

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

**Herausgeber:** Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 32 (1959-1960)

**Heft:** 2-3

**Artikel:** Anziehung von Collembolen und Nematoden durch Kohlendioxyd-  
Quellen

**Autor:** Klingler, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-401360>

### **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:** 04.04.2026

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

## LITERATURVERZEICHNIS

- CONCI & NIELSEN, 1956. *Odonata*. Fauna d'Italia, Vol. I. Bologna.  
 FONSCOLOMBE, B. 1838. *Aeshna irene*. Ann. Soc. Ent. France. Vol. 7, pag. 93-96. Paris.  
 MARTIN, R., 1909. *Aeschnides*. Coll. Zoologiques de Baron Edm. de Selys-Longchamps. Fasc. XIX. Bruxelles.  
 — 1911. *Odonata-Aeschnidae*. Genera Insectorum, Fasc. 115. Bruxelles.  
 MORERA, A. B., 1950. *Los Odonatos de España*. Madrid.  
 NAVAS, L., 1919. Mem. Real. Acad. Cien. Barcelona XV. Barcelona.  
 NEEDHAM, J., 1901. *Aquatic Insects in the Adirondacks*. State Mus. Bull. 47. New York.  
 SCHMIDT, E., 1950. *Über das letzte Larvenstadium einiger europäischer Äschniden*. Särtryck ur « Opuscula Entomologica » 15.  
 — 1952. *Fang und Aufzucht der Larve von Boyeria irene (FONSC.)*. Särtryck ur « Opuscula Entomologica » 17.  
 SELYS-LONGCHAMPS, E., 1850. *Revue des Odonates*. Paris.  
 TILLYARD, R. J., 1917. *The Biology of Dragonflies*. Cambridge.  
 WENGER, O. P., 1955. *Ist Boyeria irene ein Dämmerungsflieger?* (*Odonata-Aeschnidae*). Mitt. d. Schweiz. Ent. Ges. Band XXVIII, Heft 3. 1955. Lausanne.

---

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT  
 BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE  
 Band XXXII Heft 2 u. 3 28. Oktober 1959

---

## Anziehung von Collembolen und Nematoden durch Kohlendioxyd-Quellen

von

J. KLINGLER

Eidg. Versuchsanstalt, Wädenswil

Im Rahmen der Untersuchungen über die Orientierung der bodenbewohnenden Larven verschiedener Insektenarten (*Otiorrhynchus sulcatus*, *Agriotes* und *Melolontha*) ist der Nachweis erbracht worden, dass diese von den Wurzeln der Wirtspflanzen und anderer Pflanzen angezogen werden. Für diese Anziehung ist die Kohlendioxyd-Ausscheidung der Wurzeln verantwortlich. Die Versuche hierüber wurden 1957 und 1958 publiziert. Es ist darin unter anderem auch die Vermutung geäußert worden, dass es sich bei der Orientierung nach CO<sub>2</sub>-

Gradienten um eine bei Bodenlebewesen weitverbreitete Orientierungsart handle. Um diese Annahme zu überprüfen, war es notwendig, Experimente mit weiteren bodenbewohnenden Arten anzustellen. Darauf beziehen sich die folgenden Ausführungen.

Bei den eingangs erwähnten Untersuchungen beobachteten wir mitunter zufällig vorhandene *Collembolen*, deren Verhalten eine Anziehung zu CO<sub>2</sub>-Quellen vermuten liess. Die Frage, ob eine solche Anziehung tatsächlich vorliege, wurde in mehreren Experimenten klar beantwortet. Die Versuchstechnik war die gleiche wie in der von uns 1958 veröffentlichten Arbeit, d.h. wir verwendeten zwei Glasplatten (je 30 × 30 cm) zwischen denen sich eine dünne Schicht Erde befand. Die Dicke dieser Schicht betrug für die hier in Frage stehenden Versuche etwa 1 mm. Durch eine lange, dünne Glaskapillare wurde Kohlendioxyd seitlich etwa 7–10 cm tief zwischen die Glasplatten eingeleitet. Die Collembolen wurden mit Hilfe eines einfachen Ausleseapparates (nach TULLGREN) in einem Gefäss angereichert und unmittelbar vor dem Auflegen der oberen Glasplatte über die zentrale Fläche der dünnen Erdschicht verstreut. Es wurde darauf geachtet, dass im Umkreis von 4–5 cm von der CO<sub>2</sub>-Quelle (Kapillarmündung) keine Collembolen ausgesetzt wurden.

