



Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau

Erstellt von:

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Referat für Ökologischen Land- und Gartenbau
Endenicher Allee 60, D-53115 Bonn
Tel.: +49 228 703-1537, Fax +49 228 703-8498
E-Mail: andreas.paffrath@lwk.nrw.de
Internet: <http://www.landwirtschaftskammer.de>

Gefördert vom Bundesministerium für
Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Dieses Dokument ist über <http://forschung.oekolandbau.de> verfügbar.



Dieses Dokument ist in der Wissenschaftsplattform des Zentralen Internetportals "Ökologischer Landbau" archiviert und kann unter <http://www.orgprints.org/6115> heruntergeladen werden.

ABSCHLUSSBERICHT

- Zuwendungsempfänger:** Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Referat für Ökologischen Land- und Gartenbau
- Dr. Karl Kempkens
Andreas Paffrath
Andrea Frankenberg
- Endenicher Allee 60
53115 Bonn
- Tel. 0228-703-1537
e-mail: andreas.paffrath@lwk.nrw.de
- Förderkennzeichen:** Aktenzeichen 514-43/02OE478
- Vorhabensbezeichnung:** Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau
- Laufzeit des Vorhabens:** 01.10.2002 bis 29.02.2004
- Berichtszeitraum:** 01.10.2002 bis 29.02.2004
- Kooperation u.a. mit:** Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde
Dr. Johannes Hallmann
Toppheideweg 88
48161 Münster

INHALTSVERZEICHNIS

1	Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes	2
1.1	Gesamtziel des Vorhabens	2
1.2	Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen	2
1.3	Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele des Vorhabens	2
1.4	Maßnahmen zum Technologie und Wissenstransfer	2
1.5	Planung und Ablauf des Projektes	2
1.6	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	3
2	Material und Methoden	4
2.1	Praxiserhebungen	4
2.1.1	Untersuchungsbetriebe	4
2.1.2	Untersuchungszeitraum	4
2.1.3	Boden- und Pflanzenprobenahmen	4
2.2	Literaturrecherche/Fragebogen/Broschüre	5
3	Ergebnisse	6
3.1	Literaturauswertung	6
3.1.1	Allgemeine Informationen über Nematoden	6
3.1.2	Ökologie von Nematoden	10
3.1.3	Allgemeine Gegenmaßnahmen	11
3.2	Ergebnisse der Praxiserhebungen	25
3.2.1	Auswertung der Bodenuntersuchungen	25
3.2.2	Auswertung der Betriebs- und Flächenerhebungen	27
3.3	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	39
3.4	Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse	40
4	Zusammenfassung	42
5	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen	43
6	Literaturverzeichnis	44
Anhang		59

1 Ziele und Aufgabenstellungen des Projektes

1.1 Gesamtziel des Vorhabens

Durch eine umfassende und praxisorientierte Umfrage die gemeinsam mit den wichtigsten Beratungseinrichtungen in Deutschland auf ökologisch wirtschaftenden Gemüsebaubetrieben durchgeführt wurde, wurde die Nematodenbelastung in der Praxis erfasst.

Basierend auf der Ist-Analyse wurden auf ausgewählten Praxisbetrieben die Ursachen des Nematodenbefalls eingehender untersucht. Die Untersuchungsergebnisse und die Auswertung einer umfangreichen Literaturrecherche dienen als Basis für die Entwicklung von Strategien zur Minderung des Nematodenbefalls und der Festlegung des weiteren Untersuchungs- und Forschungsbedarfs.

Aus den Ergebnissen sind wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen für Beratung und Praxis abgeleitet und wichtige Impulse für praxisorientierte Lösungsansätze gegeben worden.

1.2 Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen

Durch die praxisorientierte und beratungsintegrierende Ermittlung des Nematodenbefalls und seiner Ursachen wurden Lösungsansätze und Empfehlungen für einen optimierten Gemüsebau erarbeitet. Aus den Ergebnissen heraus wurde der Handlungs- und Forschungsbedarf formuliert.

1.3 Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele des Vorhabens

Mit Hilfe von Fragebögen (Flächen- und Betriebsanalysen auf Praxisbetrieben) und einer umfangreichen Literaturrecherche wurden folgende Arbeitsziele verfolgt:

- Ermittlung der tatsächlichen Nematodenbelastung der Böden, sowie Spezifizierung der hauptsächlichsten Gattungen und Arten
- Spezifizierung der möglichen Ursachen (z.B. Fruchtfolge, Saat-/ Pflanzgutqualität, Verschleppung)
- Abschätzung der bisherigen Schadenshöhe
- Möglichkeiten des Einsatzes nematodenresistenter Sorten
- Möglichkeiten des Einsatzes von Schadensschwellen
- Möglichkeiten des Einsatzes von Fang- und Feindpflanzen
- Erfassung der bisherigen Maßnahmen der Betriebsleiter und Ihrer daraus abgeleiteten Erfahrungen
- Erarbeitung von Strategien zur Regulierung des Nematodenbesatzes im Boden und Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis
- Verbreitung der Erkenntnisse in Praxis und Beratung über Vorträge auf Fachtagungen, Veröffentlichungen in der Fachpresse, Erstellen einer Informationsbroschüre etc.

1.4 Maßnahmen zum Technologie und Wissenstransfer

Über eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit (siehe Tabelle im Anhang und Kap. 3.4) wurde das Projekt und die Ergebnisse über Vorträge auf Fachtagungen, Veröffentlichungen in der Fachpresse, Erstellen einer Informationsbroschüre verbreitet.

1.5 Planung und Ablauf des Projektes

Bestandsanalyse

Mit Hilfe einer umfangreichen Literaturrecherche und –auswertung sowie aktuellen mündlichen Informationen aus der Nematodenforschung wurden die Möglichkeiten der Nematodenregulierung aufgezeigt. Aus diesen Erkenntnissen wurde der Fragebogen entwickelt und die Broschüre erstellt.

Die Zusammenarbeit mit anderen Stellen neben dem Hauptkooperationspartner (BBA Münster) ist im Anhang dargestellt.

Die Fragebögen wurden mit Hilfe der Berater im Ökologischen Gemüsebau und Partnern aus Pflanzenschutz und Versuchsanstellung gezielt an Landwirte mit Nematodenproblemen oder vermutlichen Prob-

lemen verteilt. Einige der Landwirte haben auch durch die vielseitige Verbreitung des Projektes in Info-faxen, Fachzeitschriften und Gemüsebauseminaren u.a. der Verbände direkt zu uns Kontakt aufgenom-men.

Betriebsanalyse

Mit Hilfe der Fragebögen wurden betriebsrelevante und flächenbezogene Daten erhoben.

Die Betriebe wurden zunächst gesammelt und dann in sinnvollen Routen besucht. Dort wurden auf den Flächen Boden- und Pflanzenproben genommen. Im Anschluss an die Probenahme wurden die Proben zur BBA nach Münster gebracht und dort auf Nematoden untersucht.

Nach Rücklauf der Fragebögen wurden diese ausgewertet.

Wissenstransfer

Die erstellte Informationsbroschüre wurde an alle Gemüsebauberater, Verbände und direkt an die Landwirte verschickt.

Die Ergebnisse wurden u.a. auf zahlreichen Gemüsebauseminaren und Gemüsebau-Berater-tagung bundesweit vorgestellt und in der Fachpresse veröffentlicht.

1.6 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW“ (durchgeführt von der Landwirt-schaftskammer NRW) wurden im Zuge der Untersuchungen zur Nährstoffversorgung bei Möhren Nema-todenschäden beobachtet. Auf über einem Viertel der leichten Standorte dieser Betriebe wurden zum Teil sehr starke Nematodenschäden festgestellt. Gemüsebauberater berichten auch über zuneh-mende Schäden an anderen Kulturen wie z.B. Porree und Zwiebeln. Zudem treten an Gewächshauskul-turen vermehrt Nematodenschäden auf. Die Schäden können je nach Befall zu erheblichen Ertrags- und Qualitätsverlusten bis hin zur nicht Vermarktbarkeit der Ware führen.

Eine abgeänderte Fruchtfolge kann helfen, hat aber meist den jahrelangen unerwünschten Verzicht bestimmter Kulturen auf diesen Flächen zur Folge. Weiterhin sind im Feldgemüsebau aufgrund des großen Wirtspflanzenspektrums der einzelnen Nematodenarten, Fruchtfolgemaßnahmen schwierig.

Nematodenresistente Ölrettichsorten, die als Zwischenfrucht angebaut werden, vermindern nachweis-lich den Nematodenbesatz im Boden, wirken aber nur bei bestimmten Nematodenarten. Besonders gut erforscht - in vitro wie in situ - sind die zystenbildenden Nematoden der Art *Heterodera schachtii*, die vor allem im Zuckerrübenanbau große Ertragseinbußen verursachen. Dieser Nematode wird bereits erfolg-reich mit dem Zwischenfruchtanbau bestimmten Ölrettichsorten reguliert. Der Anbau von Ölrettich ist im Gemüsebau mit aneren Kreuziferen in der Fruchtfolge wegen der Kohlherniegefahr jedoch problema-tisch.

Erste Tastversuche der Landwirtschaftskammer NRW zu spezifisch wirkenden Feindpflanzen (z.B. *Tagetes*) auf Flächen, die mit Nematoden der Gattung *Pratylenchus* verseucht sind, sind angelegt. Weitere Feindpflanzen sind in Deutschland noch nicht ausreichend getestet bzw. deren Anbauverfahren im Ökologischen Landbau nicht bekannt oder ausgereift.

Andere Möglichkeiten zur Nematodenbekämpfung bestehen z.B. darin, eine Verschleppung durch Ma-schinen, Geräte und befallenes Saatgut zu verhindern.

Im Gemüsebau werden derzeit von Forschungseinrichtungen im In- und Ausland vornehmlich in-vitro-Untersuchungen zur Biologischen Bekämpfung von Nematoden u.a. mit Hilfe von nematophagen Pil-zen, Formulierung und Applikation von bestimmten Bakterien und dem Einsatz nematizider Substanzen aus Wurzelexsudaten durchgeführt. Diese Ergebnisse sind bisher aber oftmals nicht direkt in die Praxis übertragbar.

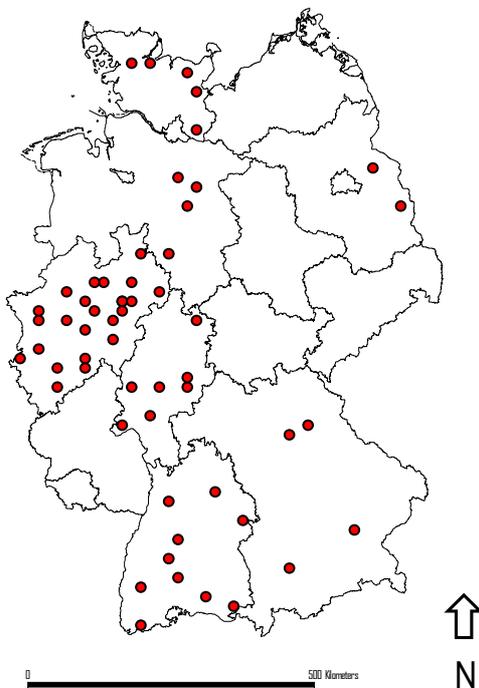
2 Material und Methoden

2.1 Praxiserhebungen

2.1.1 Untersuchungsbetriebe

Durch bundesweite Umfragen bei den wichtigsten Beratungseinrichtungen und deren Gemüsebau-berater/Innen sowie durch Infofaxe der Verbände, Veröffentlichungen in der Fachpresse und Vorstellung des Projekts auf Gemüsebauseminaren wurde das Projekt bei den Landwirten verbreitet (siehe Tabelle Öffentlichkeitsarbeit im Anhang).

Die Erfassung der tatsächlichen Nematodenbelastung der Böden im Ökologischen Feldgemüsebau stand im Vordergrund der Status-Quo-Analyse. Die beprobten Flächen und die Betriebe konnten mit Hilfe von Fragebögen analysiert werden. Bei folgenden Betrieben (mit grauen Punkten gekennzeichnet) wurden Flächen auf Nematoden untersucht: (aus datenschutzrechtlichen Gründen ist nur die ungefähre Betriebslage eingezeichnet):



Bundesländer	Anzahl Betriebe	Anzahl Flächen
Brandenburg	2	12
Baden-Württemberg	10	46
Bayern	4	20
Hessen	7	33
Niedersachsen	4	10
Nordrhein-Westfalen	23	94
Schleswig-Holstein	5	23
Gesamt	55	238

Insgesamt wurden 238 Flächen von 55 Betrieben bundesweit auf Nematoden untersucht. Von diesen Flächen waren 207 Flächen Gemüseanbauflächen, 20 Flächen im Unterglas Anbau und 11 Flächen im Kräuteranbau. Insgesamt wurden nur wenige Pflanzenproben genommen, sodass nur die Bodenuntersuchungen ausgewertet werden.

2.1.2 Untersuchungszeitraum

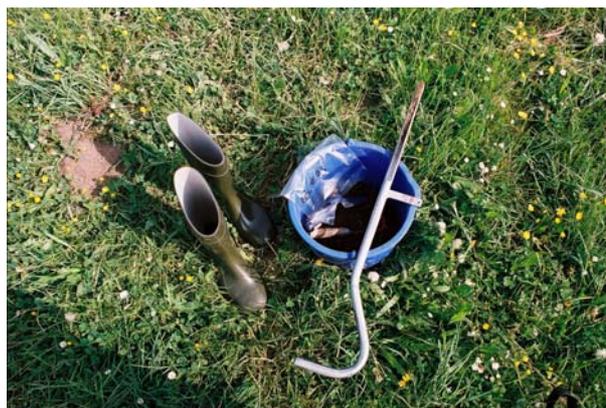
Die Bodenproben wurden im Erhebungsjahr 2002 von Mitte Oktober bis Mitte November genommen. Im Erhebungsjahr 2003 von Anfang Mai bis Mitte November.

Die Entnahme der Bodenproben wurde überwiegend im Frühjahr und Frühsommer sowie im Herbst genommen, da zu diesen Zeiten die Probenahme am aussagekräftigsten sind (siehe Kap. Problematik zu den Bodenproben).

2.1.3 Boden- und Pflanzenprobenahmen

Die Art der Probenahme unterscheidet sich u.a. je nach Aufgabenstellung und speziellen Untersuchungen von verschiedenen Gattungen. Da es sich hier um eine allgemeine Bestandsaufnahme verschiede-

ner pflanzenparasitärer Nematodengattungen handelt, wurden pro Feld mindestens 50 Einstiche pro Bodenprobe in einer Tiefe von 15 bis 25 cm genommen. Bei Flächen über einem ha Größe wurde entweder eine Probe pro ha genommen, oder nur ein bestimmter Bereich der Fläche beprobt. Die Bodenproben wurden mit einem Stechzylinder (mögliche Einstichtiefe 30 cm, Innennut von 14 mm) genommen. Dabei wurde das Feld nach dem Zick-Zack-Liniensystem beprobt, da Nematoden meistens nicht gleichmäßig auf einer Fläche verteilt sind. Die Randbereiche der Flächen



wurden ausgespart. Die entnommene Erde wurde mit einem Handspaten gemischt und ca. 500 g bis zur Analyse in Kunststoffbeuteln bei +4°C gelagert. Der Transport erfolgte in Kühlboxen.

Die Nematoden wurden von der Biologischen Bundesanstalt in Münster auf pflanzenparasitäre, enthomopathogene, räuberische und saprophage Nematoden untersucht. Hierzu wurden aus je 250 ml Erde der Probe die Nematoden mit der Zentrifugations-Methode extrahiert. Befallszahlen der Gattungen wurden ermittelt und die pflanzenparasitären Nematoden wenn möglich bis auf Artniveau bestimmt. Alle Ergebnisse der Befallszahlen werden in Anzahl der Nematoden pro 100 ml Boden angegeben.

Neben den Bodenproben wurden auch von Pflanzen, die Schadsymptome aufwiesen, Wurzeln und Stängel entnommen und auf Nematoden untersucht.

2.2 Literaturrecherche/Fragebogen/Broschüre

Der Fragebogen, die Broschüre, die Wirtspflanzentabelle und der Endbericht wurden mit Hilfe einer umfangreichen Literaturrecherche zur Biologie, Ökologie und den möglichen Regulierungsmöglichkeiten sowie mündlichen Ergebnissen aus der laufenden Nematodenforschung erstellt.

Der Fragebogen (siehe Anhang) wurde in folgende Themenschwerpunkte unterteilt: Betriebsanalyse (Umstellung, Gemüsebauanteil, Größe), Bodenparameter, klimatische Gegebenheiten, pflanzenbauliche Maßnahmen (Beregnung, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Düngung, Kalkung), Verschleppung, Verunkrautung, Schäden (Kulturen, Schadsymptome) und Maßnahmen der BetriebsteilerInnen. Das Konzept des Fragebogens wurde mit Beratern und Forschern abgesprochen.

Die Fragebögen wurden gezielt über BeraterInnen oder direkt an die Betriebe mit Nematodenproblemen verteilt.

3 Ergebnisse

3.1 Literaturlauswertung

Pflanzenschädigende Nematoden sind die am weitesten verbreiteten Schädlinge in der Landwirtschaft, im Gartenbau, der Forstwirtschaft, im Zierpflanzenbau und im Weinbau (ROSE 2000). Weltweit gesehen liegt der durchschnittliche nematodenbedingte Ernteverlust aller Kulturpflanzen bei 10 %, in Einzelfällen können auch Verluste der Ernte von 50 % auftreten (DOWLER & VAN GUNDY 1984). Durch starke Qualitätsverluste wie z.B. Beinigkeit bei Möhren oder Wurzelbärtigkeit kann die Ware zum Teil nicht mehr vermarktet werden.

Im Ökologischen Gemüsebau wurden in den letzten Jahren auf leichten Standorten vermehrt Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden beobachtet. Mögliche Ursachen für die zunehmenden Probleme mit Nematoden liegen u.a. in der Fruchtfolge. Ein hoher Anteil von Gemüse und Leguminosen, sowie ein geringer Anteil von Getreide sorgen für ein breites Wirtspflanzenspektrum (insb. für einige *Meloidogyne* Arten). Da auch Unkräuter als Wirtspflanze dienen, verstärkt ein hoher Unkrautdruck die Nematodenproblematik. Außerdem gibt es im Gemüsebau fast keine nematodenresistenten Sorten.

Ebenso wird die Möglichkeit der Verschleppung von Nematoden durch Maschinen nicht erkannt oder wird oft nicht ernst genommen.

In der folgenden Literaturlauswertung werden zunächst allgemeine Informationen zur Biologie, Ökologie und zu Schadsymptomen etc. gegeben. Eine genauere Übersicht über die verschiedenen Nematodengattungen und -arten hinsichtlich ihrer Biologie, Vorkommen, Schadsymptome und speziellen Gegenmaßnahmen sind im Anhang tabellarisch aufgezeigt. Der Schwerpunkt der Literaturlauswertung liegt auf verschiedenen Faktoren, die die Nematodenentwicklung und die Stärke des Schadens beeinflussen. Verschiedene Bekämpfungsmöglichkeiten werden daraus entwickelt.

3.1.1 Allgemeine Informationen über Nematoden

Charakteristische Merkmale

Nematoden sind 0,2 bis 3,0 mm lange Fadenwürmer. Sie sind feuchtigkeitsliebend, wurmförmig, durchsichtig, getrenntgeschlechtlich, drehrund, ungegliedert und sie bewegen sich schlängelnd fort (Name Älchen). Ihnen fehlt ein Blut- und Atmungssystem. Exkretions- und Nervensystem sind vorhanden. Pflanzenparasitäre Nematoden besitzen einen Mundstachel (DECKER 1969 & 63, BESSELMANN 2001a,b, MÄRZ).

Unterschiedliche Lebensweisen der Nematoden

Pflanzenparasitäre Nematoden lassen sich je nach dem befallenen Pflanzengewebe in oberirdisch schädigende Nematoden und Wurzelnematoden einteilen. Wurzelnematoden unterscheiden sich wiederum in festsitzende (sedentäre) und wandernde Nematoden. Zu den festsitzenden Nematoden zählen die Zysten- und Wurzelgallennematoden. Wandernde Wurzelnematoden dringen entweder in die Wurzel ein (endoparasitische) oder saugen von außen an den Wurzeln (ektoparasitische). Wandernde Wurzelnematoden können in die Wurzel der Wirtspflanze eindringen und diese wieder verlassen. Festsitzende Nematoden können dies nicht.

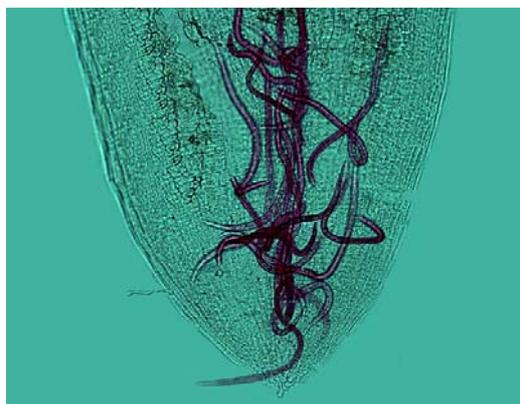


Photo: Eisenback & Zunke, Nemapix 1

Entsprechend ihrer Lebensweise lassen sich Nematoden in folgende Kategorien einteilen:

I. Wurzelnematoden

Wandernde Wurzelnematoden

Endoparasiten (dringen in die Wurzel ein z.B. *Pratylenchus*)

Ektoparasiten (saugen an der Wurzel z.B. *Paratylenchus*, *Tylenchorhynchus*)

Fakultative Wurzelparasiten (z.B. *Aphelenchus*)

Festsitzende/sedentäre Wurzelnematoden

Zystenbildende Wurzelnematoden (z.B. *Heterodera*/*Globodera*)

Gallenbildende Nematoden (z.B. *Meloidogyne*)

Nichtzystenbildende Ektoparasiten/Semi-Endoparasiten (z.B. *Rotylenchus*)

II. Stängelnematoden (z.B. *Ditylenchus*)

III. Blattnematoden (z.B. *Aphelenchoides*)

IV. Blütennematoden (z.B. *Anguina*)

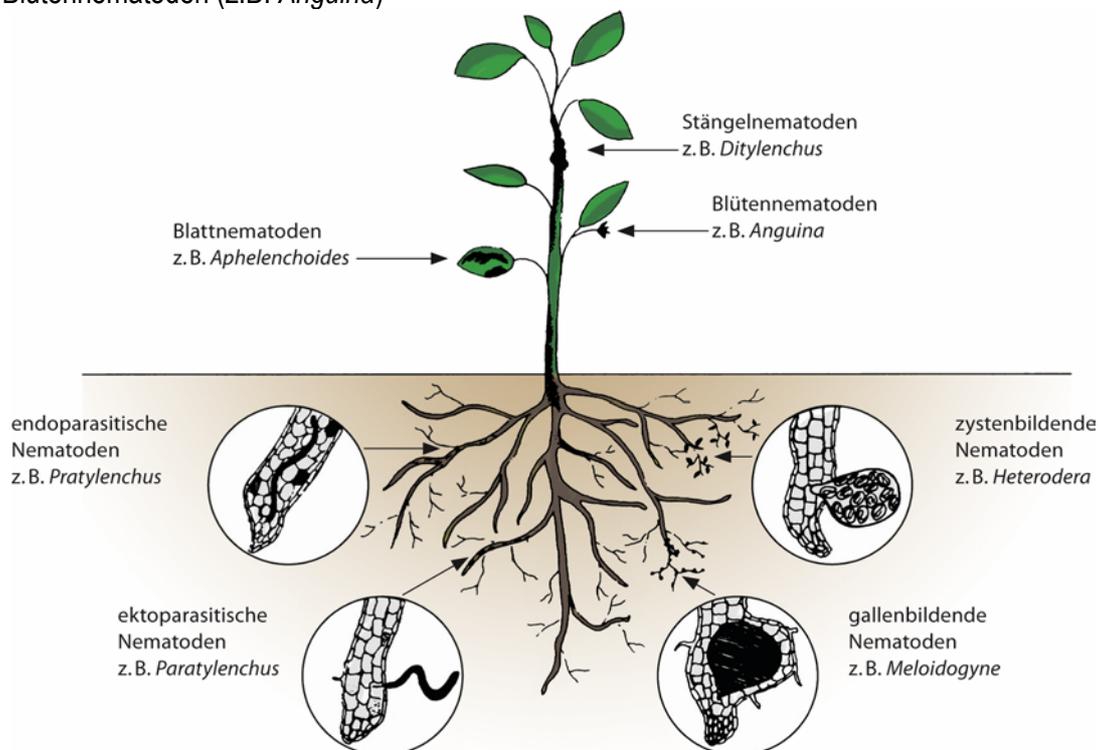


Abb. 1: Unterschiedliche Lebensweisen der Nematoden

Wurzelnematoden sind wirtschaftlich gesehen die bedeutendsten (DECKER 1969). Die beiden letztgenannten Kategorien, Blatt- und Blütennematoden haben keine wirtschaftliche Bedeutung im Gemüseanbau. Die größte Bedeutung für den Gemüseanbau haben nach POTTER & OLTHOF 1993 die Gattungen *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus* und *Heterodera*/*Globodera*.

Lebenszyklus der Nematoden und Schädigung der Wirtspflanzen

In ihrer Entwicklung vom Ei zum adulten Tier durchlaufen Nematoden vier Larvenstadien. Die erste Häutung findet bereits im Ei statt, so dass das zweite Larvenstadium schlüpft. Bei Zystennematoden wird der Schlupf der Larven durch Wurzelabscheidungen der Wirtspflanzen ausgelöst bzw. gefördert. Die meisten anderen pflanzenparasitären Nematoden schlüpfen weitgehend spontan, sofern Temperatur, Feuchtigkeits- und Sauerstoffgehalt im Boden den Lebensbedingungen der Nematoden entsprechen. Bei Zysten- und Wurzelgallennematoden infiziert das zweite Larvenstadium die Pflanzen. Bei anderen Nematodengattungen (*Pratylenchus*, *Ditylenchus*) befallen Larven und adulte Tiere die Pflanze. Die Zyklusdauer beträgt je nach Art und Umweltbedingungen 6 bis 10 Wochen. Mit wenigen Aus-

nahmen (*Globodera*) bilden Nematoden mehrere Generationen im Jahr. (vgl. DECKER 1969, SIKORA & SCHUSTER 2000).

Die aktive Ausbreitung ist aufgrund der Morphologie und extremen Bindung an Bodenfeuchtigkeit (Wasserfilm) gering. So treten Nematoden meistens nesterweise auf den Flächen auf. Größere Entfernungen können nur durch Verschleppung und/oder Verfrachtung mit Wind und Wasser überbrückt werden (DECKER 1969, MEINERT & MITTNACHT 1992, BÖRNER 1997).

Pflanzenparasitäre Nematoden besitzen einen Mundstachel. Mit diesem durchstoßen sie die pflanzlichen Zellwände und nehmen Zellinhaltsstoffe als Nahrung auf. Endoparasitische Nematoden dringen in die Wurzel ein und wandern mit Hilfe ihres Mundstachels durch das Wurzelgewebe. Festsitzende (sedentäre) Nematoden induzieren in der Wurzel die Bildung von speziellen Nährzellensystemen, von denen sich der Nematode während seiner weiteren Entwicklung ernährt. Bei Wurzelgallennematoden führt die Bildung der Nährzellen zu einem Anschwellen des Wurzelgewebes (Gallenbildung). Stängelnematoden zerstören durch enzymatischen Abbau die Mittellamelle der Pflanzenzellen, wodurch es zu den typischen Verdrehungen der Stängel kommt.

Neben der direkten Schädigung des Pflanzengewebes treten weitere Schäden auf:

- Wasser- und Nährstoffaufnahme werden gehemmt → Welke, erhöhte Anfälligkeit der Pflanze für Krankheitserreger
- Nematoden schaffen Eintrittspforten → Folgekrankheiten (z.B. Pilze, Bakterien)
- Nematoden übertragen Krankheitserreger (Viren, z.B. Tabak-Mosaik-Virus)

Allgemeine Symptome/Merkmale bei Nematodenbefall

Pflanzenparasitäre Nematoden verursachen unterschiedliche Schadsymptome an den Kulturen.

