

# Quarantänenematoden im Schweizer Gemüsebau

Reinhard Eder<sup>1</sup>, Irma Roth<sup>1</sup>, Catherine Terrettaz<sup>2</sup> und Sebastian Kiewnick<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil

<sup>2</sup>Département des finances, de l'agriculture et des affaires extérieures, Service de l'agriculture, 1951 Châteauneuf

Auskünfte: Reinhard Eder, E-Mail: reinhard.eder@acw.admin.ch, Tel. +41 44 783 63 37



Foto: ACW

Salatwurzel mit Befall durch den Wurzelgallenematomen *Meloidogyne fallax*.

## Einleitung

Wurzelgallenematomen (*Meloidogyne* spp.) sind bedeutende Schädlinge im Schweizer Gemüsebau, die jährlich grosse Schäden und damit verbunden Ertragsverluste verursachen können. Am häufigsten tritt in der Schweiz der Nördliche Wurzelgallenematomde *Meloidogyne hapla* auf. Diese Art findet man sowohl im Freiland als auch im geschützten Anbau. Dagegen kommen die

ursprünglich aus den Tropen und Subtropen stammenden Arten *M. incognita*, *M. arenaria* und *M. javanica* nur in Gewächshäusern bzw. beheizten Tunnels vor. Bei Routineuntersuchungen im Jahr 2002 wurde erstmals der Quarantänenematomde *Meloidogyne chitwoodi* in einer Probe aus einem Gewächshaus im Kanton Wallis nachgewiesen. Aufgrund dieses Erstfundes wurden in den Jahren 2002 bis 2006 intensive Surveys im befallenen sowie in benachbarten Betrieben durchgeführt. Es zeigte sich,

dass einige Betriebe Befall mit einer weiteren nah verwandten Quarantänenematodenart *M. fallax* aufwiesen. Das Auftreten der Quarantänenematoden beschränkte sich jedoch auf einige wenige Betriebe in der Region von Saillon. Um eine weitere Verbreitung der Nematoden zu verhindern, wurden Eindämmungsmassnahmen vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) sowie dem kantonalen Pflanzenschutzdienst angeordnet. Agroscope Changins-Wädenswil ACW führte in den Jahren 2007 bis 2008 weitere Surveys durch und wies nach, dass diese Massnahmen eine weitere Ausbreitung der Quarantänenematoden verhindert haben. Während dieses Zeitraums wurde jeweils nur noch eine Art, *M. fallax*, in den befallenen Betrieben nachgewiesen (Eder et al. 2009).

Zur Klärung, ob die Art *M. chitwoodi* tatsächlich noch in Schweizer Gewächshäusern vorhanden ist, wurden die in der Vergangenheit als befallen eingestuften Flächen im Herbst 2009 und Frühjahr 2010 in einem intensiven Survey noch einmal eingehend untersucht.

#### Was sind Nematoden?

Nematoden sind meist kleine, weisse bis farblose, fadenförmige Tiere. Sie bevorzugen feuchte Medien und können im Erdboden, im Süss- und Salzwasser, aber auch in Pflanzen, Tieren und im Menschen gefunden werden. Nematoden gehören zu den artenreichsten Stämmen des Tierreichs. Bisher sind über 20 000 verschiedene Nematodenarten beschrieben. Neben kleinen, kaum 0,2 mm langen Fadenwurmartentypen gibt es auch solche, die als Parasiten von Warmblütern mehrere Meter lang werden können (Decker 1969).

In 100 ml Ackerboden oder Gartenerde können einige Tausend Fadenwürmer enthalten sein. Die Zusammensetzung der Arten variiert je nach Umweltbedingungen, Klima- und Bodenfaktoren sowie Bewirtschaftung. Die Ernährungsweise der Nematoden unterscheidet sich ebenfalls: Neben Fadenwürmern, die sich von Bakterien oder Pilzen ernähren, gibt es auch solche, die sich räuberisch von anderen Fadenwürmern ernähren. Für die Landwirtschaft stellen pflanzenparasitäre Nematoden die wichtigste Gruppe dar. Sie schädigen Kulturpflanzen direkt oder indirekt und können sowohl im geschützten Anbau als auch im Freiland vorkommen. Diese Nematoden stechen mit einem Mundstachel Wurzelzellen an und ernähren sich von deren Zellinhalt. Manche Arten dringen aber auch in Stängel, Blätter oder Blütenanlagen ein und ernähren sich dort von den Pflanzensäften. Einige Nematoden übertragen auch Viren und schädigen die Pflanzen dadurch indirekt. Bei Befall reichen die verursachten Schäden von geringen Ertragsreduktionen bis zu einem Totalverlust. >

