

Inhaltsverzeichnis

Management von Nematoden im Kartoffelbau und unter Glas	1
Kurzinfo zur Marmorierten Baumwanze	1
Pflanzenschutzmitteilung	2

Management von Nematoden im Kartoffelbau und unter Glas

Stehen Gemüsekulturen in enger Fruchtfolge mit Kartoffeln, so kann dies das Auftreten der virösen Eisenfleckigkeit an Kartoffelknollen begünstigen. Die viröse Eisenfleckigkeit der Knollen wird durch Befall mit dem Tabak-Rattle-Virus (TRV) verursacht. Das TRV wird durch Nematoden der Gattungen *Trichodorus* und *Paratrichodorus* auf Kulturpflanzen übertragen. Informationen zu Schadbildern, Biologie und Management finden Sie im neuen Merkblatt von Reinhard Eder (Agroscope) und Sebastian Kiewnick (JKI, Braunschweig (D)): «**Trichodorien: virusübertragende Nematoden im Kartoffelanbau**».



Foto 1: In nasskalten Jahren kann an den Knollen empfindlicher Kartoffelsorten vermehrt die viröse Eisenfleckigkeit auftreten (Foto: Agroscope).



Foto 2: Befall mit Wurzelgallennematoden (*Meloidogyne* spp.) führt an Gurkenpflanzen zu verdickten Wurzeln (Foto: Agroscope).

Wie schlagkräftig ist Dämpfen wirklich? - bei Befall mit Wurzelgallennematoden im Gewächshaus. Interessante Versuchsergebnisse und Empfehlungen wurden von Reinhard Eder (Agroscope) in seinem Merkblatt: «**Dämpfen zur Regulierung von Wurzelgallennematoden *Meloidogyne* spp.**» zusammengestellt. Die hier vorgestellten Merkblätter finden Sie heute im Anhang der heutigen Gemüsebau Info Mail oder auf der Webseite der Nematologie von Agroscope unter dem folgenden Link:

www.nematologie.agroscope.ch

Kurzinfo zur Marmorierten Baumwanze

Diese Woche wurden in den von uns überwachten Gewächshäusern der Deutschschweiz keine Marmorierten Baumwanzen (*Halyomorpha halys*) gefunden. Wir gehen aber davon aus, dass die Auswanderung grösserer Wanzengruppen aus den Winterquartieren bei uns jetzt beginnt. In betroffenen Betrieben mit Frühkulturen unter Glas sollten die regelmässigen Kontrollgänge fortgesetzt werden, um einwandernde *Halyomorpha* frühzeitig abzusammeln. Wir vermuten, dass es in der Deutschschweiz frühestens ab Mitte Mai zu Eiablagen in den Gewächshauskulturen kommen könnte, da es einige Zeit dauert, bis die Weibchen eiablagebereit sind. **Foto 3 (rechts):** Marmorierte Baumwanze an Efeu (Foto: Agroscope).



Pflanzenschutzmitteilung



Foto 4: Auch in späteren Lagen ist jetzt bei der Kohlflyge (*Delia radicum*) mit einer deutlichen Zunahme der Eiablage zu rechnen (Foto: Agroscope).



Foto 5: An welkenden, gepflanzten roten Zwiebeln wurden gestern Myzel und Sklerotien der Mehlkrankheit (*Sclerotinia cepivorum*) entdeckt (Foto: Agroscope).



Foto 6: Achtung! Einflug der Schwarzen Bohnenblattlaus (*Aphis fabae*). Eine Vielzahl an Kulturen in Freiland und Gewächshaus werden befallen (Foto: Agroscope).



Foto 7: An Karotten hat der Einflug der Gierschblattlaus (*Cavariella aegopdii*) begonnen, die das Carrot red leaf virus (CtRLV) übertragen kann (Foto: Agroscope).



Foto 8: Bei der gestrigen Feldkontrolle wurden an verschiedenen Standorten erste Befallsnester mit Falschem Mehltau an Winterzwiebeln entdeckt (Foto: D. Bachmann, Strickhof, Winterthur). An Standorten mit Frühbefall hat sich der Befallsdruck stark erhöht.

Falscher Mehltau weitet sich an Winterzwiebeln weiter aus

Aktuell mehren sich die Befallsmeldungen aus verschiedenen Anbaugebieten der Deutschschweiz. Zum Schutz der Winterzwiebeln sollten jetzt vor allem teilsystemische Fungizide oder translaminare Fungizide, die ins Blattgewebe eindringen, zum Einsatz kommen wie Benthiavalicarb-isopropyl (Valbon), Dimethomorph (Acrobat MZ WG), Mandipropamid (Revus MZ, Sandora, Virexa) sowie Fenamidon + Propamocarb-hydrochlorid (Arkaban, Consento). Die meisten der hier erwähnten Produkte enthalten auch einen protektiven Wirkstoff wie z.B. Mancozeb.

Kommt es zu einem Durchbruch des Falschen Mehltaus, so eignen sich z.B. Wirkstoffe mit abstoppernder Wirkung wie Mancozeb + Dimethomorph (Acrobat MZ WG) oder Benthiavalicarb-isopropyl + Mancozeb (Valbon) sowie z.B. Fluazinam (diverse Produkte), das die Sporulation unterdrückt. Wartefristen beachten.

Die Behandlungsintervalle sind unter Berücksichtigung des witterungsbedingten Befallsdruckes und der Wachstumsgeschwindigkeit der Kultur festzulegen. Bei starkem Pflanzenwachstum und befallsfördernder Witterung sind kürzere Intervalle von 7 Tagen zwischen den einzelnen Behandlungen angemessen. Liegt die letzte Behandlung vor einer angesagten Regenperiode rund eine Woche zurück, so ist die betreffende Kultur nochmals rechtzeitig durch eine gezielte Fungizidbehandlung neu zu schützen.

Netzmittel können die Anlagerung und Verteilung von Pflanzenschutzmitteln auf der oberflächlichen Wachsschicht der Zwiebeln verbessern. Zurückhaltung mit der Beimischung von Netzmitteln ist bei vielfältigen Tankmischungen angebracht, insbesondere dann, wenn diese Flüssigformulierungen von den Typen Öldispersion (OD) und Emulsionskonzentrat (EC) enthalten. Vom Zusatz von Netzmitteln abzuraten ist bei Tankmischungen mit Blattdüngern. Durch die Verwendung von Droplegs werden Anlagerung und Verteilung der Fungizide im Zwiebelbestand verbessert, was die Wirkung erhöht.



Foto 9: Lauchminierfliegen (*Napomyza gymnostoma*) an einer Schnittlauchröhre (Foto: Agroscope).

