

Nematodenschäden an Karotten

Merkblatt

Autoren: Reinhard Eder und Sebastian Kiewnick

Nematoden können neben pilzlichen Schaderregern und Insekten grosse Schäden an Karotten verursachen. Wie auch bei anderen Wurzelgemüsearten schädigen verschiedene Nematodenarten direkt das Ernteprodukt. Die Symptome können dabei von reduziertem Wachstum über bärtige, verzweigte Wurzeln bis hin zu Beinigkeit reichen. Bei starkem Befallsdruck können die jungen Pflanzen sogar komplett absterben.

Im Folgenden werden die wichtigsten Nematodenarten an Karotten vorgestellt, welche Schäden sie bewirken und welche Gegenmassnahmen getroffen werden können.



Abb. 1: Befall von Karotten durch den nördlichen Wurzelgallen-Nematoden *Meloidogyne hapla*. Links und Mitte: Beinigkeit durch Verzweigung der Hauptwurzel; rechts: Symptome durch Befall im Jungpflanzenstadium (Fotos: R. Eder & H.U. Höpli Agroscope)

Der Wurzelläsionsnematode *Pratylenchus penetrans*

Biologie

Wurzelläsionsnematoden wie die Art *Pratylenchus penetrans* gehören zu den wandernden Endoparasiten. Bei dieser Art bleiben die Larven und auch die adulten Tiere stets „wurmformig“ und bilden keine Dauerstadien. Im Frühjahr dringen die Larven in die Wurzeln ein und entwickeln sich in der Wurzelrinde zu adulten Tieren. Die Weibchen legen ihre

Eier in der Wurzel ab. Die neu geschlüpften Larven, aber auch adulte Tiere, bleiben in den Wurzeln oder wandern in den Boden aus um neue Wurzeln zu befallen. Je nach Temperaturbedingungen können sich 5-6 Generationen in einem Jahr entwickeln.

Oberirdische Symptome

Bei sehr starkem Ausgangsbefall kann reduziertes Wachstum auftreten. Der Bestand ist oft sehr unregelmässig und es kann auch zu vorzeitiger Laubverfärbung kommen.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Symptome an Wurzeln

Im Vergleich zur gesunden Karotte ist bei *Pratylenchus*-Befall der Karottenkörper meist kurz und stumpf gerundet. Neben einem feinen, teilweise stark verzweigten Wurzelsystem (siehe Abb. 2) sind oft braun verfärbte Läsionen (siehe Abb. 3) sichtbar.

Häufig tritt auch ein Sekundärbefall mit pilzlichen oder bakteriellen Schaderregern an den geschädigten Karotten auf. Dies führt dann meist zu Wurzelfäule und, zum Beispiel bei *Verticillium*-Befall, zum Welken der ganzen Pflanze als Folgebefall.



Abb. 2: Links: gesunde Karotte, rechts: stark verkürzter Wurzelkörper mit gleichzeitig verstärkter Seitenwurzelbildung (Foto: JKI Münster)



Abb. 3: Braun verfärbte Läsionen an den Feinwurzeln von jungen Pfälzer-Karotten (Foto: R. Eder Agroscope)

Gegenmassnahmen

Bei der Planung von Massnahmen zur Regulierung von *P. penetrans* muss das grosse Wirtspflanzenspektrum berücksichtigt werden. Bei der Fruchtfolgeplanung sollte daher vor Karotten kein Anbau von stark vermehrenden Wirtspflanzen wie zum Beispiel Mais oder Hülsenfrüchten stattfinden. Geeignete Vorkulturen sind zum Beispiel Rüben (Zucker-, Futterrüben oder Randen). Eine direkte Bekämpfung ist durch den Anbau von *Tagetes patula* möglich. Die Kulturdauer beträgt hierbei mindestens drei Monate um eine ausreichend reduzierende Wirkung zu erzielen. Aufkalkung bis zum Erreichen des optimalen Boden pH-Wertes kann auf manchen Standorten das Ausmass des Schadens reduzieren.