**Zusammenfassung** ■ Wurzelgallennematoden (*Meloidogyne* spp.) sind die wichtigste Gruppe pflanzenparasitärer Nematoden in der Schweiz. Sie verursachen grosse Probleme im Gemüsebau. Am häufigsten tritt in der Schweiz der nördliche Wurzelgallennematode *Meloidogyne hapla* auf. Dagegen kommen die ursprünglich aus den Tropen und Subtropen stammenden Arten *M. incognita*, *M. arenaria* und *M. javanica* nur im geschützten Anbau vor. Bei in den Jahren 2002 bis 2006 durchgeführten Surveys wurden die Quarantänenematoden *Meloidogyne chitwoodi* und *M. fallax* in einigen wenigen Schweizer Gewächshäusern und Betrieben gefunden. Eine weitere Verbreitung wurde aufgrund der verordneten Eindämmungsmassnahmen erfolgreich verhindert. In den Jahren 2006 bis 2008 konnte in Proben aus befallenen Gewächshäusern und beheizten Folientunnels nur noch *M. fallax* nachgewiesen werden. Ein intensiver Survey 2009 und 2010 bestätigte die Abwesenheit von *M. chitwoodi*. Die Art *M. fallax* konnte wieder in Gewächshäusern und beheizten Folientunnels gefunden werden. Unbeheizte Folientunnel und Freilandflächen, die an befallene Gewächshäuser angrenzen, waren frei von Quarantänenematoden.



**Abb. 1** | Salatwurzeln mit unterschiedlich starkem Befall durch den Wurzelgallennematoden *M. fallax*. Links: ohne Befall; Mitte: mässiger Befall; rechts: starker Befall.

### Wurzelgallennematoden – Biologie und Schaden

Wurzelgallennematoden sind obligate Wurzelparasiten, die als Eier in Pflanzenresten und im Boden längere Zeit überdauern können. Die Nematodenlarven schlüpfen im Frühjahr und dringen in die Wurzeln der Wirtspflanze ein. Dort entwickeln sie sich zu adulten Weibchen, die kugelförmig anschwellen und die Bildung der typischen Wurzelgallen bewirken (Abb.1). Jedes dieser Nematodenweibchen kann bis zu 500 neue Eier produzieren, aus denen erneut Larven schlüpfen. Diese dringen wiederum in die Wurzeln ein und verursachen eine weitere Schädigung. Je nach Temperatur sind drei bis sechs Generationen pro Jahr möglich. Die Quarantänenematoden *M. chitwoodi* und *M. fallax* gelten in Europa als besonders gefährlich für landwirtschaftliche Kulturpflanzen, da sie sich durch ihr breites Wirtspflanzenspektrum (400–500 Arten) schnell ausbreiten und etablieren können und somit eine Kontrolle kaum möglich ist. Sie können bei fast allen Gemüsearten Schäden verursachen. Betroffen sind vor allem Tomaten, Gurken, Karotten, Sellerie, Schwarzwurzeln, Salat und Erbsen. Ausserdem sind Zuckerrüben, Erdbeeren, Zierpflanzen, Getreide, Mais, Kartoffeln und die Graswirtschaft gefährdet. Aus diesen Gründen ist das Auftreten dieser Nematoden in der Schweiz nach der Pflanzenschutzverordnung (SR 916.20) meldepflichtig, und es müssen Bekämpfungs- respektive Eindämmungsmassnahmen durchgeführt werden.

## Resultate

### Surveys 2002–2006 und Massnahmen

Im Jahr 2002 wurde von ACW eine Untersuchung zur Verbreitung von Wurzelgallennematoden in der Schweiz durchgeführt. Dabei wurden nicht nur die bereits bekannten Arten *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* und *M. hapla*, sondern in einer Probe aus einem Gewächshaus im Wallis auch erstmals der Quarantänenematode

*M. chitwoodi* nachgewiesen. Aufgrund dieses Erstfundes wurden in den Jahren 2002 bis 2006 intensive Surveys im befallenen sowie in benachbarten Betrieben durchgeführt. Es zeigte sich, dass einige Betriebe Befall mit einer weiteren nah verwandten Quarantänenematodenart *M. fallax* aufwiesen (Tab. 1). Das Auftreten der Quarantänenematoden beschränkte sich jedoch auf einige wenige Betriebe in der Region von Saillon (Abb. 2).