Die für die Versuche verwendete Collembolen-Art stammte aus Zuchtgefässen für Drahtwürmer, welche Komposterde und wurzelnde Kartoffeln enthielten. Sie hatte sich hier in grosser Zahl spontan vermehrt. Es handelt sich um die Art *Folsomia candida* (WILLEM), welche in Komposten, Mistbeeten usw. häufig vorkommt und überhaupt für sich zersetzendes organisches Material eine Vorliebe zeigt<sup>1</sup>. Die oben erwähnten, zufällig in anderen Versuchen beobachteten Collembolen, gehörten jedoch dieser Art nicht an.

Das Ergebnis der Versuche war von Anfang an deutlich positiv, es war aber umso eindrucklicher je mehr Individuen ausgesetzt wurden. Deren exakte Zahl war jeweils nicht bekannt, sie war in den ersten drei Experimenten relativ klein, im vierten ging sie dagegen in die Hunderte.

Infolge der begrenzten Zahl der Collembolen in den ersten drei Versuchen konnte die Anziehung zahlenmässig festgehalten werden. Dies geschah folgendermassen: Auf der oberen Glasplatte wurden fünf Kreisflächen (Ø = 3,5 cm) markiert, innerhalb welcher die Collembolen ausgezählt wurden. Die Glasplatten liessen eine Beobachtung und Auszählung sehr gut zu. Die eine Kreisfläche hatte ihr Zentrum bei der Kapillarmündung, die anderen waren über die restliche Fläche verteilt (Abb. 1). Im Falle von Anziehung durch CO<sub>2</sub> musste innerhalb der ersteren eine grössere Zahl Collembolen erwartet werden, als

<sup>1</sup> Herrn Dr. H. GISIN, Muséum d'Histoire naturelle, Genf, verdanke ich die Bestimmung und biologische Hinweise.

innerhalb der übrigen Kreisflächen. Die Zählung bei allen drei Versuchen erfolgte frühestens eine Stunde nach Versuchsbeginn. Die Resultate der Zählungen sind in der Abb. 1 eingetragen. Die erste Zahl in jedem Kreis entspricht der Anzahl festgestellter Collembolen im ersten Versuch, die folgenden Zahlen denjenigen im zweiten und dritten Versuch. Aus diesen Zahlen geht eine deutliche Anziehung der Collembolen zur CO<sub>2</sub>-Quelle hervor.

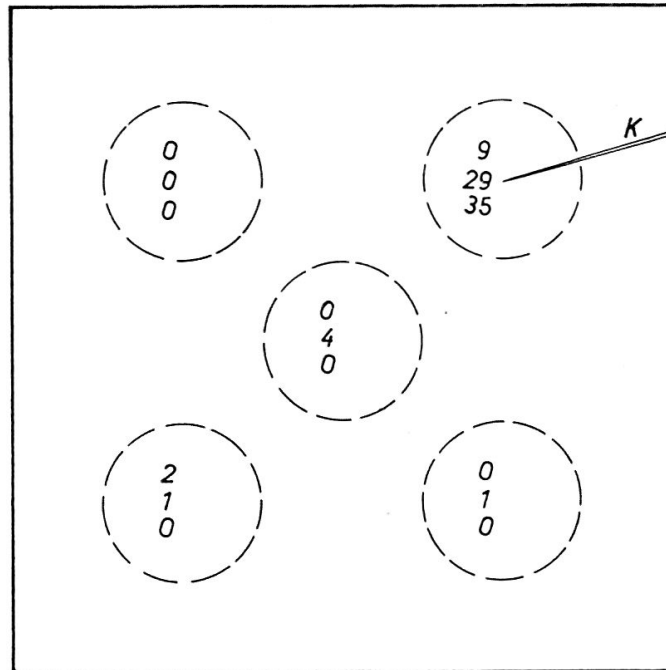


Abb. 1. — Glasplatten-Versuch mit Collembolen: CO<sub>2</sub>-führende Kapillare K eingeführt zwischen zwei Glasplatten (mit dünner Erdschicht dazwischen). Auf der oberen Glasplatte sind fünf Kreisflächen markiert. Eine Stunde oder mehr nach Versuchsbeginn wurden Collembolen in den Kreisflächen gezählt. Die Zahlen aus den drei Versuchen sind eingetragen: die Collembolen werden von der CO<sub>2</sub>-Quelle angezogen. (Siehe auch Text.)

Im vierten Versuch war die Zahl der Individuen so gross, dass eine Zählung unmöglich war. Die Ansammlung um die Kapillarmündung war aber so evident, dass es keiner Statistik für den Nachweis der

Anziehung bedurfte (Abb. 2). In diesem Versuch strömten aus der Kapillarmündung 0,6 ml CO<sub>2</sub> pro Stunde zwischen die Glasplatten ein. Die Kapillare hatte an der Mündung einen äusseren Durchmesser von 0,35 mm, und einen inneren von 0,22 mm. Bereits 5 Minuten nach Versuchsbeginn zeigten sich Zeichen einer ersten Ansammlung von Collembolen. Weitere 5 Minuten später war die Aggregation schon sehr stark. Von etwa 15 Minuten nach Beginn des Versuchs an war keine weitere starke Zunahme mehr zu verzeichnen. Die Collembolen hatten sich zu diesem Zeitpunkt beinahe quantitativ um die Mündung versammelt.

