

Gesellschaft für Biotechnologie
und biologischen Pflanzenschutz mbH

Klausdorfer Straße 28 – 36

D 24223 Raisdorf

T +49 (0)4307 – 82 95 0

F +49 (0)4307 – 82 95 14

info@e-nema.de

www.e-nema.de

Insektenpathogene Nematoden – Nützlinge für die Schädlingsbekämpfung

Nematoden: eine faszinierende Tierklasse

Fadenwürmer oder Nematoden sind eine ähnlich erfolgreiche Tierklasse wie die Insekten. Sie haben sich fast alle Lebensräume erobert, von der Tiefsee bis ins Hochgebirge. Keine andere Tiergruppe ist zahlreicher als die Nematoden. Die überwiegende Anzahl der Arten sind harmlose Bodenbewohner. Einige wenige Arten jedoch richten erhebliche Pflanzenschäden an, andere sind als Parasiten von Tieren und Menschen bekannt. Trotz der Vielfältigkeit der besiedelten Lebensräume ist der Bauplan der Tiere sehr einheitlich. Er ist einfach und effizient, ein Erfolgsmodell vergleichbar vielleicht mit dem Fahrrad oder dem VW-Käfer. Die Tiere kommen ohne Arme und Beine aus, ihre Muskeln verlaufen im Körper nur in Längsrichtung. Der Körper der Tiere ist so robust, daß sie fast ohne Reperaturmechanismen auskommen. Die Entwicklung von der Eizelle bis zum vollendeten Nematoden läßt sich für jeden Zellteilungsschritt voraussagen und verläuft bei jedem Tier gleich. Aufgrund dieser Eigenschaften wurde der Nematode *Caenorhabditis elegans* zum wichtigsten Forschungsobjekt der Genetiker und Entwicklungsbiologen. Es ist der erste mehrzellige Organismus, dessen genetischer Code vollkommen entschlüsselt ist.

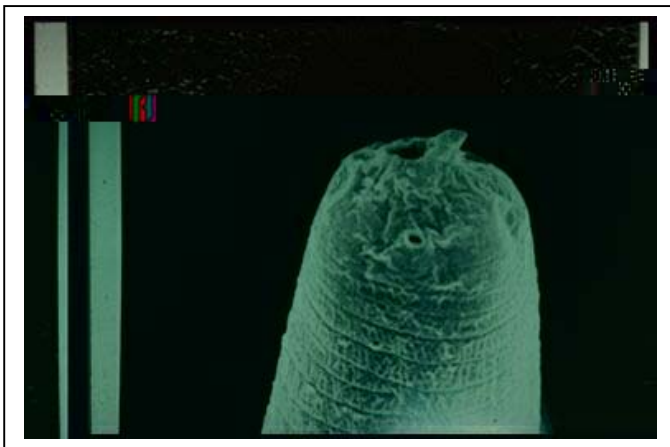


Abb. 1: Vorderende einer Dauerlarve des Nematoden *Heterorhabditis bacteriophora*. Der Haken unterstützt das Eindringen der Dauerlarve in das Wirtsinsekt. (Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme)

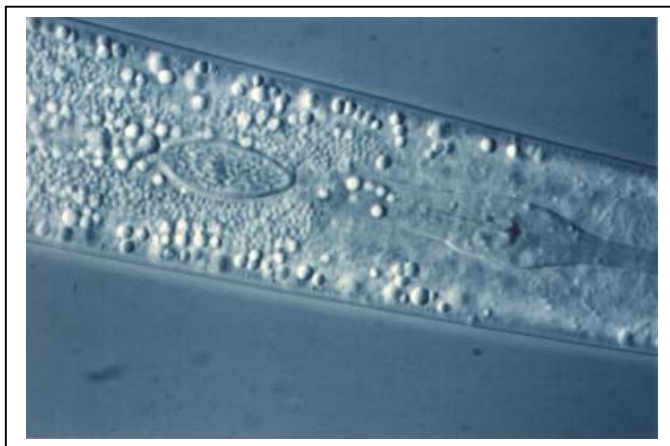
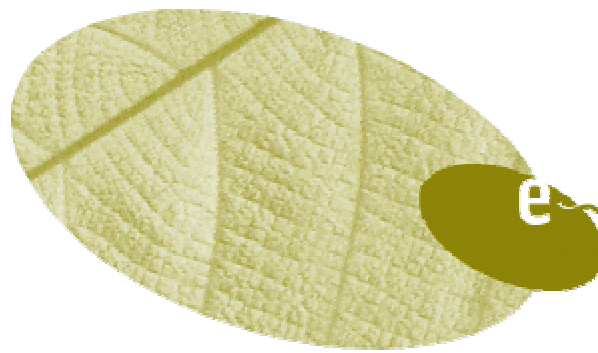


