

# Sind Nematoden (Fadenwürmer) Freunde oder Feinde der Landwirtschaft?

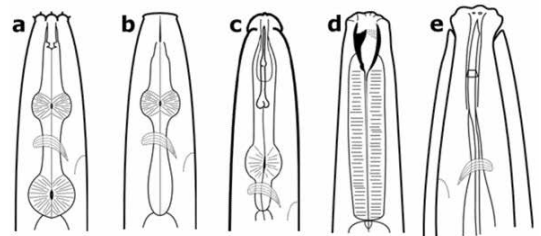
Judit Berényi Üveges, Ferenc Tóth, Dóra Drexler (Ökologiai Mezőgazdasági Kutatóintézet/  
Forschungsinstitut für ökologischen Landbau, Ungarn)

Heutzutage hört man immer mehr über die Gesundheit des Bodens. Dabei wird die Rolle der Nematoden oftmals unterschätzt. Die Fadenwürmer sind jedoch unentbehrliche Mitglieder der Lebensgemeinschaft Boden, weisen eine überraschend hohe Artenvielfalt auf und kommen zahlreich vor (van den Hoogen et al., 2020). Im Folgenden werden wir auf Nematoden eingehen, die für uns aus Sicht der Pflanzenproduktion von Interesse sind.

## Ein paar Worte über die Nematoden im Allgemeinen

In einem Gramm Boden können mehrere Tausende Fadenwürmer leben (Andrássy & Farkas, 1988). Die meisten Nematoden schaden den Pflanzen durch ihre Lebenstätigkeit nicht. Ohne sie wäre sogar der Stoffwechsel in der Wurzelzone gestört. Sie lassen sich je nach ihrem Mundorgan in drei Gruppen einteilen:

1. **Nematoden mit röhrenförmigen Mundhöhlen**, die sich von Bakterien ernähren und die Pflanzen nicht schädigen. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Kontrolle schnell wachsender Bakterien und bei der Aufrechterhaltung einer gesunden und vielfältigen mikrobiellen Lebensgemeinschaft in den Böden, so dass sich keine Bakterienart auf Kosten einer anderen vermehren kann (Bild 1a).



2. **Nematoden mit Stechmund**, die das Gewebe verletzen, den Pflanzensaft aussaugen und sich davon ernähren. Dabei können sie auch die von ihnen ausgeschiedene Substanz in den befallenen Organismus bringen. Zu dieser Gruppe gehören die pflanzenparasitären Nematoden. Aber auch hier gibt es Arten, die sich zum Beispiel von aus Pilzfäden gewonnenen Säften ernähren. Unter diesen kommen sogar räuberische Arten vor (Bild 1/b,c,e).

Bild 1: Arten der Mundhöhle, bzw. des Mundorgans von Nematoden:  
a) bakterienfressend; b) Pilzfadensauger; c) Pflanzensaftsauger;  
d) räuberisch; e) Allesfresser.  
(Quelle: <https://eorganic.org/node/4495>)

3. **Nematoden mit Zähnen in ihren Mundhöhlen**, die eine räuberische Lebensweise führen. Sie ernähren sich von mikroskopisch kleinen Tieren, hauptsächlich von bakterienfressenden Nematoden, die in der Regel am häufigsten vorkommen. Aber sie verzehren auch Pflanzenparasiten und Pilzfäden saugende Nematoden (Bild 1d).

## In welchen Fällen ist mit einem Anstieg pflanzenschädigender Nematoden zu rechnen?

Die Antwort ist nicht überraschend: das Auftreten von Schädigungen ist in Bereichen zu erwarten, in denen die Überlebensbedingungen für die pflanzenschädigenden Nematoden günstig sind. Da die Larven ein wässriges Medium für ihre Nahrungssuche benötigen, stellen ständig feuchte, regelmäßig bewässerte Böden die besten Bedingungen für ihre Vermehrung dar. Im ökologischen Gemüseanbau verursachen sie im Allgemeinen kein Problem bei Kulturen, bei denen man nicht die unterirdischen Pflanzenteile verzehrt (Paprika, Tomaten, Gurken). Die Fruchtfolge und organische Nährstoffzufuhr und das daraus resultierende reichere Bodenleben dämmen ihre Übervermehrung normalerweise ein. Dagegen können im konventionellen Gemüseanbau ohne Fruchtfolge aber mit Einsatz von Kunstdüngern und Nährstofflösungen (Gurken, Paprika, Tomaten) zum Beispiel Wurzelgallen-nematoden (*Meloidogyne*-Arten, Bild 2) erhebliche Probleme verursachen. In Knoblauch und Zwiebeln können wiederum durch den Stängelälchen (*Ditylenchus dipsaci*) starke Schädigungen auftreten. Und auch bei Karotten ist das Fadenwurmproblem in der konventionellen Landwirtschaft ausgeprägter, da die Landwirte in der Regel für Märkte produzieren, auf denen sogar ein kleiner Fehler in der Form der Pflanze nicht toleriert wird (Bild 3). Im ökologischen Landbau dagegen, insbesondere bei Direktverkauf, akzeptieren die Käufer kleinere Mängel im

