

Taifun Sojainfo

Fachinformationen für Sojaerzeuger und -verarbeiter

Landwirtschaftliches Zentrum
für Sojaanbau und Entwicklung

Nematoden im Sojaanbau

Pflanzenparasitäre Nematoden sind typische Fruchtfolgeschaderreger, die sich in engen Fruchtfolgen innerhalb weniger Jahre zu wirtschaftlich bedeutenden Schaderregern entwickeln können. Mit der Zunahme des Sojaanbaus in Deutschland stellt sich die Frage, ob Nematoden auch unter unseren Anbaubedingungen Ertragsausfälle verursachen können oder vielleicht sogar schon tun. Auf welche Nematoden ist besonders zu achten und wie lassen sie sich bekämpfen? Was können wir aus den Erfahrungen anderer Länder lernen?

Nematoden sind fadenförmige Würmer mit einer Länge von 0,4 bis 8 mm. Sie kommen in den unterschiedlichsten Ökosystemen vor – im Boden, im Meer, in Flüssen, in Tieren, Menschen und Pflanzen. In 100 ml Boden können 5000 - 8000 Individuen vorkommen, was ca. 300 kg Lebmasse pro Hektar entspricht.

Die meisten Nematoden ernähren sich von Bakterien und Pilzen und sind so ein wichtiger Teil des Ökosystems. Einige Nematoden saugen an der Wurzel und dringen teilweise auch in die Wurzel ein. Hierdurch wird das Wurzelgewebe beschädigt und damit auch die Nährstoff- und Wasseraufnahme behindert. Solche **pflanzenparasitischen Nematoden** können hohe wirtschaftliche Schäden an unseren Kulturpflanzen verursachen.

Daneben gibt es aber auch **nützliche Nematoden**, wie z.B. Nematoden der Gattungen *Steinernema* und *Heterorhabditis*. Diese werden sehr erfolgreich zur Bekämpfung von Insekten eingesetzt, wie z. B. gegen Dickmaulrüssler- oder Trauermückenlarven.

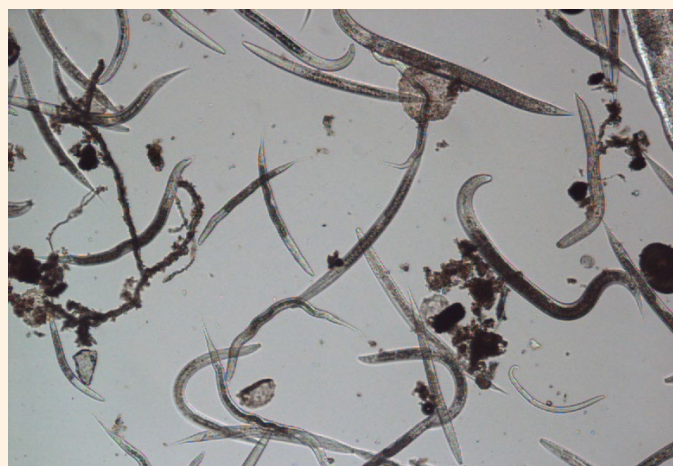


Abbildung 1: Freilebende Nematoden in einer Bodensuspension (JKI, 2015)

In Deutschland an Soja vorkommende Nematoden

In Deutschland ist bisher recht wenig über pflanzenparasitäre Nematoden an Soja bekannt. Das Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, führte 2014 Erhebungen zum Auftreten pflanzenparasitärer Nematoden auf Praxisflächen in Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz durch. Hierbei wurden vor Aussaat und nach Ernte von Soja Bodenproben gezogen. Nematoden folgender Gattungen konnten sich unter Soja vermehren: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Helicotylenchus* und *Tylenchorhynchus* (Tab.1). Die maximale Nematodendichte pro 100 ml Boden nach der Sojaernte betrug 616 Tiere (*Meloidogyne*), 744 Tiere (*Pratylenchus*), 816 Tiere (*Paratylenchus*), 732 Tiere (*Helicotylenchus*) und 268 Tiere (*Tylenchorhynchus*) (Hallmann, 2015). Für die meisten der aufgeführten Gattungen liegen die Nematodendichten deutlich über den für andere Kulturen angegebenen Schadschwellen. Ob auch an Soja Ertragseinbußen durch pflanzenparasitäre Nematoden auftreten, ist bisher nicht bekannt. Aufgrund des guten Wirtsstatus von Soja für verschiedene pflan-