Der Stängelnematode *Ditylenchus dipsaci*

Biologie

Stängelnematoden der Art *Ditylenchus dipsaci* können als sogenannte Dauerlarven oder in trockenem Pflanzenmaterial über Jahre überdauern. Wenn im Frühjahr kühle und feuchte Bedingungen herrschen, dringen die Larven über einen Wasserfilm in den Spross ein. Mit Hilfe seines Mundstachels und spezieller Enzyme gelangt er in das Gewebe der Wirtspflanze (zum Beispiel Stängel oder Zwiebel). Nach der Entwicklung zu adulten Tieren legen die Weibchen ihre Eier im Sprossgewebe ab. Die neuen Larven können dann wieder in den Boden abwandern und suchen neue Wirtspflanzen auf. Je nach Witterungs- und Temperaturbedingungen sind bis zu 5 Generationen pro Jahr möglich.

Oberirdische Symptome

Bei Befall mit Stängelnematoden zeigen sich typische Verdickungen und Verdrehungen, die unter Umständen zum Absterben von Keimlingen führen. In späteren Entwicklungsstadien der Wirtspflanzen führt die massive Vermehrung der Nematoden im Gewebe zu Verdickungen der Sprossbasis gefolgt von einer Kopffäule (siehe Abb. 4).

Symptome an Wurzeln

Je nach Stärke des Befalls kann eine Trockenfäule des Karottenkopfes beobachtet werden (siehe Abb. 5).

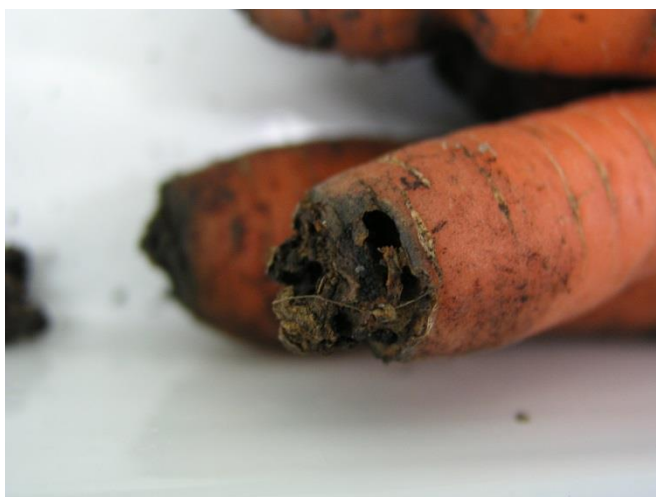


Abb. 4: Kopffäule an einer Karotte im Detail (Foto: R. Eder Agroscope)



Abb. 5: Trockenfäule an Karottenköpfen und dadurch abgetrennte Blattansätze (Foto: R. Eder Agroscope)

Gegenmassnahmen

Ditylenchus dipsaci besitzt ein breites Wirtspflanzenspektrum, wobei bestimmte Pflanzen besonders stark geschädigt werden können. Daher ist eine Regulierung über eine gezielte Fruchtfolgeplanung sehr schwierig. Für Karotten ist eine 5-jährige Anbaupause zu empfehlen. Befallene Pflanzen sollten stets vernichtet werden, um eine bereits im Feld etablierte Population zu reduzieren. Des Weiteren ist der Anbau von Nichtwirtspflanzen wie Gerste, Triticale oder Schwarzwurzeln eine Möglichkeit, den Befallsdruck für eine anfällige Folgekultur zu reduzieren. Als Wintergetreide eignen sich Weizen und Gerste. Roggen ist jedoch nicht zu empfehlen, da dieser *D. dipsaci* vermehren kann.

Der nördliche Wurzelgallennematode *Meloidogyne hapla*

Biologie

Der nördliche Wurzelgallennematode *Meloidogyne hapla* zählt zu den sedentären Nematoden. Bei diesen Nematoden dringen die Larven in die Wurzel ein, wandern zum Zentralzylinder und induzieren dort die Bildung eines spezifischen Nährgewebes, das zum Entstehen der typischen Wurzelgallen führt. Die Weibchen verlassen die Wurzel nicht mehr und werden somit sedentär. Sie schwellen an und produzieren 300-500 Eier in einem Eissack ausserhalb der Wurzel. Die Vermehrung geschieht ungeschlechtlich, das heisst Männchen sind zur Vermehrung nicht nötig. *M. hapla* kann sich bereits bei 8°C entwickeln und im Boden überwintern. Im Freiland sind 2-4 Generationen pro Jahr möglich.