Schadsymptome

- nesterweises Auftreten von kümmerlichem Wuchs und Fehlstellen
- unregelmäßiger Wuchs im Bestand
- Wachstumsanomalien (z.B. Beinigkeit, Wurzelbärte)
- übermäßige Bestockung der Pflanzen
- faule und abgestorbene Wurzelbereiche
- flächiges Auftreten vergilbter Pflanzen
- Welke und verfärbte Pflanzen
- frühzeitiger Blattfall
- reduzierte Blüten- und Samenanlagen



Pastinake mit sichtbaren Wurzelgallen von *Meloidogyne hapla*

Gründe der schwierigen Regulierung

Nematoden leben im Boden und sind dort unregelmäßig verteilt. Einige der stark schädigenden Nematoden wie z.B. *Meloidogyne hapla* haben ein sehr breites Wirtspflanzenspektrum und eine hohe Vermehrungsrate. Einige Arten bilden Überdauerungsformen (Zysten, Anabiose), um Zeiten ungünstiger Lebensbedingungen zu überstehen (SIKORA & SCHUSTER 2000). Die Schadensschwelle der einzelnen Arten können teilweise sehr niedrig sein. Einige Gattungen übertragen auch Viren. Die Ware kann bedingt durch Qualitätsverluste nicht mehr vermarktet werden.

Problematik von Schadensschwellen

Für viele Schädlinge sind Schadensschwellen bekannt, bei deren Überschreiten Ertragsverluste zu erwarten bzw. bestimmte Bekämpfungsmaßnahmen wirtschaftlich sinnvoll sind (MÜLLER 1990). Damit wirtschaftliche Schadensschwellen überhaupt ermittelt werden können, muss die Beziehung zwischen Befallsintensität, Ertragsverlust und Höhe der Bekämpfungskosten bekannt sein (KRANZ & HAU 1981, DIERCKS & HEYE 1970). Bei Nematoden sind Schadensschwellen, soweit überhaupt vorhanden, mit großer Vorsicht zu behandeln, da viele verschiedene Faktoren die Befallszahlen beeinflussen. Folgende

Tabelle zeigt aus der Literatur bekannte Schwellenwerte einiger Kulturen. Diese sind allerdings nur sehr vage Richtwerte (s.u. Problematik) und können nicht für den Praxiseinsatz benutzt werden.

Tab. 1: Angaben einiger Schadensschwellen für verschiedene Kulturen

Gattung/Art	Kulturen	Schadensschwellenwerte (Larven/100 ml Boden)
<i>Ditylenchus spp.</i>	Möhren, Zwiebel, Sellerie	2
<i>Ditylenchus dipsachi</i>	Zwiebeln	0,2-1,0
<i>Heterodera spp</i>	allg.	>300
<i>Meloidogyne spp.</i>	Möhren	>100
<i>Meloidogyne hapla</i>	Salat	100
	Kohl	1800
	Blumenkohl	600
	Zwiebel	200
	Spinat	600-1800
<i>Paratylenchus spp</i>	Möhren, Sellerie	>600
	Allg.	800-1200
<i>Pratylenchus spp.</i>	Möhren	>150
	Zwiebel	100
	Sellerie	>150
	Spinat	1500
	Erdbeere	20
<i>Pratylenchus penetrans</i>	Kohl, Blumenkohl, Salat	200-600
	Zwiebel	<100
	Spinat	600-1800
<i>Paralongidorus spp.</i>	Möhren, Zwiebel, Sellerie, Lauch, Erdbeere	<10

Quellen: POTTER & OLTHOFF 1993 in: EVANS ET AL. 1993, BESSELMANN 2001 a, HALLMANN 2002

Schadensschwellenproblematik für Nematoden:

- positiv zu beurteilen ist, dass Nematoden stark ortsgebunden sind und die Veränderung der Populationsdichte relativ langsam abläuft (MÜLLER 1985)
- bei einer flächendeckenden Probenahme ist nur der durchschnittliche Besatz festzustellen, die räumliche Verteilung bleibt unbekannt (MÜLLER 1990); da Nematoden unregelmäßig im Boden verteilt sind, besteht die Unsicherheit der Bestimmung von Populationsdichten. Auch sind in den meisten Fällen die Nematodenarten nicht bekannt, da die Artbestimmung sehr schwierig und langwierig ist (FABY & THEMANN 1999)
- auch bei gleichen Untersuchungsmethoden können die Ergebnisse einer Bodenprobe sehr unterschiedlich sein (FABY & THEMANN 1999)
- für eine hohe Aussagegenauigkeit ist ein sehr hoher Arbeits- und Kostenaufwand nötig (MÜLLER 1990;1985, BLASZYK 1970)
- Versuche zu Schadensschwellen für Nematoden finden überwiegend in Mikroplotversuchen statt
- es gibt nur sehr wenige Daten zu Schadensschwellen für Nematoden (außer für *Heterodera schachtii*) und überwiegend stammen diese Daten aus dem Ausland und somit nicht vergleichbaren Klimabereichen und Schadenskulturen

Problematisch ist, dass bei Schadensschwellenangaben Einflussfaktoren wie beispielsweise Klima, Witterung, Bodenart, Bodenzustand, Bearbeitungsmaßnahmen, Nährstoffversorgung, Vorfrucht, Eigenschaften der Kulturpflanzenart und – sorte, Zeitpunkt des Befalls, Einfluss der Bekämpfungsmaßnahme auf andere Schadorganismen und auf Nützlinge (BLASZYK 1970), Unkrautbesatz, andere parasitäre Schadursachen (DIERCKS & HEYE 1970) und Zeitpunkt der Bodenprobenahme nicht berücksichtigt werden. Schadensschwellen können daher nur regionale Bedeutung haben und sind mit Veränderung der

Faktoren (z.B. Veränderungen des Erlöses für das Ernteprodukt) starken Schwankungen unterworfen (BLASZYK 1970, LAUENSTEIN 1991). Die genannten Umwelteinflüsse und Kulturmaßnahmen können aber auch indirekt die Schadenshöhe beeinflussen, da sie die Prädisposition der Wirtspflanze verändern durch z.B. Erhöhung der Toleranz, zeitliche Verschiebung der Anfälligkeit, echte Resistenz (DIERCKS & HEYE 1970). Aus den verschiedenen Problematiken der Literatur zu Schadensschwellen ergeben sich verschiedene Schlussfolgerungen zu einer möglichen Angabe von Schadensschwellen (LAUENSTEIN 1991, DIERCKS & HEYE 1970, BLASZYK 1970):

- Werte nicht aus Gewächshausversuchen sondern unter Freilandbedingungen verwenden
- es müssen standardisierte Methoden zur Befallserhebung bestehen
- Werte müssen bewiesen und regional anzuwenden sein
- Werte müssen auf aktuellem Stand und für die Praxis nutzbar sein
- Schadensschwellentabellen mit Einbezug der wechselnden örtlichen Gegebenheiten benutzen
- umfangreiche Grundlagenforschung zu Ökologischen Fragen
- Fähigkeit der Berater zur Einsicht in biologische Zusammenhänge
- Fähigkeit der Landwirte schulen, dass sie in der Lage sind, selbst Beobachtungen und Erhebungen über das Auftreten von Schadorganismen an Ihren Kulturpflanzenbeständen anzustellen

Problematik von Probenahmen und Aussagekraft von Befallszahlen

Folgende Aspekte sind für die Aussagekraft und Genauigkeit von Bodenprobenahmen problematisch:

- Nematoden sind unregelmäßig im Boden verteilt (hohe Einstichzahl erforderlich)
- Zeitpunkt der Probenahme: Herbst bzw. Frühjahr; im Sommer sind z.B. viele der freilebenden Nematoden in den Pflanzenwurzeln und werden nicht erfasst. Nach FABY UND THIEMANN 1999 können sich zu dieser Zeit die Nematoden zu 95 bis 100 % in den Wurzeln der Wirtspflanzen befinden.
- einige Gattungen sind aufgrund niedriger Schadensschwellen schwierig zu erfassen (z.B. *Meloidogyne*)
- Artbestimmungen sind schwierig, zeitintensiv und teuer

Trotzdem ist es wichtig den Boden auf Nematoden untersuchen zu lassen. Diese liefern Hinweise zur Befallssituation, da Schadbilder nicht immer eindeutig sind. Die Problematik kann so erkannt oder ausgeschlossen werden.

3.1.2 Ökologie von Nematoden

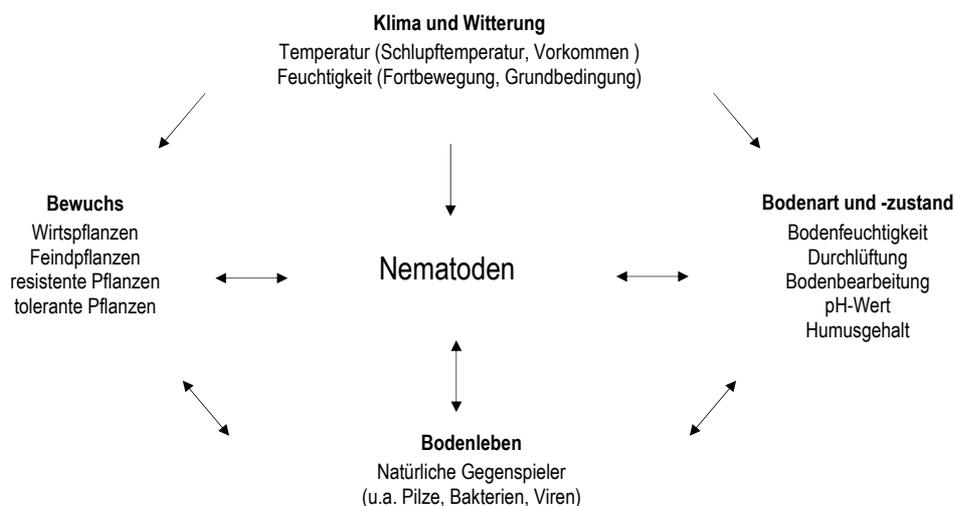


Abb. 2: Faktoren, die die Nematodenentwicklung fördern und für die Stärke des Auftretens und die Schadenshöhe eine Rolle spielen (nach DECKER 1969, verändert)

Pflanzenparasitäre Nematoden kommen in jedem natürlichen Boden vor. Die verschiedenen äußeren Faktoren beeinflussen Ihre Populationsdichte und damit die Höhe des tatsächlichen Schadens an den Kulturen. Nematoden benötigen ausreichend Feuchtigkeit, um sich im Boden und an der Pflanzenoberfläche fortzubewegen. In einem ausgetrockneten Boden erlischt jegliche Nematodenaktivität (DECKER 1969).

Die verschiedenen pflanzenparasitären Arten haben unterschiedliche Temperaturansprüche hinsichtlich Aktivitätsoptimum und Entwicklungsdauer. So liegt die Mindesttemperatur für *M. incognita* mit 14°C deutlich höher als für *M. hapla* (8°C), so dass ein Schaden durch *M. incognita* erst sehr viel später im Jahr bzw. nur in Gewächshäusern auftritt (DECKER 1969, ABRANTES & SANTOS 1990, VRAIN ET AL. 1978, GOODELL & FERRIS 1989, ROBERTS 1987).

Verschiedene Nematodenarten bevorzugen bestimmte Bodentypen. Die meisten Arten bevorzugen grobporige Böden mit hohem Sandanteil. Solche Böden ermöglichen ihnen eine leichtere Fortbewegung und sorgen für einen ausreichend hohen Sauerstoffgehalt. Stängelnematoden kommen hingegen überwiegend auf schweren Böden vor (vgl. DECKER 1969, CRÜGER ET AL. 2002).

Bei der Regulierung von Nematoden spielen veränderbare Faktoren, wie Bewuchs, Humusgehalt und pH-Wert des Bodens eine wichtige Rolle (siehe folgendes Kapitel).

3.1.3 Allgemeine Gegenmaßnahmen

Anbaumanagement

Organische Düngung

Durch den Abbau von organischem Material im Boden sind nematodenreduzierende Einflüsse auf Nematoden möglich (STIRLING 1991, DUNN 1994, NOLING 1999, 2001, RODRIGUEZ-KABANA 1986, D'ADDABBO 1995).

Verschiedene Düngerformen haben bei Versuchen nematodenreduzierende Eigenschaften insb. gegen Arten der Gattung *Meloidogyne* gezeigt (siehe Tab. 2 unten).

Tab. 2: Verschiedene Düngerformen mit nematodenreduzierenden Eigenschaften, (Quellen: Auszug aus Tabelle in: RODRIGUEZ-KABANA 1986, Ergänzungen siehe zusätzliche Quellenangaben in der Tabelle)

Düngerform		Reduzierende Eigenschaften gegen
Oil-cakes	Senf	<i>Meloidogyne</i> spp.
	Fisch	<i>M. hapla</i>
	Neem	u.a. <i>Meloidogyne</i> spp., <i>Rotylenchus</i> spp. (weitere siehe Kapitel zu Neem)
	Erdnuss	u.a. <i>Meloidogyne</i> spp.
	Sesam	u.a. <i>M. incognita</i>
Dünger und Kompost	Hühnermist	<i>M. incognita</i>
	Kompost und Mist allg.	verschiedene
Gründüngung	Crotalaria	<i>M. hapla</i>
	Velvetbean	<i>Meloidogyne</i> spp., CROW ET AL. 1995
	Tagetes	<i>M. hapla</i>
	Raps	<i>Meloidogyne</i> spp. (THORNTON ET AL., CROW ET AL. 1995)
		<i>M. chitwoodi</i> , <i>M. hapla</i> (MOJTAHEDI ET AL 1993, 1991)
	Grünroggen	<i>P. penetrans</i> (FORGE ET AL.)
	Hanf und Sudangras	<i>Meloidogyne</i> spp (weitere siehe Kap. Feindpflanzen)
Sonstige	Chitin	<i>M. incognita</i> , <i>P. penetrans</i> und siehe Abschnitt Chitin
	Knochen-, Hornmehl	k.A. (DUFOUR ET AL 2003)
	Lupinenschrot	<i>M. incognita</i> (ARNDT)

Mögliche Gründe für den nematodenreduzierenden Effekt von Organischem Dünger sind u.a.:

- C:N- Verhältnis von Organischem Dünger: je mehr Nitrat desto größer der nematodenregulierende Effekt (RODRIGUEZ-KABANA 1986)

- indirekte biologische Bekämpfung durch die Erhöhung der mikrobiellen Aktivität und so Förderung unspezifisch bestimmter Antagonistengruppen im Boden (MÄRZ, BESSELMANN 2001a,b, ARNDT 2001, SIKORA & SCHUSTER 2000, DECKER 1963, DUNN 1994, DUFOUR ET AL. 2003, CASWELL & BUGG 1991)
- Bodenstruktur und Bodenwasserkapazität werden verbessert (DUFOUR ET AL. 2003)
- Nach DECKER 1969 ist ein humusreicher Boden temperaturstabiler als ein humusarmer. Temperaturschwankungen sind erforderlich für den Larvenschlupf von zystenbildenden Nematoden. Humoser Boden bindet die von der Wurzel produzierten Substanzen, die den Larvenschlupf anregen (DECKER 1963 & 1969)
- durch Gründüngung mit Pflanzen, die nematizide Eigenschaften haben; über Abgabe von Stoffen bei der Verrottung, die nematodentoxisch sind (Siehe Kapitel Feindpflanzen: Hanf und Sudangras) (DUFOUR ET AL. 2003, DUNN 1994)
- Düngung erhöht die Toleranz der Wirtspflanzen (DUNN 1994). Zugabe von organischem Material zum Boden fördert Bodenstruktur, Wasserhaltevermögen, Nährstoffverfügbarkeit und trägt so zu einem positiven Effekt für das Pflanzenwachstum bei (D'ADDABBO 1995). Aber eine gute Versorgung der Pflanze bedeutet auch insgesamt bessere Nahrungsbedingungen für Nematoden und so eine höhere Vermehrungsrate (SIKORA & SCHUSTER 2000, DECKER 1963)
- Stufe der Pflanzenresistenz wird verändert (DUFOUR ET AL. 2003)

Düngung mit Neem-Cake

Extrakte aus den Samen des Neem-Baums werden als Insektizid im Ökologischen Landbau (zugelassen in Deutschland unter NeemAzal®/T-S, ANONYM 2002a) eingesetzt. Der Wirkstoff Azadirachtin wird gegen eine breite Gruppe an Zielschädlingen als hocheffektiv eingestuft (STADLER & STAUKE 2002). Darunter konnten auch nematizide Wirkungen festgestellt werden (AKHTAR 2000, NEUBAUER, RAO ET AL. 1995, ARNDT & HERMANN 2003, SCHAAF 2000). NeemAzal®/T-S ist im Ökologischen Landbau als Nematizid nicht zugelassen.

Gegenüber Wirbeltieren zeigen Neemschrot und Neemschrotextrakte keine bzw. geringe toxische Effekte (NEUBAUER). Nach AKHTAR 2000 sind Neemprodukte umweltverträglich und haben keine bedenklichen Nebenwirkungen. NeemAzal®/T-S wird nach STADLER & STAUKE 2002 als weitgehend nützlingsschonend eingestuft, da die Entwicklungsstadien der Nützlinge sich nicht von Pflanzen ernähren. Es wurde festgestellt, dass die nützlichen Nematoden nicht gestört werden (AKHTAR 2000).

Neem-Cake (Neempressekuchen, Neemschrot) ist als organischer Dünger im Ökolandbau zugelassen (ANONYM 2002b). Neben den Hauptnährstoffkomponenten (N-P-K) enthält Neem-Cake eine Vielzahl von Spurenelementen (NEUBAUER).

Neem-Cake wies in Gewächshaus- und in Freilandversuchen gute nematodenregulierende Eigenschaften auf (RAO ET AL. 1995, AKHTAR 1998, 2000, GAHUKAR 1995, SCHMUTTERER & ASCHER 1986, PARMAR 1985-1995). Die Wirkung von Neem wird in der Literatur hauptsächlich auf folgende Gattungen konzentriert: *Meloidogyne spp.*, *Rotylenchus spp.*, *Helicotylenchus spp.*, *Hoplolaimus spp.*, *Tylenchus spp.*, *Tylenchorhynchus spp.*, *Pratylenchus spp.* (Reihenfolge sortiert nach Häufigkeit der Nennung) (Quellen: PARMAR 1985, 2(4): 35-39, 1991, 8(1), SCHMUTTERER & ASCHER 1986, AKHTAR 2000)

Verschiedene Hypothesen ergeben sich für die nematodenregulierende Wirkung von Neem:

- Neem hat verschiedene nematizide Inhaltsstoffe, die bei der Zersetzung in unterschiedlichen Mengen freigesetzt werden (wichtigstes: Azadirachtin, weitere: Rimbocinol, Nimbin) (AKHTAR 1998, NEUBAUER, PARMAR 1985-1995).
- Die Bestandteile des Neempressekuchens hemmen den Nitrifikationsprozess, so dass mehr N in Form von Ammonium vorliegt. Stickstoff in Form von Ammonium hat einen reduzierenden Effekt auf Nematoden (AKHTAR 1998).
- Neempressekuchen hemmt das Eindringen von Wurzelgallnematoden in die Wurzeln, welches zum Tod der Jugendstadien führt (AKHTAR 2000). Auch wird das Schlüpfen der Larven aus den Eiern gehemmt (AKHTAR 2000, GAHUKAR 1995). In mit Neem-Cake angereicherter Erde stellte man eine Reduktion der Nematodenpopulation, der Wurzelgallen und der Nematodeneierproduktion fest (AKHTAR 2000).

- Neem erhöht insgesamt die mikrobielle Aktivität im Boden (AKHTAR 2000) und somit werden natürliche Feinde der Nematoden im Boden gefördert (PARMAR 1985-1995). Neemkuchen fördert die Mycorrhiza-besiedlung im Boden und verstärkt somit den nematodenregulierenden Effekt von Mycorrhiza (RAO ET AL. 1995). Bei einer Behandlung von Wurzeln mit Neem und dem Pilz *Paecilomyces lilacinus* erhöhte sich in Kombination mit Neem die Besiedlung der Wurzeln sowie die Sporendichte dieses Pilzes (RAO ET AL. 1997).
- Neem übt einen indirekten nematiziden Effekt durch eine Verbesserung der Standortfaktoren aus (Temperatur, pH-Wert, Nährstoffe, Bodenstruktur etc.) (PARMAR 1985-1995). Es stabilisiert somit die Pflanzenfitness, so dass die Pflanze den Schaden durch die Nematoden besser kompensieren kann (SCHMUTTERER & ASCHER 1986, RAO ET AL. 1995).

Neem-Cake-Gaben für eine erfolgreiche Unterdrückung von Nematoden entsprechen einer Düngung von 150 kg N/ha (AKHTAR 2000). Neem-Cake hatte bei den Versuchen von AKHTAR 1998 den größten nematodenbekämpfenden Effekt, erzeugte größeres Pflanzenwachstum und eine höhere Erntemenge. Der höchste reduzierende Effekt wurde 3-6 Wochen nach der Neemdüngung beobachtet (GAHUKAR 1995). Zur Befallsvorbeugung wird eine Neem-Cake-Gabe von 100 kg/ha empfohlen (SCHMUTTERER & ASCHER 1986).

Düngung mit Krustentierschalen/Chitin

Produkte aus Krusten- und Schalentierschalen sind Abfallprodukte aus der Verarbeitung von Meeresschnecken (EVANS 1993, MIAN ET AL 1982). Der Einsatz von Chitin wird bisher als Stickstoffzufuhr und in Italien und den USA zur Nematodenkontrolle eingesetzt.

Die Erfahrungen mit diesen Produkten sind unterschiedlich. Ergebnisse bei der Nematodenregulierung mit diesen Abfallprodukten aus Griechenland sind mit einem Wirkungsgrad von über 90 % viel versprechend. Andere zeigen zwar ein besseres Pflanzenwachstum, welches vermutlich durch die Stickstoffumsetzung bedingt ist, weisen aber keinen gesicherten Einfluss auf Nematoden auf -hier *Meloidogyne incognita*- (ARNDT & LEUPRECHT 1994). Verschiedene Versuche belegen jedoch, dass Eier und Larven von verschiedenen pflanzenparasitären Nematoden durch Zugabe von Chitin reduziert werden konnten (EVANS 1993, SPIEGEL ET AL 1986; 1988; 1989, RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. 1986, LAMONDIA & ELMER 1992). Die Wirkung von Chitin wird in der Literatur hauptsächlich auf folgende Gattungen konzentriert: *Heterodera glycines*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne spp.*, *Globodera spp.*, *Meloidogyne arenaria*, *Pratylenchus penetrans*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Meloidogyne javanica*, *Heterodera trifolii*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Heterodera schachtii*, *Heterodera avenae*, *Pratylenchus spp.*, *Paratrichodorus minor*, *Meloidogyne chitwoodi*, *Pratylenchus vulnus*, *Globodera rostochiensis*, *Tylenchus spp.*, *Meloidogyne hapla*, *Hoplolaimus spp.* (Reihenfolge sortiert nach Häufigkeit der Nennung) (Quellen: RODRÍGUEZ-KÁBANA, R. 1986, BELL 2000, SPIEGEL 1986, 1987, 1989, GODOY ET AL. 1983, HALLMANN 1998, BROWN ET AL. 1995, CHEN ET AL. 1999, EVANS 1993, LAMONDIA & ELMER 1992).

Chitosan (der Firma ChiPro) ist ein Krustentierschalenprodukt, das im Betriebsmittelkatalog 2002 (von Bioland und alicon, ANONYM 2002a) für alle Kulturen als Pflanzenstärkungsmittel gelistet ist (für Biolandrichtlinien ist es noch in Prüfung). Wenn die Produkte mit Harnstoff versetzt sind, ist der Einsatz im Ökologischen Landbau nicht erlaubt (BESSELMANN 2001b).

Möglichen Ursachen für die Reduzierung von Nematoden durch Zugabe von Chitin zum Boden sind:

- Chitin fördert Bodenorganismen (Bakterien, Actinomyceten und Pilze: *Verticillium*, *Hirsutella*, *P. lilacinus*) die Chitin abbauen. Da die Mittelschichten von Wänden der Nematodeneiern Chitin enthalten, soll so eine Befallsverminderung erreicht werden (EVANS 1993, D'ADDABBO 1995, SPIEGEL 1987, GODOY ET AL 1983, SARATHCHANDRA ET AL 1996). Auch werden Pilze begünstigt, deren Enzymausscheidungen (Chitinase, Collagenase, Kerastase, Elastase) die Kutikula der Nematoden angreifen (D'ADDABBO 1995) sowie Zysten und Eiwände von *Meloidogyne spp.* und *Heterodera spp.* zerstören (GODOY ET AL. 1983).
- Die Reduktion einer Nematodenpopulation nach Zugabe von Chitin geht auch auf Veränderungen der Bakterienkollonien innerhalb des pflanzlichen Gewebes zurück. Chitin hat also direkt Einfluss auf Prozesse in der Pflanze (HALLMANN ET AL. 1999). In der Praxis können Behandlungen von Saat- und Pflanzgut mit Chitin den frühen Befall der Wurzeln mit Nematoden verringern, dabei kann dieser Zusatzstoff positiv auf die stoffliche Zusammensetzung und die Aktivität der Rhizosphäre wirken, Wurzelpatho-

gene unterdrücken und das Wurzelwachstum stärken (SARATHCHANDRA ET AL 1996, EVANS 1993). Chitinzugabe von über 2% hemmt jedoch die Pflanzenentwicklung (MIAN 1982). Kulturpflanzen reagieren unterschiedlich stark auf Chitinzugabe (Tomaten und Bohnen reagieren z.B. empfindlicher als Mais) (SPIEGEL 1986)

- Beim Abbau von Chitin im Boden wird Ammonium freigesetzt, welches in bestimmten Konzentrationen nematizid wirkt (SPIEGEL ET AL. 1987, EVANS 1993, MIAN ET AL. 1982). Nach SPIEGEL ET AL. 1987 wird das 2. Jugendstadium der Nematoden direkt erfasst. Durch die Ammoniumfreisetzung wird der pH-Wert im Boden erhöht (MIAN ET AL. 1982). Die Wirkung von Chitin ist in sauren Böden am besten (CULBREATH ET AL. 1986, SPIEGEL ET AL. 1986).

Wenn Chitin in zu hohen Dosen eingesetzt wird, ist es durch die zu hohe Ammoniumfreisetzung phytotoxisch (EVANS 1993, D'ADDABBO 1995, BROWN ET AL. 1995, SPIEGEL ET AL. 1987). Nach D'ADDABBO 1995 sind schon Chitinkonzentrationen über 1% phytotoxisch. MIAN ET AL. 1982 berichten, dass erst ab 1% ein Effekt gegen Nematoden erreicht ist. Da hingegen haben LAMONDIA & ELMER 1992 mit Chitingaben von 0,1 bis 1% erfolgreich *Pratylenchus penetrans* reduziert.

Das nematizide Potential von Chitin ist vom Ausbringungszeitpunkt abhängig, da Nematodeneier und Jungtiere erfasst (CULBREATH ET AL. 1986). Es wird empfohlen, Chitin rechtzeitig einige Wochen (mindestens drei Wochen) vor der Saat oder Pflanzung dem Boden zuzuführen, damit sich die Mikroflora entsprechend entwickeln und so auch die Phytotoxizität vermieden werden kann (CULBREATH ET AL. 1986, SPIEGEL ET AL. 1987, EVANS 1993).