zenparasitäre Nematoden ist dies aber auch nicht auszuschließen. Erste Hinweise auf einen möglichen Schaden durch pflanzenparasitäre Nematoden könnten sein, dass die Kultur nicht mehr auf Düngergaben reagiert, **der Aufwuchs ungleichmäßig wirkt bzw. nesterartiger Minderwuchs** auftritt. Werden solche Symptome wahrgenommen, liegt der Ertragsausfall meist schon über 10%.

Tabelle 1: Wichtige Arten von in Deutschland an landwirtschaftlichen Kulturen nachgewiesenen Nematodengattungen und deren Wirtspflanzen (nach P. Knuth, 2008).

Gattung	wichtige Arten	geschädigte Kulturen
Meloidogyne	Meloidogyne hapla Meloidogyne naasi	Gemüse, Kartoffel, Rosen Getreide, Gräser
Pratylenchus	Pratylenchus penetrans Pratylenchus crenatus	Gemüse, Kartoffel, Mais, Zierpflanzen Getreide, Gemüse
Paratylenchus	Paratylenchus bukowinensis	Sellerie, Möhre, Raps
Helicotylenchus	Helicotylenchus pseudo-robustus	Getreide, Leguminosen
Tylenchorhynchus	Tylenchorhynchus dubius	Getreide, Mais, Gräser

Auffallend bei den Untersuchungen des JKI war die insgesamt hohe Vermehrungsrate bei *Pratylenchus*. Dies ist aus der Literatur bekannt und so wurde ebenfalls 2014 die Vermehrung von *Pratylenchus penetrans* an der Sojasorte Merlin in 1 m² großen Mikroplots am JKI in Münster untersucht. Die durchschnittliche Vermehrungsrate betrug 67, was den sehr guten Wirtsstatus von Soja für diese Nematodenart bestätigte. Die maximale Nematodendichte betrug 5940 *P. penetrans*/100 ml Boden, was angesichts einer Schadschwelle anderer Kulturen zwischen 80 und 250 Tieren/100 ml Boden sehr hoch ist. Die Schadschwelle ist sehr stark vom Standort abhängig, so dass an verschiedenen Standorten bei derselben Kultur unterschiedliche Schadschwellen gelten können und jeder Schlag individuell bewertet werden muss. Generell gilt, dass Möhren, Erdbeeren oder auch Kartoffeln empfindlicher für *P. penetrans* sind; Mais und Ölrettich hingegen eher toleranter. Als schlechte Wirtspflanzen gelten Rauhafer, Weidelgras oder Brassicaceen. Bei Getreideanbau vergrößert sich die Population zumindest nicht, sie bleibt etwa gleich groß. Von der hemmenden Wirkung am besten wäre ein dreimonatiger Anbau der Feindpflanzen Tagetes. Sollte *Meloidogyne hapla* der primäre Schaderreger sein, empfiehlt sich der Anbau von Getreide, da Getreide diesen Nematoden nicht vermehrt. Für andere Nematodenarten sind entsprechend andere Nicht-Wirtspflanzen oder Feindpflanzen einzusetzen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Soja eine gute Wirtspflanze für verschiedene pflanzenparasitäre Nematoden ist, insbesondere für *Pratylenchus penetrans*. Enge Fruchtfolgen sind somit in jedem Falle zu vermeiden, um

den Aufbau schädigender Nematodendichten zu verhindern. Ohne Wirt nimmt die Population lebender Tiere von *P. penetrans* pro Jahr um ca. 50 % ab. Da aber auch verschiedene Beikräuter zu den Wirtspflanzen zählen, ist die Kontrolle auch bei Anbau von Nicht-Wirtspflanzen schwierig. Idealerweise werden 2 – 3 Jahre lang Nicht-Wirtspflanzen angebaut. **Ob Soja durch pflanzenparasitäre Nematoden auch geschädigt wird, ist aber noch nicht hinreichend bekannt bzw. untersucht.** Auch über den Einfluss der Sorte auf die Nematodenvermehrung ist bisher wenig bekannt. Die Ergebnisse aus der Erhebung lassen zumindest vermuten, dass sich die Sorten in ihrem Wirtsstatus für pflanzenparasitäre Nematoden unterscheiden. Ob sich neben den oben erwähnten Gattungen weitere pflanzenparasitäre Nematoden an Soja vermehren und gegebenenfalls Schaden verursachen können, bleibt abzuwarten.