Aussehen der Pflanze. Es kann einen überraschen, dass der größte Stress für das Bodenleben nicht ein einmaliger Schock ist, wie etwa eine Bodendesinfektion, sondern die regelmäßige Zufuhr einer Nährstofflösung, bei der es zu einer kontinuierlichen Belastung kommt und sich das Bodenleben nicht regenerieren kann.

Bei Kartoffeln kann das Vorkommen mehrerer Gruppen von Nematoden ein Risiko darstellen. Zystenbildende Nematoden (Globodera-Arten) befallen die Knolle normalerweise nur, wenn sie sich in großer Zahl vermehren. Wurzelgallennematoden überleben auf mehreren Wirtspflanzen und beschädigen auch die Kartoffeln, können aber nur unter Gewächshausbedingungen nennenswerte Schäden verursachen. Auch das Stängelälchen überlebt auf einer breiten Palette von Pflanzen. Für die Kartoffeln sind die Knollenfäule-Nematoden (*Ditylenchus destructor*) am gefährlichsten, denn die Schäden können nur durch Untersuchung der Knolle festgestellt werden. Durch deren Beschädigung wird das Produkt unverkäuflich.

## Beschädigung durch pflanzenparasitische Nematoden

Nematoden mit Mundstechorgan, die sich von Pflanzensaft ernähren, führen für kurze Zeit eine ektoparasitäre Lebensweise. Das heißt, der Körper des Tieres bleibt außerhalb der Pflanze und es dringt nur mit seinem Mundstechorgan von außen in die Pflanzenzellen ein, um Nahrung aufzunehmen. In ihrem längeren Lebensstadium führen sie jedoch auch eine endoparasitäre Lebensweise. Sie dringen also durch die Zellzwischenräume in die Pflanze ein und suchen Zellen und Gewebe, die für ihre Lebensfunktionen geeignet sind. In dieser Phase können sie sich in der Pflanze auch durch Zerstörung von Zellen fortbewegen.

Bei den Wurzelgallennematoden-Larven ist die Phase, in der sie sich bewegen können, kurz. Viele Nematoden sind nicht einmal in der Lage, in die Pflanze einzudringen. Denn wenn sie das richtige Gewebe in dieser Phase nicht finden, werden sie sterben.

## Pflanzliche Abwehrmechanismen gegen Nematoden

Die Pflanzen sind jedoch gegen Nematodenbefall nicht ungeschützt. Die Pflanze erkennt, wenn der Nematode in ihren Körper eingedrungen ist. Zwischen den Pflanzen erfolgt über das Mykorrhizanetz (Pilzwurzelnetz), das die Wurzeln miteinander verbindet, ein Informationsfluss statt. Dadurch kann eine Immunantwort der Pflanzen auch bei noch nicht befallenen Pflanzen aktiviert werden. Das heißt, die Pflanzen können schon vor dem Eindringen der Nematoden Substanzen produzieren, um sich vor den Fadenwürmern zu schützen. Deshalb ist es auch keine gute Idee, den Boden zu oft zu stören. Denn dadurch können diese Mykorrhiza-Verbindungen beschädigt werden. Später kann die befallene Pflanze Stoffe freisetzen, die die Nematoden veränderten Zellen zusammen mit den Nematoden zerstören.

Überraschenderweise kann das Vorhandensein von pflanzenparasitären Nematoden für die Wirtspflanze sogar von Vorteil sein. Wenn beispielsweise nur wenige Nematoden in die Pflanze eindringen und sich nur wenige Wurzelgallen bilden, kann die Pflanze in einen Bereitschaftszustand versetzt werden, in dem sie sich gegen andere Schädlinge erfolgreicher schützen kann. Ein paar Wurzelgallen bringen also die Funktion der Pflanze noch nicht durcheinander. Aber sie können die Pflanze trainieren, damit sie dem Befall anderer Schädlinge besser standhält (Petrikovszki R. Körösi K. und Tóth F., 2018)



Bild 2: Durch Gartenbau-Wurzelgallen-Nematoden (*Meloidogyne incognita*) geschädigte Gurkenwurzeln in Kaltspross. (© Tóth F.)



