7. Tag nach Versuchsbeginn

die Beobachtungen eingestellt, da mit der gewählten Methode die lokomotorische Aktivität nicht mehr quantitativ erfaßt werden konnte.

In der Zeit vom ersten bis zum achten Versuchstag setzte die lokomotorische Aktivität um eine Stunde später ein und wurde um 3,5 Stunden früher eingestellt.

Der tagesperiodische Verlauf der lokomotorischen Aktivität weist vom zweiten bis zum fünften Beobachtungstag zwei Maxima auf, mit dem größeren Maximum in der ersten Nachthälfte und einem etwas kleinerem in der morgentlichen Dämmerung. Nach dem ersten Maximum nimmt die lokomotorische Aktivität ab und erreicht in den frühen Morgenstunden ein Aktivitätsminimum. Die Aktivitätskurven vom siebten bis zum achten Versuchstag sind dreigipfelig, wobei zwei der Maxima in der ersten Nachthälfte liegen.

Die Wanderaktivität der Nymphen setzt abends früher ein und dauert in der morgentlichen Dämmerung länger an als die Driftaktivität (Abb. 13). Von den beiden Maxima der Aufwanderungsaktivität lag eines in der ersten Nachthälfte nach dem Driftmaximum, das andere während der Morgendämmerung zur gleichen Zeit wie das zweite kleinere Driftmaximum. Am achten Versuchstag mit einer Gesamtaktivität von 34,5 Einheiten war eine zeitliche Verschiebung der Drift und Aufwanderungsaktivität nicht mehr zu erkennen.

Die gegen die Strömung gerichteten Wanderungen der Larven bildeten den Hauptanteil an der lokomotorischen Gesamtaktivität. Diese betragen am zweiten Versuchstag 54% und sanken bis zum achten Tag auf 42% ab. Die stromabwärts gerichteten Wanderungen nahmen entsprechend der Abnahme der stromaufwärts gerichteten Wanderungen von 13% auf 25% zu. Der Driftanteil betrug an allen Tagen ca. ein Drittel der lokomotorischen Aktivität (31–34,6%).

#### 3.4. Verteilung der Larven in einem künstlichen Bach

In einem Strömungsbecken mit einheitlichem steinigem Substrat stieg der Prozentsatz der im Expositionsfeld verbleibenden Larven in den ersten drei Versuchstagen von 28% auf 74% an und schwankte in den darauffolgenden acht Tagen zwischen 60 und 90%. Das Verhältnis zwischen dem im stromaufwärts und stromabwärts vom Expositionsfeld gelegenen Beckenteil befindlichen Larven variierte stark in den einzelnen Beobachtungstagen und betrug durchschnittlich 3,2 : 1.

In den Versuchen mit sandigem Substrat im Anschluß an das Expositionsfeld war in den ersten Tagen ebenfalls eine stärkere Verteilung der Larven in der Rinne zu beobachten. Am ersten Beobachtungstag verharrten 72% der Versuchstiere im Expositionsfeld und in den darauffolgenden 7 Tagen zwischen 94 und 96%. Das Verhältnis zwischen den sich stromaufwärts und stromabwärts befindlichen Larven betrug durchschnittlich 1,3 : 1.

#### 4. Diskussion

Ein Einfluß der Strömung auf Orientierung und Bewegungsweise der Larven von *Ecdyonurus venosus* macht sich ab einer Geschwindigkeit des Wassers von 50 cm/sek deutlich bemerkbar. Die Nymphen sind gegen die Strömung orientiert, wodurch die morphologischen Strömungsanpassungen wie der halbstromlinienförmige Körper voll zur Geltung kommen. Die Bewegungsweise ist auf ein Laufen am Substrat beschränkt und trotz positiv rheotaktischer Einstellung der Larven nach allen Richtungen zur Körperachse möglich. Das Schwimmen ist als Bewegungsweise von untergeordneter Bedeutung. Die Neigung der Larven den freien Wasserkörper aufzusuchen, wird mit steigender Strömungsgeschwindigkeit vermindert. Eine entsprechende Freilandbeobachtung machte WENINGER (1968). Er stellte fest, daß *Rhithrogena*, *Epeorus* und *Baetis* in der Krems stärker drifteten als in der viel rascher fließenden Schwechat.