Hauptflug der 1. Generation der Lauchminierfliege

Aktuell sind in den Liliengewächsen vermehrt Lauchminierfliegen zu beobachten und der Hauptflug der 1. Generation ist im Gange. Kontrollieren Sie die Bestände und führen Sie bei Bedarf eine Behandlung durch.

Zur Bekämpfung der Lauchminierfliege stehen Lambda-Cyhalothrin (verschiedene Produkte; Lauch, Knoblauch, Zwiebeln: Wartefrist 2 Wochen; Küchenkräuter: Wartefrist 1 Woche) oder Spinosad (Audienz, BIOHOP AudiENZ, Perfetto; Lauch, Zwiebeln, Schnittlauch: Wartefrist 1 Woche) zur Verfügung. Auch Setzlinge sollten bei Bedarf mit einer Behandlung oder mit einem Netz gegen die Lauchminierfliege geschützt werden.



Foto 10: Möhrenfliege (*Psila rosae*) auf einem Karottenblatt (Foto: Agroscope).

Möhrenfliege: in frühen Lagen verstärkt sich jetzt der Flug

An einigen frühen Standorten in der Deutschschweiz wurde in der letzten Woche die Schadschwelle von 1 Fliege pro Falle und Woche überschritten, in einzelnen Fällen sogar deutlich. Liegen die Fallenfänge in ungedeckten Karottenbeständen über der Schadschwelle, so wird eine Behandlung gegen die Möhrenfliege empfohlen. In Befallslagen sollten Vliese und Netze möglichst geschlossen gehalten werden.

Zur Bekämpfung der Möhrenfliege an Stangensellerie und Knollenfenchel ist der Wirkstoff Lambda-Cyhalothrin (verschiedene, Wartefrist: 2 Wochen) bewilligt. Für Knollensellerie, Karotten, Pastinaken und Wurzelpetersilie sind neben Lambda-Cyhalothrin (verschiedene, Wartefrist: 2 Wochen) folgende Wirkstoffe mit einer Wartefrist von 4 Wochen zugelassen: Bifenthrin (Talstar SC), Cypermethrin (Cypermethrin, Cypermethrin S, Cypermethrine Médol), alpha-Cypermethrin (Fastac Perlen), zeta-Cypermethrin (ArboRondo ZC 1000, Fury 10 EW) und Deltamethrin (Aligator, Decis Protech). Auflagen beachten.



Foto 11: Grünstreifige Kartoffelblattläuse (*Macrosiphum euphorbiae*) an Tomatenblättern (Foto: Agroscope).

Blattläuse vermehren sich stark an Fruchtgemüsen unter Glas

An Fruchtgemüse im Gewächshaus vermehren sich Grüne Pfirsichblattläuse (*Myzus persicae*) und Kartoffelblattläuse (*Aulocorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae*) jetzt sehr schnell. Auch Schwarze Bohnenblattläuse (*Aphis fabae*) fliegen ein. Kontrollieren Sie die Bestände und markieren Sie die Befallsnester. Beurteilen Sie die Nützlingsaktivität regelmässig und bestellen Sie bei Bedarf Nützlinge nach.

Als nützlingsschonendere Insektizide gegen Blattläuse können unter Glas an Auberginen, Bohnen, Gurken, Paprika und Tomaten zum Beispiel Pirimicarb (Pirimicarb, Pirimicarb 50 WG, Pirimor)* mit 1 Woche Wartefrist angewendet werden; ferner in Auberginen, Gurken und Tomaten Pymetrozine (Plenum WG)^{oo} mit 3 Tagen Wartefrist und im Weiteren in Auberginen und Paprika Azadirachtin A (verschiedene Produkte, BiO) ebenfalls mit einer Wartefrist von 3 Tagen. *Resistente Populationen sind bekannt bei der Grünen Pfirsichblattlaus; ^{oo}resistente Populationen sind bekannt bei der Grünstreifigen Kartoffelblattlaus.

Alle Angaben ohne Gewähr. Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sind die jeweiligen Anwendungshinweise, Auflagen und Wartefristen einzuhalten. Im Zuge der Überprüfung bewilligter Pflanzenschutzmittel werden viele Indikationen und Auflagen angepasst. Es wird empfohlen, vor jedem Gebrauch DATAphyto oder die BLW-Datenbank zu konsultieren. Resultate der Gezielten Überprüfung sind auf der BLW-Homepage zu finden unter:

<https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/pflanzenschutzmittel/zugelassene-pflanzenschutzmittel.html>

	Schädling / Krankheit	Hinweis	Aktivitäten Stand		Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen	
			vor 6 Tagen	aktuell	DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen *	Merkblatt FiBL**
	Schnecken (Deroceras reticulatum, Arion spp.)		+	+	Dokumente / Allgemeine Informationen	S. 8 (7)
	Gammaeule (Autographa gamma)		↗	+	Kapitel 2-3, 9-10	S. 6 (5), S. 12 (6)
	Schwarze Bohnenblattlaus (Aphis fabae)	siehe S. 2	-	+↗	Kapitel 16-18, 20-23	S. 36 (4)
	Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi					
	Gefleckter Kohltriebrüssler (Ceutorhynchus pallidactylus)		++	++	Kapitel 2-4	-
	Kohlmottenschildlaus (Aleyrodes proletella)		+↗	+↗	Kapitel 2-4	S. 15 (10)
	Kohldrehherz gallmücke (Contarinia nasturtii)		-	-	Kapitel 2-4	S. 14 (9)
	Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi / Speisekohlrüben / Radies / Rettich					
	Kohlflye (Delia radicum)	siehe S. 2	+↗	++	Kapitel 2-4, 6-7	S. 15 (11) S. 18 (5)
	Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi / Radies / Rettich / Rucola					
	Kugelspringer, Erdflöhe (Sminthuridae, Phyllotreta spp.)		++	++	Kapitel 2-4, 6-8	S. 13 (7)
Falscher Mehltau (Peronospora parasitica)		+	+	Kapitel 2-4, 6-8	S. 11 (4)	
	Kopfsalate / Blattsalate					
	Grüne Salatblattlaus (Nasonovia ribisnigri)		-	-	Kapitel 9-10	S. 7 (6)
	Graufäule (Botrytis cinerea)		+	+	Kapitel 9-10	S. 5 (3)
	Lauch / Zwiebeln / Knoblauch / Schnittlauch					
	Lauchmotte (Acrolepiopsis assectella)		+↗	+	Kapitel 32-34, 40	S. 31 (3), -
	Lauchminierfliege (Napomyza gymnostoma)	siehe S. 3	++	++	Kapitel 32-34, 40	S. 32 (5), -
	Zwiebelthrips (Thrips tabaci)		+↗	+↗	Kapitel 32-34, 40	S. 29 (6), S. 31 (4)
	Zwiebeln					
Falscher Mehltau (Peronospora destructor)	siehe S. 2	+	++	Kapitel 33	S. 28 (4)	