Weiterer Einflussfaktor auf die Nematodenregulierung mit Chitin ist die Bodentemperatur (SPIEGEL ET AL. 1988). Bei 30°C herrschen optimale Abbaubedingungen, eine schnelle Umwandlung zu Ammonium und Glucosamin ist gewährleistet, welche den Mikroorganismen als N und C Quelle zur Verfügung stehen. Bei 15°C ist die enzymatische Aktivität herabgesetzt und somit wird weniger Ammonium produziert. Bei hohen Bodentemperaturen ist also eine direkte nematizide Wirkung durch Ammonium auf Nematoden im Jugendstadium zu erwarten. Bei niedrigeren Bodentemperaturen ist die Wahrscheinlichkeit, dass Nematoden aus den Eiern schlüpfen und in Wurzeln einwandern, höher, da sowohl die Ammoniumkonzentration als auch die Mikroorganismenpopulation geringer sind. So können sie durch chitinabbauende Mikroorganismen erst nach der Eiablage oder der Bildung der Zysten (*Heterodera schachtii*) erfasst werden. (SPIEGEL ET AL. 1988)

Kalkdüngung

Es konnte immer wieder in Versuchen belegt werden, dass ein Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens und dem Auftreten von bestimmten Nematodenarten besteht.

Hohe Kalkgaben zeigen bisher einen positiven Effekt gegen einige Nematodenarten (insb. *Pratylenchus* Arten). Es wird empfohlen den pH-Wert möglichst hoch zu halten (vgl. SIKORA & SCHUSTER 2000, BESSELMANN 2001a, b, HIRLING 1977, KEMPER 1966, 1964).

Auf neutralen Böden konnten KNUTH 1995 noch keine Schäden von *Pratylenchus crenatus* feststellen. Auch wurde festgestellt, dass *Tylenchorhynchus dubius* und *Pratylenchus crenatus* mehr in sauren Böden vorkommen (Brzeski 1969 in: Norton 1979) und ihre Populationen ansteigen, wenn der pH-Wert sinkt (Brzeski 1970). Bei pH-Werten von über 6,6 wurde eine rasche Abnahme von *Pratylenchus penetrans* festgestellt (MORGAN & MACLEAN 1968 IN: NORTON 1979). Auf mit Algenkalk (Algomin oder Brandkalk) gekalkte Flächen wurde eine Reduzierung von *Pratylenchus* festgestellt, möglicherweise wurde durch Kalkung die Wirkung des Ölrettichs verstärkt (HIRLING 1977).

Mögliche Ursachen können auch indirekter Natur sein (NORTON 1979). Einige kalkliebende Pflanzen wachsen bei niedrigen pH-Wert nur kümmerlich und sind geschwächt, wodurch das Schadbild verstärkt werden kann und eine weitere Vermehrung stattfindet. Auch könnten die Voraussetzungen im Rhizosphärenbereich bei sauren Verhältnissen für die Nematoden hinsichtlich Eindringen und Vermehren in der Wurzel günstiger sein. Die genauen Ursachen sind aber noch weitgehend unbekannt.

Bodenbearbeitung

Unterschiedliche Bodenbearbeitung kann sich auf die Nematodenpopulation einer Fläche auswirken (OVERHOFF ET AL. 1991).

Dies kann darin begründet sein, dass zum einen die Tiere vergraben werden, zum anderen Sauerstoffmangel in verschiedenen Schichten auftreten kann und zum dritten Wirtspflanzen im Boden verlagert werden.

Forschungsarbeiten zeigen auf, dass die Nematodendichte nach der ersten Bodenbearbeitung insbesondere in den oberen 10 cm abnimmt (LENZ & EISENBEIS 1996, LENZ 1999). Bei Direktsaat wird tendenziell bei einigen pflanzenparasitären Nematoden ein geringerer Besatz, möglicherweise durch ein höheres antagonistisches Potential im Boden, festgestellt (OVERHOFF 1990, 1991).

Die Bodenbearbeitung kann aber auch den negativen Effekt haben, eine weitere Verbreitung der Nematoden auf der Fläche zu fördern (SIKORA & SCHUSTER 2000, DECKER 1969).

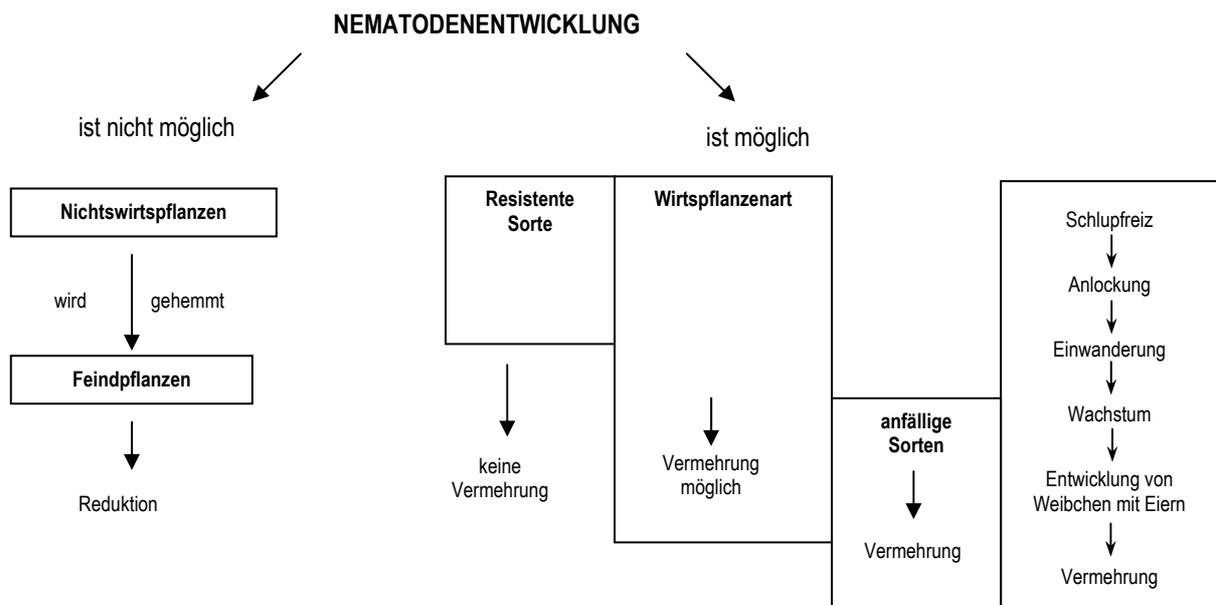
Brache

Bei Brache ist eine Reduktion der Nematodenpopulation von bis zu 40 % pro Jahr möglich, weil den Nematoden die Nahrungsgrundlage fehlt (SIKORA & SCHUSTER 2000). Eine Schwarzbrache über mehrere Monate hungert die Nematoden am effektivsten aus (GRUBER 1994). Diese sollte aber auf Grund einer erhöhten Nährstoffauswaschung vermieden werden. Die Schwarzbrache im Sommer ist aufgrund der höheren Temperaturen und damit höherer Aktivität der Nematoden wirksamer als die Schwarzbrache im Winter. Wegen der Nährstoffauswaschung ist diese Form der Brache aber im Ökologischen Landbau nicht erwünscht. In einigen Regionen (z.B. Wasserschutzgebieten) sind diese oft ganz verboten.

Saatzeitpunkte

Eine frühe Aussaat ist als nematodenreduzierende Maßnahme nur bedingt möglich. Da manche Nematoden erst bei höheren Temperaturen schlüpfen, ist hier bei einem frühen Anbau der durch Nematoden verursachte Schaden nicht so groß (SIKORA & SCHUSTER 2000, DECKER 1963 & 1969).

Um die nachfolgenden Fruchtfolgemaßnahmen besser abgrenzen zu können, ist in der Abb. 3 die Nematodenentwicklung zu Wirtspflanzen/Nichtwirtspflanzeigenschaften in Beziehung gesetzt.



Fruchtfolgegestaltung

Anbau von Nichtwirtspflanzen

Durch eine weite Fruchtfolge und eine gezielte Anbaupause bestimmter Kulturen (Wirtspflanzen) kann auf einige Nematoden regulierend eingewirkt werden. Pflanzen, an denen sich eine bestimmte Nematodenart nicht vermehren kann, werden Nichtwirtspflanzen genannt (siehe Abb. 3).

Bei manchen Nematodengattungen, wie z.B. *Meloidogyne*, ist die Zusammenstellung einer Fruchtfolge ohne Wirtspflanzen jedoch fast unmöglich (SIKORA & SCHUSTER 2000, BESSELMANN 2001a,b, MÄRZ, DECKER 1963 & 1969, LAUGHLIN 1971). Hier gibt es insgesamt nur sehr wenige Pflanzen, die Nichtwirte sind. Nichtwirtspflanzen für *Meloidogyne hapla* sind die meisten Monokotyledonen (Getreide, Mais etc.). Auch *Pratylenchus*arten haben ein sehr weites Wirtspflanzenspektrum. Hier sind v.a. Kulturen aus der Familie der Chenopodiaceen (Gänsefußgewächse wie z.B. Rote Beete) Nichtwirte (bzw. nur sehr wenig vermehrend). Problematisch ist vielfach, dass auf einer Fläche nicht nur eine Nematodenart vorkommt und schädigt, sondern mehrere, die wieder unterschiedliche Wirtspflanzenspektren haben (CASWELL & BUGG 1991). So wird der Anbau von Nichtwirtspflanzen nahezu unmöglich.

Problematisch ist auch, dass jede Nematodenart ihr eigenes Wirtspflanzenspektrum hat, welches vielfach insbesondere auch für Pflanzen im Ökologischen Anbau (Leguminosen) noch nicht bekannt ist. Die wichtigsten Arten sind in einer Wirtspflanzentabelle zusammengestellt (siehe Anhang).

Die Tabelle stellt zum einen die Bedeutung der Kulturen für die Vermehrung der verschiedenen Nematodenarten dar und zum anderen in welchem Maße diese geschädigt werden. Bei einigen Kulturen bestehen noch Wissenslücken zur Schadens- und Vermehrungsstärke (insbesondere bei Leguminosen und Gemüse).

Grundlage dieser Tabelle ist ein Wirtspflanzenschema der Organisation PPO (PPO, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad Wageningen Universiteit en Research). Die Daten basieren zum größten Teil auf dort durchgeführten Wirtspflanzenversuchen der letzten 10 Jahre. Das holländische Schema wurde für den Gemüsebereich und einige weitere Arten im Rahmen des Projekts mit Hilfe von Literaturdaten ergänzt (grau hinterlegte Kästen). Die Literaturquellen der Wirtspflanzentabelle sind in der Literaturliste mit einem Sternchen gekennzeichnet.

Einige Literaturangaben sind widersprüchlich, auch gibt es noch genügend Lücken zu verschiedenen Kulturen (insbesondere Leguminosen). Insgesamt sollte eine solche Tabelle für den Gemüsebau weiter differenziert werden.

Beikrautbekämpfung

Eine gute Unkrautregulierung ist im Ökologischen Landbau zur Vorbeugung und Regulierung der Nematoden sehr wichtig. Denn auch in einer weiten Fruchtfolge können Unkräuter als Wirtspflanzen dienen und zu einer Nematodenvermehrung führen (BESSELMANN 2001a,b, MÄRZ, DECKER 1963 & 1969).

Resistente Sorten

Resistenz ist die Eigenschaft einer Pflanze, die Vermehrungsrate einer bestimmten Nematodenart unter standardisierten Bedingungen auf ein festgelegtes Niveau zu begrenzen. Eine Wirtspflanze gilt dann als resistent, wenn sich an ihr keine Nematodenpopulation vermehrt. Der Parameter ist hier die Nematodenvermehrung (vgl. MÜLLER 2000, SIKORA & SCHUSTER 2000, DECKER 1963 & 1969, HEINICKE 1989b). Innerhalb einer Pflanzenart gibt es Sortenunterschiede. Resistenz gegen Nematoden beruht darauf, dass die Larven in das Pflanzengewebe eindringen, sich aber darin nicht weiter entwickeln können (SIKORA & SCHUSTER 2000, MÜLLER 2000). Im Zuckerrübenanbau gibt es verschiedene Zuckerrübensorten, die resistent gegen *Heterodera schachtii* sind (vgl. HEINRICHS 2000 & 1997 & 1998, LÖVENICH 1993, SCHLANG 1992, THOMAS 1997, SPITTEL 1983a,b). Im Gemüsebau gibt es jedoch so gut wie keine resistenten Sorten.

Resistente Zwischenfrüchte

Besonders gut erforscht - in vitro wie in situ - sind die zystenbildenden Nematoden der Gattung *Heterodera* spp., die vor allem im Zuckerrübenanbau große Ertragseinbußen verursachen. Praxistaugliche

Bekämpfungsmöglichkeiten in Form des Zwischenfruchtanbaus mit resistenten Örettich- und Senfsorten führen hier zu einer starken Reduktion des Nematodenbefalls (SCHNEIDER & HEIJBROEK 2001, HEINICKE 1994, THOMAS 1991, HEINRICHS 2001, 1998, ARNDT 2001, SCHLANG 1991). Die nematodenreduzierenden Eigenschaften beruhen hier hauptsächlich auf der Verschiebung des Geschlechterverhältnisses von 1 auf über 100 Männchen auf ein Weibchen (SCHLANG 1991). Die Nematoden werden durch Wurzelsekrete des Senf- und Örettichs zum Schlupf angeregt. In den resistenten Sorten finden die Weibchen nicht genügend Nahrung (60faches Nährstoffbedürfnis gegenüber den Männchen), um eine neue Generation zu schaffen (PETERSEN 1981). Die Zwischenfrüchte sollten früh gesät werden, um optimale Bodentemperaturen von 20-22 °C zum Schlupf der Nematoden und optimalen Pflanzenentwicklung auszunutzen (SCHLANG 1991, THOMAS 1986,). Auch sind optimale Bodenfeuchten als Wander- und Umweltmedium der Nematoden notwendig. Auch ein gut strukturierter Boden zur optimalen Durchwurzelung der resistenten Sorten ist vorteilhaft (THOMAS 1997a,b, BUCHNER 1997).

Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass durch den Anbau von nematodenresistenten Örettichsorten auch neben *Heterodera schachtii* weitere Nematodenarten reduziert werden können (siehe hierzu Tab. 3.).

Tab. 3: Reduzierung verschiedener Nematodengattungen durch Örettich (*Raphanus oleiferus*)

Nematodenarten	Örettichsorten	Quellen
<i>Meloidogyne hapla</i>	'Commodore' 'Boss' keine Sortenangabe	HALLMANN 2003 a,b HEINICKE & WARNECKE 2002 HEIJBROEK & MUNNING 1995, BÜNTE & MÜLLER 1996, BÜNTE 1995
<i>Meloidogyne chitwoodi</i>	keine Sortenangabe	HEIJBROEK & MUNNING 1995
<i>Meloidogyne incognita</i>	'Commodore' keine Sortenangabe	HALLMANN 2003 BÜNTE & MÜLLER 1996, BÜNTE 1995
<i>Pratylenchus penetrans</i>	'Slobolt', 'Pegletta'	DERN 1985
<i>Pratylenchus neglectus</i>	keine Sortenangabe	HIRLING 1977

An der Biologischen Bundesanstalt in Münster (DR. J. HALLMANN) wurde im Rahmen des BÖL-Projekt: „Resistenter Örettich zur Regulierung von Wurzelgallennematoden im Ökologischen Landbau“ untersucht, ob resistenter Örettich Wurzelgallennematoden (hier insb. *Meloidogyne hapla*) reduzieren kann. Versuche mit Örettich zeigen, dass die Sorte 'Commodore' die geringste Anfälligkeit gegen *M. hapla* besitzt. Eine Regulierung des Nematoden ist aber nur bei hohem Ausgangsbesatz (> 1000 Larven/100 ml Boden) möglich. Eine Reduzierung von 50-70 % im Vergleich zur anfälligen Sorte konnte erreicht werden. Gute Wirkungen wurden auch im Gewächshaus gegen *M. incognita* erreicht. Für einen optimalen Bekämpfungserfolg muss der Örettich eingearbeitet werden (HALLMANN 2003a,b). Durch eine weitere züchterische Bearbeitung des Örettichs 'Commodore' könnte die Wirkung bestimmt noch weiter verbessert werden (Hallmann 2003, b). Wegen der Kohlherniegefahr ist jedoch bei gemüsebaulichen Fruchtfolgen mit Kreuzifern Vorsicht geboten.

Feindpflanzen/Pflanzen mit reduzierenden Eigenschaften

Feindpflanzen üben eine nematizide Wirkung auf Nematoden aus (MÜLLER 2000). Die Wirkung ist artspezifisch. Die wirksamen Stoffe der Feindpflanzen werden über Wurzelauausscheidungen abgegeben, beim Einarbeiten der Pflanzen als Gründünger frei gesetzt oder in der Pflanze als Reaktion auf das Eindringen des Nematoden gebildet. Auf diese Weise werden Nematoden unterdrückt oder abgetötet. In der Literatur werden zahlreiche Pflanzen genannt, die als nematodenreduzierend beschrieben werden (siehe Anhang). Hier handelt es sich vielfach um Pflanzen aus tropischen Ländern ohne Kenntnisse über deren Anbau und Wirkung in den gemäßigten Breiten. Auch richten sich diese Pflanzen hauptsächlich gegen eine Nematodenart, wobei andere Arten sich an diesen Pflanzen vermehren können (HIRLING 1977). In unseren Breiten wird *Tagetes* erfolgreich zur Regulierung von *Pratylenchus* eingesetzt (siehe Kapitel zu *Tagetes*). *Tagetes* ist weiterhin Nicht-Wirtspflanze für *M. hapla*.

Hanf und Sudangras sind möglicherweise vielversprechende Feindpflanzen gegen *Meloidogyne* Arten. Sie können als Gründüngung bzw. Zwischenfrüchte eingesetzt werden, sind in der Praxis aber erst wenig erprobt.

Hanf (*Cannabis sativa*)

Zum einen greifen nur wenige Nematoden Hanfwurzeln an, zum anderen werden Pflanzenextrakte aus Hanf als botanisches Nematizid nutzbar gemacht (MCPARTLAND & GLASS 2001, MCPARTLAND 1997). Auch wurden Hanfsamen-Kuchen (Goswami & Vijayalakshmi 1986) und eingearbeitete, getrocknete Hanfblätter (Grewal 1989, MCPARTLAND 1997) zur Nematodenbekämpfung eingesetzt.

Die wesentlichen Bestandteile, die für die nematizide Wirkung verantwortlich sind, sind bisher noch nicht bekannt. Es wurde jedoch festgestellt, dass die Resistenz gegenüber Nematoden nicht vom THC Gehalt der Pflanze abhängig ist (DE MEIJER 1993, MCPARTLAND 1997).

Hanf ist bekannt als schlechte (BECU ET AL. 1998) bzw. nach MEIJER moderate Wirtspflanze für *M. hapla* und eine schlechte Wirtspflanze für *M. chitwoodii* (MEIJER 1993, KOK ET AL. 1994). Einige Hanfsorten sind resistent gegenüber *M. hapla* (MEIJER 1993) und andere *Meloidogyne* spezie (Mateeva 1995). Bei Zystennematoden konnten durch den Anbau von Hanf die Population zu 80 % reduziert werden (LAPRICE 1998). Eine Zusammenstellung der Nematodenarten, die durch den Anbau von Hanf reduziert werden konnten, ist im Anhang in einer Feindpflanzentabelle aufgezeigt.

Hanf zeigte sich jedoch empfindlich gegenüber *Pratylenchus penetrans*, *M. incognita*, *H. schachtii* und *Paralongidorus maximus* (KOK ET AL. 1994, MCPARTLAND 1996).

Von Vorteil ist, dass Hanf auf derselben Fläche für mehrere Jahre angebaut werden kann ohne augenscheinliche Krankheitserscheinungen. Da Hanf nicht nahe mit anderen Anbaukulturen verwandt ist passt diese in viele Fruchtfolgen (ANONYM 1999).

Sudangras (*Sorghum sudanese*)

In Sudangraspflanzen (siehe Bild rechts) sind cyanogene Glykoside enthalten, die Dhurrine heißen. Dieser Stoff ist selbst nicht toxisch und erst nach Verwundung wird Blausäure freigesetzt (Hydrogen Cyanide (HCN)) (MATILE 1984). So wird dieser Stoff bei der Zersetzung im Boden zu Blausäure abgebaut (WIDMER & ABAWI 2002, 2). Blausäure ist für Nematoden toxisch (THORNE 1961 IN: MOJTAHEDI ET AL. 1993) und wurde als der primäre Mechanismus der Nematodenregulierung mit Sudangras erkannt (WIDMER & ABAWI 2000, 1).

Insbesondere die Gattung *Meloidogyne* konnte durch Sudangras reguliert werden. In Versuchen waren alle Sudangras-Sorten nicht Wirtspflanzen von *Meloidogyne hapla* (MOJTAHEDI ET AL. 1993, VIAENE & ABAWI 1998, BIRD 1999). Es fand keine Vermehrung an den Pflanzen statt. *Meloidogyne chitwoodii* konnte durch einige Sudangrassorten unterdrückt werden (MOJTAHEDI ET AL. 1993, SATTEL ET AL. 1998, INGHAM ET AL. 1999, RIGA ET AL., OCKEY & THOMSON). In Kanada wurden jedoch hohe Populationsdichten von *Pratylenchus penetrans* an Sudangras beobachtet (MCGUIRE 2002).

Insbesondere bei der Gründüngung mit Sudangraspflanzen könnte die Population von *M. hapla* deutlich reduziert werden (VIAENE & ABAWI 1998, WIDMER & ABAWI 2002). Mögliche Gründe dafür sind zum einen durch den bodenlebenfördernden Effekt der Gründüngung zu erklären und zum anderen durch die Abgabe toxischer Stoffe bei der Zersetzung von Sudangraspflanzen (VIAENE & ABAWI 1998, MOJTAHEDI ET AL. 1993).

Es wurde festgestellt, dass die Dhurrinkonzentration in den Blättern der Pflanze höher ist als in den Wurzeln (MOJTAHEDI ET AL. 1993). Gewächshausversuche haben gezeigt, dass bei der Einarbeitung von jüngeren Sudangraspflanzen der reduzierende Effekt größer ist als bei 3 Monate alten Pflanzen. Der Blausäuregehalt ist vor einer Wuchshöhe von 45 bis 60 cm erreicht (DUKE 1983, VIAENE & ABAWI 1998) und kurz nach dem Frost sehr hoch (MCGUIRE 2002). Die Höhe der Dhurrinkonzentration hängt auch von der Witterung und dem Stickstoffgehalt im Boden ab (VIAENE & ABAWI 1998).



INGHAM ET AL. 1999 empfiehlt, die Pflanzen erst nachdem sie Stress ausgesetzt waren (wie z.B. Aussetzen der Bewässerung oder Frost) in den Boden einzuarbeiten. Es wird vermutet, dass Stress die Dhurrin Gehalte maximiert und dass Dhurrin in Blausäure zerfällt (INGHAM ET AL. 1999). Andererseits wird beschrieben, dass Sudangras vor dem ersten Frost in den Boden eingearbeitet werden sollte.

Das Problem dieser frostempfindlichen Kultur ist die zu Kurze Vegetationszeit. Sudangras sollte Idealweise nach der Hauptkultur im Sommer angebaut werden, um dann nach einer 6 bis 8 wöchigen Standzeit im Herbst eingearbeitet zu werden (VIAENE & ABAWI 1998). In den Gemäßigten Breiten ist die Vegetationsperiode dafür aber in den meisten Jahren zu kurz. Daten zu den Eigenschaften von Sudangras siehe Tabelle im Anhang.

Einsatz von *Tagetes* als Feindpflanze

Wirkmechanismus

Wurzeln von *Tagetes* enthalten Terthiophene, eine Substanz mit starker nematizider Wirkung. Diese Stoffe befinden sich in hohen Konzentrationen in einem geballten Ring von Zellen der Endodermis in der Wurzel. Beim Anstechen oder Eindringen der Nematoden in diese Wurzelzellen der Endodermis wird eine Reaktion ausgelöst, die Peroxidasen bildet. Diese Peroxidasen reagieren in Kombination mit Terthiophenen wobei Ozon gebildet wird. Das aggressive Ozon verbrennt dann die Nematoden (ANONYM 1997, LUNG & FRIED 1997, SANFTLEBEN 2001, GOMMERS & BAKKER 1988). Nur die Nematoden, die bis in die Zellen mit den Terthiophenen gelangen können, setzen diesen Prozess in Gang (Anonym 1997). Hierzu gehören vor allem die endoparasitisch lebenden Gattungen wie z.B. *Pratylenchus*. EL-ZAWAHRY ET AL. 1998 haben festgestellt, dass vor allem die männlichen Nematoden von *Pratylenchus penetrans* im Gegensatz zu den weiblichen und Larven durch den Anbau von *Tagetes* reduziert wurden.

Wirkung

Tagetes ist als Feindpflanze (siehe Bild rechts, *Tagetes patula*) in der Lage, den Besatz vor allem an Wurzelnematoden (*Pratylenchus*- und *Paratylenchus*- Arten) im Boden deutlich zu reduzieren (u.a. HOFFMANN 1994, LUST 1987, BÖRNER 1997). Verschiedene Praxisversuche zeigen bisher je nach *Tagetes*sorte und Länge der Anbauzeit Befallsreduktionen der Wurzelnematoden von bis zu 90 % und mehr (u.a. FRIED & LUNG 1994, OOSTENBRINK ET AL. 1957, LUNG & FRIED 1997, FABY & THEMANN 1999, EVENHUIS & KORTHALS 2002, SCHAAF 2000, ARNDT 2001, ANONYM 1997, HIRLING 1977, ALEXANDER & WALDENMAIER 2002, REYNOLDS ET AL 2000; EL-ZAWAHRA ET AL. 1998, BALL-COELHO ET AL 2003).

Um den Boden merklich zu entseuchen, müssen *Tagetes* großflächig gesät oder gepflanzt werden. Die beste Wirkung ist zu erwarten, wenn die Pflanzen vom Frühling bis in den Herbst auf der betroffenen Fläche stehen. Für eine gute Nematodenbekämpfung sollte *Tagetes* jedoch mindestens 3 Monaten auf der Fläche stehen (STEIN 2000, MEYER 2000, REGNAT 1997, OOSTENBRINK et al. 1957, REYNOLDS ET AL. 2000).

Bei einer Saat von *Tagetes* Ende Mai zeigte sich ein Effekt erst Mitte August und ein deutlicher Einfluss erst Mitte September - eine zweimonatige Standdauer im Frühjahr zeigte keine Effekte (OOSTENBRINK et al. 1957). Ab welchem Entwicklungsstadium von einer ausreichenden Wirkung ausgegangen werden kann, ist noch nicht genau bekannt (FABY & THEMANN 1999).

Die nematiziden Stoffe der *Tagetes* werden auch in den Boden abgegeben. Möglicherweise tragen sie zum Schutz benachbarter und nachfolgender anfälliger Pflanzen bei. Die nematiziden Stoffe befinden sich in den Wurzeln und im Laub der Pflanzen (CHITWOOD 1992, TANG ET AL. 1986). Nach SCHENK & WIJSMÜLLER 1991 können jedoch die Stoffe nur in der Pflanze und nicht im Boden wirken. Die nematiziden Stoffe sind außerhalb der Wurzel inaktiv, da sie ihre Reaktionsenergie aus der lebenden Pflanze



benötigen. Außerdem werden diese Stoffe wegen ihrer Struktur schnell von Mikroorganismen im Boden aufgebraucht (SCHENK & WIJSMÜLLER 1991).

Trotzdem konnten in verschiedenen Versuchen nach einem einjährigen Anbau von *Tagetes* nachhaltige Wirkungen in den Folgejahren festgestellt werden (FRIED & LUNG 1994, REYNOLDS ET AL. 2000, PLOEG 2002). Bei FRIED 1994 könnte z.B. eine 1,5 Jahre, bei REYNOLDS ET AL 2000 eine 2 Jahre anhaltende Wirkung festgestellt werden. Wie diese Langzeitwirkung zustande kommt, ist derzeit noch nicht geklärt. Ob durch eventuelle Abbauprodukte der *Tagetes*-Biomasse oder ob die direkte Wirkung der Terthiophene so nachhaltig ist, konnte bisher nicht nachgewiesen werden (FRIED & LUNG 1994).

