

Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 51 (1978)

Heft: 1

Artikel: Der Ort der osmoregulatorischen Salzaufnahme bei Phryganeidae-Larven (Trichoptera)

Autor: Schmitz, Manfred / Wichard, Wilfried

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-401871>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Ort der osmoregulatorischen Salzaufnahme bei Phryganeidae-Larven (Trichoptera)

MANFRED SCHMITZ und WILFRIED WICHARD
Eichholzstr. 3b, D-4600 Dortmund-Lichtendorf

The location of the osmoregulatory salt absorption in larvae of Phryganeidae (Trichoptera) - In experiments with radioactive chloride under hypo-osmotic conditions it is evident that Phryganeid larvae without ion absorbing anal papillae or chloride epithelia (typical in caddis larvae) take up the ions into the haemolymph through the intestine. The fine structural studies in combination with the histochemical demonstration of chloride lead to the conclusion that the rectum is the main site of the osmoregulatory ion absorption.

Köcherfliegenlarven leben meist in salzarmem Süßwasser. Da sie eine hohe ionale Hämolympfkonzentration haben (SUTCLIFFE, 1962), stellt die hyper-osmotische Regulation eine Anpassung an die hypo-osmotischen Bedingungen im Süßwasser dar. Mit dieser osmoregulatorischen Anpassung, die praktisch für alle Süßwasserinsekten zutrifft, ist eine aktive Aufnahme von Salzen aus dem umgebenden Wasser verbunden. Als Orte dieser notwendigen Salzaufnahme wurden bei den Köcherfliegenlarven bisher die Analpapillen und die abdominalen Chloridepithelien nachgewiesen (WICHARD, 1976 ; NÜSKE & WICHARD, 1971, 1972; WICHARD & KOMNICK, 1973; SCHMITZ & WICHARD, 1975). Nun gibt es aber eine grosse Anzahl von Arten, deren Larven weder Analpapillen noch Chloridepithelien besitzen und dennoch unter den hypo-osmotischen Bedingungen des Süßwassers leben. Wir haben daher bei den Phryganeidae-Larven die enterale Aufnahme untersucht, da dieser Ort der Salzaufnahme ursprünglich sein dürfte und für weitere Larven zutreffen wird, denen Analpapillen oder Chloridepithelien fehlen.

MATERIAL UND METHODE

Zur radiologischen Untersuchung haben wir die ausgewachsenen Larven von *Oligotricha striata* L. (Phryganeidae) ausgewählt. Die Larven wurden zunächst für 1 Tag in 1 mM NaCl-Lösung voradaptiert und anschliessend in eine radioaktive 1 mM NaCl-Lösung gesetzt, die 0,1 $\mu\text{Ci } ^{36}\text{Cl}^-$ /ml enthielt. Jeweils 10 Larven wurden vor dem Einsetzen in die radioaktive Lösung die Anal- oder Mundöffnung oder beide Öffnungen durch Ligatur verschlossen. Nach vierstündiger Inkubation wurden die Larven einzeln in mehreren Bädern mit 1 mM NaCl gründlich abgespült und mit Zellstoff abgetrocknet. Den Larven wurde dann jeweils 5 μl der Hämolymphe entnommen, mit 10 ml Instagel versetzt und im Flüssigkeitsscintillationszähler gemessen. Alle Daten entsprechen Nettowerten semi-quantitativer Messungen bei einem background von 6,8 cpm.

Zur cytologischen Untersuchung und zur topochemischen Lokalisation von Silberchloridpräzipitaten wurde der Darmtrakt der Larven herauspräpariert und entweder 10 min mit einer Lösung von 0,1 N AgNO₃ in 0,2 N HNO₃ behandelt oder zur weiteren elektronenmikroskopischen Bearbeitung mit 2% OsO₄ in 0,1 M Cacodylat-Puffer bei pH 7,2 fixiert. Diese wurden während der sich anschließenden Entwässerung mit Uranylacetat und Phosphorwolframsäure kontrastiert und in Styrol-Metacrylat eingebettet.