Die Wanderung der Collembolen erfolgte, wie aus dieser Beobachtung hervorgeht, sehr rasch. Bis zur Mündung der Kapillare hatten die meisten eine Distanz zwischen 5 und 10 cm zu bewältigen. Die Tierchen verhielten sich nach Wahrnehmung des CO<sub>2</sub>-Gradienten sehr zielgerichtet. Die Spur des Einzeltieres verlief zwar nicht in einer geraden Linie zur Quelle, die Abweichungen beschränkten sich aber auf wenige Millimeter nach links oder rechts (Zick-Zack-Kurs). Der

Orientierungsmechanismus entspricht einer Klino-Taxis. Während der zielgerichteten Wanderung zeigten die Antennen eine stete pausenlose Vibration.

Die Feststellung, dass Collembolen sich ebenfalls nach  $\text{CO}_2$ -Gradienten orientieren, stützt die Vermutung, dass diese Orientierungsart unter den Bodenlebewesen weit verbreitet ist. Dies umso mehr als die hier untersuchte Spezies systematisch mit den früher erwähnten Fällen keineswegs nahe verwandt ist.



Abb. 2. — Ansammlung von Collembolen um die Mündung einer  $\text{CO}_2$ -führenden Kapillare (ca 3-fache Vergrößerung).

Zusammen mit meinem sich speziell mit *Nematoden* beschäftigenden Kollegen Dr. W. Vogel wurden auch Experimente mit Nematoden durchgeführt. Die bisher bei diesen Fadenwürmern bekanntgewordenen Anziehungsversuche lassen sich gut als Anziehung durch  $\text{CO}_2$  interpretieren, worauf wir schon früher hingewiesen haben. Insbesondere gilt dies für die Arbeiten von LINFORD (1939) und GADD & LOOS (1941). Auch die späteren Arbeiten von WIESER (1955, 1956) und WALLACE (1958) schliessen diese Möglichkeit nicht aus. Endlich suggerieren die Experimente von DICKINSON (1959) Nicht-Spezifität bei der

Anziehung zu Wirtswurzeln. Unsere Versuche, auf die wir zurückkommen werden, ergaben denn auch beim Stengelälchen *Ditylenchus dipsaci* deutliche Anziehung durch eine künstliche CO<sub>2</sub>-Quelle. Die Versuchstechnik war ähnlich wie bei den Versuchen mit Collembolen. Die CO<sub>2</sub>-Quelle bestand auch hier aus der Mündung einer feinen langen Glaskapillare, durch welche das Gas einströmte. Diese Kapillare wurde ebenfalls zwischen zwei Glasplatten eingeführt, zwischen

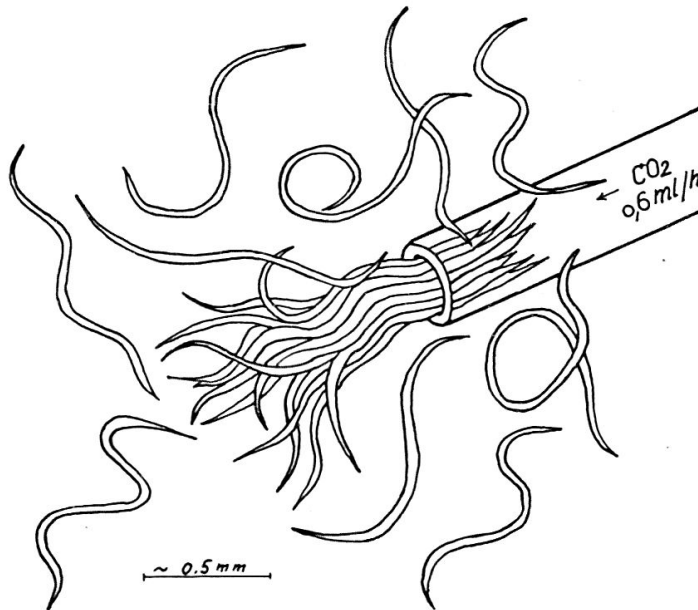


Abb. 3. — Ansammlung von Nematoden an der Mündung einer CO<sub>2</sub>-führenden Kapillare. Viele Nematoden drangen ein Stück weit in die Kapillare ein und bildeten so ein dichtes Bündel.

denen sich eine feine, ca. 1 mm dicke Schicht Erde befand. Die Nematoden wurden in grosser Menge ausgesetzt. Sie befanden sich in Suspension und wurden tropfenweise auf die dünne Erdschicht gebracht, jedoch nicht näher als 3 cm von der Mündung. Der mittlere Abstand betrug etwa 5–6 cm.

