

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

**Herausgeber:** Schweizerische Entomologische Gesellschaft

**Band:** 30 (1957)

**Heft:** 4

**Artikel:** Über die Bedeutung des Kohlendioxyds für die Orientierung der Larven  
von *Otiorrhynchus sulcatus* F., *Melolontha* und *Agriotes* (Col.) im Boden

**Autor:** Klingler, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-401318>

### **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:** 21.11.2025

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

## Über die Bedeutung des Kohlendioxyds für die Orientierung der Larven von *Otiorrhynchus sulcatus* F., *Melolontha* und *Agriotes* (Col.) im Boden. (Vorläufige Mitteilung)

von

J. KLINGLER

Aus dem Entomologischen Laboratorium der Eidgenössischen Versuchsanstalt, Wädenswil

*O. sulcatus*, der Gefurchte Dickmaulrüssler, ist ein gefährlicher Feind der Rebe. Er tritt neuerdings in unserem Gebiet in bisher nicht bekannter Stärke auf. Seine Biologie und seine Bekämpfung bilden deshalb gegenwärtig Gegenstand eingehender Untersuchungen an der Eidg. Versuchsanstalt Wädenswil (KLINGLER 1957).

Ermöglicht werden diese durch Geldmittel aus dem schweizerischen Weinbaufonds.

Im Lauf dieser Untersuchungen erwies es sich als notwendig, auch dem Verhalten der Larve im Boden Aufmerksamkeit zu schenken. In diesem Zusammenhang versuchten wir die Frage abzuklären, wie die frisch schlüpfende Larve, aber auch ältere Stadien, im Boden die Wurzeln der Wirtspflanze aufzufinden vermögen, d. h. also, wie sie sich orientieren. In den Versuchen, die wir anstellten, ergab es sich sehr rasch, dass die Larven nicht zufällig umherirren, sondern eine deutlich orientierte Fortbewegung zeigen.

Die anfänglichen Versuche wurden mit Glasröhren durchgeführt. Wir benutzten dazu sich verzweigende Röhren von verschiedener Form. Diese Röhren wurden mit Gartenerde gefüllt und an das Ende einer der Verzweigungen frische feine Rebwurzeln gegeben. Wenn die Larve die Abzweigung oder die Kreuzung erreichte, musste sie sich für die eine oder andere Richtung entscheiden. Bei den Kontrollen dieser Versuche hielten sich zwischen 80—100 % der wiedergefundenen Larven an den Wurzeln auf. Die Larven würden sich jedoch auch ohne Orientierungssinn ganz allmählich bei den Wurzeln ansammeln, einfach weil sie diese Nahrungsquelle nicht mehr verlassen, wenn die zufällige Wanderung sie irgendeinmal dorthin gebracht hat. Träfe dies zu, dann müssten aber in den Röhrenden ohne Wurzeln wenigstens anfänglich eine der Wahrscheinlichkeit entsprechende Zahl von Larven gefunden werden.

Tatsächlich stellten wir jedoch durch Kontrollen in verschiedenen Intervallen fest, dass immer nur diejenige Röhre die Larven enthielt, welche an ihrem Ende die Wurzeln aufwies. Bereits diese Versuche machten klar,

dass die Larven von *O. sulcatus* über einen ausgeprägten Orientierungssinn verfügen.

Um eine direkte Beobachtung zu ermöglichen und den Beweis der Orientierung zu erhärten, begannen wir mit Glasplatten zu arbeiten, zwischen denen wir die Larven direkt beobachten konnten<sup>1</sup>. Wir nennen diese Versuche « Glasplattenversuche » im Gegensatz zu den oben erwähnten Versuchen mit Röhren, welche wir der Klarheit halber als « Röhrenversuche » bezeichnen wollen.

Abb. 1 zeigt die Spuren von 4 Larven bei Abwesenheit einer Reizquelle. Die Spuren verraten rein zufälliges Umherirren.