Zudem gibt es auch Nematodenarten, die sich in den Pflanzen zwar vermehren, aber keine Ertragseinbußen verursachen. Solche harmlosen (avirulenten) Populationen vermögen, die Wirtspflanze vor schädlichen (virulenten) Populationen ihrer eigenen Art oder von eng verwandten Arten zu schützen (McKenry, M. V. and Anwar, S. A., 2007).

### Wie kann man die Populationsentwicklung von Nematoden beeinflussen?

Wenn man gezielt eingreift und die Individuen einer Tierart tötet oder stark dezimiert, dann übt man einen Selektionsdruck auf die Population der betreffenden Art aus. Infolgedessen bleiben Individuen erhalten, die resistent oder tolerant gegenüber dem Eingriff sind, und werden in der Population dominant. Diese Populationen mit veränderter Zusammensetzung überpopulieren sich dann aufgrund mangelnder Konkurrenz, verdrängen weniger vermehrungsfähige Populationen und verursachen wirtschaftliche Schäden. Zur Erhaltung eines gesunden Bodenlebens ist daher nicht die Ausrottung, sondern die Schaffung eines vielfältigen und sich selbst regulierenden Bodenökosystems die richtige Lösung. Wenn man mit räuberischen Individuen oder anderen antagonistischen Organismen, einem organischen Dünger oder Kompost, der reich an mikrobiellem Leben ist, und einer abwechslungsreichen Fruchtfolge arbeitet, wird man einen gesunden Boden haben, in dem keine wurzelsaugenden Nematodenpopulationen in dem Maße heranwachsen, dass sie wirtschaftlichen Schaden anrichten.



Bild 3: Durch Freiland-Wurzelgallen-Nematoden (*Meloidogyne hapla*) geschädigte Möhre. (© Tóth F.)

**Pflanzenschutzmittel | Pflanzenstärkungsmittel | Düngemittel | Nützlinge | Verwirrungstechnik | diverse Blümmischungen**



**Fachberatung für:**



**Pflanzenschutz mit biohelp macht Spaß!**

- Gartenbau
- Ackerbau
- Vorratsschutz/ Stallhygiene
- Weinbau
- Obstbau
- Landschaftsbau/ Gemeinden

**biohelp - biologischer Pflanzenschutz, Nützlingsproduktions-, Handels- und Beratungs-GmbH**

Kapleigasse 16 • 1110 Wien  
tel: +43-1-769 97 69 • fax: DW 16

[www.biohelp.at](http://www.biohelp.at)  
office@biohelp.at

## Die Rolle der räuberischen Individuen bei der Populationsregulierung

Wenn die Bedingungen im Boden eines Pflanzenbestandes für räuberische Nematoden günstig sind, dann wird der durch pflanzenparasitische Nematoden angerichtete wirtschaftliche Schaden geringer sein (Kanwar, R. S., Patil, J. A. and Yadav, S., 2021). Dies ist an sich noch nicht überraschend. In einer Insektenstudie über den Zusammenhang zwischen Räuber und Beute kam man zu dem Schluss, dass die räuberischen Insekten die pflanzenfressenden Populationen nicht nur dadurch unter Kontrolle halten, dass sie diese physisch vernichten und verzehren, sondern die bloße Anwesenheit weniger Räuber ausreicht, um das Verhalten der Beutetiere zu unserem Vorteil zu verändern (Hermann, S. L. and Landis, D. A., 2017). Diese Gesetzmäßigkeit ist in der Tierwelt so allgemein, dass sie sicher auch für die Welt der Nematoden gilt.

## Was kann man bei einer überdurchschnittlichen Vermehrung pflanzenparasitischer Nematoden tun, um ihre Präsenz auf ein gesundes Maß zu reduzieren?

Ein gezielter Schutz gegen Nematoden im ökologischen Landbau ist nur bei Pflanzen erforderlich, bei denen die Nematoden den vermarktungsfähigen Teil der Pflanze befallen. Andernfalls ist kein gezielter Schutz erforderlich, sondern der Boden muss in einen Zustand gebracht werden, in dem die Schädlingspopulation durch das Boden-ökosystem unter Kontrolle gehalten wird. Eine Möglichkeit des Schutzes besteht darin, Nematoden abtötende Pflanzen in die Fruchtfolge einzubringen, z. B. Sudangras als Gründüngungspflanze.