ERGEBNISSE

Von *O. striata* ist die Radioaktivität der Hämolymphe, die nach vierstündiger Inkubation der Larven in 0,1 µCi ³⁶Cl⁻ /ml einer 1 mM NaCl-Lösung auftrat, in Abbildung 1 graphisch dargestellt. Wird den Larven die Analöffnung abgebunden (A), so weist die Hämolymphe eine Radioaktivität auf, die mit $9,2 \pm 1,3$ cpm gemessen wird. Wird dagegen der Mund der Larven durch Ligatur des Kopfes verschlossen (B), so ist ein deutlicher Abfall der Radioaktivität auf $1,9 \pm 0,5$ cpm zu verzeichnen. Dieser Befund ist praktisch auch dann mit $1,7 \pm 0,5$ cpm zu beobachten, wenn beide Öffnungen durch Ligatur verschlossen sind (C).

Im Vergleich der drei radiologischen Versuche lassen sich zwei Folgerungen für die osmoregulatorische Ionenaufnahme ableiten: 1) Die Aufnahme von radioaktivem Chlorid erfolgt zu ca. 80% über den Darmtrakt. Die Körperoberfläche spielt keine entscheidende Rolle; Chloridepithelien oder Analpapillen fehlen den Phryganeidae-Larven. 2) Das radioaktive Medium gelangt durch den Mund, nicht durch den Anus, in den Darmtrakt. Wird im übrigen das Wasser mit Amaranth gefärbt, so lässt sich bei den Larven eine vom Mund zum Anus fortschreitende Rotfärbung des Darmtraktes beobachten. Die Larven trinken und führen dabei Chloride und andere Salze an den enteralen Ort der Ionenresorption heran.

Die enterale Ionenaufnahme wird unter den hypo-osmotischen Bedingungen des Süßwassers von *Sialis*-Larven (SHAW, 1955) und Dytiscidae-Larven (SCHMITZ & KOMNICK, 1976) beschrieben. Bei diesen Larven gelten der Mitteldarm (*Sialis*) und der Dünndarm (Dytiscidae) als Orte der Ionenresorption. Die

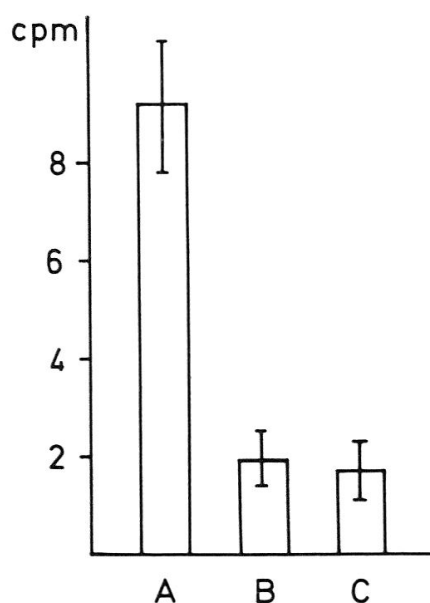


Abb. 1:
Radioaktivität in der Hämolymphe der Larven von *Oligotricha striata* nach vierstündiger Inkubation in einer hypo-osmotischen NaCl-Lösung mit 0,1 µCi/ml ³⁶Cl⁻. A nach Ligatur des Anus, B nach Ligatur des Mundes, C nach Ligatur beider Öffnungen.