	Schädling / Krankheit	Hinweis	Aktivitäten Stand		Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen	
			vor 6 Tagen	aktuell	DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen *	Merkblatt FiBL**
	Zwiebeln					
	Blattfleckenkrankheiten (Cladosporium allii, C. allii-cepae, Botrytis squamosa, Alternaria porri)		++	++	Kapitel 33	-
	Lauch					
	Rost (Puccinia allii)		+	+	Kapitel 32	-
	Papierfleckenkrankheit (Phytophthora porri)		++	++	Kapitel 32	S. 30 (1)
	Spargel					
	Spargelrost (Puccinia asparagi)		+	+	Kapitel 35	-
Stemphylium-Blattflecken (Stemphylium botryosum)		+	+	Kapitel 35	-	
	Karotten / Knollenfenchel / Knollensellerie, Stangensellerie / Wurzelpetersilie					
	Möhrenfliege (Psila rosae)	siehe S. 3	+	+↗	Kapitel 16-18, 41	S. 20 (3)
	Karotten / Petersilie					
	Gierschblattlaus (Cavariella aegopodii)	siehe S. 2	++ Bis jetzt nur Ungeflügelte	++ Auch Geflügelte	Kapitel 16, 40	-
Falscher Mehltau (Plasmopara umbelliferarum)		!*)	!*)	Kapitel 40	-	
	Erbsen					
	Blattrandkäfer (Sitona lineatus)		+	+	Kapitel 24	-
	Falscher Mehltau (Peronospora viciae f.sp. pisi)		+↗	+↗	Kapitel 24	-
	Spinat					
	Eulenraupen (Noctuidae)		!*)	!*)	Kapitel 20	-
	Falscher Mehltau (Peronospora farinosa f.sp. spinaciae)		!*)	!*)	Kapitel 20	S. 41 (2)
	Bohnen / Gurken / Tomaten / Peperoni / Auberginen					
	Blattläuse (M. persicae, M. euphorbiae, A. solani)	siehe S. 3	+↗	++	Kapitel 23, 25, 29-31	S. 48 (4) S. 59 (5)
	Thripse (Frankliniella occidentalis, Thrips tabaci)		+	+↗	Kapitel 23, 25, 29-31	S. 52 (9) S. 69 (8)
	Weisse Fliegen (Trialeurodes vaporariorum)		+	+	Kapitel 23, 25, 29-31	S. 52 (8) S. 62 (11)

	Schädling / Krankheit	Hinweis	Aktivitäten Stand		Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen	
			vor 6 Tagen	aktuell	DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen *	Merkblatt FiBL**
	Bohnen / Gurken / Zucchini / Auberginen					
	Spinnmilben (Tetranychus urticae)		+	+ ↗	Kapitel 23, 25, 26, 31	S. 51 (7)
	Gurken Auberginen					
	Grüne Reisswanze (Nezara viridula)		+	+	Kapitel 25, 31	S. 54 (13)
	Tomaten / Auberginen					
	Tomatenminiermotte (Tuta absoluta)		!*)	!*)	Kapitel 29, 31	S. 64 (15)
	Baumwollkapseleule (Helicoverpa armigera)		-	-	Kapitel 29, 31	-
	Tomatenminierfliege (Liriomyza bryoniae)		!*)	+ ↗	Kapitel 29, 31	S. 62 (12)
	Gurken / Peperoni / Auberginen					
	Marmorierte Baumwanze (Marmorierte Baumwanze)	siehe S. 1	!*)	!*)	Kapitel 25, 30-31	S. 71 (12)
	Bohnen / Gurken / Tomaten / Auberginen					
	Graufäule (Botrytis cinerea)		+	!*)	Kapitel 23, 25, 29, 31	S. 48 (4), S. 59 (5)

Tabellenlegende

Kein Problem: -	Zunehmend: ↗	Abnehmend: ↘	Vereinzelt: +	Vorhanden: ++	Probleme: +++
* Internet-Pflanzenschutzmitteldatenbank DATAphyto: http://dataphyto.agroscope.info		** Homepage FiBL (Ausgabe 2018): https://shop.fibl.org/chde/1284-pflanzenschutzempfehlung.html		!*) Schaderreger könnte auftreten, Kulturkontrollen bzw. Fallenüberwachung empfehlenswert!	

Impressum

Informationen lieferten: Lea Andrae, Daniel Bachmann & Christof Gubler, Strickhof, Winterthur (ZH)
Ivanna Crmaric, Grangeneuve, Posieux (FR)
Vincent Günther, Châteauneuf, Sion (VS)
Eva Körbitz & Daniela Büchel Landw. Zentrum Rheinhof, Salez (SG)
Suzanne Schnieper, Liebegg, Gränichen (AG)
Philipp Trautzl, Arenenberg, Salenstein (TG)
Matthias Lutz, Reto Neuweiler & René Total (Agroscope)

Herausgeber: Agroscope

Autoren: Cornelia Sauer, Matthias Lutz, Serge Fischer, Lucia Albertoni, Mauro Jermini (Agroscope) und Samuel Hauenstein (FiBL)

Fotos: Fotos 1-3, 5: C. Sauer (Agroscope), Fotos 4, 6, 7, 9, 11: R. Total (Agroscope), Foto 8: D. Bachmann, Strickhof, Winterthur, Foto 10: H.U. Höpli (Agroscope)

Zusammenarbeit: Kant. Fachstellen und Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)

Copyright: Agroscope, Müller-Thurgau-Strasse 29, 8820 Wädenswil
www.agroscope.ch

Adressänderungen, cornelia.sauer@agroscope.admin.ch

Bestellungen:

Trichodoriden: virusübertragende Nematoden im Kartoffelanbau

Autoren: Reinhard Eder¹ und Sebastian Kiewnick^{1,2}

¹Agroscope, Forschungsbereich Pflanzenschutz, Wädenswil

²Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig

Virusübertragende Nematoden (Trichodoriden) können hauptsächlich auf leichteren Sandböden mit vorwiegend Getreidefruchtfolgen auftreten. In den letzten Jahren wurde allerdings auch auf schweren Böden ein Anstieg der Schäden beobachtet. Trichodoriden, z. B. die Gattungen *Trichodorus* spp. und *Paratrichodorus* spp., übertragen das Tabak-Rattle-Virus (TRV) bei Kartoffeln. Bei nasskalter Witterung im Frühjahr und Sommer treten beim Anbau empfindlicher Kartoffelsorten grosse Schäden auf. TRV-Befall verursacht die viröse Eisenfleckigkeit, die bis zu 60 % Ertragsverlust bei Kartoffeln bewirken kann. Oftmals genügen aber bereits wenige Prozent befallener Knollen, dass der Handel eine ganze Lieferung ablehnt, was hohe Verluste generiert. Trichodoriden können bei sehr starker Vermehrung und entsprechend hohen Populationsdichten im Boden bei empfindlichen Gemüsekulturen auch direkte Schäden verursachen.