Im Gemüseanbau ist auch das sogenannte aktive Ruhenlassen eine bewährte Technik. Dazu wird eine dicke Schicht aus organischem Material, Kompost oder Stallmist auf die Bodenoberfläche aufgebracht, auf die dann eine Deckschicht kommt. Die Deckschicht kann z. B. aus Stroh, Laub, Holzspänen oder sogar Agroplane bestehen. Sie soll die organische Substanz vor Austrocknung und Sonnenlicht schützen und verhindern, dass Licht an die Bodenoberfläche gelangt. Der Hauptpunkt ist, dass es eine Vegetationsperiode lang keine Pflanzen auf dem Feld geben soll, sondern nur die zersetzenden Organismen (Saprophyten) einen Lebensraum haben. Mit dieser Methode können Schädlinge, aber auch einige Krankheitserreger und ausdauernde Unkräuter, beseitigt werden. Wenn es keine Zeit oder Möglichkeit dafür gibt, kann der Anbau einer Pflanze, die die Vermehrung von Nematoden nicht unterstützt, eine Lösung sein. Ein Beispiel dafür ist der Dinkel, der in extrem hoher Dichte ausgesät wird, so dass keine anderen Pflanzen, auch keine Unkräuter, wachsen können. Hier kann man den Dinkel als Spelt (Weizengras) ernten und verwenden.

Bezüglich der Bewässerung und der Nährstoffzufuhr sollte man naturnahe Lösungen anstreben. Die Tröpfchenbewässerung ist wassersparend, aber eine ständig feuchte Sphäre sollte vermieden werden, da sie den parasitären Nematoden einen guten Lebensraum bietet. Die Pflanzen bilden Mykorrhizagemeinschaften, um die Wasser- und Nährstoffversorgung zu verbessern. Man soll das Mykorrhizanetz nicht überflüssig machen, da die Wurzelsiedelnden Pilze verhindern, dass sich wurzelschädigende Nematoden durchsetzen. Bei der Düngung soll der Boden und nicht direkt die Pflanze genährt werden. Den natürlichen Organismen und Prozessen, die die Nährstoffe umwandeln und aufnehmen, soll durch Aufbau und Erhalt eines Boden-Nahrungsnetzes Raum gegeben werden!

Beim Anbau im Freiland kann eine abwechslungsreiche Fruchtfolge die Vermehrung von Nematoden verhindern. Im Rahmen des Best4Soil-Projekts wurden länderspezifische Datenbanken für die Fruchtfolgeplanung erarbeitet. Die Datenbank enthält auch Information darüber, wie gut eine bestimmte Kulturpflanze als Wirtspflanze für eine bestimmte Nematodenart geeignet ist und wie anfällig die Kulturpflanze für Schäden durch diesen Nematoden ist (<https://www.best4soil.eu/database>). Eine Datenbank bezüglich der Pflanzenkrankheitserreger, die ähnlichen Prinzipien folgen, finden Sie ebenfalls hier.

## Literatur

van den Hoogen, J., Geisen, S., Wall, D.H. et al. (2020): A global database of soil nematode abundance and functional group composition. *Scientific Data* 7(103).

Andrássy I. és Farkas K. (1988): Nematodenschädlinge der Gartenbaukulturen (Kertészeti növények fonálféreg kártevői). Landwirtschaftliches Verlag (Mezőgazdasági Kiadó), Budapest

Petrikovszki R., Körösi K. és Tóth F. (2018): Lehet-e barát az ellenség? – mesterséges Meloidogyne-fertőzés lehetséges pozitív hatásai tenyésztedényes paradicsomon. *Növényvédelem*, 54(5):189–195.); (Können Feinde Freunde sein? - Mögliche positive Auswirkungen eines künstlichen Meloidogyne-Befalls auf Tomaten in Kulturbehältern. *Pflanzenschutz*)

McKenry, M. V. and Anwar, S. A. (2007): Virulence of Meloidogyne spp. and induced resistance in grape rootstocks. *Journal of Nematology*, 39(1):50–54.)

Kanwar, R. S., Patil, J. A. and Yadav, S. (2021): Prospects of using predatory nematodes in biological control for plant parasitic nematodes – A review. *Biological Control*, 160:1049-9644.

Hermann, S. L. and Landis, D. A. (2017): Scaling up our understanding of non-consumptive effects in insect systems. *Current Opinion in Insect Science*, 20:54–60.

## Kontakt

Judit Berényi Üveges  
ÖMKi, Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest  
+36 30 016 7565  
judit.berenyi.uveges@biokutatas.hu

Ferenc tóth  
ÖMKi, Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest/MATE Nematológiai Szakkollégium, Gödöllő  
+36 20 321 5383  
ferenc.toth@biokutatas.hu

Dóra Drexler  
ÖMKi, Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest  
+36 20 346 9120  
dora.drexler@biokutatas.hu