Maßnahmen gegen die Ausbreitung von Nematoden

Bei **Aufhellungen im Bestand**, die nicht in Zusammenhang mit einem Nährstoffmangel oder -überschuss gebracht werden können oder von der Bodenbeschaffenheit herrühren, kann es sich um Wurzelschädigungen durch Nematoden handeln. Wenn der Verdacht besteht, dass ein Feld von Nematoden befallen sein könnte, sollten Bodenproben gezogen (s.u. Bodenprobenahme), und auf pflanzenparasitäre Nematoden untersucht werden. Werden Nematoden nachgewiesen, ist eine geeignete Fruchtfolge mit entsprechenden Nicht-Wirtspflanzen die effektivste Maßnahme gegen die Ausbreitung und Etablierung der Nematoden. Die Wahl der Nicht-Wirtspflanzen richtet sich nach der primär schädigenden Nematodenart. Beikräuter können auch als Wirtspflanzen dienen, weshalb eine konsequente Beikrautregulierung den Aufbau schädigender Besatzdichten erschwert. Ein gesundes Bodenleben fördert die natürlichen Feinde der Nematoden wie Pilze und Bakterien und verhindert auch so die Nematoden-Zunahme.

Bodenprobenahme

1) Erfassung der Besatzdichte auf der Fläche

Zur Bestimmung der aktuellen Besatzdichte auf einer Fläche werden ca. 20 Einstiche mit dem Probennehmer genommen und zu einer Mischprobe vereint. Der beprobte Ausschnitt sollte repräsentativ für die ganze Fläche sein. Pro Probe sollte die zugrunde liegende Fläche maximal 1 ha betragen. Bei größeren Flächen sind entsprechend mehrere Proben zu ziehen, was je nach Befund auch eine unterschiedliche Bearbeitung ermöglichen würde. Die

einzelnen Einstiche werden in einem Zick-Zack-Muster (Abb. 2) aus den oberen 20 cm des Bodens genommen und in einem Eimer gut gemischt. Etwa 1 l Boden wird dann in einer Plastiktüte verpackt, verschlossen, beschriftet und an ein entsprechendes Untersuchungslabor geschickt, wie z. B. dem Pflanzenschutzdienst des jeweiligen Bundeslandes. Bis zum Versand sollten die Probe kühl (6 - 8°C) gelagert werden. Der Versand kann dann ganz normal erfolgen, eine geschlossene Kühlkette wie bei Nmin-Proben ist nicht erforderlich.

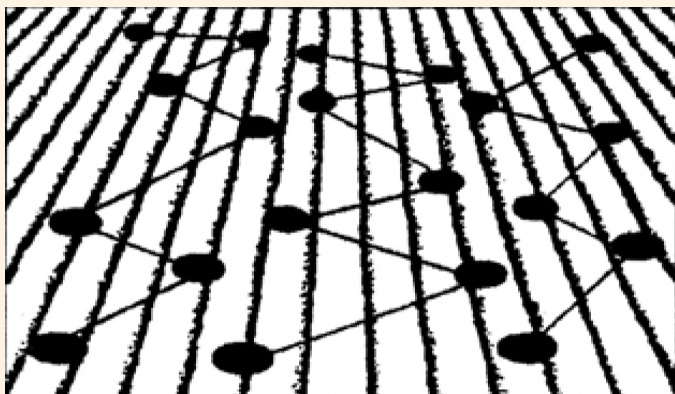


Abbildung 2: Bodenbeprobungsmuster einer Fläche zur Nematodenuntersuchung (Hershman, 2009)