Wirkung der verschiedenen Tagetessorten

Die meisten Tagetessorten zeigen eine gute bis sehr gute Wirkung gegen Nematoden der Gattung *Pratylenchus*. Eine Literaturzusammenstellung (Tabelle siehe Anhang) zeigt, welche Tagetessorten auf welche Nematodengattungen/arten wirken. Insbesondere bei der Gattung *Meloidogyne* gibt es unterschiedliche Untersuchungsergebnisse, welche Tagetessorten bei welchen Nematodenarten eine Wirkung zeigen. Die verschiedenen Versuchsbedingungen sowie weitere Einflussfaktoren bedingen sicherlich unterschiedliche Effekte. So sind z.B. Laborversuche oft nicht ins Freiland übertragbar.

PLOEG & MARIS 1998-1999 haben z.B. herausgefunden, dass in Gewächshausversuchen die Bodentemperatur eine große Rolle bei der Bekämpfung von verschiedenen *Meloidogyne*-arten spielt. Bei Temperaturen unter 16°C konnte nur eine Tagetessorte die *Meloidogyne*-population reduzieren als bei Temperaturen zwischen 20 und 30°C. Die in der Tabelle gezeigte Wirkung gegen die Art *Meloidogyne hapla* konnte bisher im Freiland aus Erfahrungen von Landwirten nicht bestätigt werden. Intraspezifische Unterschiede in den Pflanzen und Nematoden spielen sicherlich eine weitere Rolle (PLOEG 1999, SUATMADIJ 1969).

Nach holländischen Erkenntnissen zeigt *Tagetes* keine Wirkung gegen Zysten- und Wurzelneematoden, sie können sich aber auch nicht an ihnen vermehren. Trichodoriden sind Nematoden, die sich an *Tagetes* vermehren können. Die Art *Paratrichodorus terres* kann sich sehr gut an *Tagetes* vermehren (ANONYM 1997). Im Gewächshaus konnten jedoch starke Rückgänge von *Meloidogyne spp.* nach einem zweimonatigen Anbau von *Tagetes* erzielt werden (REGNAT 1997). PLOEG & MARIS 1998-1999 vermuten, dass der Wirkmechanismus gegen *Meloidogyne incognita* ein anderer ist als gegen *Pratylenchus spp.*, da Wurzelneematoden nicht bis zur Wurzelmitte gelangen. Nach GOMMERS & BAKKER 1988 sind v.a. Ektoparasiten Nematodenarten, für die *Tagetes* eine Wirtspflanze ist. Diese ernähren sich von Teilen der Wurzel (Rhizodermis, Wurzelspitze), die keine Terthiophene enthalten. Untersuchungen, für welche Arten/Gattungen *Tagetes* eine Wirtspflanze ist, werden in der Literatur z.T. sehr kontrovers diskutiert und sind noch klärungsbedürftig (LUNG ET AL 1997).

Sortenwahl

Bisher wird in der Praxis meistens eine Mischung im Verhältnis 1:1 von *Tagetes patula* und *T. erecta* empfohlen. Die wirksamere Sorte *T. patula* weist eine stärkere nematizide Wirkung auf, ist aber niedrig wachsend und langsamer in der Jugendentwicklung. So kann sie das Unkraut bis zum Bestandeschluss nicht so stark unterdrücken. Die hoch wachsende Sorte *T. erecta* dagegen unterdrückt das Unkraut früher und entwickelt die größere Grünmasse zur Verbesserung der Humusmenge.

Weitere vergleichende Daten zu den verschiedenen Sorten siehe Tab. 4.

Tab. 4: *Tagetes*sorten im Vergleich: Wuchs, Anbau, Kosten, Wirkung

Eigenschaften	Tagetesarten /arten			
	<i>T. erecta</i>		<i>T. patula</i>	<i>T. minuta</i>
	<i>T. erecta</i>	<i>T. patula</i>	Sorte <i>Single Gold</i>	Sorte <i>Nemanon</i>
Aussaatmengen kg/ha*	5 – 8	6 – 10	6 – 12	1,5 – 4
Kosten €/ha**	150 – 240	300 – 500	600 – 1200	225 – 450
Bestandshöhe	60 – 90 cm	25 – 50 cm	50 – 60 cm	150 – 300 cm
Beikrautunterdrückung	anfangs gering dann hoch	insgesamt sehr gering	hoch	sehr hoch
Grünmassenentwicklung	hoch (ca. 120 t/ha)	niedrig (ca. 60 t/ha)	hoch (ca. 120 t/ha)	sehr hoch
effektive Org. Masse	ca. 3.800 kg/ha	ca. 1.900 kg/ha	ca. 3.800 kg/ha	
Wurzelarchitektur	Feinwurzelsystem	sehr dichtes Feinwurzelsystem	Feinwurzelsystem	grob und wenig verzweigt bei Wassermangel
nematizide Wirkung	gut	sehr gut	sehr gut	schlecht ***

* Aussatmenge variiert je nach Zeitpunkt der Aussaat und Ausbringungstechnik

** mittlere Kosten der verschiedenen Anbieter von *Tagetes*saatgut

*** möglicherweise bei langer Trockenheit und nied. Grundwasserstand, da Wurzelsystem nicht ausgebildet (in Holland wurden in Versuchen gute Wirksamkeiten erzielt)

Quellen: FRIED & LUNG 1994, FABY & THEMANN 1999, STEIN 2000, LUNG ET AL 1997, ANONYM 1997, LÖSING 1995, RÄUBER 1997

Vor allem die *Tagetes patula* Hybride 'Single Gold', mit einer höheren und rascheren Pflanzenentwicklung als die üblichen *T. patula* Sorten zeigt einen sehr guten Wirkungsgrad gegen Nematoden (RÄUBER 1997).

Wuchsverhalten/Saattermin/Vorraussetzungen

Tagetes ist ein Schnellkeimer. Schon nach 4 Tagen sind die Keimpflanzen zu sehen. Die Entwicklung der Pflanze danach ist jedoch sehr träge. Etwa 3 Wochen nach der Keimung steht das Wachstum der Pflanze praktisch still. Erst nach 8 bis 10 Wochen ist die Bestandesdichte erreicht und die Pflanze fängt an zu blühen. Anfangs entwickeln sich die Wurzeln im Boden sehr schnell. Nach 5 Wochen sind sie bis zu einer Tiefe von 30 cm vorgedrungen. (ANONYM 1997, FABY & THEMANN 1999)

Tagetes ist gegen Nachtfröste empfindlich und benötigt als tropische Pflanze hohe Lichtintensitäten. Daher empfiehlt sich eine Aussaat erst ab dem 10. Mai. Der späteste Saattermin liegt beim 20. Juli, da sich sonst die *Tagetes*pflanze nicht mehr vollständig entwickeln kann und so die Wirkung gemindert wird (ANONYM 1997).

Durch die starke Bewurzelung und das Mulchmaterial, das im Winter stehen bleibt hinterlässt *Tagetes* auch nach einem niederschlagreichen Winter im folgenden Frühjahr eine gute Struktur. Voraussetzungen für eine gute Bekämpfung der Nematoden sind eine gute und flächige Durchwurzelung des Bodens sowie feuchte Bodenverhältnisse, damit die Samen schnell keimen können. Ein feinkrümeliger Oberboden ist erforderlich, da *Tagetes*saamen flach eingesät werden. (ANONYM 1997)

Integrierung in die Fruchtfolge

Verschiedene Möglichkeiten ergeben sich *Tagetes*, mit in die Fruchtfolge einzubauen (u.a. ANONYM 1997, SUATMADJI 1969):

- Anbau als Vorfrucht im Frühjahr
- Anbau als Hauptfrucht: ist am effektivsten, da die *Tagetes*pflanzen ausreichend Zeit zur Entwicklung haben
- Anbau als Herbstzwischenfrucht (zwischen einer sehr frühen und einer sehr späten Frucht): bei günstigen Wetterbedingungen kann eine späten Saat auch effektiv sein

- Anbau als Untersaat: bei vielen Kulturen kommt es zur Konkurrenz zwischen *Tagetes* und der Hauptfrucht, wobei dann der nematodenreduzierende Effekt von *Tagetes* nicht mehr gegeben ist (auch MILLER & AHRENS 1969)

Aussaart/Anbau

Die Aussaatstärke variiert in der Literatur teils erheblich (siehe Tab. 4). Diese hängt u.a. vom Saatzeitpunkt, der Ausbringungstechnik und der *Tagetes*essorte ab. Je früher *Tagetes* gesät wird, desto mehr Saatgut sollte eingesetzt werden.

Die Aussaat ist durch die sehr langen dünnen Samen (siehe Bild rechts) technisch schwierig, da die Samen sehr leicht miteinander verhaken.



Die Aussaat mit einer einfachen Drillmaschine ist nicht ganz einfach. Daher eignen sich eher pneumatische Sämaschinen (FABY & THEMANN 1999). In Holland werden pneumatische Sämaschinen mit einem speziellen Rührmechanismus im Saatgutbunker speziell für die *Tagetes*aussaat eingesetzt.

Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass kleine Flächen mit der Hand oder einem Handsäwagen ausgesät werden (z.B. Sand-Samen-Gemisch) oder eine Ausbringung der Samen mit dem Schleuderstreuer praktiziert wird. Zuvor empfiehlt sich eine Bodenbearbeitung mit der Kreiselegge und Packerwalze, nach der Aussaat können die Samen mit der Kreiselegge flach eingearbeitet werden. Problematisch ist bei diesen Ausbringungstechniken die Beikrautregulierung, da nicht maschinell gehackt werden kann. Hier wurde in der Praxis nach Auflaufen der Pflanzen in ca. 15 cm Höhe gemulcht. Durch das Köpfen der Pflanzen wird die Bestockung angeregt. Ein zweites Mulchen ist je nach Verunkrautungsstärke möglich. Wird die *Tagetes patula* Hybride 'Single Gold' breitwürfig ausgesät ist der Wirkungsgrad wohl besonders groß, da diese zum einen schnell und gut den Boden bedecken und so das Beikraut unterdrücken und zum anderen die gesamte Fläche gleichmäßig durchwurzelt ist (RÄUBER 1997).

Zur besseren Unkrautbekämpfung ist eher eine Reihensaat zu empfehlen. Hierbei wird ein Reihenabstand von 20 bis 35 cm bei einer Saattiefe von 0,5 bis 1 cm empfohlen (LÖSING 1995, ANONYM 1997). Nach SUATMADJI 1969 kann bei *Tagetes* als Hauptkultur der Reihenabstand bis zu 60 cm betragen, bei später Aussaat sollte er jedoch auf 10 cm reduziert werden.

Aus einem eigenen Anbauversuch der Landwirtschaftskammer NRW wurde in Köln-Auweiler in 2003 *Tagetes patula* ('sparky'- Mischung) mit einer Aussaatstärke ca. 10 kg/ha mit einer Einzelkornsämaschine in Reihe (Reihenabstand von 30 cm) ausgesät. Die Saatgutscheiben wurden dabei entfernt. Hierbei zeigte sich, dass die Samen bei nur halber Füllung der einzelnen Saatgutbunker am wenigsten stark verkletteten und nur durch Klopfen an die Bunker eine optimale Dichte und lückenlose Saat möglich war. Weitere Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die Sämaschine nur bis zu 1/3 gefüllt sein soll und kontrolliert werden sollte, ob und wie viele Samen aus der Maschine fallen, damit eine lückenlose Saat gewährleistet ist.

Beikautregulierung

Durch das langsame Wachstum der Pflanzen am Anfang können sich Beikräuter gut entwickeln. Die ersten Beikräuter kommen etwa eine Woche nach der Saat. *Tagetes* ist dann gerade im Keimstadium. An vielen Beikräuter können sich Nematoden vermehren. Steht also viel Beikraut auf der Fläche, ernähren sich die Nematoden in geringerem Maße an den Wurzeln der *Tagetes* und der Regulierungseffekt der *Tagetes* geht verloren. Eine gute Beikrautregulierung hat so für den Erfolg eine durchschlagende Bedeutung.

Düngung/Nährstoffbedarf

Für eine gute Entwicklung der *Tagetes*pflanzen liegt der Nährstoffbedarf bei 50 bis 100 kg N/ha (ANONYM 1997). Eine Startdüngung direkt mit der Aussaat ist sinnvoll, da *Tagetes* erst 6-8 Wochen nach

der Aussaat besser wächst. FABY & THEMANN 1999 empfehlen eine N- Düngung 2 bis 3 Wochen nach der Aussaat mit 40 kg/ha.

Organische Masse

Tagetes hat je nach Sorte einen mehr oder weniger guten Gründüngungseffekt. Bei niedrigen Sorten beträgt die absolute Grünmasse (60 t/ha) etwa die Hälfte im Vergleich zu den hochwachsenden Sorten (Angaben dazu siehe Tab. 4). Bei einer Trockenmasse von 125 g/kg Grünmasse werden auf 7.500 kg/ha erreicht. Wenn man davon ausgeht, dass $\frac{1}{4}$ der Trockenmasse nach einem Jahr noch im Boden ist, beträgt die effektive organische Masse bei niedrigen Sorten ca. 1.900 kg/ha. (ANONYM 1997)

Einarbeitung/Abfuhrzeitpunkt

Tagetes kann nach dem Abfrieren über Winter als bodenschützende Gründüngung stehen bleiben. Bei lückigem gefrorenem Boden wird *Tagetes* besser erst im Frühjahr eingearbeitet (ANONYM 1997). Hochwachsende Sorten werden am besten vor dem Fräsen gehäckselt, wobei die niedrigeren Sorten direkt eingefräst werden können.

REYNOLDS ET AL. 2000 haben keine signifikanten Unterschiede in der Nematodenreduktion in Abhängigkeit von dem Abfuhrzeitpunkt der *Tagetes* im August, September oder durch Stehenlassen über Winter festgestellt. Das Stehenlassen über Winter ist wegen der geringeren Nitratauswaschung und der Stickstoffverlustes positiv zu bewerten.

FABY UND THEMANN 1999 haben jedoch bei Ihren Untersuchungen festgestellt, dass das Belassen der *Tagetes* über Winter zu einer leicht stärkeren Nematodenreduktion führte. Der Ertrag im Folgejahr war jedoch im Gegensatz zum Einarbeiten der *Tagetes* im September geringer.

Insgesamt ist noch unzureichend geklärt, ob Unterschiede in der nachhaltigen Wirkung bei Einarbeitung, Abräumen oder Stehenlassen der *Tagetes* über Winter bestehen.

Problematik/Nachteile beim Einsatz von *Tagetes*

Da *Tagetes* Schnecken anlockt, kann es hier, je nach Fläche, zu Fraßschäden und Vermehrung von Schnecken kommen. (vgl. BESSELMANN 2001a,b, STEIN 2000, ANONYM 1997, FABY & THEMANN 1999, FRIED & LUNG 1994, OOSTENBRINK ET AL. 1957/l).

MCKENRY 1988, 1991 berichtet von phytotoxischen Effekten der *Tagetes*pflanzen. Diese konnten von anderen Untersuchungen jedoch nicht bestätigt werden (u.a. PLOEG 1999, BONNIE ET AL. 2001). Auch wurde die Vermutung aufgestellt, dass Stoffe der *Tagetes* die Population von Mikroorganismen im Boden verringern (TOPP et al. 1998). Dies konnte bei dieser Untersuchung jedoch nicht bestätigt werden.

Fangpflanzen

Fangpflanzen sind gute Wirtspflanzen, die angebaut werden, um sedentäre Endoparasiten zur Entwicklung anzuregen. Der Nematode dringt in die Wurzel ein und nach Induzierung des Nährgewebes kann dieser die Wurzel nicht mehr verlassen. Die Pflanzen werden durch Einfräsen oder Umbruch in den Boden zerstört, bevor die vollständige Entwicklung der Nematoden abgeschlossen ist. So kann dies zu einer Verminderung der Population führen (HEINICKE & WARNECKE 2002, SASSER 1971)

Der Einsatz ist jedoch sehr schwierig zu terminieren. Wurden vor dem Umbruch Eier produziert, kommt es trotzdem zur Vermehrung der Population. Um den optimalen Umbruchtermin zu finden, hat daher das Pflanzenschutzamt Hannover auf Feldversuchen die Dauer des Entwicklungszyklus von *Meloidogyne hapla* anhand der Temperatursummenkurve in Freilandversuchen überprüft. Der Entwicklungszyklus war nach 55 Tagen bei einer Bodentemperatursumme von 432°C in 20 cm Bodentiefe abgeschlossen. Der Umbruch muss jedoch einige Wochen vor Erreichen der Temperatursumme erfolgen, da die Nematoden sich auch nach dem Umbruch noch an dem vorhandenen Wurzelwerk fertig entwickeln können (HEINICKE & WARNECKE 2003).

Versuche einer Versuchsstation im südlichen Wales haben bei Fangpflanzenversuchen gegen den Kartoffelnematoden *Globodera rostochiensis* eine Reduzierung der Population um 75 % erreicht. Optimale Ergebnisse wurden erzielt, wenn nach sechs Wochen die Pflanzen vom Feld entfernt wurden. Ab der vierten Woche sollten die Wurzeln der Kartoffeln alle drei oder vier Tage nach weißen stecknadelgroßen

Nematodenweibchen kontrolliert werden. Wenn die ersten Weibchen der Kartoffelnematoden an der Hauptwurzel sichtbar sind, müssen die Pflanzen aus dem Boden (WHITEHEAD 1994). Auch LAMONDIA 1996 hat bei Versuchen Populationsrückgänge von *Globodera tabacum tabacum* von bis zu 80 % erreicht (LAMONDIA 1996).

Nach SIKORA & SCHUSTER 2000 ist grundsätzlich eine 50 %ige Reduktion möglich. Nachteile neben der schwierigen Terminierung des Umbruchs sind, dass die Fläche nicht für den Anbau von einträglichen Kulturen genutzt werden kann. Auch können freilebende endo- und ektoparasitische Nematoden nicht bekämpft werden, da diese nach Umbruch wieder aus der Wurzel wandern können.

Im Ökologischen Anbau sind Kulturen, die den Boden schnell und gut durchwurzeln sowie eine schnelle Bedeckung des Bodens zur Unkrautunterdrückung ermöglichen, wie z.B. Ölrettich, als Fangpflanzen besonders geeignet.

Fangpflanzen konnten sich bisher in der Praxis wegen des zu hohen Risikos nicht durchsetzen (MÜLLER 1985, SASSER 1971).

Physikalische Maßnahmen

Zu den physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen gehören die Dämpfung, Heißwasserbehandlung von Pflanz- und Saatgut, Einsatz von transparenten Folien (Solarisation) und Überflutung. Im Unterglasanbau ist das Dämpfen z.B. eine wichtige Maßnahme gegen Nematoden. In den unteren Bodenschichten ist aber keine Nematodenfreiheit zu garantieren (ARNDT 1994). Außerdem ist bei nur kurzzeitiger Wirkung ein sehr hoher Energieaufwand nötig und die meiste Zeit sind Nematoden im Pflanzengewebe geschützt (SIKORA & SCHUSTER 2000). Ein weiterer Nachteil der meisten physikalischen Maßnahmen ist, dass auch die natürlichen Gegenspieler abgetötet werden.

Biologische Bekämpfung/Einsatz von Antagonisten

Im Gemüsebau werden von Forschungseinrichtungen im In- und Ausland zum größten Teil in-vitro-Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung von Nematoden durchgeführt. Erste Produkte werden derzeit in der Praxis getestet.

Die bedeutendsten Antagonisten (natürliche Gegenspieler) von pflanzenparasitären Nematoden sind Pilze und Bakterien. Hierbei sind ca. 160 Pilzarten bekannt, die sich teilweise oder ausschließlich von Nematoden ernähren (DOWE 1987). Nematophage Pilze kommen in fast jedem natürlichen Boden und darüber hinaus in einer Reihe anderer Substrate vor. Sie spielen als Antagonisten von Nematoden eine große Rolle (vgl. DOWE 1987, ROSE 2000, ARNDT & LEUPRECHT 1994, VOSS 1988, LOHMANN 1989, LEIJ 1992). Nematophage Pilze sind bei solchen Nematoden am wirksamsten, die sich frei beweglich auf dem Erdboden bzw. nahe der Erdoberfläche bis 5 cm aufhalten. Mit der Tiefe nimmt die Effizienz der Antagonisten ab; sie reicht nur bis 20 cm (KRIEG & FRANZ 1989).

Rhizobakterien insbesondere *Pseudomonas spp.* und *Bacillus spp.* wurden aufgrund der leichten Formulierbarkeit (Sporenbildung) und der komplexen phytosanitären Wirkung als potentielle Nutzorganismen gegen Nematoden erforscht (vgl. SUSLOW & SCHROTH 1982, BOCHOW 1990, STIRLING 1991, MANKAU 1980a,b, WINKELHEIDE 1994).

Weitere Antagonisten von phytoparasitären Nematoden sind u.a. Viren, Protozoen (KRIEG & FRANZ 1989), Springschwänze, Bodenmilben (ARNDT & LEUPRECHT 1994, KARG & GROSSE 1983) und zooparasitische Nematoden (GRUNDER 1999-2000).

3.2 Ergebnisse der Praxiserhebungen

3.2.1 Auswertung der Bodenuntersuchungen

Gattungen und Artenspektrum

Bei den Bodenuntersuchungen wurden insgesamt 17 verschiedene pflanzenparasitäre Nematodengattungen gefunden. Die Nematoden wurden weiterhin auf Artniveau bestimmt. Hier konnten 69 Arten bestimmt werden (Artenliste und alle Gattungen siehe Anhang). Besatzzahlen der Proben liegen ebenso vor.

Die im Gemüsebau stark schädigende Gattung *Pratylenchus* mit vor allem den Arten *P. crenatus*, *P. neglectus* und *P. penetrans* wurde auf 90 % der untersuchten Feldgemüsebau Flächen gefunden. Die Gattung *Meloidogyne* mit den Arten *M. hapla* und *M. naasi* kam auf 50 % der Flächen vor. Weitere pflanzenparasitäre Gattungen waren u.a. *Paratylenchus* auf 55 % und *Trichodorus/Paratrachodorus*, die auf 40 % der Flächen vertreten waren. *Ditylenchus* kam nur auf 5 % der Flächen vor.

Tiere der Gattung *Ditylenchus* sind im Boden nur schwer bestimmbar. Hier wäre eine umfangreiche Erfassung von Pflanzenanalysen notwendig. *Pratylenchus* Arten könnten zum Zeitpunkt der Probenahme in der Wurzel und so nicht im Boden oder mit geringeren Besatzzahlen nachgewiesen werden. Auch bei der Gattung *Meloidogyne* könnten die Werte höher liegen, da *Meloidogyne* bei Probenahmen schwerer zu erfassen ist. So konnten in Proben von Flächen mit offensichtlichem *Meloidogyne*-Schaden (Gallen an den Wurzeln) keine Tiere dieser Gattung nachgewiesen werden.

Die sehr häufig vorkommende Gattung *Tylenchorhynchus* hat keine Bedeutung im Gemüsebau. Weitere relative Häufigkeit der Gattungen siehe Abb. 4.

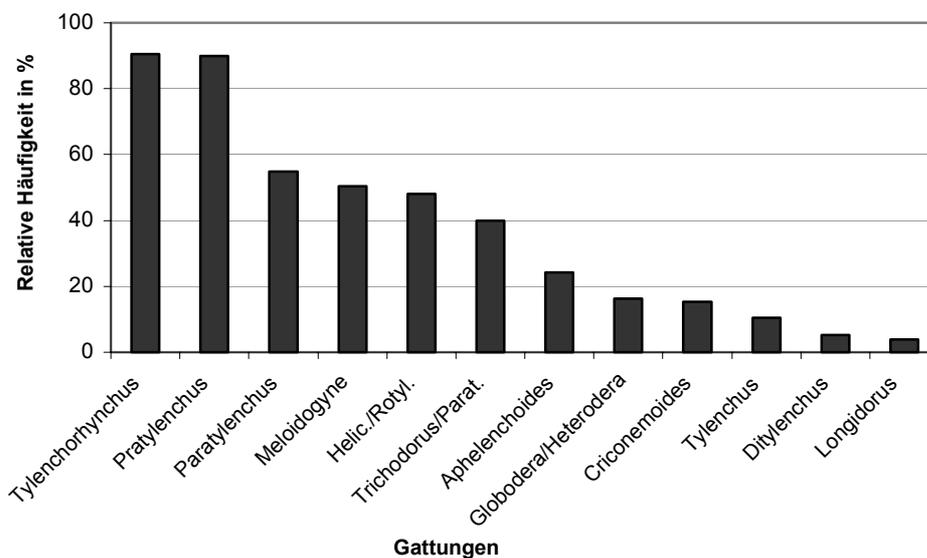


Abb. 4: Relative Häufigkeit aller pflanzenparasitärer Nematodengattungen in den untersuchten Proben (n=207)

Neben den pflanzenparasitären Nematoden kamen auf 15 % der untersuchten Flächen entomopathogene (nützliche) Nematoden der Gattung *Steinernema* vor. Saprophage Nematoden der Gattung *Acrobelles* kamen auf 20 und der Gattung *Dorylaimus* auf 4 % Flächen vor. Räuberische Nematoden der Gattung *Mononchus/Tripyla* wurden nur auf einer Fläche nachgewiesen.

Je nach prozentualen Anteil an der Gesamtindividuenzahl der Gemeinschaft unterscheidet PALISSA et. al. (1979) folgende fünf Dominanzklassen: über 10 % Eudominant, 5 bis 10 % dominant, 2 bis 5 % subdominant, 1 bis 2 % rezendent und unter 1 % subrezendent.

Nach dieser Klasseneinteilung sind die Gattungen *Paratylenchus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* und *Tylenchorhynchus* eudominante und *Helicotylenchus*/*Rotylenchus* dominante Gattungen (siehe Abb. 5).

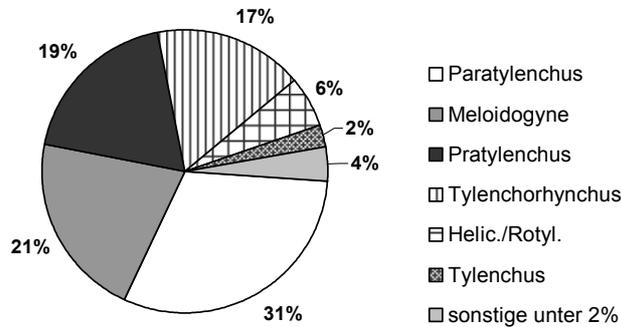


Abb. 5: Dominanzstruktur aller pflanzenparasitärer Gattungen der untersuchten Flächen (n=207)

In Tab. 5 wird deutlich, dass in den meisten Proben mehr als 3 Gattungen je Probe vorkamen.

Tab. 5: Anzahl der Gattungen in den untersuchten Proben (folgende Gattungsgruppen sind dabei jeweils als eine Gattung zusammen gefasst: *Helicotylenchus*/*Rotylenchus*, *Trichodorus*/*Paratrachodorus*, *Globodera*/*Heterodera*) (n=207)

Anzahl der Gattungen	Anteile in %
1	3
2	4
3	19
4	27
5	21
6	16
7	8
8	3

In über 27 % aller Proben kamen die drei Gattungen *Meloidogyne*, *Pratylenchus* und *Paratylenchus* gemeinsam vor (siehe Tab. 6). Die Kombination der Gattungen *Pratylenchus* und *Paratylenchus* sowie die *Meloidogyne* und *Pratylenchus* konnten zusammen nachgewiesen werden. *Meloidogyne* wurde nur in 4 Bodenproben alleine nachgewiesen.