Oberirdische Symptome

Starker Befallsdruck mit *M. hapla* kann zu unregelmässigem Auflauf und Welkesymptomen führen. Unter Umständen sterben die Keimlinge sogar ab.

Symptome an Wurzeln

Mit der Entwicklung der Weibchen sind an den Wurzeln rundliche Gallen zu finden (siehe Abb. 1). Durch das Eindringen der Nematoden kommt es auch vermehrt zur Seitenwurzelbildung (Bärtigkeit, siehe Abb. 6). Die durch den Nematodenbefall verursachte Beinigkeit (siehe Abb. 1) führt zu deutlichen Ertragsausfällen und Qualitätseinbussen.



Abb. 6: Frisch geerntete Karotten mit verstärkter Seitenwurzelbildung und Gallen an den Feinwurzeln (Foto: R. Eder Agroscope)

Gegenmassnahmen

Da Wurzelgallennematoden nicht lange ohne Wirtspflanze überleben können, ist eine 2-3 Monate dauernde Schwarzbrache (offener Boden, keine Unkräuter) eine wirksame Massnahme, die Nematodendichte im Boden um bis zu 90% zu reduzieren. Wurzelgallennematoden besitzen ein sehr breites Spektrum von über 550 Wirtspflanzen. Daher wird ein gezielter Anbau von Nichtwirtspflanzen wie Getreide und Gräser empfohlen. Mais und Spargel sind als Nichtwirtspflanzen ebenfalls geeignet. Des Weiteren können resistente Zwischenfrüchte zum Beispiel Ölrettich Sorte Contra angebaut werden, um eine Vermehrung des Nematoden zu verhindern. Als Gründüngung kann zum Beispiel Sudangras angebaut werden.

Eine weitere Gegenmassnahme ist der Einsatz der Fangpflanzenmethode. Hierzu werden Wirtspflanzen wie zum Beispiel Ölrettich angebaut. Die Larven können dann in die Wurzeln eindringen und entwickeln sich zu sedentären Weibchen. Vor Vollendung des Entwicklungszyklus zu neuen Larven müssen die Fangpflanzen in der Regel 5-6 Wochen nach der Aussaat zerstört, das heisst gemulcht und eingearbeitet werden. So lassen sich die Nematodenzahlen im Boden ähnlich einer Schwarzbrache reduzieren. Bei diesem Verfahren ist jedoch zu beachten, dass im Fall einer durch schlechte Witterungsbedingungen verspäteten Zerstörung der Pflanzen bereits neue Eier und damit neue Larven gebildet wurden. Dies würde zu einer drastischen Erhöhung der Nematodenzahlen im Boden führen, wodurch wiederum ein höherer Schaden an Folgekulturen entstehen könnte.

Wandernde Ektoparasiten *Paratylenchus* (Arten)

Biologie

Die wandernden Wurzelnematoden *Paratylenchus* spp. gehören zu den Ektoparasiten. Hier bleiben ebenfalls die Larven und auch die adulten Tiere stets „wurmformig“ und es werden auch keine Dauerstadien gebildet. Als Ektoparasit durchläuft *Paratylenchus* spp. den kompletten Entwicklungszyklus im Boden. Die Nematoden dringen nicht in die Wurzel ein, sondern stechen die Wurzelzellen von aussen an und saugen den Zellinhalt aus.

Oberirdische Symptome

Bei starkem Befall zeigen sich meist nesterweise Wachstumsdepressionen. Es kann auch eine vorzeitige Laubverfärbung beobachtet werden.