Abbildung 1: Kartoffelanbau in der Schweiz (Foto: Reinhard Eder, Agroscope).

Schadbild und Biologie

Trichodoriden gehören zu den freilebenden Nematodenarten, die nicht in die Pflanzenwurzeln eindringen, sondern als wandernde Ektoparasiten ihre Entwicklung vollständig im Boden durchlaufen. Die Nematoden stechen die Zellen an der Wurzelspitze oder dicht dahinter an und saugen den Zellinhalt aus. Durch diese Saugtätigkeit wird das Wurzelwachstum der Pflanze geschädigt. Die Feinwurzeln sind bis auf kurze Stoppeln reduziert und sehen struppig aus (Abb. 2 und 3).



Abbildung 2: Trichodoriden-Schaden an Lauch: links gesunde Pflanze; rechts struppige und verkümmerte Wurzeln (Foto: Leendert Molendijk, WUR Wageningen).



Abbildung 3: Trichodoriden-Schaden an Lauch: Struppige Wurzeln im Detail (Foto: Leendert Molendijk, WUR Wageningen).

Trichodoriden sind relativ gedrungene Nematoden mit einer Länge von 0,6–1,2 mm (Abb. 4). Der Mundstachel ist massiv ausgebildet und gebogen (Abb. 5). Zur Familie der Trichodoriden gehören unter anderem die zwei in Europa vorkommenden Gattungen *Trichodorus* spp. und *Paratrichodorus* spp. Im Vergleich zu anderen Nematodengattungen treten sie meist nur in geringer Anzahl im Boden auf.



Abbildung 4: Vergrösserte Aufnahme einer virusübertragenden Trichodorus-Art (Foto: Reinhard Eder, Agroscope).

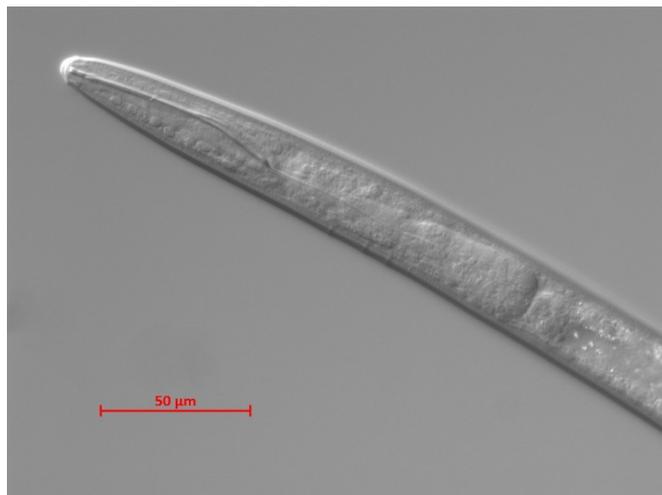


Abbildung 5: Stark vergrösserte Aufnahme eines Trichodorus-Kopfes mit dem typischen gebogenen Mundstachel (Foto: Reinhard Eder, Agroscope).

Beginnend vom Ei entwickelt sich der Nematode über vier Larvenstadien zum adulten Weibchen oder Männchen. Der Lebenszyklus ist temperaturabhängig und dauert circa 45 Tage. Es sind daher mehrere Generationen pro Jahr möglich. Die Adulten können bis zu zwei Jahre im Boden überdauern.

Wirtspflanzen

Für Trichodoriden sind circa 140 Wirtspflanzen beschrieben. Wirtspflanzen mit starker Vermehrung der Nematoden sind z. B. Kartoffeln, viele Getreidearten, Raps, Zuckerrüben, Buschbohnen, Chinakohl, Rande, Zwiebeln und verschiedene Gräser. Zu den empfindlichen Kulturen mit grossem Schadpotenzial gehören unter anderem Mais, Raps, Zuckerrüben, Chicorée, Karotten, Lauch, Randen und Zwiebeln. Bei Kartoffeln ist meist nicht der direkt verursachte Saugschaden an den Wurzeln ausschlaggebend, sondern das durch die Nematoden übertragene Tabak-Rattle-Virus TRV. Dieses verursacht die viröse Eisenfleckigkeit.

Virusübertragung

Die Nematoden nehmen durch ihre Saugtätigkeit Viren von infizierten Wurzeln auf und geben diese durch Saugen an gesunde Pflanzen weiter. Zwar verlieren die Nematoden den Virus bei jeder der vier Häutungen zum adulten Tier, nehmen ihn jedoch wieder neu von infizierten Pflanzen auf. In den adulten Stadien ist der Virus persistent und kann so auf viele Wirtspflanzen übertragen werden. Bei warmen und feuchten Bedingungen steigt die Nematodenaktivität im Boden und damit auch die Virusübertragung an. Bereits ab einem Tier pro 100 ml Boden besteht daher ein Gefährdungspotenzial für den Anbau von Speise- und Verarbeitungskartoffeln.

Symptome der virösen Eisenfleckigkeit

Die viröse Eisenfleckigkeit verläuft häufig ohne Symptome an oberirdischen Pflanzenteilen. Stängel oder Blätter können bunt gescheckte und nekrotische Flecken aufweisen, die meist auch deformiert sind (Stängelbunt). Bei Befall der Kartoffelknollen mit TRV bilden sich die so genannten Eisenflecken. Die Symptome auf den Knollen variieren von dunklen, nekrotischen Flecken oder Linien bis hin zu Ringen (Ringnekrosen, Abb. 6). Diese Ringe können auch tief in die Knollen gehen (Pfropfenbildung). In den Knollen zeigen sich unregelmässig braune Flecken (Stippigkeit, Abb. 7).



Abbildung 6: Nekrotische Flecken, Linien und Ringe auf Kartoffelknollen, verursacht durch TRV (Foto: Marianne Benker, Landwirtschaftskammer NRW).