Tab. 6: Vergleich des Vorkommens der Gattungen: *Meloidogyne*, *Pratylenchus* und *Paratylenchus* (n=199)

Vorkommen/Nachweis	absolut	Anteil in %
<i>Meloidogyne</i> alleine	4	2
<i>Pratylenchus</i> alleine	41	21
<i>Paratylenchus</i> alleine	3	2
nur <i>Meloidogyne</i> und <i>Pratylenchus</i>	41	21
nur <i>Meloidogyne</i> und <i>Paratylenchus</i>	5	3
nur <i>Pratylenchus</i> und <i>Paratylenchus</i>	51	26
alle drei Gattungen	54	27
Gesamt	199	100
Alle Proben	207	96

Hier zeigte sich, dass die stark schädigenden Nematodengattungen sehr häufig gemeinsam auf den Flächen vorkamen. Die Regulierung mit der Fruchtfolge wird daher umso schwieriger, da jede Art ein unterschiedliches Wirtspflanzenspektrum hat.

Nematodenbesatz (in Nematoden/100 ml Boden)

Am häufigsten wurden geringe Befallsgrade (zwischen 1 und 20 Tieren in 100 ml Boden) vorgefunden. Die Gattung *Pratylenchus* zeigte im Vergleich zur Gattung *Meloidogyne* anteilig höhere Befallsgrade. Einfluss auf die Höhe des gefundenen Nematodenbesatzes haben verschiedene Faktoren wie z.B. der Zeitpunkt der Probenahme und der Bewuchs zum Zeitpunkt der Probenahme.

Auch bei geringen Befallsgraden der untersuchten Probe konnten starke Ertragseinbußen auf den Flächen beobachtet werden (insbesondere bei der Gattung *Meloidogyne*).

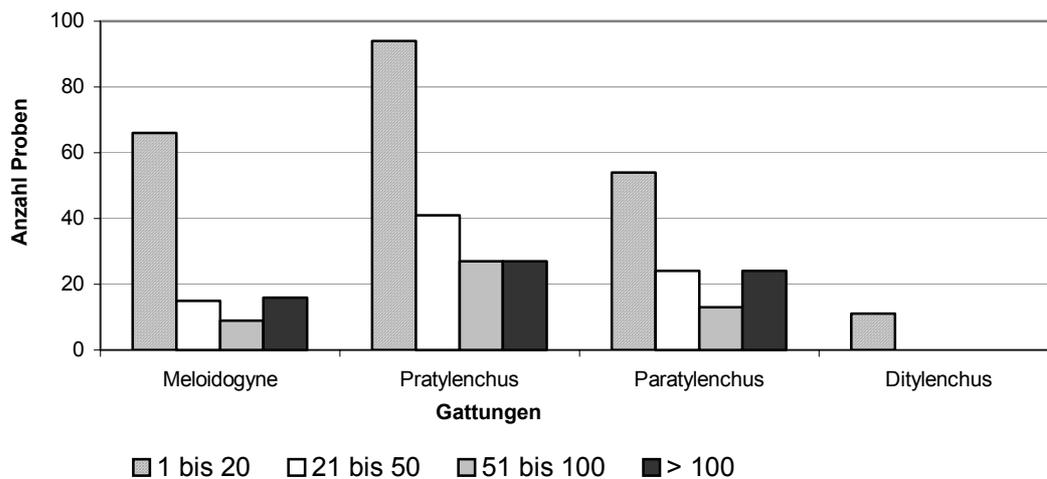


Abb. 6: Nematodenbesatz (Nematoden/100 ml Boden) eingeteilt in 4 verschiedene Klassen der dominanten Nematodengattungen und *Ditylenchus* in den untersuchten Proben (n=207)

3.2.2 Auswertung der Betriebs- und Flächenerhebungen

Insgesamt konnten Fragebögen von 143 Gemüseanbau Flächen 40 verschiedener Betriebe aus 7 verschiedenen Bundesländern ausgewertet werden. Bei allen Betrieben, die an dem Projekt beteiligt waren, konnten auf den Flächen Bodenproben genommen und analysiert werden. Die folgende Auswertung der Flächenanalysen bezieht sich auf 109 Flächen, bei denen das Nematodenproblem bekannt ist und das Schadensausmaß von den Landwirten angegeben wurde.

Tab. 7: Anzahl der Fragebögen, die ausgewertet werden konnten

Bundesländer	Anzahl Betriebe	Anzahl Flächen ges.	Flächen mit bekannten Problemen
Brandenburg	2	10	9
Baden-Württemberg	5	20	15
Bayern	2	10	8
Hessen	9	30	24
Niedersachsen	4	10	9
Nordrhein-Westfalen	13	40	29
Schleswig-Holstein	5	23	15
Gesamt	40	143	109

Betriebsanalyse

Folgende Kreisdiagramme zeigen die Struktur der untersuchten Betriebe mit Nematodenproblemen. Die Hälfte der Betriebe hatten eine Größe zwischen 11 und 70 ha, knapp ein viertel waren größere Betriebe (über 70 ha) und über ein viertel kleinere Betriebe (unter 10 ha) (siehe Abb. 7a). Die meisten Betriebe waren Betriebe mit einem geringen Anteil an Gemüse, danach folgten Betriebe mit 30 bis 40% igem Anteil an Gemüsebau im Betrieb (siehe Abb. 7b).

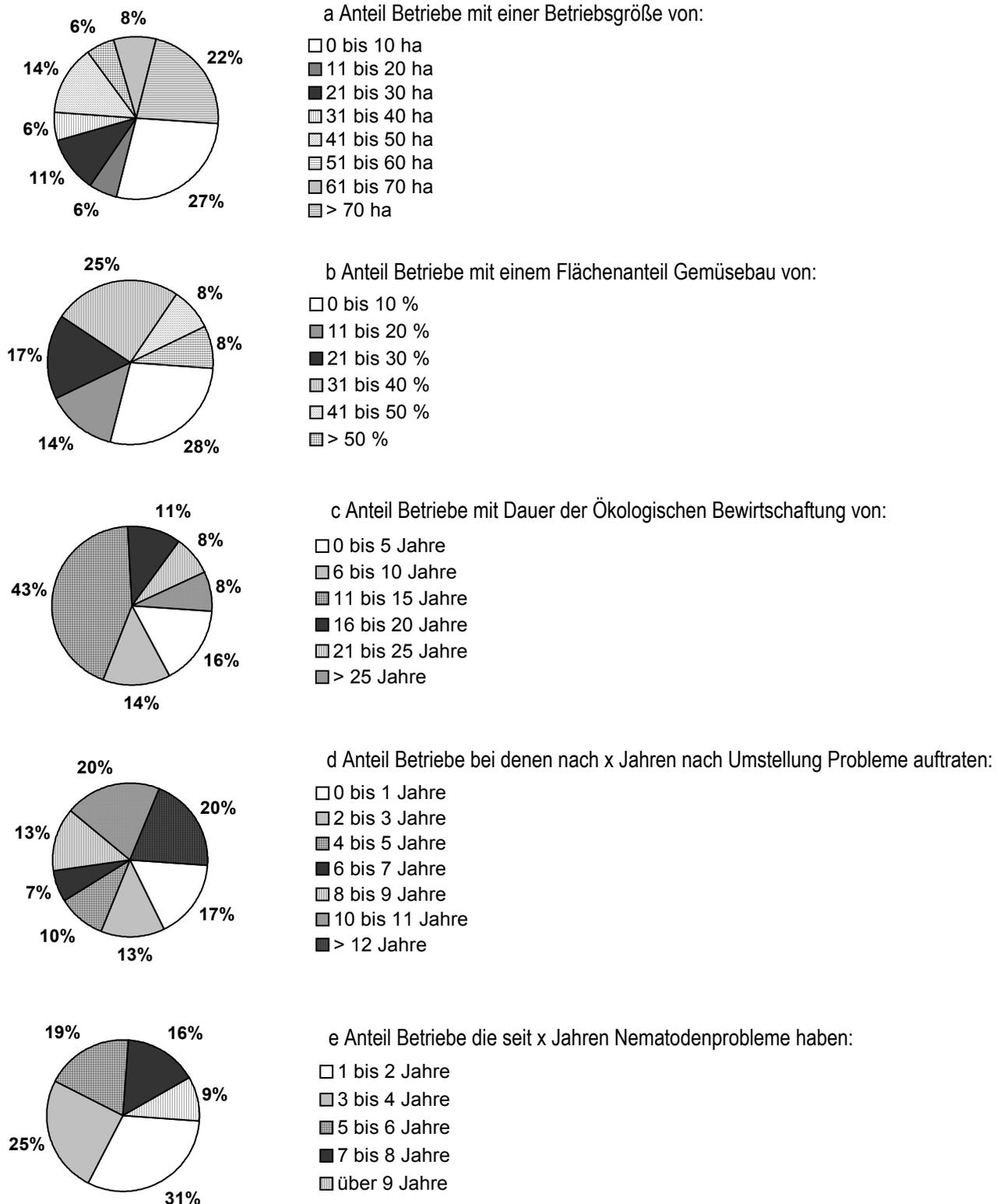


Abb. 7: Betriebsanalyse (Betriebsgrößen, Anteil Gemüsebau, Dauer der ökologischen Bewirtschaftung, Auftreten der Probleme nach Umstellung, Dauer der bestehenden Probleme)

Knapp drei Viertel der Betriebe bewirtschafteten Ihre Flächen seit mindestens 11 Jahren ökologisch (siehe Abb. 7c). 40 % der Probleme traten ab 10 und mehr Jahren nach der Umstellung auf, 17 % hatten bereits Probleme nach dem ersten Jahr der Umstellung (siehe Abb. 7d). Gründe dafür könnten z.B. klimatische Gegebenheiten in Verbindung mit einer neuen Fruchtfolgegestaltung sein oder bereits langjähriger Gemüsebau auf diesen Flächen.

Ein Großer Teil (31 %) der Betriebe hat erst seit 1 bis 2 Jahren anhaltende Probleme mit Nematoden. Etwa ein Viertel der Betriebe haben bereits mindestens 7 Jahre und mehr Probleme mit Nematoden (siehe Abb. 7e).

Klima

Knapp die Hälfte der untersuchten Betriebe lag in Höhen von über 100 m über NN. 40 % der Betriebe lagen in Gebieten mit Jahresdurchschnittsniederschlägen von über 700 mm/Jahr, 38 % über 600 mm/Jahr und die restlichen 22 % unter 600 mm/Jahr.

Schadenskulturen und Schadensmaß

Bei über 60 % der Betriebe war die Möhre die geschädigte Kultur. Darauf folgten mit großem Abstand Sellerie (15 %) und Zwiebel (6%) sowie Salat, Rote Beete und weitere Wurzelgemüse (Pastinake, Schwarz- und Petersilienwurzel).

Bei Möhren ist das Schadbild der Nematoden besonders deutlich zu erkennen. Bei den meisten anderen Kulturen zeigte sich das Schadbild meist weniger deutlich, so dass bei diesen der Schaden (wie z.B. kümmerlicher Wuchs) möglicherweise nicht so oft erkannt wurde (siehe Abb. 8).

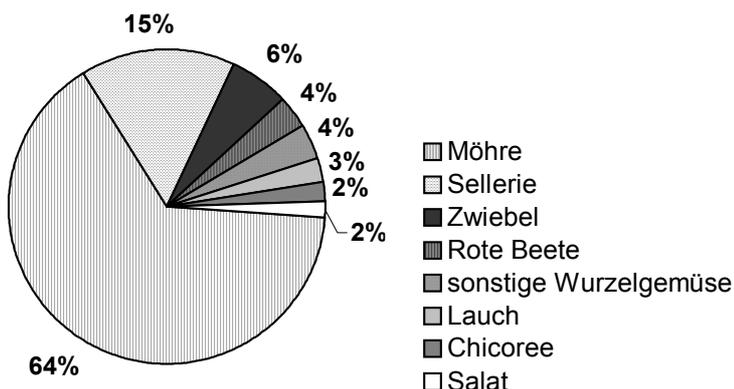


Abb. 8: Prozentuale Verteilung der geschädigten Kulturen der Betriebe

Überwiegend traten an den Kulturen Schadsymptome der Gattung *Meloidogyne* auf, wie u.a. Gallen an den Wurzeln und Beinigkeit (45 %) (siehe Abb. 9). Auf den untersuchten Flächen kam diese Gattung jedoch auf viel weniger Flächen vor. Ein Grund hierfür könnte sein, dass diese Gattung schwieriger zu erfassen ist als andere. Schadsymptome wie weiße und braune Zysten an den Wurzeln ließen auf Zystennematoden (z.B. der nachgewiesenen Gattung *Globodera* und *Heterodera* auf 11% der Flächen) schließen. Die weiteren Symptome wie u.a. Wachstumshemmungen und Wurzelbärte sind nicht speziell auf eine Gattung übertragbar.

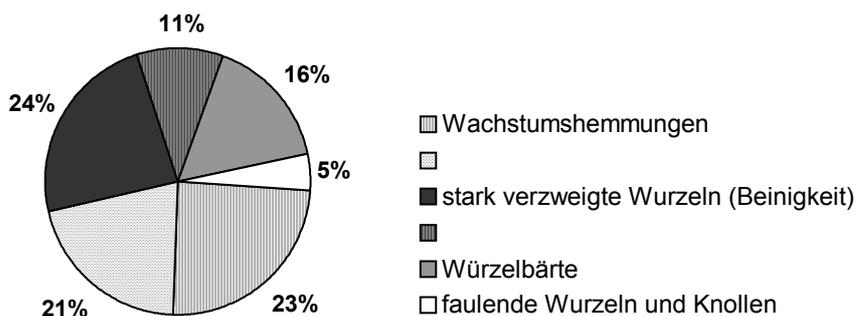


Abb. 9: Erkannte Schadsymptome der geschädigten Kulturen

Die durch Nematoden verursachten Ertragseinbußen sind in drei verschiedene Klassen eingeteilt. Insgesamt waren 87 % der Flächen mit Ertragseinbußen von über 10 % zu verzeichnen. Fast 40 % der geschädigten Kulturen hatten Ertragseinbußen von mehr als 50 % (siehe Abb.10). Bei über 30 % der Flächen konnte die Ware zum Teil nicht mehr vermarktet werden. Davon war die Kultur Möhre auf 21 % der Flächen durch Beinigkeit und kurzen Wuchs nicht mehr vermarktbar. Ebenso nicht vermarktbar waren Sellerie auf 8 % der Flächen bedingt durch Wurzelbärtigkeit und geringe Kopfbildung. Gravierende Unterschiede in der Stärke der Ertragseinbußen der Kulturen konnten nicht festgestellt werden.

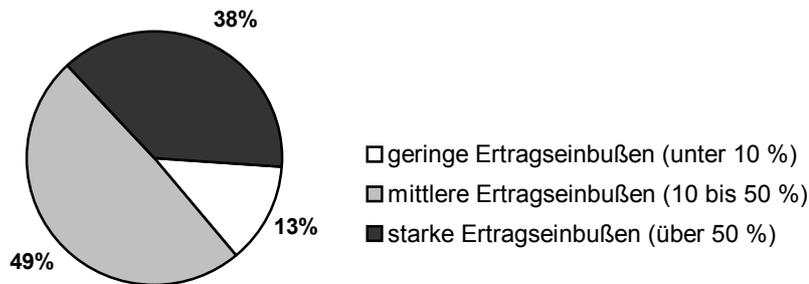


Abb. 10: Durch Nematodenschäden verursachte Ertragseinbußen aller Kulturen der Flächen (n=109)

Verteilung auf der Fläche

Die Schäden traten zu 65 % nesterweise auf den Flächen auf. Auf kleinen Flächen (< 1ha) ist das Verhältnis flächiges Vorkommen zu nesterweisem etwa 1:1. Bei Flächen über einem ha traten 75 % der Schäden nesterweise auf.

Da sich Nematoden nur über sehr kurze Strecken sich selber fortbewegen können ist möglicherweise eine flächige Ausbreitung auf großen Flächen weniger möglich.

Parameter Boden

Insgesamt wurden überwiegend Flächen leichter Standorte beprobt. Über die Hälfte der beprobten Flächen waren Flächen mit der Bodenart Sand, 21 % der Flächen sandiger Lehm und 23 % schwerere Böden der Bodenart Lehm und Ton sowie Böden mit Lößauflage (siehe Abb. 11).

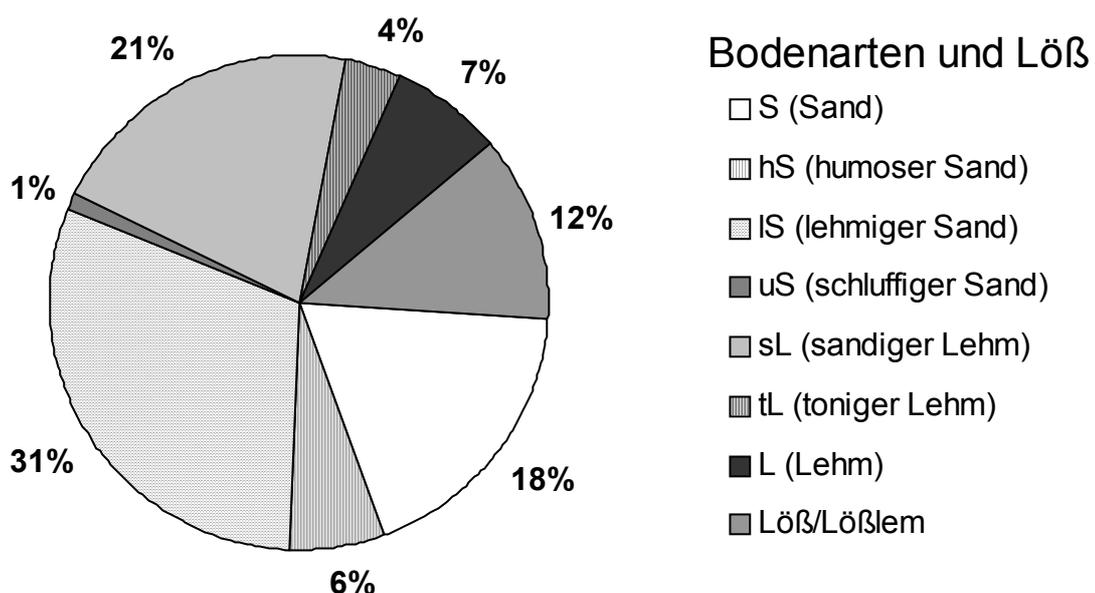


Abb. 11: Anteil der verschiedenen Bodenarten und Löß in % der geschädigten Flächen

Überwiegend starke Ertragseinbußen waren bei der Bodenart Sand und lehmiger Sand zu verzeichnen. Je schwerer die Böden, desto weniger stark waren die Ertragseinbußen (Abb. 12).

Mögliche Gründe sind, dass für die meisten Nematodengattungen in sandigen Böden sehr günstige Lebensbedingungen zur Verbreitung und Vermehrung herrschen.

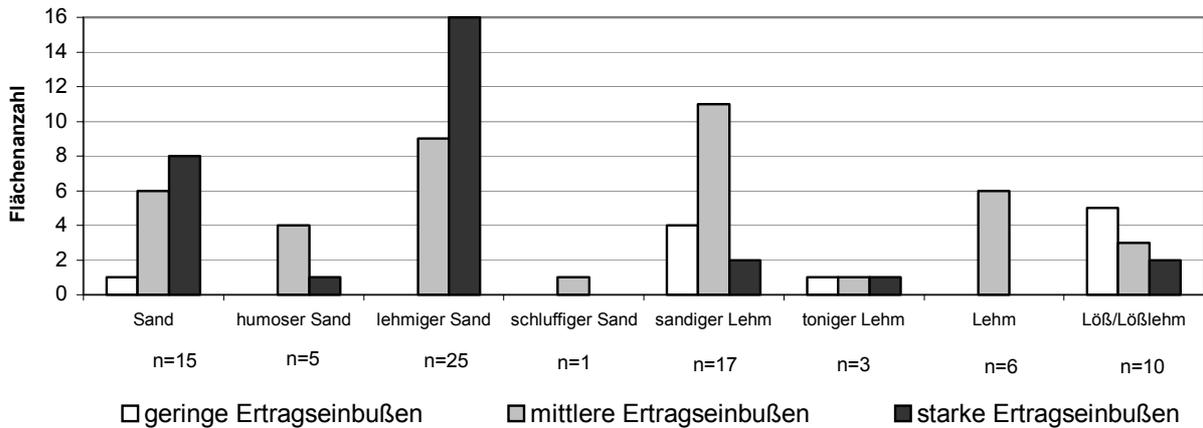


Abb. 12: Prozentualer Anteil der Ertragseinbußen in Abhängigkeit von der Bodenart und Löß

Die Gattung *Meloidogyne* und *Trichodorus/Paratrichodorus* kamen überwiegend auf sandigen, die Gattungen *Pratylenchus* und *Paratylenchus* auch auf schweren Standorten vor (siehe Tab. 8). Bei den Gattungen sind sicherlich auch Unterschiede der einzelnen Arten gegeben, die aufgrund der geringen Stichprobenanzahl nicht verdeutlicht werden können.

Tab. 8: Relative Verteilung einiger Gattungen auf die verschiedenen Bodenarten und Löß in % (n=139)

Bodenart Anteil [n]	S	hS	IS	uS	sL	L	uL	tL	IT	Löß	Lößlehm
Meloidogyne	61	31	57	33	44	17	0	0	100	0	9
Paratylenchus	35	38	66	100	59	17	50	67	100	50	64
Pratylenchus	87	92	86	67	87	17	100	67	100	50	91
Trichodorus/Parat.	52	54	31	33	28	0	50	0	0	0	0
Tylenchorhynchus	83	69	77	100	85	50	100	100	100	50	82
Ditylenchus	0	0	11	0	3	0	0	67	0	0	9

Abkürzungen der Bodenarten siehe Abb. 11

Die pH-Werte lagen bei über der Hälfte der Flächen unter 6 (siehe Abb. 14). Das Vorkommen einiger Nematodengattungen in Abhängigkeit vom pH-Wert zeigte keine gravierenden Unterschiede in der Verteilung. Tendenziell kamen die Gattungen *Meloidogyne* und *Pratylenchus* häufiger auf Flächen mit pH-Werten zwischen 6,1 und 6,5 vor (Abb. 13).

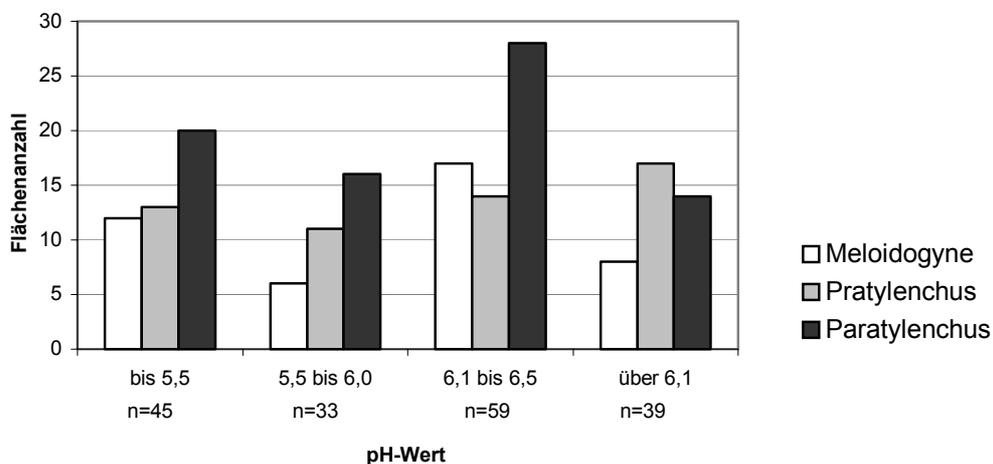
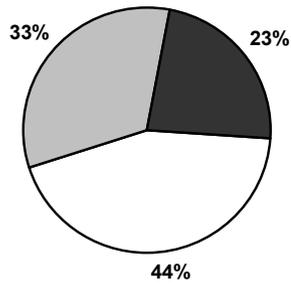
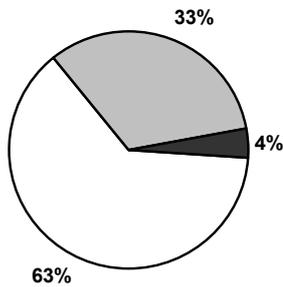


Abb. 13: Vorkommen einiger pflanzenparasitärer Gattungen in Abhängigkeit vom pH-Wert



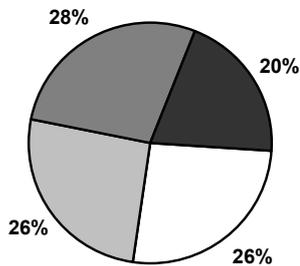
a Anteil der belasteten Flächen mit den Ackerzahlen:

- bis 30
- ▒ 31 bis 60
- ab 61



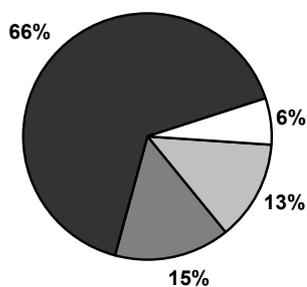
b Anteil der belasteten Flächen einem Humusgehalt von:

- 0 bis 2 %
- ▒ 2,1 bis 3 %
- über 3,1 %



c Anteil der belasteten Flächen mit einem pH-Wert von:

- bis 5,5
- ▒ 5,5 bis 6
- 6,1 bis 6,5
- über 6,1



d Anteil der belasteten Flächen mit einer Bodenbeschaffenheit von:

- ▒ Boden neigt zu Trockenheit und Nässe
- Boden neigt zu Nässe
- Boden neigt zu Trockenheit
- Boden neigt weder zur Trockenheit noch Nässe

Abb. 14: Bodenphysikalische Parameter der Problemflächen

Über dreiviertel der belasteten Flächen hatten geringe bis mittlere Ackerzahlen und 63 % geringe Humusgehalte (unter 2 %) zu verzeichnen (Abb. 14 a,b). Ein überwiegender Anteil (66 %) der Flächen sind Flächen die zur Trockenheit neigen (Abb 14 d).

Insgesamt wurden 55 % der Flächen beregnet. Davon über 50 % der zur Trockenheit neigenden Flächen.