Abb. 2: Dauerlarve eines Nematoden der Art *Steinernema feltiae*. Zu sehen ist hier der vordere Darmbereich in dem die Zellen des symbiotischen Bakteriums aufbewahrt werden. Erst bei Befall eines Insekts werden die Bakterien abgegeben. Die Bakterien töten das Insekt ab, vermehren sich und werden ihrerseits von den Nematoden gefressen. (Foto: Ehlers)



e-nema®

Gesellschaft für Biotechnologie
und biologischen Pflanzenschutz mbH

Klausdorfer Straße 28 – 36

D 24223 Raisdorf

T +49 (0)4307 – 82 95 0

F +49 (0)4307 – 82 95 14

info@e-nema.de

www.e-nema.de

Insektenpathogene Nematoden: Neuer Lebensraum durch Symbiose

Die insektenpathogenen Nematoden der Gattungen *Heterorhabditis* und *Steinernema* sind, offenbar unabhängig voneinander, eine symbiotische Beziehung mit Bakterien eingegangen. Die Bakterien gehören zu den Enterobacteriaceae, sind also nah verwandt mit *Escherichia coli*, unserem Darmbakterium. Sie sind jedoch für den Menschen ungefährlich. Außerdem sterben sie bei Temperaturen über 35°C ab. Dank dieser Symbiose sind die Nematoden in der Lage, die befallenen Insekten rasch abzutöten. Nahe verwandte Arten, die keine symbiotischen Bakterien tragen, dringen zwar auch in die Insektenlarven ein, müssen dort aber warten, bis das Insekt stirbt. Wieder andere Arten befallen erst den Insektenkadaver. Die Nematoden haben sich dank der Symbiose das lebende Insekt als neuen Lebensraum erschlossen. Das gleiche gilt auch für die symbiotischen Bakterien, die ohne den Nematoden nicht ins Blut der Insekten gelangen könnten.

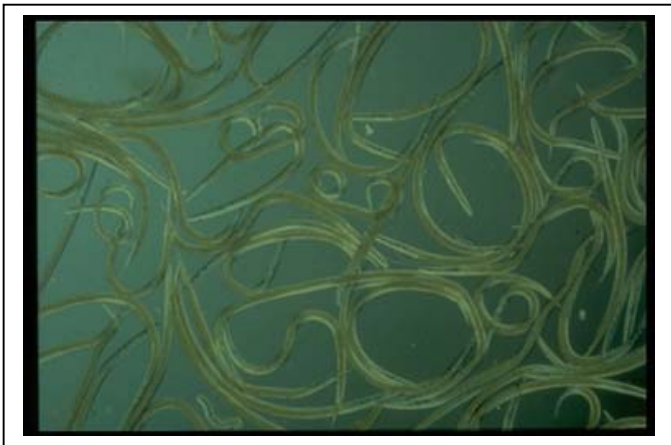
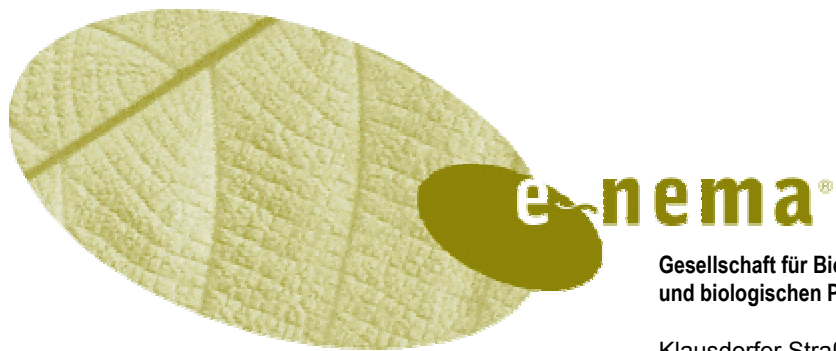