Abbildung 7: Aufgeschnittene Kartoffelknolle mit braunen Bögen im Fleisch, verursacht durch TRV (Foto: Marianne Benker, Landwirtschaftskammer NRW).

Es gibt verschiedene Ursachen für eine Zunahme der virösen Eisenfleckigkeit bei Kartoffeln: Breit wirksame Bodenentseuchungsmittel sind weggefallen. Die Fruchtfolge ist oftmals zu eng und die Flächen werden auch durch den Gemüsebau intensiver genutzt, denn viele Gemüsearten sind Wirtspflanzen für TRV und Trichodoriden. Und schliesslich können durch verschiedene Erosionsschutzmassnahmen wie zum Beispiel Gründüngung, Zwischenfrüchte oder reduzierte Bodenbearbeitung, Trichodoriden und andere freilebende Nematoden gefördert werden.

Nachweis der Nematoden und Viren im Boden

Gute Zeitpunkte für die Bodenprobenahme zur Nematodenbestimmung sind die Monate Oktober/November und Februar/März, da hier eine ausreichende Bodenfeuchte vorhanden ist. Die geringe Populationsdichte der Nematoden und das Vorkommen in tieferen Bodenschichten (bis 90 cm) intensiviert die Probenahme. Die Bodenproben werden auf das Vorkommen der Gattungen *Trichodorus* spp. und *Paratrichodorus* spp. untersucht. Dies kann anhand von morphologischen Merkmalen oder mit molekularen Methoden erfolgen.

Zur Risikoabschätzung auf TRV wird ein kombinierter Indikatorpflanzentest durchgeführt. Dabei werden die Nematoden morphologisch bestimmt und bei Befall mit Trichodoriden kann anschliessend mit Indikatorpflanzen der Befall mit TRV nachgewiesen werden. Diese Untersuchungen dauern insgesamt 8–10 Wochen (M. Heupel, pers. Mitteilung).

Managementmassnahmen für gefährdete und/oder belastete Flächen

Untersuchung der Flächen

Um eine Gefährdung oder potenzielle Schäden an Kartoffeln durch TRV festzustellen, ist immer eine Bodenuntersuchung notwendig. Die Flächen müssen im Jahr vor dem geplanten Kartoffelanbau untersucht werden, damit noch rechtzeitig reagiert und die Planung nötigenfalls angepasst werden kann.

Direkte Bekämpfung

Eine Möglichkeit zur direkten Bekämpfung der Nematoden mit chemischen oder biologischen Nematiziden steht in der Schweiz aktuell nicht zur Verfügung.

Sortenwahl

Eine Möglichkeit, um Schäden zu verringern, ist die Auswahl von Kartoffelsorten mit geringer Anfälligkeit auf Eisenfleckigkeit (TRV). Informationen zur Anfälligkeit sind in der Schweizerischen Sortenliste für Kartoffeln von Agroscope zu finden (siehe www.agroscope.ch > Publikationen > Publikationssuche > Suchbegriff: Sortenliste Kartoffeln). Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich trotz wenig anfälliger Sorten Trichodoriden oder TRV vermehren können.

Unkrautbekämpfung

Da Unkräuter sowohl gute Wirtspflanzen für TRV als auch für Trichodoriden sein können, ist auf eine gute und konsequente Unkrautregulierung zu achten. Das gilt nicht nur im Jahr des Kartoffelanbaus, sondern auch während der Jahre bis zum nächsten Kartoffelanbau.

Zwischenfruchtanbau

Durch den Anbau geeigneter Zwischenfrüchte kann die Populationsdichte der Trichodoriden und damit die Virusvermehrung reduziert werden. Dadurch verringert sich die Gefahr einer Übertragung von TRV und somit auch das Risiko von Schäden an Kulturpflanzen. Wichtig dabei ist, dass nicht nur auf die Wirtspflanzen von TRV geachtet wird, sondern auch auf die von Trichodoriden (Tab. 1).

Tabelle 1: Zwischenfruchtanbau zur Reduzierung von Trichodoriden und/oder zur Vermeidung des Tabak-Rattle-Virus (Tabelle verändert nach Kanders & Berendonk 2013).

Kulturen	Nematodenvermehrung	Förderung TRV
Ackerbohne		
Buchweizen		
Englisches Raigras	+	+
Felderbse	+	+
Gelbsenf	+	+
Grünroggen	+	+
Hafer	+	+
Inkarnatkle		
Italienisches Raigras	+	+
Markstammkohl		
blaue Lupine		-
gelbe Lupine		-
weisse Lupine		-
Ölrettich	+	-
Perserklee		+
Phacelia	+	+
Ramtillkraut (Guizotia)		
Rispenhirse		
Rotklee		
Sandhafer	-	
Sareptasenf		+
Sommergerste	+	+
Sommerraps	+	+
Sommerrübsen		+
Sommertriticale		
Sommerwicke	+	-
Sonnenblume		
Stoppelrübe/Herbstrübe		
Sudangras		
Weissklee	+	+
Westerw. Raigras	+	+
Winterraps	+	+
Winterrübsen		+
Winterwicke	+	-

Erklärungen:	
+= Vermehrung = nicht geeignet	+ = fördert TRV = nicht geeignet
- = natürliche Abnahme = neutral	- = fördert TRV nicht = neutral
leer = unbekannt	leer = unbekannt

Weite Fruchtfolge

Generell ist eine weite Fruchtfolge auch ein gutes Mittel, um die Gefahr von Schäden durch TRV an Kartoffeln zu reduzieren. Wenn möglichst viel Zeit (mehrere Jahre) zwischen stark vermehrenden Wirtspflanzen und empfindlichen Kulturen liegt, sinkt das Schadpotenzial deutlich. Mit Hilfe des Nematodenschemas können Kulturen ausgewählt werden, die einerseits die Trichodoriden gering oder nicht vermehren und andererseits auch das Tabak-Rattle-Virus nicht fördern (Nematodenschema wichtiger Arten, Eder 2014).

Verwendete Literatur

Benker M., 2014: Neue Erkenntnisse zum Tabak Rattle Virus. Vortrag am 34. Kartoffeltag in Gülzow am 26.6.2014.

Crow W. T., 2018: A stubby root nematode. University of Florida. Zugang: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/nematode/stubbyroot/paratrichodorus_minor.htm [22.11.2018].

Decraemer W., 1991: Stubby root and virus vector nematodes. In: Nickle W. R. (Ed.). Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker Inc., New York, 587–625.

Eder R., 2014: Nematodenschema wichtiger Arten. Kompetenzzentrum Nematologie. Agroscope Wädenswil.