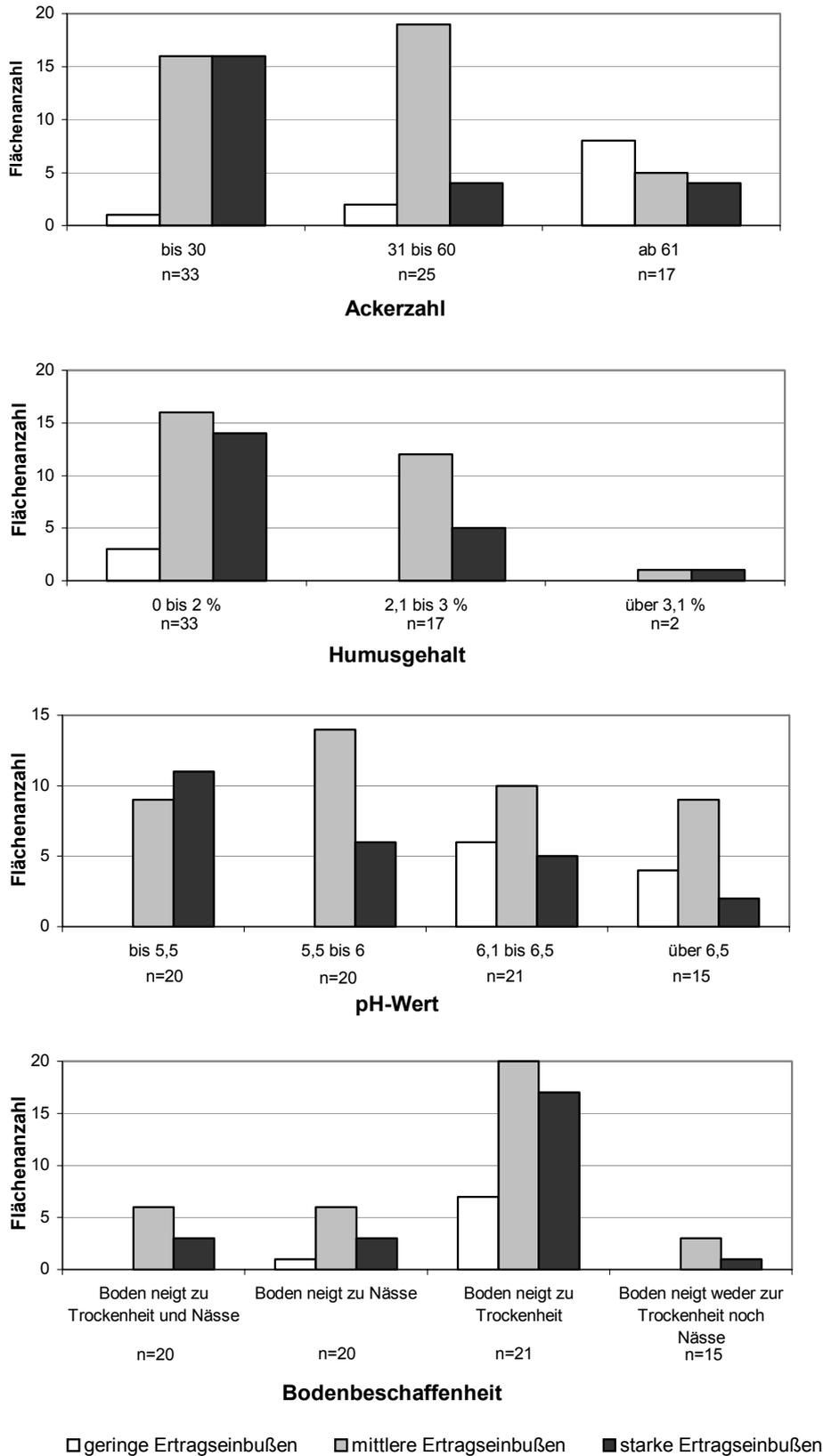


Abb. 15: Ertragseinbußen in Abhängigkeit von den Bodenparametern

Tendenziell stärkere Ertragseinbußen gab es auf Flächen mit Ackerzahlen unter 30, geringen Humusgehalten, pH-Werten unter 5,5 und Flächen die zur Trockenheit neigen und beregnet wurden (siehe Abb. 16). Tendenziell geringere Ertragseinbußen gab es auf Flächen mit Ackerzahlen über 60, Flächen mit pH- Werten über 6 und Böden die zu Trockenheit neigen und nicht beregnet wurden. (siehe Abb. 15 und Abb. 16)

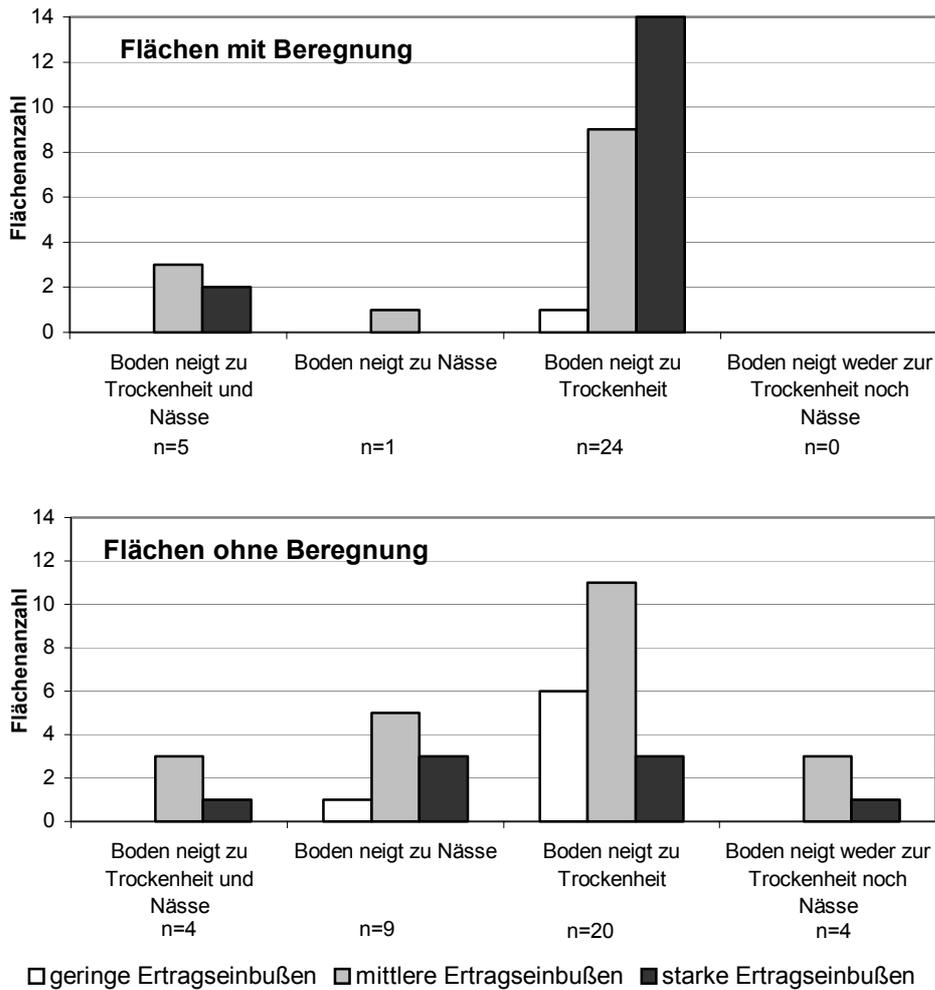


Abb. 16: Ertragseinbußen in Abhängigkeit von Flächen mit und ohne Beregnung

Bodenbearbeitung

Auf etwa drei viertel der Flächen wurde der Boden wendend bearbeitet. Es konnten keine Unterschiede in der Höhe der Ertragseinbußen des Einsatzes der verschiedenen Bodenbearbeitungsgeräte und zwischen wendender und nicht wendender Bodenbearbeitung festgestellt werden (Abb. 17).

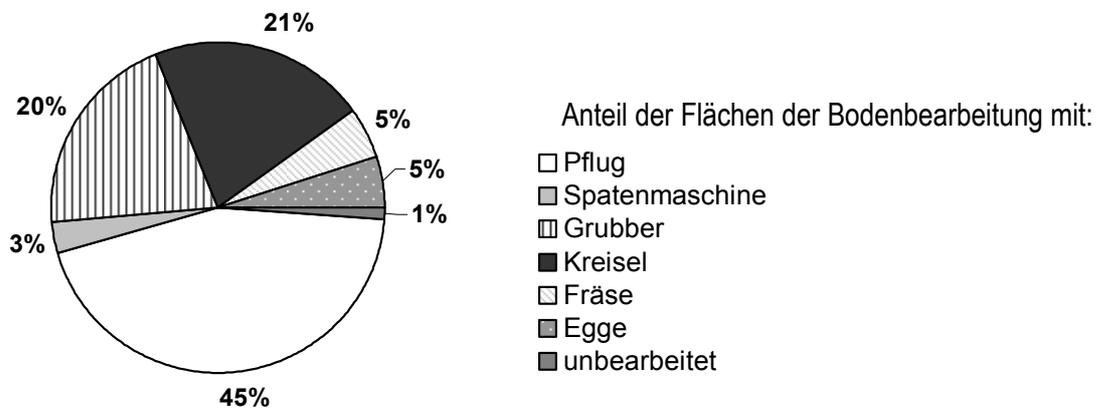


Abb. 17: Anteil der Flächen mit verschiedener Bodenbearbeitung

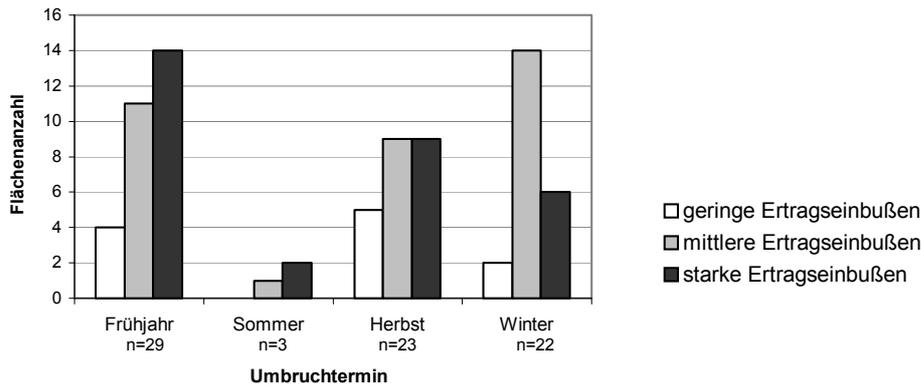


Abb. 18: Ertragseinbußen in Abhängigkeit vom Umbruchtermin

Umgebrochen wurden die Flächen überwiegend im Herbst und Winter. Hier sind leichte Unterschiede zwischen Winterumbruch und Umbruch im Frühjahr festzustellen. Beim Wenden des Bodens im Frühjahr waren tendenziell mehr stärkere Ertragseinbußen zu beobachten als beim Wenden im Winter (Abb.18).

Verunkrautung

Insbesondere die Beikräuter Melde und Weißer Gänsefuß (in der Praxis wird der Weiße Gänsefuß oftmals als Melde bezeichnet, daher werden diese nicht weiter differenziert) und Franzosenkraut waren auf den Flächen stark vertreten (Abb. 19).

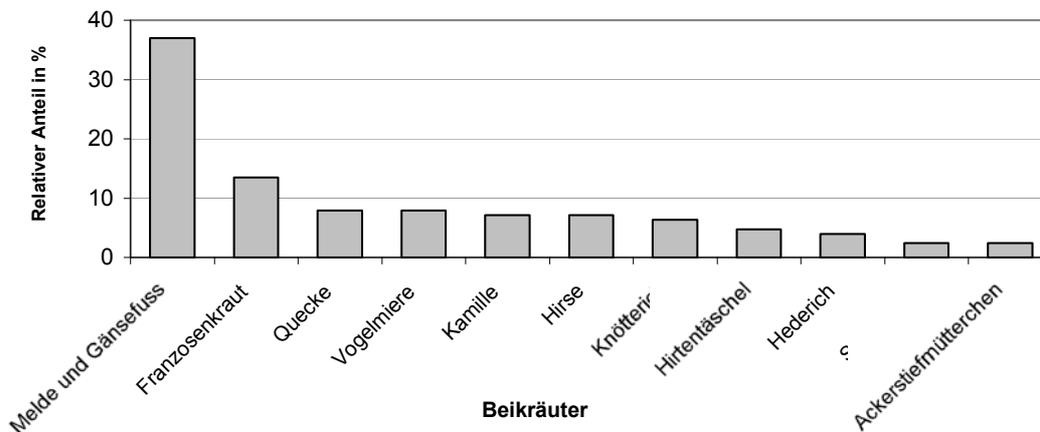


Abb. 19: Beikräuter, mit denen die Flächen hauptsächlich verunkrautet waren

Beim Grad der Verunkrautung zeigte sich sehr deutlich, dass bei einer schwachen Verunkrautung der Flächen die Ertragseinbußen im Wesentlichen gering und mittel sind (Abb. 20).

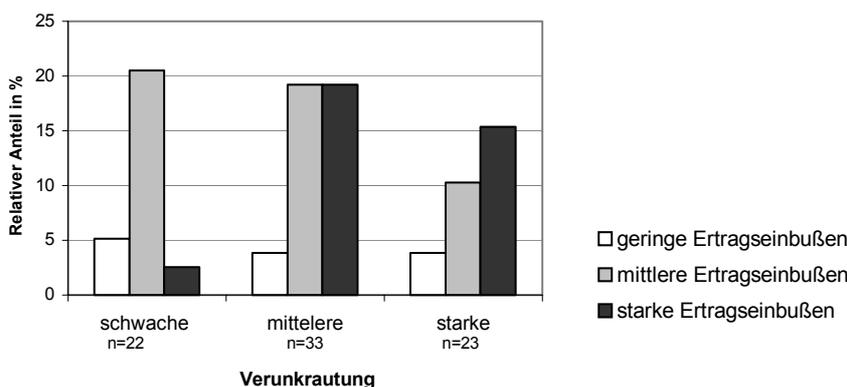


Abb. 20: Ertragseinbußen in Abhängigkeit vom Verunkrautungsgrad

Beikräuter sind häufig Wirtspflanzen für Nematoden. Die Hauptbeikräuter der Flächen waren Melde und Franzosenkraut, die Wirtspflanzen der hautschädigenden Gattungen *Meloidogyne* und *Pratylenchus* sind. Diese Gattungen kamen überwiegend auf den Flächen vor, die mit diesen Beikräutern verunkrautet waren.

Fruchtfolge

Neben den Gemüsekulturen wurden auf der Hälfte der Flächen Leguminosen (wie Klee gras, Erbsen, Ackerbohnen, Lupinen und Wicken) angebaut. Kulturen wie Getreide, (zu einem großen Anteil mit Klee-untersaaten) Kartoffeln und Zwischenfrüchte (überwiegend Senf, Ölrettich sowie einige Flächen mit *Tagetes*) sind in die gemüsebauliche Fruchtfolge integriert. Ein großer Anteil der untersuchten Flächen haben nur zwei bis 3 Fruchtfolgeglieder.

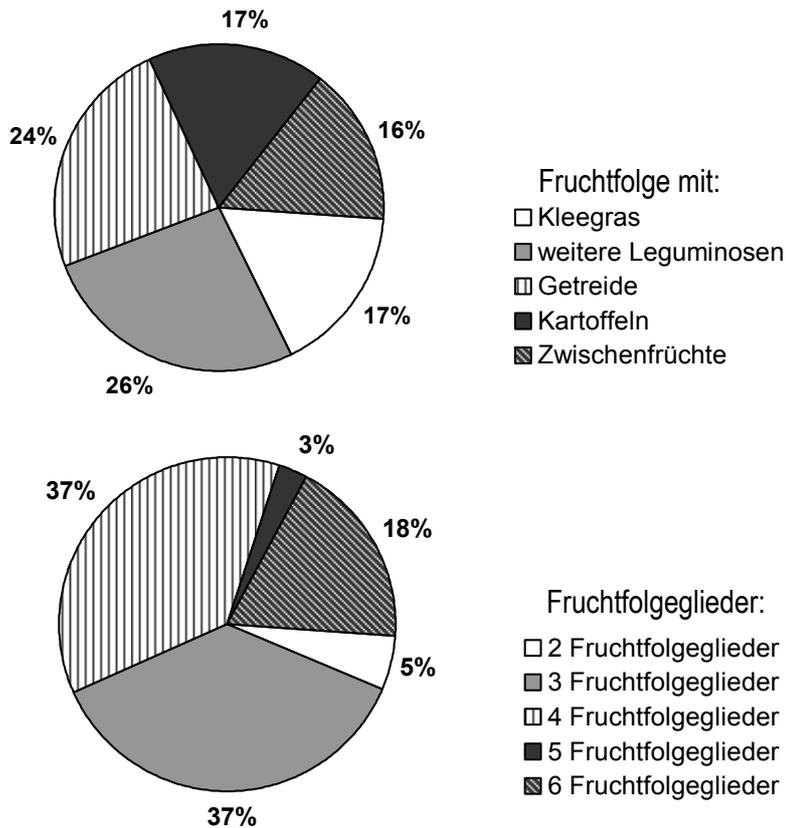


Abb. 21: Fruchtfolgegestaltung und Anzahl Fruchtfolgeglieder

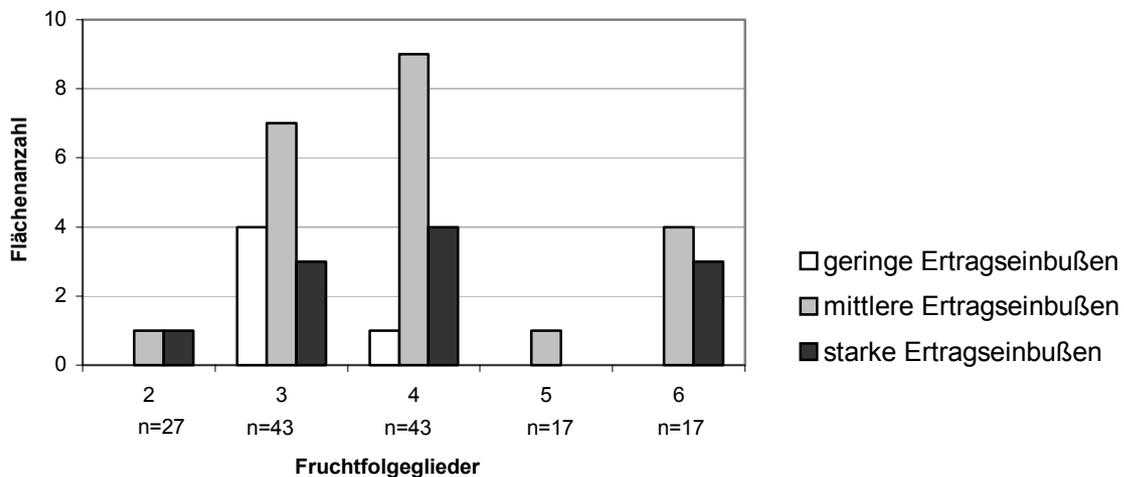


Abb. 22: Ertragseinbußen in Abhängigkeit der Anzahl der Fruchtfolgeglieder

Unterschiede der Ertragseinbußen, ob Getreide, Leguminosen, Klee gras oder Kartoffeln in der Fruchtfolge integriert waren oder nicht konnten nicht festgestellt werden.

Düngung und Kalkung

Gedüngt wurden insgesamt 60 % der Flächen, überwiegend mit organischem Dünger (wie Mist und Gülle). Die sonstigen Dünger waren u.a. Haarmehlpellets, Rizinus schrot, Vinasse und Agrobiosol. Auch wurden zusätzlich zur Düngung auf 19 % der Flächen Bodenverbesserer wie Horn gries, Stroh und Effektive Mikroorganismen (EM) eingesetzt (Abb. 23).

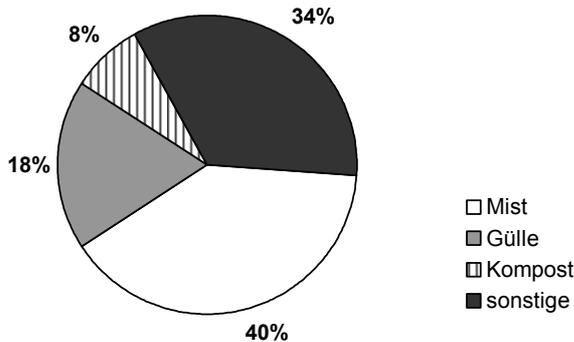


Abb. 23: relativer Anteil der verschiedenen Dünger, die auf den Flächen eingesetzt wurden

Auf Gülle gedüngten Flächen konnten keine starken Ertragseinbußen beobachtet werden. Diese hatten einen relativ hohen Anteil an Flächen mit geringen Ertragseinbußen. Bei den sonstigen Düngern und den Bodenverbesserern konnten keine Unterschiede in der Höhe der Ertragseinbußen festgestellt werden (Abb. 24 a).

Über 60 % der Flächen wurden nicht gekalkt. Auf diesen Flächen waren starke Ertragseinbußen tendenziell höher als auf gekalkten Flächen (Abb. 24 b). Gekalkt wurde überwiegend mit Dolomit- und kohlen saurem Kalk.

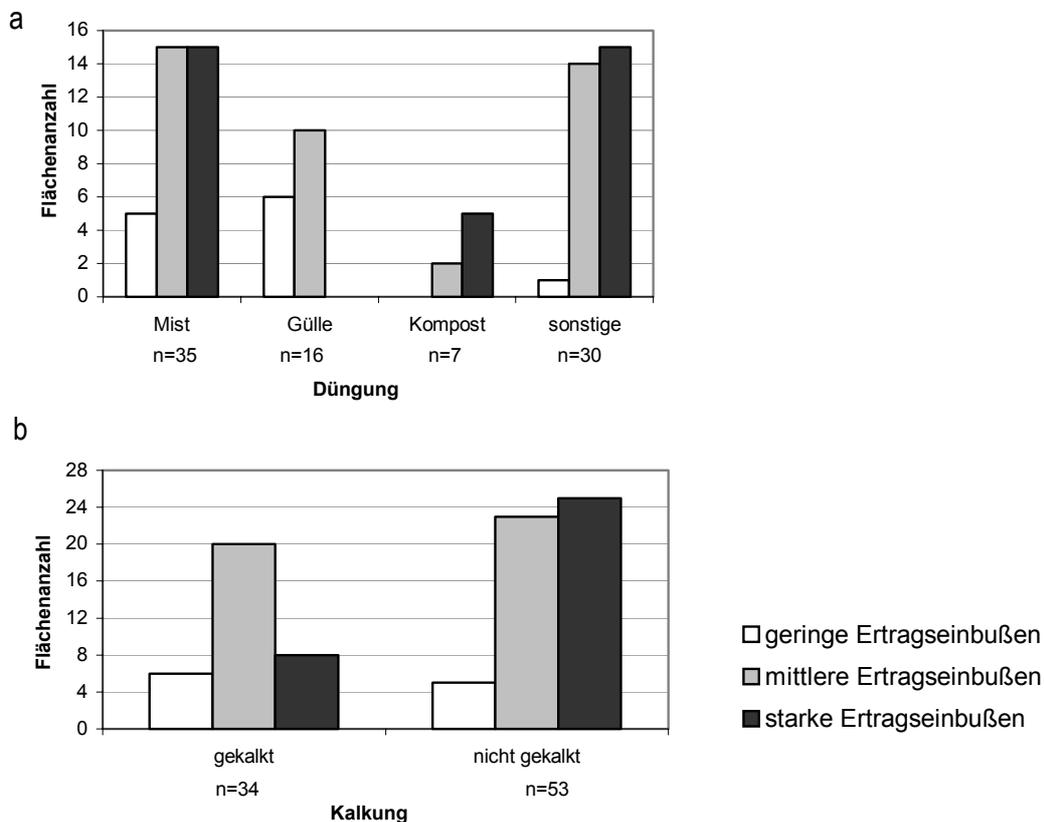


Abb. 24: Ertragseinbußen in Abhängigkeit der Düngung und Kalkung

Verschleppung und Bodenuntersuchungen

Die Hälfte der Betriebe setzen betriebsfremde Maschinen und über 40 % betriebsfremdes Pflanzgut ein. Die Mehrzahl der Betriebe setzten zertifiziertes Pflanz- und Saatgut ein.

Nur 42 % der Betriebe mit Nematodenproblemen haben ihren Boden bisher auf Nematoden untersuchen lassen.

Maßnahmen von Landwirten

60 % der Betriebe haben verschiedene Maßnahmen zur Regulierung von Nematoden angegeben (siehe folgende Auflistung), die sie angewendet haben. Einige davon hatten teilweise keinen Erfolg (siehe folgende Auflistung mit in Klammern angegebener Anzahl der Nennungen). Am häufigsten wurde die Feindpflanze *Tagetes* zur Regulierung von Nematoden eingesetzt, daraufhin folgen die Schwarzbrache und Fruchtfolgemeasuresnahmen (welche weniger spezifiziert wurden).

1. Anbau der Feindpflanze *Tagetes*:
 - Anbau von *Tagetes* (10), bei den meisten mit guter Wirkung, bei einigen Flächen war keine Wirkung zu beobachten
 - *Tagetes*anbau scheiterte an Verunkrautung (1)
2. Brache:
 - Schwarzbrache (5) und Fläche bearbeitet (1)
3. Fruchtfolgemeasuresnahmen:
 - weite Fruchtfolge (5)
 - längere Fruchtwechsel ohne Erfolg (1)
4. Anbau von Zwischenfrüchten:
 - früher Ölerettich gegen Kartoffelnematoden (1)
 - resistenter Ölerettich (1), nematodenresistente Zwischenfrüchte (1)
 - Zwischenfrüchte mit Bitterlupinen mit geringem Erfolg (1)
5. Flächenaufgabe:
 - Aufgabe der Flächen (1)
 - Umbruch der Kultur (1)
 - keine Gemüsebauliche Nutzung der Fläche (1)
6. Saattermin und Fangpflanzenprinzip:
 - sehr frühe Saat der Möhre (1)
 - Fangpflanzenprinzip (1)

3.3 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Durch die Status-quo Analyse konnte Art und Umfang der Problematik pflanzenparasitärer Nematoden im Ökologischen Gemüsebau näher spezifiziert werden. Über die intensive Zusammenarbeit mit Praktikern und Beratern konnten diese für das Nematodenproblem sensibilisiert werden. Die Ergebnisse und die daraus abgeleiteten Empfehlungen sind Grundlage für eine verbesserte gemüsebauliche Produktion (hinsichtlich Ertrag und Qualität).

Weitere Forschungs- und Untersuchungsarbeiten und eine intensivere Beratung sind wie folgt notwendig:

Forschungsbedarf:

- Feindpflanzen allg.: Der Anbau von Feindpflanzen können interessante Maßnahmen zur Nematoderegulierung bieten (v.a. gegen Arten der Gattung *Meloidogyne*). Hier sind Untersuchungen z.B. zur Wirkungsweise u.a. von Hanf und Sudangras v.a. auf verschiedene Nematodenarten, Anbautechnik, Umbruchzeitpunkt und Überprüfen der Integration in die gemüsebauliche Fruchtfolge notwendig.

Feindpflanze Tagetes: Einige Landwirte haben bisher *Tagetes* zur Nematodenregulierung teilweise erfolgreich eingesetzt. Hier muss Anbautechnik insb. Aussaattechnik und Beikrautregulierung optimiert werden. Eine Prüfung u.a. von Effekten durch Einarbeiten, Anbaudauer und Ausbringungszeitpunkt der *Tagetes*pflanzen sind nötig. Die Wirkung auf die Nachkultur im nächsten Anbaujahr, Studien zur Langzeitwirkung sowie die Feindpflanzenwirkung bei Aussaat oder Pflanzung zwischen den Kulturen (z.B. als Untersaat, Unterpflanzung oder Reihenkultur) sollten überprüft werden. Die Prüfung der Wirkung von *Tagetes* als Gründüngung und Wirkung in Abhängigkeit von unterschiedlichen Standorten sowie die Prüfung der Wirtschaftlichkeit (Saatgutverfügbarkeit, Arbeitsaufwand, Ertragsverluste) sind erforderlich.

- Resistenzzüchtung: Der Einsatz resistenter Sorten ist ökologisch sicherlich sehr sinnvoll. Im Gemüsebau gibt es aber kaum nematodenresistente Sorten. Die Entwicklung ist zeit und kostenaufwändig.
- Fruchtfolge/Wirtspflanzen: Die Wissenslücken der Wirtspflanzentabelle müssen erweitert und spezifiziert werden (Versuche zu Vermehrung und Schadensanfälligkeit der Kulturen). Prüfung und Züchtung von für die gemüsebauliche Fruchtfolge geeigneten Zwischenfrüchten auf Resistenz.
- Fangpflanzenprinzip: Das Fangpflanzenprinzip wird bisher in der Praxis nicht eingesetzt. Hier sollte die Praxistauglichkeit geprüft werden und weitere Versuche zu Temperatursummenkurven (optimale Umbruchtermin) stattfinden.
- Physikalische Maßnahmen: Der Einsatz von physikalischen Maßnahmen zur Entseuchung des Bodens ist weniger sinnvoll. Um die Verschleppung weiter zu vermeiden, wäre es sinnvoll die Behandlungstechnik von Warmwasser- und Warmluftbehandlung von Saat- und Pflanzgut zu testen und zu verbessern.
- Einsatz von Antagonisten: Der Einsatz von u.a. Pilzen und Bakterien in der Praxis sollte weiter erforscht werden.
- Düngung: Erprobung der Wirksamkeit verschiedener organischer Düngerformen (wie z.B. Lupinenschrot, Rizinusschrot, Grünroggen) sowie Ausbringungsmenge, Zeitpunkt der Ausbringung oder Einarbeitung. Prüfung der evtl. nematodenregulierenden Eigenschaften von Gülle.
Düngung mit Neem und Chitin: Prüfung des Wirkmechanismus sowie Einfluss von Neem und Chitin auf Veränderungen des Bodenlebens. Die Wirkung im Freiland unter gemäßigten Klimabedingungen sowie Aufwandmenge, Ausbringungszeitpunkt und -formen, Verfügbarkeit und Kosten müssen überprüft werden.
- Kalkung: Prüfung des direkten Einflusses des pH-Wertes auf verschiedene Nematodenarten und Prüfung verschiedener Kalke.