Auf dem ebenen Boden der Versuchsrinne hatten die Larven keine Möglichkeit der Strömung auszuweichen. Dies führte dazu, daß sich die Larven, nachdem sie eine kurze Strecke nach rückwärts

laufend der Strömung auszuweichen versuchten, schließlich doch verdriften ließen. In der Natur kann sich die Larve hingegen durch die starke Aufgliederung des Bachbodens rasch an strömungsgeschützte Orte zurückziehen ohne zu verdriften.

Da die Larven von *Ecdyonurus venosus* atmungsphysiologisch von der Strömung unabhängig sind, werden sie in einem Fließgewässer Strömungsbereiche unter 50 cm/sek bevorzugt besiedeln, in denen sie sich unabhängig von der Strömungsrichtung bewegen können. Durch die Einnahme der strömungsgünstigsten Körperstellung unter Beibehaltung der Bewegungsfähigkeit nach allen Richtungen zur Strömung, die Einschränkung der Bewegungsweise auf das Substrat und die hohe Strömungsresistenz ist diese Art fähig, auch in Bachbereiche mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten vorzudringen. Diese Beobachtungen stimmen gut mit Freilandbeobachtungen überein, wonach *E. venosus* Fließwasserbereiche mit langsamer Strömung zwischen 5–30 cm/sek bevorzugt, aber auch in Bereiche mit Strömungen bis zu 110 cm/sek vordringen kann (AMBÜHL, 1959).

Am Tag halten sich die Nymphen der beiden untersuchten Ephemeropterenarten an der Unterseite der Bachsteine auf. In den Experimenten erweist sich die positive Thigmotaxis von *Ecdyonurus venosus* und *Rhithrogena semicolorata* als entscheidender Faktor bei der Wahl der Aufenthaltsplätze. Vorsichtig tasten die Tiere mit den weit gespreizten Schwanzanhängen die Spalten ab und drangen in diese soweit es ihre Körpergröße erlaubte ein, auch wenn an diesen Orten relativ hohe Strömungsgeschwindigkeiten und Lichtwerte herrschten.

In dem für die Nymphen thigmotaktisch bedeutungsvollen Bereich in den Spalten des Substrates wurden Orte mit gerichteter Strömung d.h. außerhalb der Totwasserräume gewählt. Erst wenn diese Bedingungen erfüllt waren, hatten die Helligkeitsverhältnisse in den Spalten auf die Wahl der Aufenthaltsplätze einen Einfluß, indem die Tiere jene mit den geringsten Helligkeiten aufsuchten. Sind die thigmotaktischen Bedingungen für die Nymphen überall die gleichen, so wählen die Tiere Orte mit den geringsten Helligkeiten, halten sich jedoch an der Grenze des Lichtgefälles auf. In den Bereich mit gleichmäßigen Lichtverhältnissen dringen die Larven erst dann vor, wenn entsprechende thigmotaktische Verhältnisse geschaffen wurden. An den Aufenthaltsorten sind die Nymphen gegen die Strömung orientiert.

In der Nacht verlassen die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* während der Freß- und Bewegungsaktivität die am Tag als Ruheplätze dienenden Orte. Der Abfall der Bewegungsaktivität der Nymphen innerhalb der Beobachtungszeit von 8 Tagen bei gleichbleibenden Versuchsbedingungen ist wahrscheinlich auf die Umstellung der Versuchstiere auf die Laborbedingungen zurückzuführen. Einen Aktivitätsabfall beobachtet auch SCHWARZ (1970) bei Versuchen an *Isoperla goertzi*. Dieser Artefakt scheint sich jedoch auf die Teilaktivitäten „Stromaufwärtswandern“ und „Driften“ gleichsinnig auszuwirken. So betrug der Driftanteil an allen Versuchstagen bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 6 cm/sek ca. 30% der Gesamtaktivität und der dadurch entstandene Wegverlust konnte durch die stromaufwärts gerichteten Wanderungen der Nymphen kompensiert werden.

Auch im künstlichen Bach erfolgte die Verteilung der Nymphen in beide Strömungsrichtungen, bevorzugt jedoch stromaufwärts. Ungeeignetes Bodensubstrat wie z.B. Sand wirkte sich hemmend auf die Verteilung aus. Mit zunehmender Versuchsdauer nahm auch hier die Wander- und Driftaktivität ab.

