

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 zugestellt.

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.

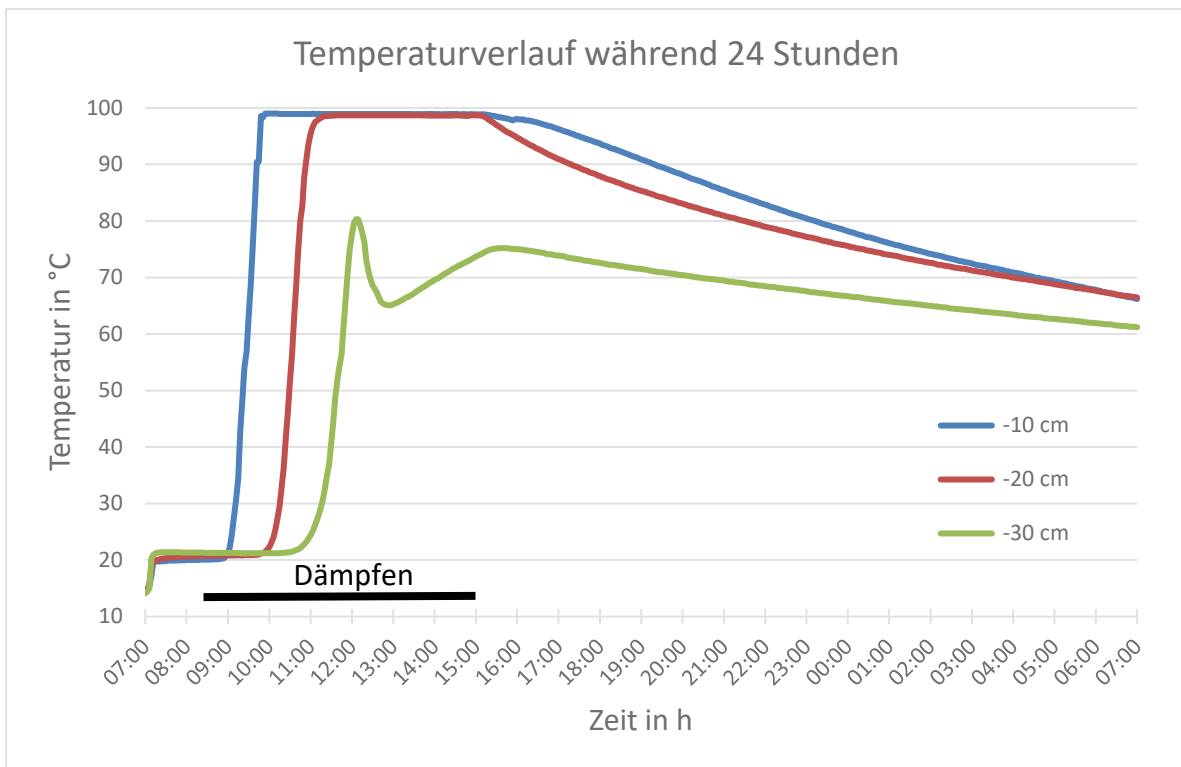


Abbildung 2: Beispiel für einen Temperaturverlauf während 24 Stunden bei drei verschiedenen Messtiefen von -10, -20 und -30 cm. In allen drei Tiefen wurden 70 °C für mindestens 30 Minuten erreicht.

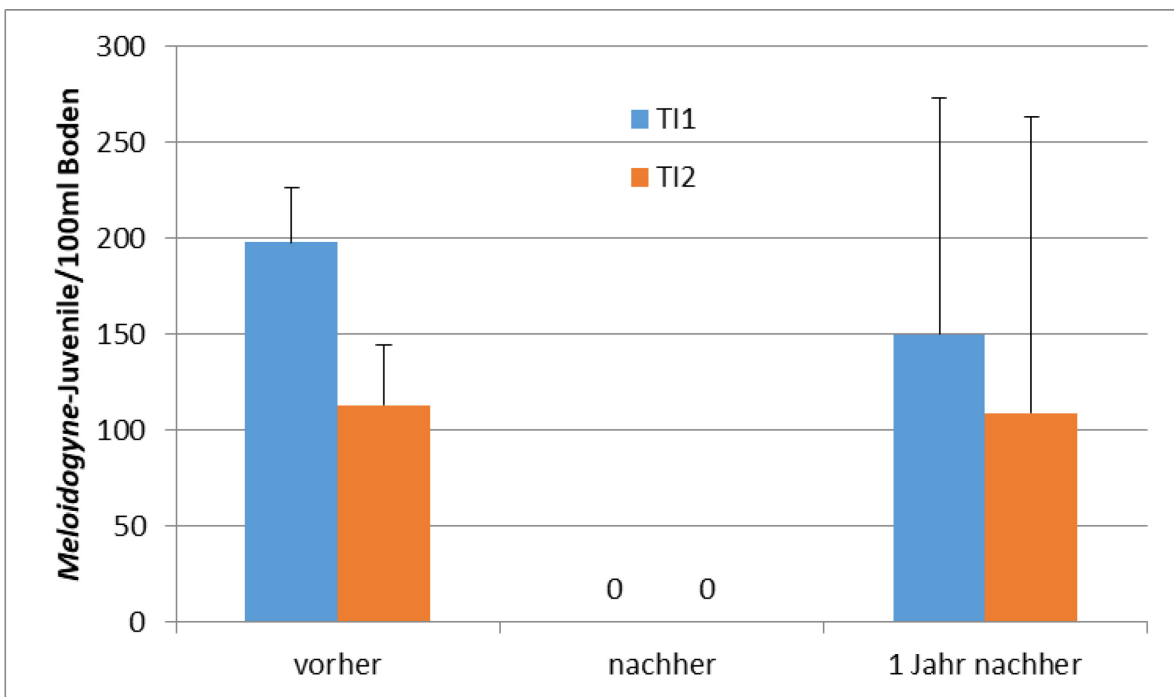


Abbildung 3: Anzahl *Meloidogyne*-Juvenile im Boden vor und nach dem Dämpfen sowie ein Jahr später in zwei Gewächshäusern mit Tomaten (T11 und T12) im Kanton Tessin.

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