Symptome an Wurzeln

Schäden treten meist nur lokal bei sehr hohen Populationsdichten von *Paratylenchus* spp. auf. Die Karottenspitze ist durch den Saugschaden oft gerundet und es treten Risse (Läsionen) auf dem Karottenkörper auf. Diese sind meist braun-schwarz gefärbt (s. Abb. 7 und 8). In manchen Fällen sind viele, stark verzweigte Feinwurzeln (Wurzelbart) zu beobachten.



Abb. 7: Braun bis schwarz gefärbte Risse auf dem Karottenkörper (Foto: U. Haki Landwirtschaftskammer NRW. www.progemuese.eu)



Abb. 8: Braun bis schwarz gefärbte Risse und Deformationen auf dem Karottenkörper bei starkem Befall (Foto: U. Haki Landwirtschaftskammer NRW. www.progemuese.eu)

Gegenmassnahmen

Zur Vermeidung hoher *Paratylenchus*-Populationen sollte ein Anbau von anfälligen Doldenblütlern wie Karotten, Knollen- und Stangen-Sellerie sowie Fenchel in enger Fruchtfolge mit Kohl vermieden werden. Der Anbau von Kartoffeln, Bohnen und Rüben führt dagegen zu einer Befallsreduzierung. Aufkalkung bis zum Erreichen des optimalen Boden pH-Wertes kann auf manchen Standorten das Ausmass des Schadens reduzieren.

Der Karottenzystennematode *Heterodera carotae*

Biologie

Der Karottenzystennematode *Heterodera carotae* zählt ebenfalls zu den sedentären Nematoden. Die Nematodenlarven dringen in die Wurzel ein, wandern zum Zentralzylinder und induzieren dort die Bildung eines spezifischen Nährgewebes. Die Weibchen bleiben in der Wurzel, schwellen mit zunehmender Entwicklung an und brechen mit dem Hinterende aus der Wurzel heraus. Nach der Begattung durch ein Männchen kann ein Weibchen bis zu 400 Eier produzieren, die zum Teil im Körper bleiben und zum Teil in einem gelatinösen Eisack abgelegt werden. Nach dem Absterben des Weibchens verfärbt sich das weisse Weibchen zu einer braunen Zyste. Die Eier mit den entwickelten Larven können in der Zyste über mehrere Jahre lebensfähig bleiben. Je nach Witterungsbedingungen können sich pro Jahr 1-2 Generationen entwickeln.

Oberirdische Symptome

Bei starkem Befall zeigen sich die für Zystennematoden typischen Nester mit deutlichen Wachstumsdepressionen.

Symptome an Wurzeln

Durch den Befall mit *Heterodera carotae* findet sich oft eine verstärkte Seitenwurzelbildung (Bärtigkeit, siehe Abb. 9) und die blass- bis rot-braunen, zitronenförmigen Zysten sind an den Wurzeln zu erkennen. Des Weiteren ist der Karottenkörper oft verkümmert.



Abb. 9: Starke Seitenwurzelbildung und bereits geschwollene weisse Weibchen an den Wurzeln (Foto: P. Kunz Agroscope)

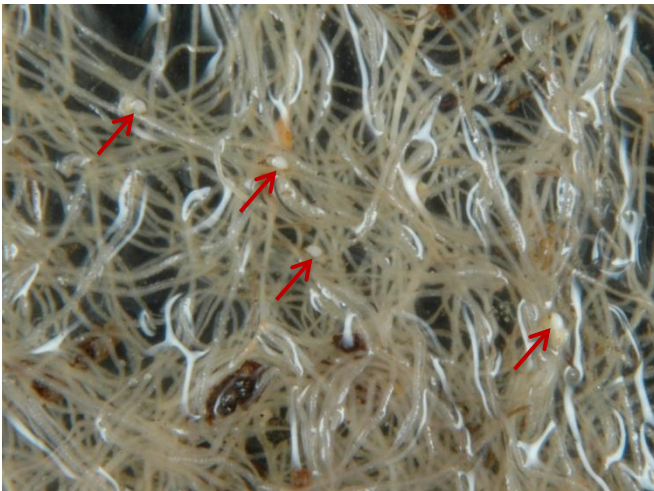


Abb. 10: Einzelne geschwollene weisse Weibchen an den Feinwurzeln von Karotten (Foto: R. Eder Agroscope)

Gegenmassnahmen

Das Wirtspflanzenspektrum des Karottenzystennematoden ist sehr begrenzt. Durch seine Beschränkung auf die Garten-Karotte bzw. Wilde Karotte (*Daucus carota*) und Pflanzen der Gattung Borstendolden/Klettenkerbel (*Torilis* spp.) als Wirtspflanzen kann durch eine strikte Anbaupause von mindestens 4 Jahren die Population deutlich reduziert werden.