- Bodenbearbeitung/Beregnung: Prüfung verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren (z.B. wendend, nicht wendend) und Prüfung der Auswirkung verschiedener Umbruchzeitpunkte. Einfluss unterschiedlicher Beregnungszeiten und -mengen auf die Nematodenvermehrung und -verbreitung.
Weitere geschädigte Kulturen: Nicht nur im Gemüsebau konnten starke Ertragseinbußen festgestellt werden. Erdbeerkulturen und Kulturen im Unterglasanbau (wie v.a. Tomaten und Gurken) sowie einige Kräuter (Schnittlauch, Petersilie) sind teilweise stark betroffen.
Weitere Betriebszweige wie Getreide-, Kartoffelanbau, Baumschule und Obst- und Beerenfrüchte sind von der Nematodenproblematik betroffen.
Hier sind alternative Lösungsansätze zur Regulierung zu finden und zu überprüfen.

Beratungsbedarf:

- Die vielfältigen Zusammenhänge der Nematodenproblematik sind sowohl in Praxis als auch in Beratung noch wenig bekannt. Eine verbesserte Informationspolitik und eine intensive Schulung der Fachberater sind dringend notwendig. Eine Erstellung von Anbaumanagementsystemen, die den einzelbetrieblichen, anbautechnischen und ökonomischen Anforderungen angepasst werden können, sind erforderlich. Demonstrationen, Feldbegehungen und Workshops mit Beratern, Praktikern und Wissenschaftlern sind notwendig und Basis für einen stetigen Wissens- und Interessensaus-tausch zur Verbesserung der Produktionstechnik und Verminderung der Nematodenbelastung im Ökologischen Landbau.

3.4 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

Das Projekt wurde u.a. in zahlreichen Infoboxen der Verbände und Fachzeitschriften verbreitet (siehe Liste im Anhang. Der Wissenstransfer der Ergebnisse des Projekts an Praxis, Beratung und Forschung erfolgte durch:

Broschüre:

- Erstellung einer 12 seitigen Informationsbroschüre: Nematoden im Ökologischen Gemüsebau (Auflage 2000, Broschüre siehe Beilage) und dessen Verteilung an Landwirte, und Berater
- DIN A3 Beilage der Broschüre: Wirtspflanzentabelle und Übersicht der Gattungen

Vorträge/Workshop:

- Jahrestagung des Arbeitskreises Nematologie der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft am Institut für Pflanzenkrankheiten in Bonn am 18./19.03.03 (Zuhörer ca. 40 Nematologen aus Forschung, Beratung und Industrie). Vortrag (20 min.): „Erhebung pflanzenparasitärer Nematoden im Ökologischen Feldgemüsebau“
- Arbeitskreistagung der Versuchsansteller im Ökologischen Gemüsebau im Rahmen der Veranstaltung 25- Jahre Auweiler, im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler der Landwirtschaftskammer NRW am 25./26.06.03 (Zuhörer ca. 40 Versuchsansteller, Landwirte und Berater des Ökologischen Landbaus). Vortrag (30 min.): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“
- Vortragsveranstaltung des Bundesprogramm Ökologischer Landbau – Fortsetzung laufender Projekte im Bereich Pflanzenschutz, 8./9.10.03 an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin, Vortrag (20 min): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“
- Tagung der Öko-Gemüsebauberater/innen 2003 in Grünberg (Organisation: Beratung Ökologischer Gartenbau HDLGN-Wetzlar und Bioland Landesverband NRW) am 2.-6.11.03 im Sport-hotel Grünberg (Zuhörer ca. 30 Berater und Versuchsansteller des Ökologischen Gartenbaus). Vortrag (30 min.): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“
- Bioland-Gemüse-Seminar 2004 am 9-11.01.04 in der Kath. Landvolkshochschule „Schorlemer Ast“ in Warendorf-Freckenhorst, (Zuhörer ca. 40 ökologisch wirtschaftende Landwirte und Bera-

ter). Vortrag (60 min.): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“

- Ökologemüsebau-Seminar 2004 des Beratungsdienst Ökologischer Gemüsebau in der Evangelischen Akademie in Bad Boll (Arbeitsgruppe von 12 Landwirten): 1,5 stündige Arbeitsgruppe zu Nematoden (Erarbeitung der Problematik (u.a. Schäden, Ursachen, Fruchtfolgen)
- Seminar Ökologischer Gemüsebau des Hessischen Dienstleistungszentrums für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz; Beratung Ökologischer Gartenbau HDLGN-Wetzlar am 22./23.01.04 in Rauischholzhausen (Zuhörer ca. 40 ökologisch wirtschaftende Landwirte und Berater). Vortrag (45 min): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“

Schriftliche Veröffentlichung:

- Zeitschrift Bioland - Fachzeitschrift für den Ökologischen Landbau, Ausgabe 5/2003, 2-seitiger Artikel: „Nematoden im Feldgemüsebau“
- Weitere Veröffentlichungen sind in Planung (u.a. ÖKOmenischer Gärtnerbrief, Lebendige Erde, Naturland-Nachrichten, Poster auf der deutschen Pflanzenschutztagung 2004 in Hamburg)

4 Zusammenfassung

Im Ökologischen Gemüsebau wurden in den letzten Jahren vermehrt Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden beobachtet. Mögliche Gründe für die zunehmenden Probleme mit Nematoden liegen in der Fruchtfolgegestaltung. Ein hoher Anteil an Gemüsekulturen, Leguminosen und Untersaaten in der Fruchtfolge sowie ein hoher Beikrautbesatz sorgen für ein breites Wirtspflanzenspektrum für einige der stark schädigenden Nematodenarten. Regulierungsmöglichkeiten bestehen z.B. durch Eingliederung von Feind-, Fang und Nichtwirtspflanzen und resistenten Zwischenfrüchten in die Fruchtfolge. Weiterhin spielen Maßnahmen im Anbaumanagement wie organische Düngung, Kalkung, Bodenbearbeitung, Brauche, Saatzeitpunkte sowie physikalische und biologische Bekämpfung (Einsatz von Antagonisten) eine wichtige Rolle.

Im Rahmen der Status-Quo-Analyse des Projektes wurde eine Umfrage auf Betrieben mit Nematodenproblemen zur Befalls- und Betriebsstruktur durchgeführt. Bodenproben von insgesamt 207 Gemüsebauflächen von bundesweit 55 Betrieben wurden auf Nematoden untersucht. Analysiert werden konnten 17 verschiedene pflanzenparasitäre Nematodengattungen. Als hauptschädigende Nematoden wurden die Gattungen *Pratylenchus* auf 90 % und *Meloidogyne* auf 50 % der untersuchten Flächen nachgewiesen.

Die Auswertung der Umfrage ergab, dass Nematodenschäden auf Flächen mit den Bodenarten Sand zu 56 % und sandigem Lehm zu 21 % vorkamen. 23 % der befallenen Flächen waren Lehm- und Tonböden. Der Anteil an Betrieben, die mehr als 40 % Gemüsekulturen in der Fruchtfolge hatten lag bei 16%. Etwa 75% der Betriebe wirtschaften schon länger als 11 Jahre nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus. Nematodenprobleme traten bei 40 % der Betriebe erst ab 10 Jahren nach der Umstellung auf. Trotz massiver Probleme haben viele der untersuchten Betriebe noch keine Maßnahmen zur Regulierung getroffen. Auch wurden Bodenproben zur Erfassung der Befallssituation bisher von nur sehr wenigen Betrieben durchgeführt.

Die durch Nematoden am häufigsten geschädigten Kulturen waren Möhren auf 60 % der Flächen sowie Sellerie und Zwiebeln. Bei 40 % der geschädigten Kulturen wurden Ertragseinbußen von über 50 % registriert. Tendenziell stärkere Ertragseinbußen gab es auf Flächen mit der Bodenart Sand und sandiger Lehm, Ackerzahlen unter 30, geringen Humusgehalten und pH-Werten unter 5,5. Flächen die zur Trockenheit neigen und nicht beregnet wurden sowie Flächen mit starker Verunkrautung waren ebenfalls stärker von Nematodenbefall betroffen.

Im Rahmen des Projektes wurden wichtige Strategien und Ansätze zur Nematodenregulierung erarbeitet und weiterer Untersuchungs- und Beratungsbedarf formuliert. Im Vordergrund stehen hier Untersuchungen zu Feind- und Fangpflanzen, Resistenzzüchtung sowie von Seite des Wissenstransfers eine intensivere Aufklärung von Praxis und Beratung. Im Sinne einer langfristigen Ertrags- und Qualitätssicherung im Ökologischen Landbau sollten diese Maßnahmen weiter verfolgt werden.

5 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Mit Hilfe der Status-Quo-Analyse wurde der Ist-Zustand der Nematodenproblematik erfasst, Strategien zur Verminderung erarbeitet und weiterer Forschungs- und Untersuchungsbedarf sowie Beratungsbedarf festgelegt. Landwirte und Berater konnten für die vielfach nicht erkannte Problematik sensibilisiert und zum Handeln angeregt werden. Es wurden damit alle geplanten Ziele des Projektes erreicht (siehe 1.3).

Aufgrund der komplexen Problematik und der hohen Bedeutung für die Produktqualität und Ökonomie der Betriebe ist eine intensive Fortsetzung von Forschungs- und Beratungsbedarf auf diesem Gebiet erforderlich.

6 Literaturverzeichnis

- ABAWI, G.S., WIDMER, T.L., LUDWIG, J.W., MITKOWSKI, N.A. (1999): Biology and management of *Meloidogyne hapla* on carrots, onions and lettuce in New York. *Journal of Nematology* 31 (4)
- ABD-ELGAWAD, M. M., OMER, E.A. (1995): Effect of essential oils of some medicinal plants on phytonematodes. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 68
- ABRANTES, I.M.DE O., SANTOS, M.S.N. DE A. (1990): Effects of temperature on embryogenic development of three populations of *Meloidogyne* spp. (Abstr.). *Nematologica* 36:327-328
- AHMED, E., BOCHOW H., HOFFMANN-HERGARTEN, S., SIKORA, R.A. (1996): Einfluß einer Wurzelbehandlung mit *Bacillus subtilis* (FZB C) auf Invasion und Besiedlung von Wurzelgallennematoden (*Lycopersicon esculentum* - *Meloidogyne incognita*). *Mittlg. d. DPG Phytomedizin* 3
- AKHTAR, M. (2000): Nematical potential of the neem tree *Azadirachta indica*. *Integrated Pest Management Reviews* 5, 57-66
- AKTAR, M. (1998): Biological control of plant-parasitic nematodes by neem products in agricultural soil. *Applied Soil Ecology* 7:219-223
- ALEXANDER, S.A., WALDENMAIER, C.M. (2002): Suppression of *Paratylenchus penetrans* populations in potato and tomato using African marigolds. *Journal of Nematology* 34(2):130-134
- ALI, A.H.H. (1992): The use of nematode trapping fungi and organic amendments to control root-knot nematodes. *Nematol. Abstracts* 61 (1):28
- ANAND, S.C., MATSON, K.W., SHARMA, S.B. (1995): Effect of soil temperature and pH on resistance of soybean to *Heterodera glycines*. *Journal of Nematology* 27(4)
- ANONYM (1997): *Tagetes* als Grondontsmetter: ter bestrijding van wortellesieaaltjes, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, PAV-Lelystad, Informationsschrift
- ANONYM (1999): Industrial Hemp and its potential for New Zealand. www.merfield.com/research/hemp/hemp.doc
- ANONYM (2002a): Aaltjeswaardplantschema 2002. PPO-AGV Lelystad
- ANONYM (2002b): Betriebsmittelkatalog für den Ökologischen Landbau. AliconBioCert GmbH
- ANONYM (2002c): Management strategies. Plant Disease Diagnostic Clinic, Cornell University, <http://plantclinic.cornell.edu/FactSheets/nematodes/nematodes.htm>
- ANONYM: *Tagetes*-Pflanzendoktor für den Boden. <http://www.stmlf.bayern.de>
- ARNDT, M. (1994): Welche Nematoden schädigen im Unterglas-Gemüsebau?. *Taspo Gartenbaumagazin* 5/1994
- ARNDT, M. (1998): Die Wurzelgallälchen *Meloidogyne chitwoodi* und *M. fallax* als neue Quarantäneschädlinge. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. Freising-München
- ARNDT, M. (1999): Kartoffelnematoden noch ein Thema?. *Der Kartoffelbau* 6/1999, 50. Jg.
- ARNDT, M. (2001)*: Nematoden im Feldgemüsebau. Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising/München, Informationsschrift
- ARNDT, M.*: Wichtige pflanzenparasitäre Nematoden und ihre Wirtspflanzen aus dem Bereich Gemüsebau. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Übersichtstabelle, www.stmlf.bayern.de/lbp/info/ps/gemuesenematoden.pdf
- ARNDT, M., LEUPRECHT, B. (1994): Versuche zu Alternativen bei Bekämpfung von Nematoden im Gemüsebau. *Taspo Gartenbaumagazin* 5/1994
- ARNDT, M.: Einfluss organischer Dünger auf die Befallsdichte von Schadnematoden im Boden.
- ARNTH, M., HERRMANN, A. (2003): Untersuchungen zum Einfluss von Neem-Produkten auf das Pflanzenwachstum und den Befall durch Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne incognita*). Landesanstalt für Landwirtschaft- Institut für Pflanzenschutz, Tagungsposter/Kurzfassung, 31. Tagung des Arbeitskreises Nematologie, DPG, Bonn

- ASSHEUER, T. (1995): Vertikalverteilung pflanzenparasitärer Nematoden im Boden. Dissertation Gießen 1995, Wissenschaftlicher Fachverlag
- AYOUB, S.M. (1980): Plant Nematology – An Agricultural Training AID. NemaAid Publication
- BALL-COELHO, B., BRUIN, A.J., ROY, R.C., RIGA, E. (2003): Forage pearl millet and marigold as rotation crops for biological control of root-lesion nematodes in potato. *Agronomy Journal* 95(2):282-292
- BALL-COELHO, B.R., REYNOLDS L.B., BACK, A.J., POTTER, J.W. (2001): Residue decomposition and soil nitrogen are affected by mowing and fertilization of Marigold. *Agronomy Journal* 93(1):207-215
- BAR-EYAL, M., SPIEGEL, Y., MOR, M., SHARON, E. (2000): *Crysanthemum coronarium* as “Green Manure” to control plant-parasitic nematodes. *Phytoparasitica* 28:3
- BARKER, K.R., PEDERSON, G.A., WINDHAM, G.L. (1998)*: Plant and Nematode Interactions. American Society of Agronomy, Inc. Wisconsin USA
- BARKER, K.R.: Opportunities for integrated management of plant-parasitic nematodes in the near east, <http://www.fao.org/docrep/V9978E/v9978e0c.htm>
- BEUC, D.M.S., MASTERBROEK, H.D., MARVIN, H.J.P. (1998): Breeding for Root Knot Nematode Resistance in hemp. <http://iwn.inf.poznan.pl/1998-2-1.htm>
- BÉLAIR, G. (1984): Tolerance of carrot cultivars to northern root-knot nematode as influenced by preplant population densities. *Phytoprotection* 65:69-73
- BELCHER J.V., HUSSEY, R.S. (1977): Influence of *Tagetes Patula* and *Arachis Hypogaea* on *Meloidogyne incognita*. *Plant disease reporter* 7/1977, Vol. 61
- BELL, N.I., WATSON, R.N., SARATHCHANDRA, S.U. (2000): Suppression of plant parasitic nematodes in pastoral soils amended with chitin. *New Zealand Plant Protection* 53:44-47
- BESSELMANN, K. (2001a)*: Nematoden- Fadenwürmer- Ählchen...und was Sie schon immer darüber wissen wollten. *Bioland-Landesverband NRW, Informationsschrift*
- BESSELMANN, K. (2001b)*: Nematoden im Gemüse- und Zierpflanzenbau. *ÖKOmenischer Gärtner-Rundbrief, Brandenburger Gärtnerbriefe* 4-5/2001
- BIRD, A.F. (1959): The attractiveness of roots to the plant parasitic nematodes *Meloidogyne javanica* and *M. hapla*. *Nematologica* 4:322-335
- BIRD, A.F. (1960): Additional notes on the attractiveness of roots to plant parasitic nematodes. *Nematologica* 5:217
- BIRD, A.F., BRISBANE, P.G. (1988): The influence of *Pasteuria penetrans* in field soils on the reproduction of root-knot nematodes. *Revue Nematologie* 11:75-81
- BIRD, G. (1998): Sudax for northern root-knot nematode management. In: *Managing Cover Crops Profitably*, SARE Publications, University Vermont, USA
- BLASZYK, P. (1970): Zur Problematik von Schadensschwellenwerten für Schadorganismen landwirtschaftlicher Kulturarten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 77 (11/12)
- BOCHOW, H. (1990): Biologischer Pflanzenschutz in Gartenbau: -Nutzung von Biotechnologie. *Wiss. Z. Humboldt- Univ. Berlin, Reihe Agrarwiss.* 39:159-164
- BONGERS, T. (1988): *De nematoden van Nederland*. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht
- BÖRNER, H. (1997): *Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 7. Auflage
- BRINKMAN, H., GOOSSENS, J.J.M., VAN RIEL, H.R. (1996): Comparative host suitability of selected crop plants to *Meloidogyne chitwoodi* Golden et al. 1980 and *M. fallax* Karssen 1996. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 69, 6/1996
- BROWN, J.A., NEVILLE, F.J., SARATHCHANDRA, S.U., WATSON, R.N., COX, N.R. (1995): Effects of chitin amendment on plant growth, microbial populations and nematodes in soil. *Proceedings of the 48th New Zealand Plant Protection Conference*:208-212

- BRZESKI, M.W. (1969): Nematodes associated with cabbage in Poland. II. The effect of soil factors on the frequency of nematode occurrence. *Ekol. Pol. Ser. A* 17:205-25
- BRZESKI, M.W. (1970): Plant parasitic nematodes associated with carrot in Poland. *Rocz. Nauk. Roln. Ser. E.* 1:93-102
- BUCHER, B.: Wasserbeizung bei Öko-Saatgut bald Standard?. *ÖKOmenischer Gärtner-Rundbrief, Brandenburger Gärtnerbriefe*
- BUCHNER, W. (1997): Biologische Nematodenbekämpfung. Was können hierbei Fruchtfolge und Bodenbearbeitung leisten?. *Zuckerrüben Journal* 2/97:8-9
- BÜNTE, R. (1995): Untersuchungen zur Selektion, Vererbung und Nutzung von Resistenz gegen die Wurzelgallen-nematoden *Meloidogyne hapla* und *M. incognita* bei Kreuzblütlern, unter besonderen Berücksichtigung des Örettichs (*Raphanus sativus* L.). Dissertation Justus-Liebig-Universität, Gießen
- BÜNTE, R., MÜLLER, J. (1996): Einfluß resistenter Örettich-Genotypen auf die Abundanzdynamik von *Meloidogyne hapla* und *M. incognita*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 103:527-534
- CASWELL, E.P., BUGG, R.L. (1991): Ecological management of plant-parasitic nematodes. <http://www.sarep.ucdavis.edu>
- CHEN, J. (1996): Untersuchungen zur biologischen Wirkung von Pflanzenextrakten und Pflanzeninhaltsstoffen auf Nematoden (*Xiphinema index* Thorne & Allen 1950 und *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood 1949), Pilze (*Aspergillus niger* Von Tieghem 1867 und *Cladosporium cucumerinum* Ellis & Arth 1889) und Bakterien (*Bacillus subtilis* (Ehren) Cohn 1872 und *Pseudomonas fluorescens* Migula 1895). Dissertation, Universität Bonn, Cuvillier Verlag, Göttingen
- CHEN, J., ABAWI, G.S., ZUCKERMAN, B.M. (1999): Suppression of *Meloidogyne hapla* and its damage to lettuce grown in a mineral soil amended with chitin and biocontrol organisms. *Supplement to the Journal of Nematology* 31(4S):719-725
- CHITWOOD, D.J. (1992): Nematocidal compounds from plants. In: Niggs, H.N. and Seigler, D.: *Phytochemical resources for medicine and agriculture*. New York, NY: Plenum Press: 185-204
- CHRISTIE, J.R. (1959): *Plant Nematodes: Their Bionomics and Control*. Agricultural Experiment Stations, University of Florida. H. & W.B. Drew Company, Jacksonville Florida
- CICHORIUS, H.-D. (1960): Über das Auftreten freilebender Wurzel-nematoden in Rheinischen Böden unter besonderer Berücksichtigung der Standortverhältnisse. *Nematologica* 5/1960
- COLLINS, R.J., RODRIGUEZ-KABANA, R. (1970): Relationship of fertilizer treatments to nematode populations (Abstr.). *Phytopathology* 60
- CROW, W.T., GUERTAL, E., RODRIGUEZ-KABANA, R. (1995): Green manures: An environmentally friendly way to control root-knot nematodes. *Highlights of agricultural research* 42 (4)
- CRÜGER, G., BACKHAUS, G.F., HOMMES, M., SMOLKA, S. VETTEN, H.-J. (2002)*: *Pflanzenschutz im Gemüsebau*. Verlag Eugen Ulmer- Stuttgart, 4.Auflage.
- CULBREATH, A.K., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., MORGAN-JONES, G. (1986): Chitin and *Paecilomyces lilacinus* for control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica* 16:153-166
- D'ADDABBO, T. (1995): The nematocidal effect of organic amendments: A review of the literature, 1982-1994. *Nematologica Mediterranea* 23:299-305
- DALCHOW, J. (1998): Der Steckbrief: Mischinfektionen durch Korkwurzelkrankheit und Wurzelgallenälchen an Gewächshaustomaten I. *Gemüse* 1/1998
- DAULTON, R.A., NUSBAUM, C.J. (1961): The Effect of soil temperature on the survival of the root-knot nematodes *Meloidogyne javanica* and *M. hapla*. *Nematologica* 6/1961
- DECKER, H. (1963): *Pflanzenparasitäre Nematoden und ihre Bekämpfung*. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- DECKER, H. (1969)*: *Phytonematologie*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- DECKER, H., FRITZSCHE, R. (1991)*: *Resistenz von Kulturpflanzen gegen Nematoden*. Akademie-Verlag Berlin

- DERN, R. (1985): Über den Einfluß verschiedener Zwischenfrüchte auf die Populationsentwicklung freilebender Wurzelnematoden in Hessen. *Gesunde Pflanzen* 37. Jahrg., Heft 5:212-214
- DIERCKS, R., HEITEFUSS, R. (1994): *Integrierter Landbau*. Verlagsunion Agrar, München
- DIERCKS, R., HEYE, C. (1970): Notwendigkeit und Problematik der Ermittlung von Schadensschwellenwerten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 77 (11/12)
- DORKA, U., MÜLLER, J. (1992): Bestimmung der Varianzquellen bei Probenahme und Laboruntersuchung auf wandernde Wurzelnematoden. *Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst* 44(6), 1992
- DOWE, A. (1987): *Räuberische Pilze und andere pilzliche Nematodenfeinde*. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt
- DOWE, A., DECKER H. (1985): Unkräuter als Wirte zystenbildender Nematoden. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz DDR*
- DOWLER, W.M., VAN GUNDY, S.D. (1984): Importance of agricultural plant Nematology. In: Nickle, W.R. *Plant and Insect Nematodes*. Marcel Dekker, New York, USA, 1-12
- DROPKIN, V.H. (1980): *Introduction to plant nematology*. Department of Plant Pathology, University of Missouri, Columbia. A Wiley-Interscience Publication
- DUFOUR, R., GUERENA, M., EARLES, R. (2003) : Alternative Nematode Control. www.attra.ncat.org
- DUKE, J.A. (1983): *Handbook of energy crops – Soghum sudanese* .
www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Sorgum_sudanese.html
- DUNN, R.A. (1994): *Soil Organic Matter, Green Manures and Cover Crops For Nematode Management*. University of Florida, Cooperative Extension Service
- EDMUNDS, J.E., MAI, W.F. (1966): Population increase of *Pratylenchus penetrans* in alfalfa and celery roots infected with *Trichoderma viride*. *Phytopathology* 56:1320-1321
- El-Zawahry, A.M., Olthof, T.H.A., Potter, J.W. (1998): The nematocidal effects of *Tagetes* spp. on the final population of *Paratylenchus penetrans*. *International Journal of Nematology* 8(2):117-122
- EMMERLING, C. (2001): Funktionelle Diversität von Bodenbakteriengemeinschaften und Nematoden in drei Bewirtschaftungssystemen. *Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft* 95/2001
- EMMERLING, C., SCHRÖDER, D. (2000): Beitrag bodenbiologischer Untersuchungen zur Bewertung unterschiedlicher Bodenbewirtschaftungssysteme. *VDLUFA-Schriftenreihe* 55, Teil 2, Kongressband 2000
- ESHETU, A.S. (1999): *Wirkungen des Rhizobakteriums Bacillus subtilis auf den Befall von Tomatenpflanzen durch Wurzelgallen- (Meloidogyne spp.) und Wurzelläsions-Nematoden (Pratylenchus spp.)*. Dissertation Berlin
- ESSER, R.P., SOBERS, E.K. (1964): Natural enemies of nematodes. *Soil Crop Society of Florida Proceedings* 24
- EVANS, K. A. (1993): Effects of the addition of chitin to soil on soil-borne pests and diseases. *Proceedings Crop Protection in Britain* 1993:189-194
- EVENHUIS, B., KORTHALS, G.W. (2002): Afrikaantje temt wortellesie-aaltje voor jaren. *Groenten en Fruit*, 1/2002
- FABY R., THEMANN, O. (1999): Nematodenbekämpfung mit *Tagetes* in Erdbeeren. *Obstbau* 5/1999
- FANELLI, E., DI VITO, M., CORTESE, M.R., DE GIORNI, C.: Chitin synthase as molecular target in the plant-parasitic nematode *Meloidogyne artiellia*. Bari, Italy
- FERRIS, H., ZHENG, L. (1999): Plant sources of Chinese herbal remedies: Effects on *Pratylenchus vulnus* and *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology* 31(3):241-263
- FORGE, T.A., KAUFMAN, D., INGHAM, R.E.: Winter cover crops for managing root-lesion nematodes affecting small fruit crops in the pacific northwest. *Integrated Farming Systems – Oregon State University*
www.ifs.orst.edu/pubs/forge_nematode_story_html
- FORGE, T.A., MACGUIDWIN, A.E. (1990): Cold Hardening of *Meloidogyne hapla*. *Journal of Nematology* 22(1):101-105