Abb. 2 gibt den Spurenverlauf bei Anwesenheit von feinen Rebwurzeln im Zentrum der Platte. Sämtliche 8 Larven, welche ausgesetzt wurden (4 davon je in der Diagonale, ca. 14 cm von der Wurzelperipherie entfernt; 4 weitere übers Kreuz, ca. 7 cm entfernt), zeigen eine unbestrittene, gerichtete Wanderung zu den Wurzeln. Solche Versuche haben wir

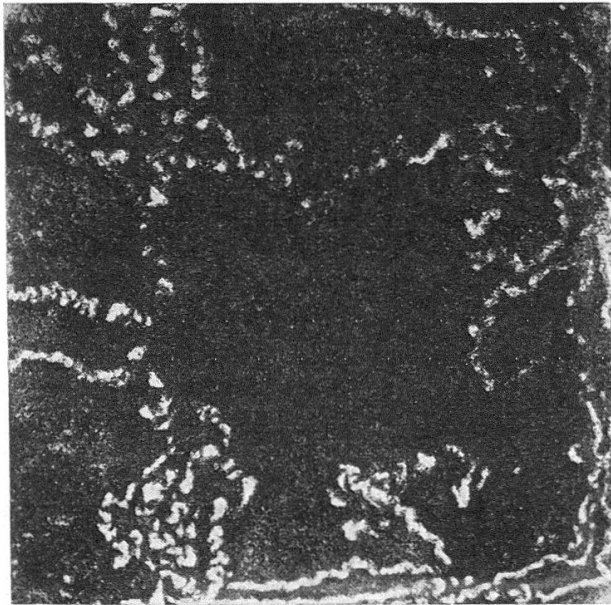


Abb. 1. — Nicht orientiertes, zufälliges Wandern der Larven bei fehlender Reizquelle.

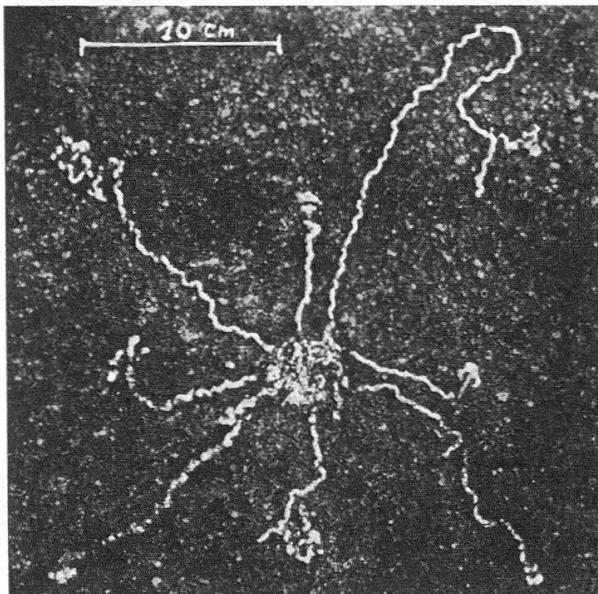


Abb. 2. — Gerichtete Wanderung bei Anwesenheit von Wurzeln (im Zentrum der Platte).

<sup>1</sup> Meinem Chef, Dr. F. Schneider, verdanke ich den Ratschlag, mit der Glasplattenmethode zu arbeiten und neben Wurzeln auch reines Kohlendioxyd zu verwenden; mein Kollege Dr. W. Vogel half mir bei den photographischen Aufnahmen und stellte mir seine Apparatur zur Verfügung.

in einer grossen Zahl von Wiederholungen angestellt. Alle bestätigen die bereits bei den Röhrenversuchen festgestellte Beobachtung, dass die Larven von *O. sulcatus* die Anwesenheit von Wurzeln im Boden feststellen und mittels ihres Orientierungsvermögens diese auffinden können.

Die in verschiedenen Variationen ausgeführten Versuche deuteten darauf hin, dass es sich beim Stoff, welcher die « Fernorientierung » (siehe unten) der Larven ermöglicht, um eine wasserlösliche gasförmige Verbindung mit kleinem Molekül handeln muss. Ein solcher Stoff, der von den Wurzeln auch tatsächlich abgegeben wird, ist Kohlendioxyd ( $\text{CO}_2$ ). (FREY-WYSSLING 1949). Wir richteten unsere Versuche deshalb einmal nach dieser Seite hin aus, und erhielten bald Resultate, welche zur