Die Pflanzenschutzverordnung (SR 916.20) schreibt beim Auftreten von Quarantäneorganismen in Artikel 29 eine Tilgung der Primärherde vor. Dazu müssen die verantwortlichen Stellen geeignete Massnahmen zur Tilgung der Herde durchführen (siehe Kasten). Doch das ist bei einem Befall mit Wurzelgallennematoden schwierig. Alle diese Massnahmen waren jedoch nicht geeignet, um die bestehenden Herde von Quarantänenematoden in den befallenen Betrieben zu tilgen (Grunder *et al.* 2007).

Aufgrund der Ergebnisse der intensiven Surveys erfolgte die Einschleppung der beiden Nematodenarten wahrscheinlich mit verseuchtem Pflanzenmaterial und die weitere Verbreitung über Traktoren und Geräte mit anhaftender Erde. Diese Maschinen und Geräte wurden zum Teil zwischen den Betrieben ausgetauscht und so die Quarantänenematoden weiter verbreitet. Um eine weitere Verbreitung der Nematoden zu verhindern, wurden vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) sowie dem kantonalen Pflanzenschutzdienst Eindämmungsmassnahmen angeordnet (siehe Kasten).



**Abb. 2** | Verbreitung von Wurzelgallennematoden (WGN) in der Schweiz.

-  Nördlicher WGN: *M. hapla*
-  Tropische WGN: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*
-  Quarantäne-WGN: *M. chitwoodi* und *M. fallax*

### Surveys 2007 und 2008

Die in den Jahren 2007 und 2008 durchgeführten Untersuchungen sollten klären, ob die verordneten Massnahmen zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung der Quarantänenematoden erfolgreich waren. Zu diesem Zweck wurden die befallenen Betriebe und die umliegenden Freilandflächen intensiv untersucht. Es zeigte sich, dass sich in Gewächshäusern und beheizten Tunnels die Quarantäneart *M. fallax* etabliert hatte. Die Art *M. chitwoodi* konnte in diesen Untersuchungen jedoch nicht mehr nachgewiesen werden. In Proben aus unbeheizten Folientunnels konnten keine Quarantänenematoden nachgewiesen werden. In keiner der untersuchten Proben aus den umliegenden Freilandflächen wurden Quarantänenematoden nachgewiesen. Diese Ergebnisse zeigen, dass die angeordneten Eindämmungsmassnahmen eine weitere Ausbreitung der Quarantänenematoden verhindert haben.

### Surveys 2009 und 2010

Die Surveys 2007 und 2008 hatten bereits gezeigt, dass auch bei intensiver Suche die Art *M. chitwoodi* nicht mehr nachzuweisen war. Daher wurden im Herbst 2009 und Frühjahr 2010 alle in der Vergangenheit als mit *M. chitwoodi* befallen eingestuft Flächen erneut intensiv untersucht. Wie auch in den Jahren zuvor zeigte sich, dass alle Freilandflächen und ungeheizten Folientunnels frei von den Quarantänenematoden *M. chitwoodi* und *M. fallax* waren. *Meloidogyne fallax* hat man weiterhin >

Tab. 1 | Ergebnisse der Surveys zum Auftreten der Quarantänenematoden *Meloidogyne chitwoodi* und *M. fallax* in der Schweiz in den Jahren 2002 bis 2010

Jahr	Anzahl untersuchter Gewächshäuser und beheizter Folientunnel	Anzahl befallener Gewächshäuser und beheizter Folientunnel		
		<i>M. chitwoodi</i>	<i>M. fallax</i>	Summe
2002	57	1	0	1
2003	3	1	2	3
2004	56	0	15	15
2005	29	5	9	9
2006	2	0	2	2
2007	18	0	12	12
2008	18	0	9	9
2009	22	0	18	18
2010	4	0	4	4

2003 bis 2006 wurden die Untersuchungen durch externe Labors durchgeführt. 2002 und 2007 bis 2010 hat ACW die Untersuchungen gemacht.