2) Erfassung der Vermehrung unter Soja

Um den Verlauf der Nematodenpopulation auf einer Fläche festzustellen, werden Bodenproben des entsprechenden Schlages sowohl zur Aussaat als auch nach der Ernte genommen. Pro Schlag sollten ca. 20 Einstiche mit dem Probennehmer (bis ca. 20 cm Tiefe) auf einer Fläche von 2 - 3 m² zunächst zur Aussaat genommen werden (Abb. 3). Exakt die selbe Fläche muss eine halbes Jahr später zur Ernte wieder beprobt werden, weshalb es sich empfiehlt, sich markante Punkte zu suchen und die Probennahme entsprechend zu dokumentieren. Die einzelnen Einstiche werden in einem Eimer gemischt und ca. 1 l der Gesamtprobe in einer Plastiktüte an das Labor gesandt. An Hand der Ergebnisse der beiden Zeitpunkte kann die Vermehrung der einzelnen Nematoden bei Anbau von Soja dargestellt werden.

Die Ergebnisse des seit 2014 laufenden Monitorings auf Soja-Anbauflächen in Deutschland durch das Julius-Kühn-Institut (JKI) werden momentan zusammen gefasst und als Fachartikel veröffentlicht.



Abbildung 3: Bodenprobenahme zur Aussaat (Taifun, 2015).

Weiterführende Informationen

Weltweit an Soja vorkommende Nematoden

Nahezu sämtliche Arbeiten zu pflanzenparasitären Nematoden an Soja wurden bisher in Nord- und Südamerika sowie Asien durchgeführt. Die Arbeiten konzentrieren sich auf die vor Ort wirtschaftlich bedeutenden Arten *Heterodera glycines*, *Meloidogyne incognita*, *M. arena-ria*, *Rotylenchus reniformis*, *Belonolaimus longicaudatus* und *Pratylenchus scribneri*. **Keine dieser wärmeliebenden Arten tritt in Deutschland im Freiland auf.** Eine Einschleppung dieser Arten nach Deutschland ist dank eines gut funktionierenden Pflanzengesundheitssystems äußerst unwahrscheinlich und sollte es dennoch dazu kommen, würden sich diese Arten aufgrund ihrer Temperaturansprüche vermutlich kaum bei uns etablieren können.

Das Augenmerk des Anbauers muss bei den in Deutschland auftretenden Arten liegen. Leider gibt es bis heute keine Erfahrung aus anderen Ländern, wie die in Deutschland vorkommenden Nematoden an Soja bekämpft werden können. Wir können somit zunächst nur auf bewährte Gegenmaßnahmen in anderen Kulturen zurückgreifen und diese entsprechend unserer Kenntnisse über die Biologie der Nematoden entsprechend anpassen. Hier stehen Fruchtfolgeempfehlungen mit entsprechenden Nicht-Wirtspflanzen an vorderster Stelle.

Heterodera glycines - Sojazystennematode

Lebenszyklus

Der Lebenszyklus von *H. glycines* teilt sich in drei große Stadien: Ei, Juvenilstadium (Abb. 4) und adulte Form. Unter optimalen Bedingungen (20-24°C Bodentemperatur) ist dieser Lebenszyklus nach 20-25 Tagen abgeschlossen (Yu, 2011). Bei passender Temperatur (ab 10°C) und Feuchte im Boden schlüpfen im Frühling die wurmförmigen Juvenilen aus den Eiern – dies ist das einzige Stadium, in dem sie die Wurzeln der Sojabohnen befallen können. Nachdem sie in die Wurzeln eingedrungen sind, „wandern“ sie in den Wurzeln, bis sie an Leitgewebe (Xylem, Phloem) stoßen. Hier beginnen sie nun zu fressen. Weibliche Nematoden schwellen an und können sogar durch ihre Größe die Wurzel sprengen und wieder an die Wurzeloberfläche gelangen. Dort werden sie von den männlichen Nematoden befruchtet, die aus der Wurzel wieder herausgewandert sind und nach der Befruchtung sterben. Die Weibchen bleiben an der Wurzel, fressen weiter und bilden Eier. Wenn ihr ganzer Körper mit Eiern gefüllt ist, sterben sie. Dieser ei-gefüllte Körper wird als „Zyste“ bezeichnet (Abb. 5) und gibt den Nematoden ihren Namen. In einer Zyste stecken 200-400 Eier, die durch ihre festen Wände geschützt sind und darin mehrere Jahre überleben können.



Abbildung 4: *H. glycines* Juvenilstadium (Lambert, 2015).