Fortführung der Arbeiten ermutigten. Die Beobachtungen mit  $\text{CO}_2$  liessen zweierlei vermuten: Abstossung einerseits, Anziehung andererseits, je nach Konzentration. Die Frage der Dosierung war nicht einfach zu lösen, doch gelang es uns endlich doch, deutliche Anziehung nachzuweisen. Abb. 3 zeigt einen Glasplattenversuch mit 4 Larven.  $\text{CO}_2$  wurde von oben in das Zentrum geleitet, es handelt sich dabei um kleinste Mengen. Diese Aufnahme verrät deutlich gerichtete Wanderungen gegen das Zentrum zu. Die Larven haben dabei beachtliche Abstände

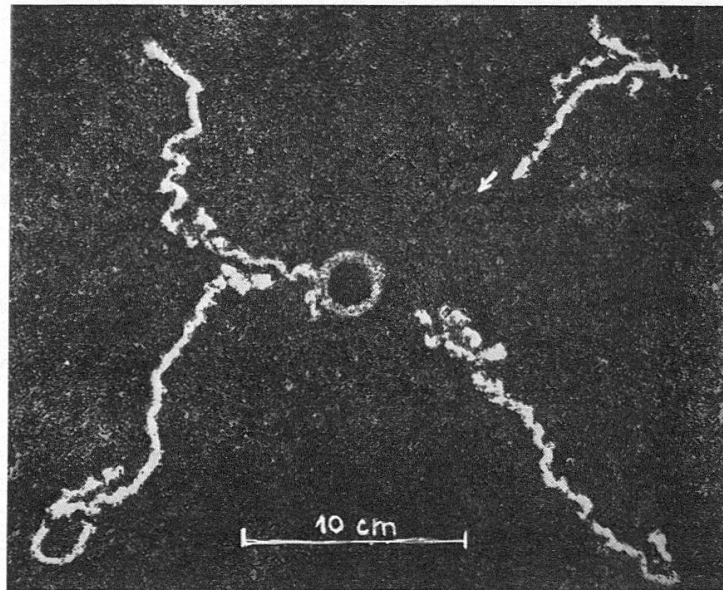


Abb. 3. — Gerichtete Wanderung hervorgerufen durch Einleitung von  $\text{CO}_2$  ins Zentrum (kleinste Mengen).

gegen das Zentrum zu. Die Larven haben dabei beachtliche Abstände (bis 17 cm) überwunden. Die Larve rechts oben (beim Pfeil) war Richtung Ziel unterwegs, als die Aufnahme gemacht werden musste. Der Versuch wurde unterbrochen weil die anderen Larven ihre eigenen Spuren sonst zerstört hätten (infolge Rückzugs, wenn keine Nahrung gefunden wird).

Eine ganze Anzahl Versuche zeigten, dass ein  $\text{CO}_2$ -Gefälle die Larven von *O. sulcatus* zu einer orientierten Wanderung veranlasst. Ob und welche weitere Faktoren gerichtete Reaktionen auslösen können, muss noch weiter untersucht werden, ist aber zu vermuten. Tatsächlich reagieren die Larven auch sehr deutlich auf Feuchtigkeitsunterschiede. Abb. 4 zeigt die Spuren von 4 Larven in einem Glasplattenversuch, bei dem die Öffnung im Zentrum der Platte über ein Becherglas mit Wasser gehalten wurde. Die Larven wandern deutlich dem Zentrum zu, dem Ort also, der die höchste Feuchtigkeit aufweist. Dies ist natürlich besonders deutlich, wenn die verwendete Erde ziemlich trocken ist.

Auf die Möglichkeit der Orientierung durch  $\text{CO}_2$  bei andern im Boden lebenden Insektenlarven ist unseres Wissens bisher nicht verwiesen worden,