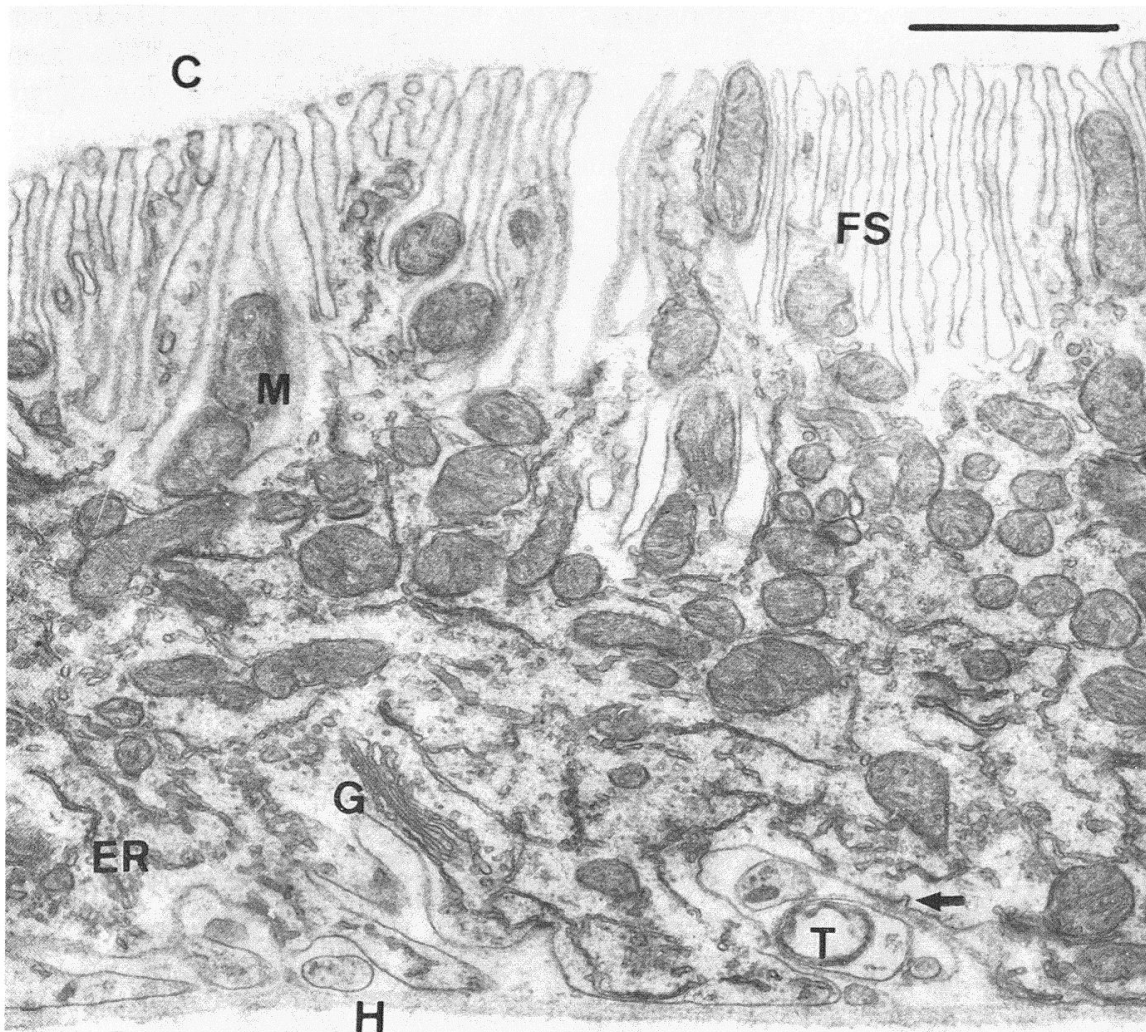


Abb. 2: Feinstruktur des Transportepithels in der Rektalwand der Larven von *Oligotricha striata* - Vergr.: 20000 x. C - Cuticula, FS - apikaler Faltensaum, M - Mitochondrien, G - Golgi-apparat, ER - endoplasmatisches Retikulum, T - Tracheole, H - Hämolympfraum, Pfeil weist auf eine offene Verbindung des endoplasmatischen Retikulums mit der basalen Zellmembran hin. Strichlänge entspricht 1 μm .

Phryganeidae-Larven von *O. striata* resorbieren jedoch im Rektum. Wird der herauspräparierte Darm mit salpetersaurem Silbernitrat behandelt und anschliessend dem intensiven Licht ausgesetzt, so färbt sich der rektale Bereich des Darms unter Einwirkung des Lichtes dunkel. Diese photochemische Reaktion besteht in der Reduktion von Silber und lokalisiert so die chemisch-analytisch nachgewiesene Präzipitation von Silberchlorid (WICHARD & KOMNICK, 1973). Das mit dieser histochemischen Methode aufgezeigte Chlorid ist in diesem Darmabschnitt an der Cuticula der Darmwand akkumuliert und steht neben weiteren physiologisch wichtigen Salzen dem aktiven Transport in die Hämolymphe zur Verfügung.

Feinstrukturell ist bei *O. striata* die Darmwand des Rektums vom Dünndarm und Mitteldarm durch die Charakteristika eines ionentransportierenden Epithels unterschieden, das zum Lumen des Darms hin von einer Cuticula überzogen ist und vom Hämolympfraum durch eine lockere Basalmembran getrennt wird (Abb. 2). Kennzeichnend sind drei Zellstrukturen: 1) die apikale Oberflächenvergrößerung der resorptiven Zellmembran durch regelmässige Einfaltungen zu einem apikalen Faltensaum, 2) die basale Oberflächenvergrößerung durch

lockere Einfaltungen und Verzahnungen der basalen Zellmembran und 3) eine hohe Anzahl cristae-reicher Mitochondrien, die vor allem im mittleren Zellbereich liegen. In diesem Bereich befinden sich ebenfalls feine Zisternen und Kanälchen des endoplasmatischen Retikulums, die die Epithelzellen labyrinthartig durchziehen; sie sind mit der basalen Zellmembran offen verbunden (Abb. 2, Pfeil) und vergrössern so die sezernierende Oberfläche dieses Transportepithels erheblich.