Abb. 3: Dauerlarven der Art *Heterorhabditis megidis*. Eine Dauerlarve ist etwa 0,7 mm lang und mißt 0,02 mm im Durchmesser. (Foto: Ehlers)



Gesellschaft für Biotechnologie
und biologischen Pflanzenschutz mbH

Klausdorfer Straße 28 – 36
D 24223 Raisdorf
T +49 (0)4307 – 82 95 0
F +49 (0)4307 – 82 95 14

info@e-nema.de
www.e-nema.de

Und so funktioniert's: Lebenszyklus der Nematoden

Die im Boden lebenden, ca. 1 mm langen Dauerlarven der Nematoden (Abb. 3) beherbergen ein Zellpaket ihrer Begleitbakterien im Darm (Abb. 2). Auf der Suche nach Insektenlarven wandern die Dauerlarven einiger Arten, wie z.B. die der Gattung Heterorhabditis, im Boden umher. Andere Arten, wie Steinernema carpocapsae, lauern ihren Opfern in den obersten Bodenschichten auf. Viele Arten verfolgen beide Strategien. Haben die Dauerlarven einen Wirt gefunden, dringen sie direkt über die Haut in die Blutbahn ein oder benutzen den Umweg über den Darmkanal oder das Atemröhrensystem (Tracheensystem) der Insekten. Dabei dient der Gattung Heterorhabditis ein Zahn am Kopf als Werkzeug (Abb. 1).

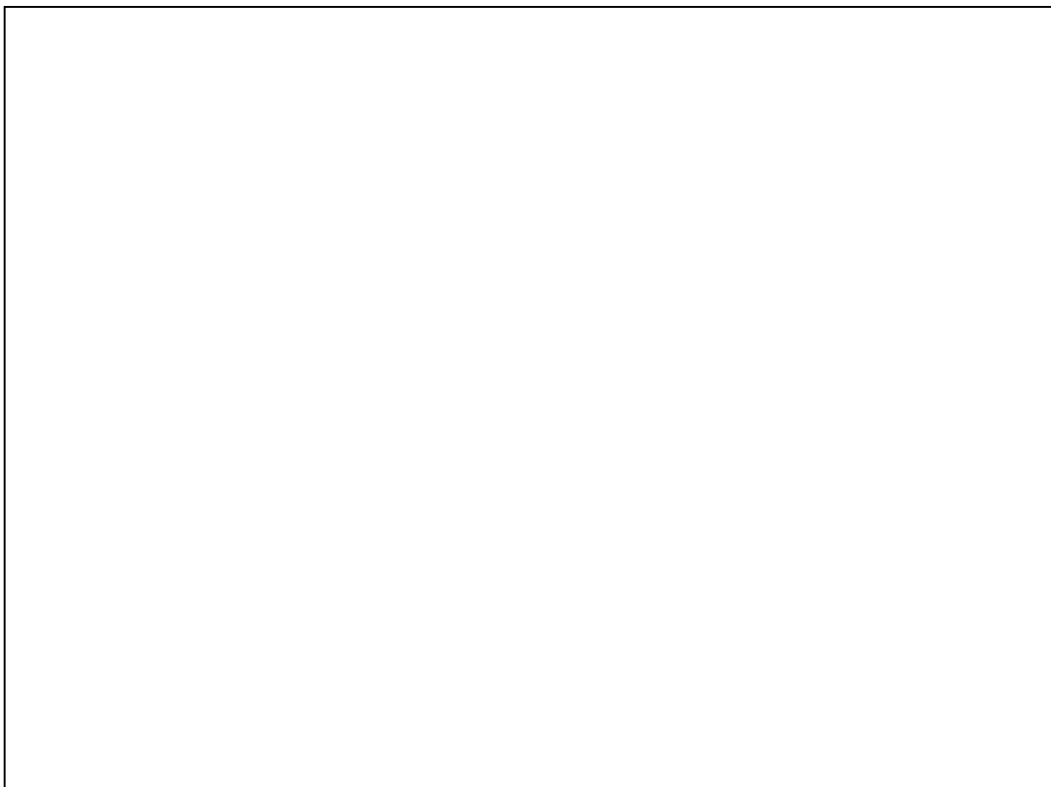
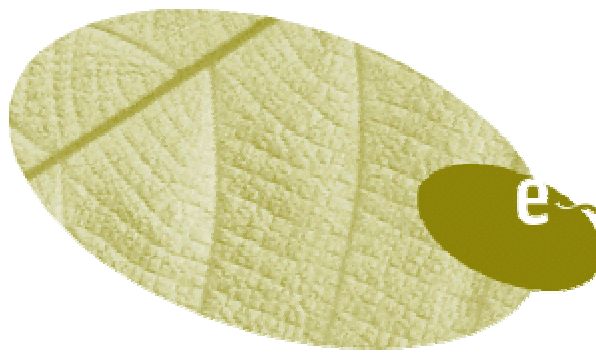