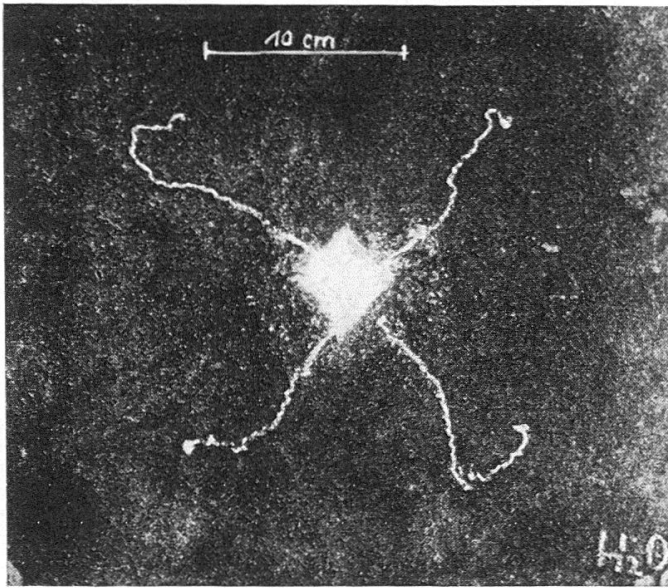


Abb. 4. — Gerichtete Wanderung nach einem Feuchtigkeitsgradienten. Die Öffnung im Zentrum befand sich über einem Becherglas mit Wasser.

doch muss mit dieser Möglichkeit beim Apfelwickler und bei gewissen Stechmücken gerechnet werden (DETHIER 1947). Bereits 1910 zeigte JENNINGS, dass  $\text{CO}_2$  positiv chemotaktisch auf Infusorien (*Paramecium* spp.) wirkt (nach HARTMANN 1953). In einer Arbeit von LINFORD (1939) wurde die Anziehung von Nematoden durch Wurzeln von Wirtspflanzen nachgewiesen. In einem Satz wird beiläufig gesagt, dass sich Infusorien bei den Wurzeln in ähnlicher Weise wie die Nematoden ansammelten. Es wäre also denkbar, obschon LINFORD diese Brücke nicht schlägt, dass diese Paramecien durch das von den Wurzeln abgegebene Kohlendioxyd angezogen wurden. Das gleiche ist aber auch von den Nematoden denkbar, jedenfalls sprechen die von LINFORD publizierten Einzelheiten nicht gegen eine solche Möglichkeit, im Gegenteil!

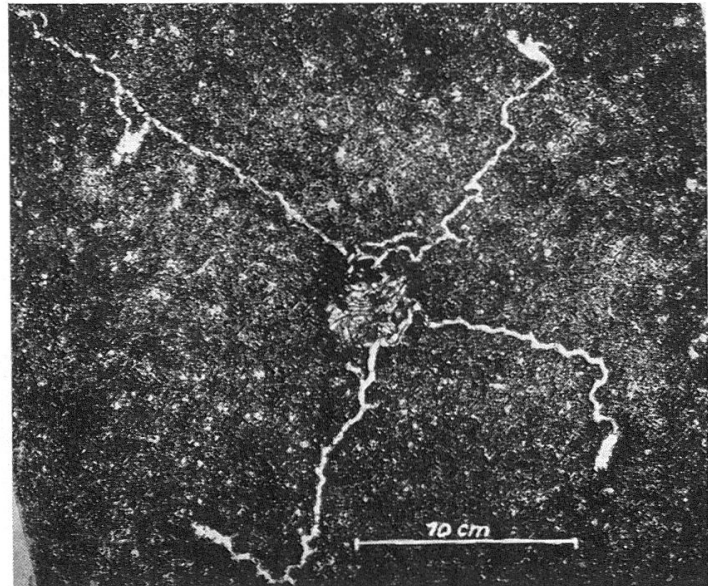


Abb. 5. — Orientierung der Drahtwürmer (*Agriotes* sp.) zwischen Glasplatten. Anziehung durch Graswurzeln und Weizenkeimlinge.

obschon es gerade hier naheliegend wäre, dass sie die fehlende optische Orientierung ersetzen könnte. Auch wenn weitere Stoffe ebenfalls eine Fernorientierung der Larven bewirken sollten, so wäre doch Kohlendioxyd insofern allein von besonderer Bedeutung, weil es unter den Wurzelabscheidungen quantitativ den ersten Platz einnimmt und die Tatsache seiner Ausscheidung aus den Wurzeln unbestritten ist.