Eder R. & Kiewnick S., 2019: Nematoden im Freilandgemüsebau. Kompetenzzentrum Nematologie. Agroscope Transfer, 271. Zugang: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/41527> [13.11.19].

Hallmann J., Frankenberg A., Paffrath A. & Schmidt H., 2007. Occurrence and importance of plant-parasitic nematodes in organic farming in Germany. Nematology 9 (6), 869–879.

Häni F. J., Popow G., Reinhard H., Schwarz A. & Voegeli U., 2018: Pflanzenschutz im nachhaltigen Ackerbau. edition-Imz, Zollikofen, 9. Auflage.

Julius Kühn-Institut, 2018: Progemüse. Zugang: <http://www.progemuese.eu> [29.11.18].

Kanders M. J. & Berendonk C., 2013: Zwischenfruchtpass Landwirtschaftskammer NRW. 3. überarbeitete Auflage.

PPO Wageningen UR, 2018: Aaltjesschema. Wageningen. Niederlande. Zugang: <http://www.aaltjesschema.nl> [3.12.18].

Sikora R. A., Coyne D., Hallmann J. & Timper P. (Eds.), 2018. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford, UK, CABI, 3. Auflage.

Impressum

Herausgeber:	Agroscope, Wädenswil
Auskünfte:	reinhard.eder@agroscope.admin.ch
Redaktion:	Erika Meili, Reinhard Eder
Gestaltung:	Müge Yildirim
Copyright:	© Agroscope 2020

Dämpfen zur Regulierung von Wurzelgallennematoden *Meloidogyne* spp.

Autor: Reinhard Eder



Abbildung 1: Links: Vorbereitetes Gewächshaus mit Dämpffolie (Dampfanschluss am unteren Bildrand); rechts: Dampfkessel auf einem Betrieb (Fotos: Reinhard Eder, Agroscope).

Im geschützten Anbau in der Schweiz verursachen Wurzelgallennematoden *Meloidogyne* spp. Schäden und Ertragsverluste. Eine früher weit verbreitete Bekämpfungsmethode ist die Bodenbehandlung mit dem chemischen Nematizid Dazomet (z. B. Basamid-Granulat). Als Alternative kann in der Schweiz das biologische Nematizid BioAct WG eingesetzt werden. Es basiert auf dem Pilz *Purpureocillium lilacinum* Stamm 251, früher *Paecilomyces lilacinus*, und ist seit einigen Jahren für den Einsatz in Tomaten und Gurken bewilligt.

Weitere Massnahmen zum Nematoden-Management sind der Einsatz von resistenten oder toleranten Veredelungsunterlagen (leider nicht für alle pflanzenparasitären Nematoden und auch nicht für alle *Meloidogyne*-Arten verfügbar), eine zwei- bis dreimonatige Schwarzbrache sowie der Anbau von Nichtwirtspflanzen oder schlechten Wirtspflanzen als Gründünger. Daneben können Dünger wie zum Beispiel Biosol oder Biofence eingesetzt werden, die das

Bodenleben fördern und dadurch auch Nematoden im Boden reduzieren. Als weitere Möglichkeit zur Kontrolle von *Meloidogyne* spp. wird die Bodendämpfung angewendet. Sie wird sowohl im konventionellen als auch im biologischen Anbau eingesetzt.

Dämpfen

Beim Dämpfen wird Heissdampf in den Boden geleitet und der Boden erhitzt. Dadurch werden die für die Produzenten unerwünschten Schaderreger und Unkräuter abgetötet. Zur Bekämpfung von bodenbürtigen Krankheiten und Schädlingen, inklusive pflanzenparasitären Nematoden sowie Unkräutern, ist eine entsprechend hohe Bodentemperatur für eine bestimmte Zeit notwendig. Zur Temperatur und der Dauer gibt es diverse wissenschaftliche Untersuchungen. Gudehus (2005) geht für die Bekämpfung von *Meloidogyne incognita* von 48 °C für 15 Minuten aus. Hallmann (2009) empfiehlt gegen die meisten Nematoden eine Temperatur von 50–60 °C für 20 Minuten.

Um noch weitere Schaderreger wie Bakterien, Unkrautsamen oder Insekten und Spinnmilben zu erreichen, wird eine Bodentemperatur von 70 °C für mindestens 30 Minuten empfohlen (Runia 2000, Gudehus 2005, Runia und Molendijk 2010).

Die Bodendämpfung ist eine arbeits- und ressourcenintensive Massnahme. Deshalb sollten möglichst viele bodenbürtige Krankheiten und Schädlinge, inklusive pflanzenparasitärer Nematoden, sowie Unkräuter mit dieser Massnahme erfasst werden (Gilli und Michel 2016). Bei den von Agroscope betreuten Versuchen haben wir deshalb 70 °C für 30 Minuten angestrebt.

In Schweizer Gewächshäusern wird vor allem das Prinzip der Foliendämpfung angewendet. Der Boden wird mit einer dampfdichten Folie abgedeckt. Diese Folie wird ringsum am Rand beschwert oder eingegraben und an einer Stelle mit heissem Dampf beschickt (Abb. 1). Die Temperatur im Boden muss mit einem Thermometer oder Temperatursensor in der gewünschten Bodentiefe (30 cm) gemessen werden. Zur Erfassung der Wirkung und Wirkdauer der Foliendämpfung gegen *Meloidogyne* spp. hat Agroscope eigene Versuche und in Zusammenarbeit mit einem Gemüsebaubetrieb Praxisversuche durchgeführt.

Zu beachten ist, dass im biologischen Anbau Einschränkungen beim Dämpfen bestehen. Aktuell ist im Pflanzenbau «das flachgründige Dämpfen im Gewächshaus oder 'Solarisieren' des Bodens zwecks Entkeimung oder Unkrautregulierung» erlaubt (Bio Suisse 2019a). Für eine Tiefendämpfung (ab 10–30 cm Tiefe bei maximal 70 °C) wird eine Ausnahmegenehmigung benötigt (Bio Suisse 2019b).

Vor- und Nachteile Dämpfen

Der Vorteil des Dämpfens gegenüber einer chemischen Entseuchung ist primär der Verzicht auf giftige Stoffe.

Neben den aus tieferen Schichten wieder einwandernden Nematoden ist zu beachten, dass auch die nützlichen Mikroorganismen abgetötet werden. Dieses «biologische Vakuum» kann unter Umständen von neu eingeschleppten Schaderregern ausgenutzt werden. Um den Boden wieder mit nützlichen Mikroorganismen zu besiedeln, ist nach dem Dämpfen eine Kompostgabe empfehlenswert. Durch Veränderungen der Bodenstruktur kann es zu Nitrit- und/oder Manganüberschuss im Boden kommen.