## Kasten 1 | Massnahmen zur Tilgung und Eindämmung von Befallsherden

### Tilgung

Zur Tilgung von Befallsherden durch chemische Bekämpfung steht Basamid-Granulat (Dazomet) zur Verfügung. Dieses Mittel darf allerdings nicht in biologisch wirtschaftenden Betrieben eingesetzt werden. Eine andere Möglichkeit ist das Aushungern der Nematoden durch eine Schwarzbrache, das heisst die befallene Fläche muss über einen längeren Zeitraum frei von allen Pflanzen sein (Unkrautregulierung). Eine weitere Bekämpfungsmöglichkeit ist die Bodendämpfung, dabei werden die Schädlinge durch Hitze vernichtet. Dieses Verfahren ist jedoch mit hohen Kosten verbunden und wirkt wenig in die Tiefe. Zusätzlich wurden verschiedene Methoden zur biologischen Bodenentseuchung getestet.

### Eindämmung

Um eine weitere Ausbreitung von Quarantänenematoden aus den betroffenen Betrieben zu verhindern, dürfen dort nur Personen arbeiten, die über den Nematodenbefall informiert sind. Arbeiten in Gewächshäusern mit Quarantänenematoden müssen stets zum Ende einer Arbeitsperiode durchgeführt werden. Die Arbeitsschuhe werden beim Ausgang durch Bürsten und mit einem Desinfektionsmittel gereinigt. Alle Geräte, Maschinen und Traktoren werden bereits im Gewächshaus grob von Erde und Pflanzenresten befreit und anschliessend an einem geeigneten Waschplatz gründlich gereinigt. Maschinen und Traktoren von anderen Betrieben müssen jeweils vor und nach einem Einsatz gereinigt werden.

nur in Gewächshäusern oder beheizten Tunnels gefunden. Des Weiteren konnte erneut bestätigt werden, dass *M. chitwoodi* auf keiner der untersuchten Flächen (Gewächshaus, Tunnel oder Freiland) nachweisbar war.

## Diskussion

Quarantänenematoden wie die Wurzelgallennematoden *M. chitwoodi* und *M. fallax* stellen Produzenten und Pflanzenschutzdienste oft vor grosse Probleme. Durch ihr breites Wirtspflanzenspektrum und ihre hohen Vermehrungsraten können grosse Schäden bei landwirtschaftlichen Kulturen entstehen. Die Tatsache, dass Wurzelgallennematoden nur durch Bodenanalysen erfasst werden können und Schäden an Wurzeln von Wirtspflanzen anfänglich oft übersehen werden, erschwert Tilgungs- und Überwachungsmassnahmen. Um einen Überblick über die Situation in der Schweiz zu erhalten, wurden seit 2002 auf mehr als hundert Betrieben rund zweihundert Flächen untersucht. In diesen Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass sich *M. fallax* in den betroffenen Betrieben etabliert hat. Von den im Jahr 2009 untersuchten 22 Flächen in Gewächshäusern und beheizten Folientunnels waren 18 mit *M. fallax* befallen.

Wie bereits in den Jahren 2007 und 2008 festgestellt wurde, konnte auch im Jahr 2009 *M. chitwoodi* nicht mehr nachgewiesen werden. Eine erneute Beprobung im Frühjahr 2010 bestätigte die Abwesenheit von *M. chitwoodi*. Die Art *M. fallax* konnte jedoch wie erwartet nachgewiesen werden.

In sämtlichen in den Jahren 2002 bis 2008 untersuchten Freilandflächen sowie unbeheizten Folientunnels konnten *M. chitwoodi* oder *M. fallax* nie nachgewiesen werden. Die Wirksamkeit der Eindämmungsmassnah-