Über die anziehende Wirkung von  $\text{CO}_2$  auf nicht bodenbewohnende Insekten liegen widersprechende Ansichten vor,

Aber auch die von THORPE et al. (1947) über Drahtwürmer (*Agriotes*) publizierte Arbeit schliesst eine Fernorientierung durch  $\text{CO}_2$  nicht aus, auch wenn sie mit keinem Wort erwähnt wird. Wir prüften deshalb mit der Glasplattenmethode auch Drahtwürmer (*Agriotes*) und Engerlinge (*Melolontha vulgaris*) und konnten auch hier eindeutig eine Anlockung durch Wurzeln und Kohlendioxyd nachweisen (Abb. 5, 6, 7).

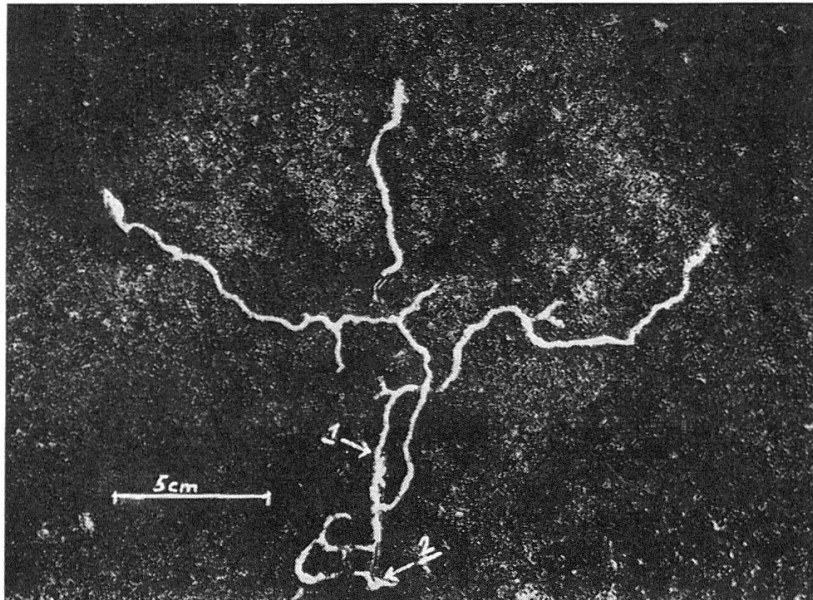


Abb. 6. — Anziehung der Drahtwürmer durch  $\text{CO}_2$ . Pfeil 1: anfängliche Einmündungsstelle des  $\text{CO}_2$ . Pfeil 2: Einmündungsstelle des  $\text{CO}_2$  am Schluss.

Die Abgabe von  $\text{CO}_2$  durch die Wurzeln ist unbestritten. Auch gewisse Säuren werden sicher abgegeben (FREY-WYSSLING 1949), welche durch Reaktionen im Boden  $\text{CO}_2$  erzeugen können. Da eine  $\text{CO}_2$ -Abgabe auch von Wurzeln erfolgt, welche nicht Wirtspflanzen sind, wäre mit zwei Etappen der Orientierung zu rechnen. Eine erste Etappe, welche die Larve mittels der Orientierung durch  $\text{CO}_2$  in die Nähe irgendwelcher Wurzeln

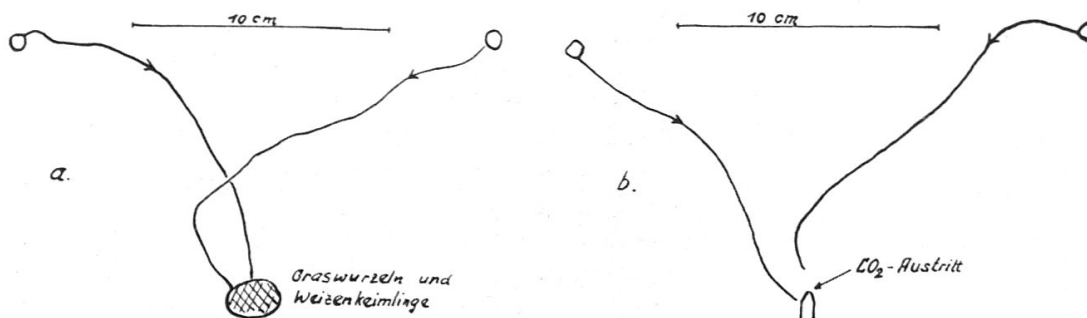


Abb. 7. — a: Orientierung von Engerlingen (*Melolontha vulgaris*) zwischen Glasplatten. Anziehung durch Graswurzeln und Weizenkeimlinge. — b: Anziehung der Engerlinge durch  $\text{CO}_2$ .