Die Drift ist für die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* als Ausdruck der Bewegungsaktivität anzusehen, welche mit steigender Strömung eingeschränkt wird. Sie nimmt bei Strömungen von 6 cm/sek nur einen Teil der nach allen Richtungen zur Strömung erfolgenden Bewegungen ein und wird von den stromaufwärts gerichteten Wanderungen kompensiert. Im Freiland findet man diese Art nur wenig in Driftfängen (WENINGER, 1968). Aus den Versuchen ist anzunehmen, daß für die Nymphen von *Ecdyonurus venosus* die Drift zu keinem Wegverlust führt und einen Kompensationsflug legereifer Weibchen stromaufwärts (MÜLLER, 1953) notwendig macht.

Mein Dank gilt Frau Univ. Prof. Dr. Gertrud PLESKOT und Dr. Uwe HUMPEŠCH für die intensive Fachdiskussion und Herrn Dr. Erich BRUSCHEK† für die Überlassung eines Arbeitsplatzes.

## SUMMARY

*Behaviour in the current of Ecdyonurus venosus Fabr. (Ephemeroptera)*

In a fluvium observations were made as to how the current influences the behaviour of nymphs of *Ecdyonurus venosus*. From a current intensity of 50 cm/sec. and more all the animals tested adopted a position against the current, thus adapting their morphological properties to it. They moved almost exclusively on the substratum; they could do this in all directions in spite of their positive rheotactic orientation. Swimming was of minor importance. Some of the animals tested could stand currents up to 2 m/sec. over a short period, but most of them drifted away. These experimental observations made by the author are in accordance with those made by other authors in nature according to which *E. venosus* prefers currents of lower intensity, of 5–30 cm/sec., but are also able to advance to areas with currents of up to 110 cm/sec.

Experiments showed that the positive thigmotaxis of *E. venosus* turned out to be a decisive factor in choosing the dwelling places for the daytime. The animals penetrated into crevices as far as the size of their bodies permitted, even if these places were exposed to light and current. In the crevices they preferred places with direct current and avoided those of turbulence or no current at all. Within the crevice they prefer the darkest places.

During the night the nymphs left their daytime shelters for moving and feeding. Within an observation period of 8 days a decrease in the moving activity was noted, probably owing to the fact that the animals tested were subjected to laboratory conditions. An intensive feeding activity is followed by a moving activity which begins at nightfall. This activity reaches two peaks during the night. Upstream moving and downstream moving do not coincide. On the average, drifting made up approximately 30% of the total activity and was compensated by the upstream movements. The well-known theory of the colonisation cycle of water insects was not proved by the author's observations.

## DISCUSSION

U. HUMPECH: Your study is one of the few experimental work on the behaviour on *Ephemeroptera* nymphs. From your point of view is it necessary to assume a colonisation cycle in *Ecdyonurus venosus*?

ILSE BUTZ: In order to get a precise answer to your question one would have to know all the life stages of *Ecdyonurus venosus*. According to my observations on the nymphs the colonisation cycle did not seem necessary for *E. venosus*.

## LITERATUR

- AMBÜHL H. (1959). Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. *Schweiz. Z. Hydrol.*, **21**, 133–264.  
 BUTZ I. (1973). Strömungsverhalten von *Ephemerella ignita* (Ephem.). *Oikos*, **24**, 469–472.  
 ELLIOTT J. M. (1968). The daily patterns of mayfly nymphs (Ephem.). *J. Zool. Lond.*, **155**, 201–221.  
 MÜLLER K. (1953). Investigations on the organic drift in North-Swedish streams. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, **35**, 133–149.  
 SCHWARZ P. (1970). Autökologische Untersuchungen zum Lebenszyklus von *Setipalpia*-Arten (Plecoptera). *Arch. Hydrobiol.*, **67**, 103–140.  
 WENINGER G. (1968). Vergleichende Driftuntersuchungen an niederösterreichischen Fließgewässern (Flysch-, Gneis- und Kalkformation). *Schweiz. Z. Hydrol.*, **30**, 138–185.