Nachweis der Nematoden

Die beschriebenen Symptome im Feld und an Pflanzen sind keine endgültige Entscheidungshilfe, ob ein Befall mit Nematoden vorliegt oder nicht. Für eine eindeutige Diagnose auf Nematoden sind in jedem Fall Untersuchungen von Boden- und Pflanzenproben mit speziellen Methoden nötig. Diese werden vom Forschungsteam Nematologie der Agroscope in Wädenswil durchgeführt. In der Regel organisieren die Kantonalen Fachstellen die Probenahme und senden die Proben zur Analyse an Agroscope.

Die Probenahme ist in der Anleitung „Probenahme bei Nematoden-Verdacht“ genau beschrieben. Sie ist im Internet unter www.nematologie.agroscope.ch verfügbar. Dort finden Sie auch das zugehörige Begleitformular sowie weitere Informationen.

Es besteht ausserdem die Möglichkeit Bodenproben vor dem Anbau von Karotten auf Befall mit Nematoden bestimmen zu lassen.

Impressum

Version: September 2013

Herausgeber: Agroscope
Schloss 1, Postfach
8820 Wädenswil
www.agroscope.ch
www.nematologie.agroscope.ch

Redaktion: Kompetenzzentrum Nematologie

Copyright: Agroscope

Symptome an anderen Gemüsearten

Ein Überblick zu allgemeinen Symptomen von Nematodenschäden an verschiedenen Gemüsearten im Feld und an den Wurzeln ist im Merkblatt „Erkennen von Nematodenschäden im Freilandgemüsebau“ zu finden.

Verwendete Literatur

Arndt M. & A. Herrmann, 2009. Nematoden im Feldgemüsebau. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Freising-Weihenstephan. Deutschland.

Aubert V., 1985. Biologie de nématode *Heterodera carotae* de la carotte. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 17(5): 293-296.

Aubert V., 1986. Biologie du nématode *Heterodera carotae* de la carotte. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 18(1): 25-31.

Ciancio A. & K. G. Mukerji, 2007. General Concepts In Integrated Pest And Disease Management. Springer Verlag. Dordrecht. Niederlande.

Decker H., 1969. Phytonematologie. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin. Deutschland.

Eder R. & S. Kiewnick, 2012. Erkennen von Nematodenschäden im Freilandgemüsebau. Kompetenzzentrum Nematologie. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW. Wädenswil.

Frankenberg A. & A. Paffrath, 2004. Nematodenprobleme im Ökologischen Gemüsebau. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Bonn. Deutschland.

Julius-Kühn-Institut, 2013. Progemüse. Münster. Deutschland. Zugang: <http://www.progemuese.eu> [5.9.2013].

Knuth P., 2007. Diagnose: Nematoden!!! – Was bedeutet das? Wurzelgallennematoden, Teil I. *Gemüse* (5): 9-12.

Knuth P., 2007. Diagnose: Nematoden!!! – Was bedeutet das? Stängelnematoden, Teil II. *Gemüse* (9): 16-19.

Kunz P. & J. Klingler, 1975. Wurzelneematoden als Schädlinge von Karotten. *Der Gemüsebau* (24): 336-338.

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), Wageningen UR, 2013. Aaltjesschema. Wageningen. Niederlande. Zugriff: <http://www.aaltjesschema.nl/default.aspx> [5.9.2013].

Schwarz A., J. Etter, R. Künzler, C. Potter & H.R. Rauchenstein, 1990. Pflanzenschutz im Integrierten Gemüsebau. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale. Zollikofen.