Ausserdem kann die Fläche längere Zeit zu feucht für eine Bodenbearbeitung sein. Ergänzende Informationen zum Dämpfen wie Methoden, Vor- und Nachteile sowie Kosten etc. enthält das Agroscope-Merkblatt «Bodenentseuchung mit Dampf» von Gilli und Michel (2016).

Material und Methoden

Agroscope hat in den Kantonen Zürich und Tessin jeweils vor und nach der Dämpfung Bodenproben zur Nematodenextraktion entnommen. Die Probenahme erfolgte mit 25 bzw. 30 Einstichen pro 50 bzw. 80 m² Teilfläche aus einer Tiefe von 0–30 cm. Die Untersuchung der Mischproben auf *Meloidogyne* spp. erfolgte im Nematologielabor Agroscope in Wädenswil. Jeweils 100 ml Erde pro Teilfläche wurden in Oostenbrink-Schalen extrahiert. Anschliessend wurden die Nematoden unter dem Lichtmikroskop bestimmt und die Besatzdichte (Anzahl Tiere pro 100 ml Boden) ermittelt.

Um die Wirkdauer der Temperaturbehandlung zu bestimmen, wurden 12 Monate nach der Dämpfung erneut Bodenproben entnommen und die Nematodenpopulation bestimmt.

Während des Dämpfens wurde der Temperaturverlauf im Boden mit Dataloggern aufgezeichnet. Dabei wurden die Temperaturen im Bereich von 10–65 cm Tiefe gemessen.

Resultate Temperaturverlauf

Bis zu einer Tiefe von 30 cm konnte bei allen Messungen das Ziel von 70 °C für mindestens eine halbe Stunde erreicht werden. Die Dämpfzeit variierte je nach Dämpfvorgang (Gewächshausabschnitt, -abteil, Bodenfeuchte etc.) und Messtiefe zwischen 3,5 und 8,5 Stunden.

Ein Beispiel für einen Temperaturverlauf ist in Abb. 2 dargestellt. In diesem Versuchsabteil begann das Dämpfen um 8:30 Uhr. Das Ziel von 70 °C für 30 Minuten wurde in 10 cm Tiefe bereits nach eineinhalb Stunden und in 20 cm Tiefe nach zweidreiviertel Stunden erreicht. Bis der Boden in 30 cm Tiefe während 30 Minuten 70 °C erreicht hat, dauerte es dagegen über sechs Stunden. Anschliessend wurde das Dämpfen beendet (ca. 15 Uhr). Die Folie wurde bis zum nächsten Tag belassen und danach ins nächste Abteil gezügelt.

Resultate Nematodenpopulation

Direkt nach dem Dämpfen konnte bis zu einer Tiefe von 30 cm keine lebenden *Meloidogyne*-Juvenile nachgewiesen werden. Ein Jahr nach der Dämpfung erreichte die *Meloidogyne*-Population wieder das Ausgangsniveau vor der Behandlung (Abb. 3). Die jeweiligen Hauptkulturen (Tomate und Peperoni) zeigten keine Ertragsausfälle, aber Nematodenbefall an den Wurzeln (Gallen). Dieser Befall entstand durch die aus tieferen, nicht gedämpften Bodenschichten wieder eingewanderten Nematoden, die sich an den Wurzeln vermehrt haben. Somit konnte gezeigt werden, dass die Wirkdauer des Dämpfens derjenigen einer chemischen Entseuchung entspricht und einen guten Schutz vor Schäden durch Wurzelgallennematoden für eine Hauptkultur bietet.

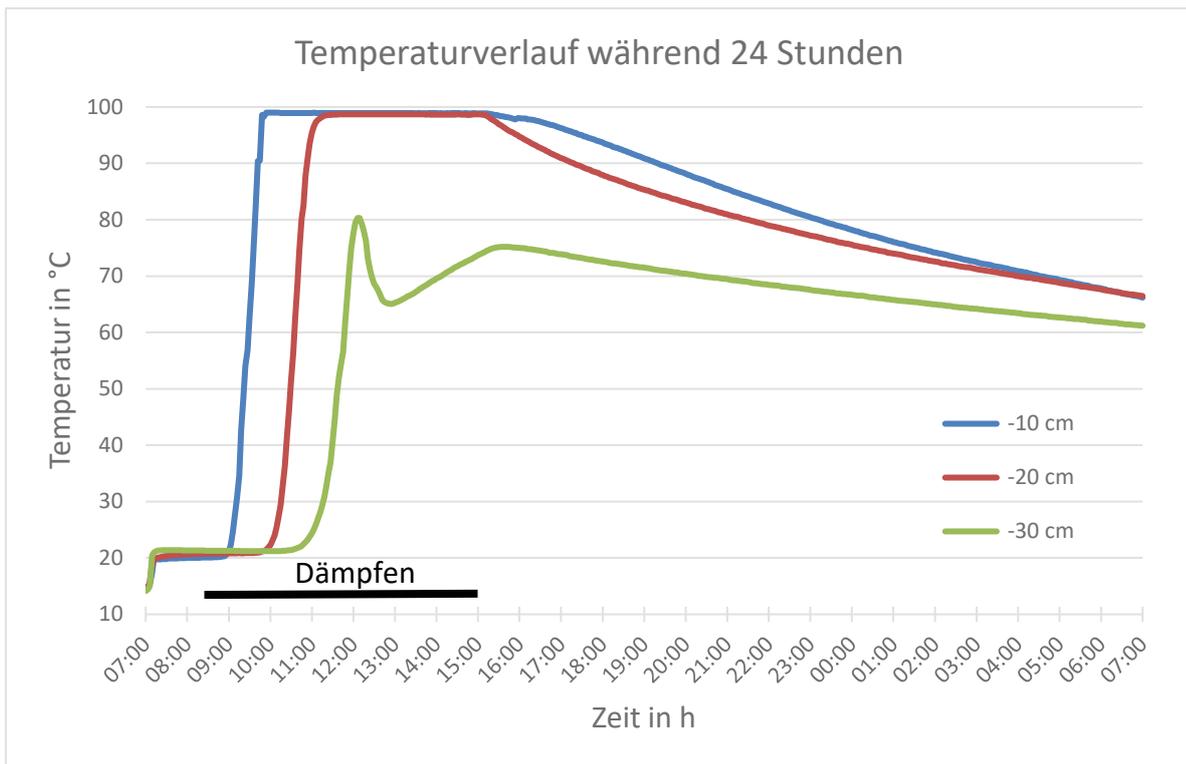


Abbildung 2: Beispiel für einen Temperaturverlauf während 24 Stunden bei drei verschiedenen Messtiefen von –10, –20 und –30 cm. In allen drei Tiefen wurden 70 °C für mindestens 30 Minuten erreicht.