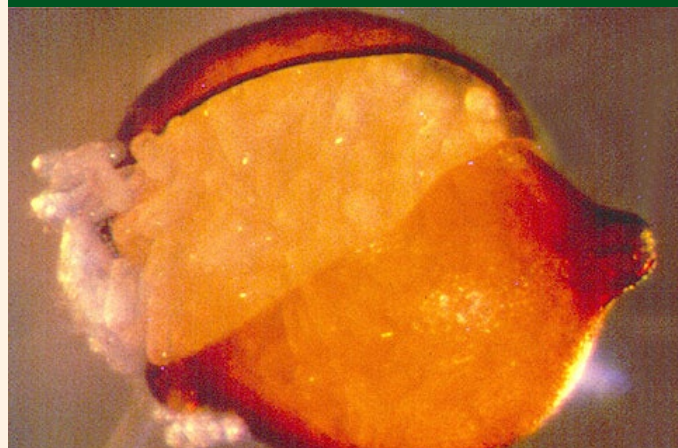


Abbildung 5: Mit Eiern gefüllte Zyste von *H. glycines* (McGawley, 2015).

Symptome

Bei Befall mit *H. glycines* in Soja zeigt sich zunächst ein heterogener, welliger Aufwuchs. Es bilden sich nesterartige Aufhellungen, im Extremfall kommt es zur Welke der Pflanzen und Fehlstellen im Bestand (Abb. 6). Die befallenen Wurzeln sind schlecht entwickelt und die Knöllchenbildung ist reduziert (Abb. 6).



Abbildung 6: Symptome bei Befall mit *H. glycines* links im Feld (Purdue University, 2009), rechts an den Wurzeln (Purdue University, 2011).

Verbreitung

H. glycines kann sich einige Zentimeter aus eigener Kraft im Boden fortbewegen, wird aber v.a. passiv von allem, an dem Bodenteile haften und mitgenommen werden können, verbreitet (z. B. landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte, Arbeiter, Tiere, Wind und Wasser). Bodenpartikel, die unter das Saatgut geraten, können bei der Aussaat auf einem noch nicht infizierten Feld den Parasiten einschleppen.

In den USA kommt *H. glycines* in allen Soja-produzierenden Staaten außer New York und West Virginia vor. 2013 wurde *H. glycines* zum ersten Mal in Québec, Kanada, entdeckt (Tylka und Marett, 2014).

Bekämpfung

In den USA gibt es mittlerweile eine Vielzahl zugelassener resistenter Sorten. Dank der Arbeit vieler Pflanzenzüchter können die Erträge dieser Sorten heutzutage mit denen nicht-resistenter Sorten mithalten. Der Grad der Resistenz ist bei verschiedenen Sorten unterschiedlich und sie können die Reproduktion der Nematoden um bis zu 90% verringern. Allerdings können auch die Nematoden wiederum Resistenzen ausbilden, so dass empfohlen wird, nicht dieselbe Sorte bzw. Sorten mit denselben Resistenzgenen hintereinander anzupflanzen – um eine Fruchtfolge kommt man bei der Bekämpfung nicht herum.

Quellen

Hallmann, J., 2015. Persönliche Mitteilung.

Knuth, P., 2008. Pflanzenparasitäre Nematoden. www.landwirtschaft-bw.info.

Tylka, G.L. und C.C. Marett, 2014. Distribution of the Soybean Cyst Nematode, *Heterodera glycines*, in the United States and Canada: 1954 to 2014. *Plant Health Progress*, 15 (2), 13-15.

Qing Yu (2011). Soybean Cyst Nematode (*Heterodera glycines* Ichinohe), *Soybean Physiology and Biochemistry*, Prof. Hany El-Shemy (Ed.), ISBN: 978-953-307-534-1, InTech, <https://www.intechopen.com/books/soybean-physiology-and-biochemistry/soybean-cyst-nematode-heterodera-glycines-ichinohe>

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum

Autorin: Kristina Bachteler | Redaktionelle Mitarbeit: Martin Miersch

Herausgeber: Taifun-Tofu GmbH

Bebelstraße 8 | 79108 Freiburg | Tel. 0761 152 10 13 | soja@taifun-tofu.de



Landwirtschaftliches Zentrum
für Sojaanbau und Entwicklung