DISKUSSION

Art- und gruppenspezifisch nutzen die Köcherfliegenlarven offenbar drei verschieden lokalisierte Epithelien zur osmoregulatorischen Ionenabsorption. Im einfachen Fall handelt es sich um die Rektalwand im Enddarm. Eine weitere Differenzierung des Enddarms stellen die retraktilen Analpapillen dar. Die Darmwand besteht aus drei bis sechs papillenartigen Erweiterungen, die mit Hämolympdruck durch den Anus nach aussen gestülpt und mit Muskeln wieder zurückgezogen werden. Als Differenzierung der Körperoberfläche sind schliesslich die Chloridepithelien zu nennen. Sie kommen als runde oder ovale Felder auf dem Abdomen von Larven vor.

Alle drei Epithelien erweisen sich feinstrukturell als Transportepithelien, für die die Absorption von Ionen aus hypo-osmotischen Medien radiologisch nachgewiesen wurde. Das gilt für die hier dargestellte intestinale Absorption bei *O. striata*, dann für die Absorption über Chloridepithelien bei *Glypholaelius pelucidus* RETZ. (SCHMITZ & WICHARD, 1975) und für die Absorption über Analpapillen bei *Hydropsyche siltalai* DÖHLER (SCHMITZ & WICHARD, unveröffentlicht). Werden die Analpapillen durch Ligatur vom Körper getrennt, so weist die Hämolymphe der Larven (N = 10) nach vierstündiger Inkubation in 0,1 $\mu\text{Ci } ^{36}\text{Cl}^-/\text{ml}$ einer 1 mM NaCl-Lösung $2,1 \pm 0,4$ cpm Radioaktivität auf, während die Hämolymphe bei nicht abgetrennten Analpapillen eine Radioaktivität von $12,2 \pm 1,6$ cpm misst.

Wir danken Herrn Prof. Dr. W. KLOFT, Institut für Angewandte Zoologie, Bonn, für die Möglichkeit radiologischer Untersuchungen und Herrn Dr. G. EISENBEIS, Institut für Zoologie, Mainz, für die Möglichkeit elektronenmikroskopischer Untersuchungen.

LITERATUR

- NÜSKE, H. & WICHARD, W. 1971. *Die Analpapillen der Köcherfliegenlarven. I. Feinstruktur und histochemischer Nachweis von Natrium und Chlorid bei Philopotamus montanus* DONOV. Cytobiologie 4: 480-486.
- NÜSKE, H. & WICHARD, W. 1972. *Die Analpapillen der Köcherfliegenlarven. II. Feinstruktur des ionentransportierenden und respiratorischen Epithels bei Glossosomatiden*. Cytobiologie 6: 242-249.
- SHAW, J. 1955. *Ionic regulation and water balance in the aquatic larva of Sialis lutaria*. J. exp. Biol. 32: 353-382.
- SCHMITZ, M. & KOMNICK, H. 1976. *Der Ort der osmoregulatorischen Salzaufnahme bei den Schwimmkäfern Dytiscus marginalis und Acilius sulcatus*. J. Insect Physiol. 22: 703-711.
- SCHMITZ, M. & WICHARD, W. 1975. *Ionenabsorption an Chloridepithelien von Köcherfliegenlarven (Trichoptera)*. Ent. Germ. 2: 30-34.
- SUTCLIFFE, D.W. 1962. *The composition of haemolymph in aquatic insects*. J. exp. Biol. 39: 325-343.
- WICHARD, W. 1976. *Morphologische Komponenten bei der Osmoregulation von Trichopterenlarven*. Proc. First Int. Symp. Trichoptera, Lunz 1974: 171-177.
- WICHARD, W. & KOMNICK, H. 1973. *Fine structure and function of the abdominal chloride epithelia in caddisfly larvae*. Z. Zellforsch. 136: 579-590.