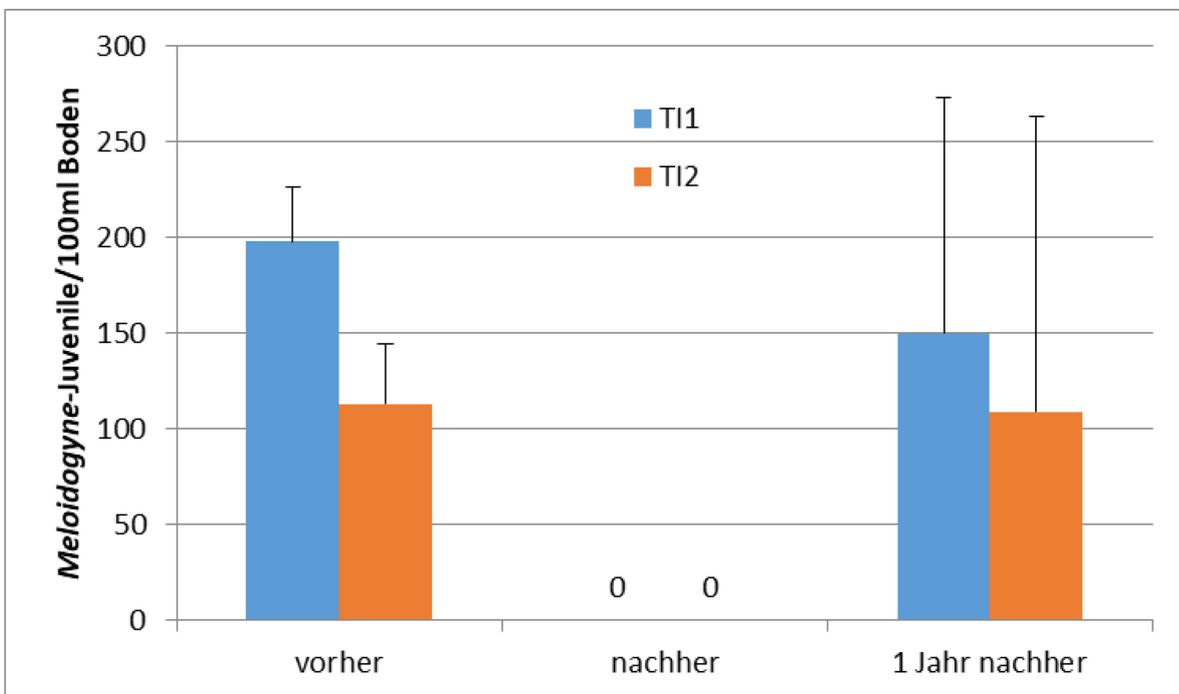


Abbildung 3: Anzahl *Meloidogyne*-Juvenile im Boden vor und nach dem Dämpfen sowie ein Jahr später in zwei Gewächshäusern mit Tomaten (T11 und T12) im Kanton Tessin.

Zusammenfassung

Die Foliendämpfung (70 °C für mehr als 30 Minuten) wirkte maximal 30 cm tief. Direkt nach der Dämpfung konnten in dieser Tiefe keine Wurzelgallennematoden mehr festgestellt werden. Die Wirkdauer einer thermischen Bodenbehandlung entspricht der einer chemischen Entseuchung und bietet Schutz vor Ertragsausfall durch Wurzelgallennematoden für eine Hauptkultur.

Der Aufwand an Arbeit und Energie fürs Dämpfen muss im Einzelfall abgewogen werden. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass bei sehr starkem Befall im Vorjahr und anschliessendem Dämpfen wieder eine um 4–6 Wochen längere Ernte möglich ist.

Als Einzelmassnahme ist das Dämpfen gegen Wurzelgallennematoden nicht nachhaltig. Als Baustein eines langfristigen Nematoden-Managements in Kombination mit gesundem Pflanzmaterial, resistenten/toleranten Sorten, Nichtwirtspflanzen, schlechten Wirtspflanzen (Pflanzen, an denen sich die vorkommenden Nematoden nur schlecht vermehren können) oder Anbaupausen (Schwarzbrache) etc. ist sie durchaus sinnvoll.

Dank

Ich danke dem teilnehmenden Gemüsebauproduzenten und dem Agroscope-Versuchsbetrieb in Cadenazzo (TI) für die ausgezeichnete Zusammenarbeit. Ausserdem danke ich Irma Roth (ehemals Agroscope) für die wertvolle Unterstützung bei den Laboruntersuchungen.

Verwendete Literatur

Bio Suisse, 2019a: Richtlinien für die Erzeugung, Verarbeitung und den Handel von Knospe-Produkten. Fassung vom 1. Januar 2019. Bio Suisse Vereinigung Schweizer Biolandbau-Organisationen. Zugang: <https://www.bio-suisse.ch/de/richtlinienweisungen.php> [14.10.2019].

Bio Suisse, 2019b: Kriterienkatalog zur Erteilung von Ausnahmegewilligungen – Produzenten. Fassung vom 1. Januar 2019. Bio Suisse, Vereinigung Schweizer Biolandbau-Organisationen, Basel.

Eder R., Roth I. & Kiewnick S., 2013: Regulierung von *Meloidogyne* spp. mit Dampf. Journal für Kulturpflanzen. 65 (12), 491–494.

Gilli C. & Michel V., 2016: Bodenentseuchung mit Dampf. Agroscope Merkblatt Nr. 34. Zugang: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/35464> [13.11.19].

Gudehus H. C., 2005: Dämpfen im Gartenbau. Osnabrücker Beiträge zum Gartenbau. Hochschule Osnabrück.

Hallmann J., Quadt-Hallmann A. & von Tiedemann A., 2009: Phytomedizin. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 2. Auflage.

Runia W.T., 2000: Steaming methodes for soil and substrates. Acta horticultrae 532, 115–123.

Runia W.T. & Molendijk L. P. G., 2010: Physical methods for soil disinfestation in intensive agriculture: old methods and new approaches. Acta horticultrae 883, 249–258.

Impressum

Herausgeber:	Agroscope, Wädenswil
Auskünfte:	reinhard.eder@agroscope.admin.ch
Redaktion:	Erika Meili, Reinhard Eder
Gestaltung:	Müge Yildirim
Fotos	Reinhard Eder
Copyright:	© Agroscope 2020