Abb. 4:
Lebenszyklus
eines
entomopathogenen
Nematoden im
Engerling. Nach
Vermehrung im
Engerling wandern
Dauerlarven auf
der Suche nach
weiteren
Schädlingen durch
den Boden.

In der Blutbahn
geben die
Nematoden die
Bakterien ab, die
sich rasch
vermehren und
das Insekt in etwa
3 Tagen abtöten.
Die Bakterien und
das von ihnen
vorverdaute
Insektengewebe
bildet die
Nahrungsgrundlage
für die

Nematoden, die sich ihrerseits schnell vermehren. Nach 2 bis 3 Wochen können so in einem Engerling bis zu 300.000 neue Dauerlarven heranwachsen. Dabei genügen schon 2-3 Dauerlarven, um den Engerling abzutöten.



e-nema®

**Gesellschaft für Biotechnologie
und biologischen Pflanzenschutz mbH**

Klausdorfer Straße 28 – 36

D 24223 Raisdorf

T +49 (0)4307 – 82 95 0

F +49 (0)4307 – 82 95 14

info@e-nema.de

www.e-nema.de

Ein Insekt von 80.000 kg: industrielle Produktion der Nematoden



Abb. 5: Einer der Bioreaktoren bei e~nema. In den sterilen Rührkesseln wachsen unter kontrollierten Bedingungen Milliarden von Nematoden heran.

Eine Vielzahl hochwirksamer Gegenspieler von Schädlingen kann nicht im großen Maßstab genutzt werden, da die Massenproduktion nicht möglich ist. Insektenpathogene Nematoden lassen sich dagegen in herkömmlichen Bioreaktoren vermehren. Dabei werden die Verhältnisse im Insekt nachgebildet. Der Nematode und das symbiotische Bakterium wachsen in einer sterilen Umgebung unter Ausschluß anderer Organismen auf. Der größte bislang für die Produktion von Nematoden genutzte Reaktor faßt 80.000 Liter.

Die guten ins Päckchen: Qualitätskontrolle

Nematoden sind ein lebendiges biologisches Bekämpfungsmittel. Die Qualität unterliegt, je nach Herstellungsverfahren erheblichen Schwankungen zwischen den einzelnen Produktionschargen. Eine ständige Qualitätskontrolle ist daher unabdingbar. Die Firma e~nema testet jede Produktionscharge auf ihre Virulenz gegenüber einem Modellinsekt. Nur Chargen mit befriedigender Virulenz werden verkauft. Die Methode der Qualitätskontrolle ist

einfach und sollte jedem zugänglich sein, der sich ein Bild von der Qualität unterschiedlicher Nematodenchargen machen will. Ein Protokoll für die Qualitätskontrolle von entomopathogenen Nematoden, welches sowohl in Deutschland als auch in Europa als Standard vorgeschlagen wurde, ist hier einzusehen.