Die Wanderung der Nematoden erfolgte hauptsächlich im feinen Kondenswasserfilm, welcher sich jeweils auf den Innenseiten der beiden Glasplatten bildet. Der Beobachtung besser zugänglich waren diejenigen an der oberen Glasplatte. Die Zeit welche verging, bevor eine Ansammlung beobachtet werden konnte, war bedeutend länger als etwa in den Versuchen mit den Collembolen. Die ersten Nematoden waren etwa eine Stunde nach Versuchsbeginn bei der Kapillarmündung zu beobachten. Für eine eigentliche Ansammlung brauchte es jedoch mehrere Stunden. Einzelne Nematoden versuchten alsdann von vorne

in die Kapillaröffnung einzudringen, wobei sie jedoch nie tiefer als etwa ein Viertel ihrer Körperlänge vorstießen. Auf diese Weise kam es in der Kapillarmündung zur Bildung eines dichtgelagerten Bündels von Nematoden, welches wie ein Pfropfen die Öffnung verstopfte (Abb. 3).

Auf Grund des eben gegebenen Beispiels kann man feststellen, dass die Orientierung nach  $\text{CO}_2$ -Gradienten unter den Bodenlebewesen nicht auf Insektenarten beschränkt ist.

Die biologische Bedeutung der anziehenden Wirkung von  $\text{CO}_2$  liegt sowohl für phytophage, wurzelfressende als auch für saprophage, sich von zersetzendem Material ernährende Bodenbewohner auf der Hand.

Manche der bei verschiedenen Bodenlebewesen beobachteten lokalen Anhäufungen, für die andere Erklärungsversuche vorliegen, lassen sich aus der Anziehung zu einer  $\text{CO}_2$ -Quelle gut verstehen. Ansammlungen sind bei Nahrungsquellen zu erwarten, die selbst Kohlendioxyd abgeben (Wurzeln, zersetzendes Material). Nahrungsquellen, die selbst kein  $\text{CO}_2$  abgeben, können aber ebenfalls zu einem Anziehungspunkt werden. Zufällig bei einer solchen Nahrungsquelle eintreffende Individuen werden hier verbleiben. Allmählich ist deshalb eine Zunahme der Individuenzahl zu erwarten. Da jedes Individuum selbst Kohlendioxyd abgibt, entsteht aus einer zufälligen Ansammlung allmählich eine  $\text{CO}_2$ -Quelle, sodass auch diese Nahrungsquelle indirekt attraktiv zu wirken beginnt.

#### LITERATUR

- DICKINSON, S., 1959. *The behavior of larvae of Heterodera schachtii on nitrocellulose membranes.* Nematologica 4, 60-66.
- GADD, C. H. und LOOS, C. A., 1941. *Host specialisation of Anguillulina pratensis (De Man). I. Attractiveness of roots.* Ann. Appl. Biol. 28, 372-81.
- KLINGLER, J., 1957. *Über die Bedeutung des Kohlendioxyds für die Orientierung der Larven von Otiorrhynchus sulcatus F., Melolontha und Agriotes (Col.) im Boden. (Vorläufige Mitteilung.)* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 30, 317-22.
- 1958. *Die Bedeutung der Kohlendioxyd-Ausscheidung der Wurzeln für die Orientierung der Larven von Otiorrhynchus sulcatus F. und anderer bodenbewohnender phytophager Insektenarten.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 31, 205-69.
- LINFORD, M. B., 1939. *Attractiveness of roots and excised shoot tissues to certain nematodes.* Proc. helminth. Soc. Washington 6, 11-18.
- WALLACE, H. R., 1958. *Observations on the emergence from cysts and the orientation of larvae of three species of the genus Heterodera in the presence of host plant roots.* Nematologica 3, 236-43.
- WIESER, W., 1955. *The Attractiveness of Plants to Larvae of Root-Knot Nematodes. I. The Effect of Tomato Seedlings and Excised Roots on Meloidogyne hapla Chitwood.* Proc. helm. Soc. Wash. 22, 106-12.
- 1956. *The Attractiveness of Plants to Larvae of Root-Knot Nematodes. II. The Effect of Excised Bean, Eggplant and Soybean Roots on Meloidogyne hapla Chitwood.* Proc. helm. Soc. Wash. 23, 59-64.