bringt und welche wir « Fernorientierung » nennen wollen. Die zweite Etappe würde darin bestehen, dass die Larve die Geniessbarkeit der angesteuerten Wurzeln feststellt, was wir als « Nahorientierung » bezeichnen können. Ein solches Prinzip besteht im Grunde auch bei der oberirdischen Orientierung, z. B. beim Maikäfer (SCHNEIDER 1952).

Das Gesagte bedeutet also, dass Annäherungen auch gegenüber Nicht-Wirtspflanzen vorkommen müssten. Tatsächlich registrierten GADD und LOOS (1941) bei Nematoden Annäherungen an Wurzeln, die sich nachher als für sie ungeniessbar herausstellen. Dies scheint jedenfalls einen spezifischen Stoff als Ursache der Fernorientierung auszuschliessen. Es ist sehr wohl möglich, ja wahrscheinlich, dass primäre Annäherungen an Wurzeln von Nicht-Wirtspflanzen auch bei bodenbewohnenden Larven auftreten.

Auf den Orientierungsmechanismus wollen wir hier nicht näher eintreten. Nach der in WIGGLESWORTH (1955) getroffenen Einteilung ist jedoch der Orientierungsmodus der hier besprochenen Larven unter die Taxien einzureihen.

*Zusammenfassung:* Es wird nachgewiesen, dass die Larven von *O. sulcatus*, *Agriotes* und *Melolontha* die Wurzeln von Wirtspflanzen auf Distanz wahrnehmen und mittels einer gerichteten Wanderung auffinden. Eine analoge Wanderung wird erzielt durch einen CO<sub>2</sub>-Gradienten. In Anbetracht der Bedeutung von CO<sub>2</sub> als Wurzelausscheidung ist es denkbar, dass diesem auch für weitere Bodenorganismen eine grundsätzliche Bedeutung für die Orientierung zukommt. Jedenfalls drängt sich eine Nachprüfung bei anderen Bodenorganismen auf. Unserer Auffassung nach kommt dem CO<sub>2</sub> hauptsächlich die Rolle der Fernorientierung zu, während die Geniessbarkeit der angesteuerten Wurzeln durch eine Nahorientierung festgestellt werden muss. Die Fernorientierung wäre demnach unspezifisch, die Nahorientierung spezifisch.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- DETHIER, V. G., 1947. *Chemical Insect Attractants and Repellents*. The Blakiston Company Philadelphia and Toronto.
- FREY-WYSSLING, A., 1949. *Stoffwechsel der Pflanzen*. Büchergilde Gutenberg, Zürich.
- GADD, C. H. & LOOS C. A., 1941. *Host specialization of Anguillulina pratensis (De Man) I. Attractiveness of roots*. Ann. Appl. Biol. 28.
- HARTMANN, M., 1953. *Allgemeine Biologie*. Verlag Fischer, Stuttgart.
- KLINGLER J., 1957. *Vorläufige Mitteilung über Unterschiede zwischen wurzelechten Europäer-Reben und Unterlagenreben in bezug auf Befall und Schaden durch den Gefurchten Dickmaulrüssler, (Otiorrhynchus sulcatus F.)* Schweiz. Z. Obst- und Weinbau Heft 22/23.
- LINFORD, M. B., 1939. *Attractiveness of roots and excised shoot tissues to certain nematodes*. Proc. Helminth. Soc. Washington, 6.
- SCHNEIDER, F., 1952. *Untersuchungen über die optische Orientierung der Maikäfer (Melolontha vulgaris F. und M. hippocastani F.)* Mitt. Schweiz. Ent. Ges., XXV.
- THORPE, W. H. et al., 1947. *The Behaviour of Wireworms in Response to chemical Stimulation*. J. exp. Biol., 23.
- WIGGLESWORTH, V. B., 1955. *Physiologie der Insekten* (deutsche Überstz. v. M. Lüscher). Basel und Stuttgart, Birkhäuser.