men hat ACW bei den neuesten Untersuchungen aus den Jahren 2009 und 2010 bestätigt. Dort konnten ebenfalls keine Quarantänenematoden in Freilandflächen oder unbeheizten Folientunnels nachgewiesen werden. Es stellt sich nun die Frage, warum in den Jahren 2002 bis 2006 einige wenige Flächen als mit *M. chitwoodi* befallen eingestuft wurden. Die Arten *M. chitwoodi* und *M. fallax*, die ursprünglich als nur eine Art beschrieben worden waren, sind sehr nahe verwandt und daher anhand von morphologischen Merkmalen nur schwer zu unterscheiden. Daher konnte es leicht zu Verwechslungen kommen, besonders wenn in manchen der untersuchten Flächen einige tausend Tiere je Probe bestimmt werden mussten. In den letzten Jahren wurden jedoch die Methoden zur Diagnostik von Nematoden weiterentwickelt. Neben den klassischen morphologischen Methoden stehen heutzutage auch molekularbiologische Methoden zur Verfügung, die eine genauere Unterscheidung der Arten ermöglichen. Moderne, molekularbiologische Methoden werden zukünftig verstärkt von ACW zur Diagnostik von pflanzenparasitären Nematoden eingesetzt. So wird weiterhin sichergestellt, dass die in der Schweiz örtlich etablierten Quarantänenematoden sich nicht weiter ausbreiten können und die Einschleppung von neuen Quarantänearten verhindert wird. Am Beispiel der Quarantänenematoden *Meloidogyne chitwoodi* und *M. fallax* zeigte sich, dass genaue Untersuchungen bei Verdacht auf Befall mit Quarantänenematoden unabdingbar sind, um Schäden für die Schweizer Landwirtschaft abzuwenden. Dies gelingt jedoch nur, wenn alle beteiligten Stellen: Produzenten, kantonale Berater, das Bundesamt für Landwirtschaft und ACW auch in Zukunft weiterhin so erfolgreich zusammenarbeiten. ■

**Riassunto****Nematodi di quarantena nell'orticoltura svizzera**

I nematodi galligeni (*Meloidogyne* spp.) sono il gruppo più importante di nematodi parassiti delle piante in Svizzera. Ogni anno arrecano grossi problemi nelle regioni orticole. La specie più frequente in Svizzera è il nematodo galligeno *Meloidogyne hapla*, mentre le specie tropicali e subtropicali *M. incognita*, *M. javanica* e *M. arenaria*, sono state riscontrate solo in serra. Durante i monitoraggi condotti nel periodo fra il 2002 e il 2006 si è evidenziata la presenza dei nematodi di quarantena *M. chitwoodi* e *M. fallax* in alcune serre e aziende svizzere. Le misure fitosanitarie prescritte hanno impedito un'ulteriore diffusione dei parassiti. Tra il 2006 e il 2008 solo *M. fallax* è stato riscontrato nei campioni provenienti da serre e da tunnel riscaldati nei quali i nematodi di quarantena erano stati precedentemente riscontrati. Il monitoraggio intensivo condotto nel 2009 e 2010 ha confermato l'assenza di *M. chitwoodi* e la sola presenza di *M. fallax*. Tunnel non riscaldati e campi adiacenti alle serre infestate sono risultati liberi da nematodi di quarantena.

**Summary****Quarantine nematodes in Swiss vegetable growing**

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are the most important group of plant-parasitic nematodes in Switzerland causing significant problems in vegetable production areas. The most common root-knot nematode species is *Meloidogyne hapla*, followed by the tropical and subtropical species *M. incognita*, *M. arenaria* and *M. javanica*, which are found in greenhouses only. In surveys conducted in the years 2002 to 2006, the quarantine nematodes *M. chitwoodi* and *M. fallax* were found in greenhouses in Switzerland. However, they were confined to a few greenhouses only and have not yet spread further confirming that the phytosanitary measures were successfully implemented. From 2006 to 2008, only *M. fallax* could be identified in samples from infested greenhouses and heated plastic tunnels. An intensive survey conducted in 2009 and 2010 confirmed the absence of *M. chitwoodi*. The species *M. fallax* was still present in greenhouses and heated tunnels, but unheated plastic tunnels or open fields adjacent to the infested greenhouse proved to be free of quarantine nematodes.

**Key words:** nematodes, quarantine, root-knot, *Meloidogyne chitwoodi*, *Meloidogyne fallax*, survey, plant protection.

**Literatur**

- Decker H., 1969. Phytonematologie. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin. 526 S.
- Eder R., Roth I., Frey J. E., Oggenfuss M. & Kiewnick S., 2009. Quarantine nematodes in Switzerland – current situation. *J. of Plant Diseases and Protection* 116 (4), 189–191.
- Grunder J., Daniel O. & Kiewnick S., 2007. Neue Nematodenarten bedrohen die Schweizer Kulturen. *Der Gemüsebau / Le Maraîcher* (3), 19–21.