- FORGE, T.A., MACGUIDWIN, A.E. (1992): Effects of water potential and temperature on survival of the nematode *Meloidogyne hapla* in frozen soil. *Canadian Journal of Zoology* 70/1992
- FRIED, A., LUNG, G. (1994): Biologische Bekämpfung freilebender Wurzelnematoden im Erdbeeranbau mit Zwischenkulturen. *Obstbau* 4/1994
- FÜRST L. (1994): Schadnematoden im Feldgemüsebau. *Taspo Gartenbaumagazin* 5/1994
- GAHUKAR, R.T. (1995): *Neem in plant protection*. Agri-Horticultural Publishing House, Nagpur, India, 1st edition
- GENTZSCH, D. (1999): Stengelnematoden bei Sellerie-Befallsflächen kartieren!. *Gemüse* 3/1999
- GODOY, G., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., SHELBY, R.A., MORGAN-JONES, G. (1983): Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. II Effects on microbial population. *Nematropica* 13:63-74
- GOMMERS, F.J., BAKKER, J. (1988): Physiological changes induced by plant responses or products. In: G.O.Poinar, and H.B. Jansson *Diseases of Nematodes*. Volume 1. Boca Raton, FL: CRC Press Inc.
- GOOD, J.M., MINTON, N.A., JAWORSKI, C.A. (1965): Relative Susceptibility of Selected Cover Crops and Coastal Bermudagrass to Plant Nematodes. *Phytopathology* 55/1965
- GOODELL, P.B., FERRIS, H. (1989): Influence of environmental factors on the hatch and survival of *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology* 21(3):328-334
- GOODEY, J., FRANKLIN, M., HOOPER, D. (1965)*: *The Nematode Parasites of plants catalogued under their hosts*. Rothamsted Experimental Station, England. Commonwealth Agricultural Bureaux
- GOSWAMI, B.K., VIJAYALAKSHMI, K. (1986): Efficacy of some indigenous plant materials and oil cake amended soil on the growth of tomato and root-knot nematode populations. *Annals of Agricultural Research* 7
- GREWAL, P.S. (1989): Effekts of leaf-matter incorporation on *Aphelenchoides composticola* (Nematoda), mycofloral composition, mushroom compost quality and yield of *Agaricus bisporus*. *Annals Applied Biology* 115:299-312
- GRUBER, U. (1994): *Auswirkungen der Rotationsbrache auf Nematoden, Schnecken und Getreidefußkrankheiten*. Dissertation, Universität Hohenheim
- GRUNDER, J. (1999 bis 2003): Projekt: Entwicklung von nachhaltigen Verfahren gegen pflanzenparasitische Nematoden - Förderung der biologischen Schädlingsbekämpfung mit zooparasitischen Nematoden. Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil, Schweiz
- GUDLOWSKI, J., SCHLÜTER K. (2003): Wurzelnematoden – ein neues Problem im Getreide. *Top Agrar* 03/2003:74-77
- HACKNEY, R.W., DICKERSON, O.J. (1975): Marigold, castor bean, and chrysanthemum as controls of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus alleni*. *J. Nematology* 7, 84-90
- HAGAN, A., GAZAWAY, W., SIKORA, E. (1994): *Nematode Suppressive Crops*. Alabama A& M and Auburn University, <http://www.aces.edu/departement/grain/ANR856.htm>
- HALLMANN, J. (2002)*: *Nematoden im Gemüsebau: Biologie, Auftreten, Verbreitung*. BBA, Münster, Informationsblatt
- HALLMANN, J. (2003a): Einsatz von Örtlich zur Regulierung von Wurzelgallennematoden im ökologischen Landbau. Kurzergebnisse laufender Projekte im Bereich Pflanzenschutz, Vortragsveranstaltung, 8.-9. Oktober 2003 in Berlin Dahlem BBA der Bundesprogramm Ökologischer Landbau
- HALLMANN, J. (2003b): Untersuchungen zur Resistenz von Örtlich gegenüber *Meloidogyne hapla*. 31. Tagung des Arbeitskreises Nematologie in Bonn, 19./20. März 2003 *Mitt. der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft Heft* 33:55
- HALLMANN, J., RODRIGUEZ-KABANA, R., KLOEPPER, J.W. (1998): Chitin-mediated changes in bacterial communities of the soil, rhizosphere and within roots of cotton in relation to nematode control. *Soil Biology & Biochemistry* 31

- HALLMANN, J., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., KLOEPPER, J.W. (1999): Chitin-mediated changes in bacterial communities of the soil, rhizosphere and within roots of cotton in relation to nematode control. *Soil Biology and Biochemistry* 31:551-560
- HASEEB, A., SINGH, B., KHAN, A.M., SAXENA, S.K. (1978): Evaluation of nematicidal property in certain alkaloid-bearing plants. *Geobios (India)* 5:116-118
- HEIJBROEK, W., MUNNING, R.G. (1995): The control of *Heterodera schachtii*, *Meloidogyne hapla* and *M. chitwoodi* by resistant green manure crops applied as rotational set aside. *Nematologica* 41
- HEINICKE, D. (1989a): Kartoffelnematoden biologisch bekämpfen-geht das?. *Top-Agrar* 12/1989
- HEINICKE, D. (1989b): Prüfungen auf Resistenz gegen Nematoden und Kontrollen von Import-Sorten. *Der Kartoffelbau* 1/1989, 40. Jg.
- HEINICKE, D. (1994): Stilllegungsflächen zur Nematodenbekämpfung nutzen. *Pflanzenschutz-Praxis* 1/1994
- HEINICKE, D., WARNECKE, H. (2003): Versuche im Ökologischen Gemüsebau in Niedersachsen 2002: *Meloidogyne hapla* – Entwicklungszyklus und Temperatursumme. In: Aktuelles aus Forschung und Versuchen im ökologischen Gemüsebau 2003, Zusammenstellung der Öko-Gemüsebauberater Tagung 2003 in Grünberg
- HEINICKE, D., WARNECKE, H. (2003): Versuche im Ökologischen Gemüsebau in Niedersachsen 2002: Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Population von *Meloidogyne hapla*. In: Aktuelles aus Forschung und Versuchen im ökologischen Gemüsebau 2003, Zusammenstellung der Öko-Gemüsebauberater Tagung 2003 in Grünberg
- HEINRICHS, C. (1997): Scharfe Waffe gegen Nematoden. *LZ-Rheinland* 17/1997
- HEINRICHS, C. (1998): Nematodenresistenz - die Lösung?. *LZ-Rheinland* 9/1998
- HEINRICHS, C. (2000): Erfolgreich gegen Nematoden. *LZ-Rheinland* 3/2000
- HEINRICHS, C. (2001): Nematoden bei Stilllegung bekämpfen. *LZ-Rheinland* 16/2001
- HEYNITZ, VON KRAFFT (1987): *Das biologische Gartenbuch: Gemüse, Obst, Blumen, Rasen auf biologisch-dynamischer Grundlage*. Stuttgart: Ulmer
- HIRLING, W. (1977): Ölrettich (*Raphanus oleiferus*), eine Feindpflanze für *Pratylenchus neglectus*. *Zeitschriften für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 84, 7/8
- HJINK & OOSTENBRINK (1968)* bearbeitet von PD / HLB / LUW / PAGV (1995) und Boerderij (1996): Übersicht wichtigster Älchenarten, Wirtspflanzen und Schadensanfälligkeit. In: *Kartoffelbau* 48. Jg. (3), 1997.
- HOFFMANN, G. M. (1994): *Lehrbuch der Phytomedizin*. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, 3. Auflage
- HOFFMANN, M., SCHMUTTERER, G. M. (1999): *Parasitäre Krankheiten & Schädlinge an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen*. 2 Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- HÖGGER, C.H. (1994): *Nematologie-Fachausdrücke*. Mikroskopische Nachrichten
- HUANG, S.P. (1984): Cropping effects of marigolds, corn, and okra on population levels of *Meloidogyne javanica* and on carrot yields. *Journal of Nematology* 16(4):396-398
- INGHAM, R., DICK, R., SATTELL, R. (1999): Columbia Root-knot Nematode control in potato. *Oregon Cover Crops* 8740, November 1999
- JACOBS, P. (1997): Untersuchungen über die Wirkung nematophager Pilze auf *Meloidogyne sp.* in vitro und auf deren Befall an *Lycopersicon esculentum*. *Z. Pfl.krankheiten Pfl.schutz* 104:153-165
- JANSSEN, G.E., NOREL, A., VERKERK-BAKKER, B., JANSSEN, R. (1996): Resistance to *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* and *M.hapla* in wild tuber-bearing *Solanum spp.*. *Euphytica* 92/1996
- JATALA, P. (1986): Biological control of plant parasitic nematodes. *Ann. Rev. Phytopathology* 24:453-489
- JENKINS, W. R., TAYLOR, D. P. (1967): *Plant Nematology*. Reinhold Publishing Corporation, New York, Amsterdam, London
- JINSHENG, C. (1996): Untersuchungen zur biologischen Wirkung von Pflanzenextrakten und Pflanzeninhaltsstoffen auf Nematoden (*Xiphinema index* Thorne & Allen 1950 und *Meloidogyne incognita* (Kofoid &

- White 1919) Chitwood 1949), Pilze (*Aspergillus niger* Von Tieghem 1867). Dissertation, Universität Bonn
- JOHNSON, A.W., BURTON, G.W., WILSON, J.P., GOLDEN, A.M. (1995): Rotations with coastal bermudagrass and fallow for management of *Meloidogyne incognita* and soilborne fungi on vegetable crops. *Journal of Nematology* 27(4):457-464
- KABLE, P.F., MAI, W.F. (1968): Influence of soil moisture on *Pratylenchus penetrans*. *Nematologica* 14/1968
- KARG, W., GROSSE, E. (1983): Raubmilben als Antagonisten von Nematoden. *Nachrichtenblatt Pflanzenschutz DDR* 1983
- KEMPER, A. (1964): Über ein Schadaufreten von *Pratylenchus crenatus* an Spinat auf stark sauren Böden. *Gesunde Pflanzen* 16/1964:134-136
- KEMPER, A. (1966): Beziehungen zwischen Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden und verschiedenen Umweltfaktoren unter besonderer Berücksichtigung des Schadaufretens von *Pratylenchus*-Arten in Abhängigkeit vom pH-Wert des Bodens. *Mitteilungen der BBA*
- KENNEDY, M.W., HARNETT, W. (2001): *Parasitic Nematodes*. CABI Publishing 2001, Oxon, New York
- KHAN, M.W. (1993): *Nematode Interactions*. Chapman & Hall 1993, London
- KIEWNICK, S.: Untersuchungen zur Messung des antagonistischen Potentials von Böden verschiedener Agrar-ökosysteme gegenüber Zysten- und Wurzelgallennematoden. Institut für Pflanzenkrankheiten Uni Bonn
- KIMPINSKI, J., ARSENAULT, W.J., GALLANT, C.E., SANDERSON, J.B. (2000): The effect of Marigolds (*Tagetes* spp) and other cover crops on *Pratylenchus penetrans* and on following potato crops. Supplement to the *Journal of Nematology* 32(4S)
- KINLOCH, R.A., RICH, J.R. (2001): *Sorghum nematode management*. University of Florida
- KIR`YANOVA, E.S., KRALL, E.L. (1980): *Plant-parasitic nematodes and their control*. Vol. II New Delhi, Amerind Publ. Co
- KNUTH (2003): Stängelneematoden vermindern. *BW agrar* 7
- KNUTH, P. (1995)*: Nematodenschäden an Sellerie. *Gemüse* 3/1995
- KNUTH, P. (1996)*: Zwiebelschäden durch Nematoden. *Gemüse* 6/1996
- KNUTH, P. (2002)*: Zuckerrüben 2002: Ernteauffälle durch nematodenbedingte Rübenkopffäule. Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart
- KO, M.P., SCHMITT, D.P. (1996): Changes in plant-parasitic nematode populations in pineapple fields following inter-cycle cover crops. *Journal of Nematology* 28(4):546-556
- KOK, C.J., COENEN, G.C.M., DE HEIJ, A. (1994): The effect of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) on selected soil-borne pathogens. *Journal of the International Hemp Association* 1(1):6-9
- KORTHALS, G.W., HARTSEMA, O., MOLENDIJK, L.P.G. (2001a): Het maiswortelknobbelaaltje. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO)*, Lelystad, Niederlande
- KORTHALS, G.W., HARTSEMA, O., MOLENDIJK, L.P.G. (2001b): Het vrijlevende wortelaaltje. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO)*, Lelystad, Niederlande
- KRANZ, J. (1992): Schadensschwellen-eine Aufgabe für die Forschung. *Gesunde Pflanzen* 12/1992, 44. Jg.
- KRANZ, J., HAU, B. (1981): Wie gewinnt man wirtschaftliche Schadensschwellen?. *DLG-Mitteilungen* 12/1981
- KREUTER, M. L. (1983): *Biologischer Pflanzenschutz: Naturgemäße Abwehr von Schädlingen und Krankheiten*. BLV Verlagsges., München
- KREUTER, M.L.(1995): *Pflanzenschutz im Biogarten*. 3. Aufl.-München; Wien; Zürich: BLV
- KRIEG, A., FRANZ, J.M. (1989): *Lehrbuch der biologischen Schädlingsbekämpfung*. Paul Parey Berlin, Hamburg 1989
- KÜHN, H. (1959): Zum Problem der Wirtsfindung phytopathogener Nematoden. *Nematologica* 4:165-171

- LAMONDIA, J.A. (1996): Trap crops and population management of *Globodera tabacum tabacum*. *Journal of Nematology* 28(2):238-243
- LAMONDIA, J.A. (2000): The effect of rotation crops on lesion nematodes, *Vertecillium dahliae* and potato early dying severity. *Phytopathology* 90:44
- LAMONDIA, J.A., ELMER, W.H. (1992): Influence of chitin soil amendments and flutolanil application on black root of strawberry. *Advances in strawberry research* 1992: 21-27
- LAPRISE, J-M. (1998): Pesky hemsps hurts pests. www.hempology.org
- LAUENSTEIN, G. (1991): Schwellenwerte für tierische Schädlinge-wichtige Bausteine des IntegriertenPflanzenschutzes oder unzuverlässiger Notbehelf?. *Gesunde Pflanzen* 10/1991, 43. Jg.
- LAUENSTEIN, G. (1992): Kartoffelnematoden Teil 1. *Der Kartoffelbau* 1/1992, 43. Jg.
- LAUENSTEIN, G. (1992): Kartoffelnematoden Teil 2. *Der Kartoffelbau* 2/1992, 43. Jg.
- LAUENSTEIN, G. (1992): Kartoffelnematoden Teil 3. *Der Kartoffelbau* 3/1992, 43. Jg.
- LAUENSTEIN, G. (1992): Kartoffelnematoden Teil 4. *Der Kartoffelbau* 4/1992, 43. Jg.
- LAUENSTEIN, G. (1992): Kartoffelnematoden Teil 5. *Der Kartoffelbau* 5/1992, 43. Jg.
- LAUENSTEIN, G. (1992): Kartoffelnematoden Teil 7. *Der Kartoffelbau* 7/1992, 43. Jg.
- LAUENSTEIN, G. (1995): Stärkekartoffeln: Welche Sorte gegen Nematoden?. *Pflanzenschutz-Praxis* 1/1995
- LAUGHLIN, C.W. (1971): Nematodes and their control-the hidden enemy. Mich. State Univ., Coop. Extension Service, Lansing, Mich.
- LEIJ DE, F. (1992): The significance of ecology in the development of *Verticillium Chlamydosporium* as a biological control agent against root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp). Dissertation, Landwirtschaftsuniversität Wageningen
- LENZ, R. (1999): Der Einfluss der Bodenbearbeitung auf die biologische Aktivität des Bodens und auf bodenlebende Nematoden. Dissertation, Verlag Agrarökologie
- LENZ, R., EISENBEIS, G. (1996): Die Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbewirtschaftung im Ökologischen Landbau auf Nematodenfauna und Mikroflora. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 81/1996
- LOHMANN, U. (1989): Untersuchungen zur Biologie und Anwendung der endoparasitären Pilze *Verticillium balanoides* Dowsett und *Drechmeria coniospora* Gams und Jansson zur biologischen Bekämpfung von pflanzenparasitären Nematoden. Dissertation, Universität Bonn
- LÖSING, H. (1995): Bedeutung und integrierende Bekämpfung wandernder Nematoden (*Pratylenchus* spp.) als eine Ursache von Nachbauschäden bei Rosen in der Baumschulproduktion. Dissertation Humboldtuniversität Berlin
- LUNG, G., FRIED, A. (1997): Biologische Bekämpfung von Nematoden mit der Feindpflanze *Tagetes* spp.. *Gesunde Pflanzen* 4/1997, 49 Jhg.
- LUST, V. (1987): *Biologischer Obst- und Gemüsebau*. Ulmer- Verlag, Stuttgart
- MAHDY, M. (2002): Biological control of plant parasitic nematodes with antagonistic bacteria on different host plants. Dissertation, Universität Bonn
- MAHFOUZ, M. ABD-ELGAWAD, M., OMER, E.A. (1995): Effect of essential oils of some medicinal plants on phytone-matodes. *Anz. Schädlingsskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 68
- MAMIYA, Y. (1971): Effect of temperature on the life cycle of *Pratylenchus penetrans* on *Cryptomeria* seedlings and observations on its reproduction. *Nematologica* 17:82-92
- MANKAU, R. (1980): Biocontrol: Fungi as nematode control agents. *J. Nematology* 12:244-252
- MANKAU, R. (1980): Biological control of nematode pests by natural enemies. *Ann. Rev. Phytopathol.* 18
- MÄRZ, C. (1999): Befall durch Stengelnematoden an Sälzweibeln. *Gemüse* 3/1999

- MÄRZ, C.*: Nematoden im Feldgemüsebau. Pflanzenschutzdienst Ref. 31, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Merkblatt
- MATEEVA, A. (1995): Use of unfriendly plants against root knot Nematodes. ISHS Acta Horticultrae 382: IV International Symposium on soil and Substrate Infestation and Disinfestation
- MATILE, P. (1984): Das toxische Kompartiment der Pflanzenzelle. Naturwissenschaften 71, 18-24
- MCDONALD, D.H. UND MAI, W.F. (1963): Suitability of various cover crops as hosts for the lesion nematode, *Pratylenchus penetrans*. Phytopatology 53, 730-731
- MCGUIRE, A. (2002): Sudangrass and Sorghum-Sudangrass Hybrids. Washington State University Cooperative Extension
- MCPARTLAND, J. M. (1996): A review of Cannabis diseases. Journal of the International Hemp Association 3(1)
- MCPARTLAND, J.M. (1997): Cannabis as repellent and pesticide. Journal of the International Hemp Association 4(2):89-94
- MCPARTLAND, J.M., GLASS, M. (2001): Nematicidal effects of hemp (*Cannabis sativa*) may not be mediated by cannabinoid receptors. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 29:301-307
- MCSORLEY, R., DICKSON, D.W. (1994): Unusual crops for suppressing root-knot nematode infestations in vegetable crops in Florida. University of Florida, Department of Entomology and Hematology
- MCSORLEY, R., FREDERICK, J.J. (1994): Response of some annual bedding plants to three species of *Meloidogyne*. Supplement to Journal of Nematology 26(4S):773-777
- MCSORLEY, R., GALLAHER, R.N. (1997): Nematode population levels on vegetable crops following two winter cover crops. Department of Entomology and Nematology, and Agronomy Department, University of Florida, Grainsville, FL
- MCSORLEY, R.: Cover crops for management of root-knot nematodes. University of Florida, Department of Entomology and Nematology
- MEIJER DE, E.P.M. (1993): Evaluation and verification of resistance to *Meloidogyne hapla* Chitwood in a Cannabis germplasm collection. Euphytica 71:49-56
- MEIJER DE, E.P.M. (1993): Hemp variations as pulp source researched in the Netherlands. Pulp & Paper v67n7
- MEINERT, G., MITTNACHT, A. (1992): Integrierter Pflanzenschutz. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- MEYER, W. (2000): Nematoden: Wirksame Bekämpfung mit Tagetes. Monatsschrift 11/2000
- MEYER-KAHSNITZ, S. (1994): Älchen als Überträger von Pflanzenviren. Taspo Gartenbaumagazin 5/1994
- MIAN, I.H., GODOY, G., SHELBY, R.A., RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., MORGAN-JONES, G. (1982): Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. Nematologica 12:71-84
- MILLER, P.M., AHRENS, J.F. (1969): Influence of growing marigolds, weeds, two cover crops and fumigation on subsequent populations of parasitic nematodes and plant growth. Plant Disease Reporter No. 8, Vol. 53
- MITTAL, N., SAXENA, G., MUKERJI, K.G. (1995): Integrated control of root-knot disease in crop plants using chitin and *Paecilomyces lilacinus*. Crop Protection 14(8):647-651
- MJUGE, S.G., VIGLIERCHIO, D.R. (1975): Influence of growth promoters and inhibitors on tomato plants infected with *Meloidogyne incognita* and *M. hapla*. Nematologica 21:476-477
- MOJTAHEDI, H. ET AL (1988): Host tests to differentiate *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla*. Journal of Nematology Vol.20, 3/1988
- MOJTAHEDI, H., PINKERTON, J.N. (1989): Host status of alfalfa cultivars and germ plasms to *Meloidogyne chitwoodi* race 2 and reactions of selected cultivars to *M. chitwoodi* and *M. hapla* infection. Plant Disease 73:391-394
- MOJTAHEDI, H., SANTO, G.S., HANG, A.N., WILSON, J.H. (1991): Suppression of root-knot nematode populations with selected rapeseed cultivars as green manure. Journal of Nematology 23(2):170-174

- MOJTAHEDI, H., SANTO, G.S., INGHAM, R.E. (1993): Suppression of *Meloidogyne chitwoodi* with Sudangrass Cultivars as Green Manure. *Journal of Nematology* 25(2)
- MOJUMDER, V., MISHRA, S.D., HAQUE, M.M., GOSWAMI, B.K. (1989): Nematicidal efficacy of some wild plants against pigeon pea cyst nematodes, *Herodera cajani*. *International Nematology Network Newsletter* 6(2): 21-24
- MOLENDIJK, L.P.G.: Aaltjesmanagement in de akkerbouw. Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, PPO-Lelystad, Informationsschrift
- MORGAN, G.T., MACLEAN, A.A. (1968): Influence of soil pH on an introduced population of *Pratylenchus penetrans*. *Nematologica* 14:311-12
- MOTSINGER, R.E., MOODY, E.H., GAY, C.M. (1977): Reaction of certain french marigold (*Tagetes patula*) cultivars to three *Meloidogyne* spp.. *Journal of Nematology* Volume 9 (4):278
- MÜLLER, J. (1985): Aussichten des integrierten Pflanzenschutzes bei der Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden. *Gesunde Pflanzen* 37. Jahrg., Heft 5:216-221
- MÜLLER, J. (1989): Zur Definition von Resistenz und andere Fachbegriffe in der Nematologie. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig)* 41, 137-139
- MÜLLER, J. (1990): Anforderungen an die Bodenuntersuchung auf den Rübenzystennematoden (*Heterodera schachtii*) im Hinblick auf die Schadensschwelle bei Zuckerrüben. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 97(3), 1990
- MÜLLER, J. ET AL (1996): Zum Auftreten eines für Deutschland neuen Wurzelgallennematoden (*Meloidogyne chitwoodi*). *Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst* 48/1996
- MÜLLER, J., KNUTH P., STURHAN D. (1993): Anforderungen an die Bodenuntersuchungen zur Erfassung des Stengelnematoden, *Ditylenchus dipsaci*. *Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst* 45/1993
- MÜLLER, J., KRIES, V. (1981): Kann man mit Örettich erfolgreich Nematoden bekämpfen?. *Top Agrar* 7/1981
- MÜLLER, J., RUMPENHORST, H.J. (2000): Die Prüfung von Pflanzen auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Schadorganismen in der Biologischen Bundesanstalt, Teil 1. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, Paray Buchverlag Berlin
- NEUBAUER, M.: Informationen über den „Wunderbaum Neem“. *Hanseatisches Neemkontor*, Hamburg
- NOE, J.P., SASSER, J.N., IMBRIANI, J.L. (1991): Maximizing the potential of cropping systems for nematode management. *Journal of Nematology* 23 (3)
- NOLING, J.W. (1999): Nematode Management in commercial vegetable production. University of Florida, edis
- NOLING, J.W. (2001): Nematodes and their management. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida
- NOLING, J.W. (2002): Nematode Management in Commercial Vegetable Production. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences
- NOLING, J.W. : Nematode Management in Tomatoes, Peppers and Eggplant. http://edis.ifas.ufl.edu/Body_NG032
- NORTON, D.C. (1979): Relationship of physical and chemical factors to populations of plant –parasitic nematodes. *Ann. Rev. Phytopathol.* 17:279-299
- OCKEY, S.C., THOMSON, S.V.: Columbia Root Knot Nematode *Meloidogyne chitwoodi*. *Exotic Pest Monitoring Series* 003, Utah State University
- OOSTENBRINK, M. (1955): Bodenmüdigkeit und Nematoden. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 5/1955
- OOSTENBRINK, M. (1957): Das Vorkommen von Artgemischen bei Pflanzenparasitären Nematoden. *Nematologica* 2/1957
- OOSTENBRINK, M. (1966): Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Medelingen* 66, 1966 Wageningen

- OOSTENBRINK, M., KUIPER, K., JAKOB, J.J. (1957): Tagetes als Feindpflanzen von Pratylenchus-Arten. Nematologica II
- OOSTENBRINK, M., S' JAKOB, J.J., KUIPER, K. (1956): An Interpretation of some crop rotation experiences based on nematode surveys and population studies. Nematologica 1
- OOSTENDORP, M., SIKORA, A.R. (1989): Seed treatment with antagonistic rhizobacteria for the suppression of Heterodera schachtii early root infection of sugar beet. Revue Nematologie 12:77-83
- OOSTENDROP, M. (1986): Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung des Rübenzystennematoden Heterodera schachtii (Schmidt) durch Saatgutbehandlung mit Bakterien. Dissertation Universität Bonn
- OVERHOFF, A. (1990): Einfluß von Bewirtschaftungssystem und Bodenbearbeitung auf die Populationsdichte von Nematoden mit besonderer Berücksichtigung antagonistischer Wirkung von Regenwürmern und nematophagen Pilzen. Wissenschaftlicher Fachverlag Gießen
- OVERHOFF, A. (1994): Schadnematoden im Gartenbau -eine Übersicht. Taspo Gartenbaumagazin 5/1994
- OVERHOFF, A., SCHÄFER-PREGL, R., RÖSSNER, J. (1991): Einfluß der Bodenbearbeitung auf die Populationsdichte von Nematoden. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 32, 106-113
- PALISSA, ET AL. (1979) In: MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. UTB für Wissenschaft Heidelberg, Wiesbaden
- PARMAR, B.S. (HERAUSGEBER) (1985-1995): Neem Newsletter 2(4), 6(1), 6(3), 8(1), 8(2), 10(4), 12(4). Indian Research Institute, New Dehli, India
- PATEL, H.R., PATEL, D.J., PATEL, C.C., THAKAR, N.A. (1991): Management of root-knot nematodes by Periwinkle. Nematol. medit.
- PETERSEN, P.H. (1981): Biologische Nematodenbekämpfung. Mitt.d. DLD
- PLOEG, A.T. (1999): Greenhouse studies on the effect of Marigolds (Tagetes spp) on four Meloidogyne species. Journal of Nematology 31(1): 62-69
- PLOEG, A.T. (2002): Effects of selected marigold varieties on root-knot nematodes and tomato and melon yields. Plant Disease 86:505-508
- PLOEG, A.T., MARIS, P.C. (1998-1999): Effect of temperature on suppression of Meloidogyne incognita by Tagetes cultivars. Slosson Report 1998-1999
- POTTER, J.W., OLTHOF, T.H.A. (1993)*: Nematode pests of vegetable crops. In: Evans, K., Trugill, D.L. Webster, J.M. (1993): Plant parasitic nematodes in temperate agricultur. CAB International UK, Cambridge, 171-207
- RADTKE, W., RIECKMANN, W. (1990): Endoparasitisch lebende Wurzelnematoden. Krankheiten und Schädlinge der Kartoffel. Thomas Mann Verlag, Gelsenkirchen:S.136
- RAO, M.S., REDDY, P.P., MOHANDAS, S. (1995): Wirkung der Integration von Endomycorrhiz (Glomus mossae) und Niemkuchen auf die Bekämpfung von gallenbildenden Nematoden an Tomaten. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 102, 5/1995
- RAO, M.S., REDDY, P.P., NAGESCH, M. (1997): Integration of Paecilomyces lilacinus with Neem leaf suspension for the management of root-knot nematodes on egg plant. Nematologia Mediterranea 25:249-252
- RÄUBER, H. (1997): Tagetes gegen Bodenälchen. Deutsche Gärtnerpost 03/1997:S.12
- REGNAT, R. (1997): Nematoden im Freilandgemüsebau, Nematodenregulierung mit der „Feindpflanze“ Tagetes spp. ÖKOmenischer Gärtnerbrief 3 (97):16-17
- REYNOLDS, L.B., POTTER, J.W., BALL-COELHO, B.R. (2000): Crop rotation with Tagetes sp. is an alternative to chemical fumigation for control of root-lesion nematodes. Agronomy Journal 92:957-966
- RICHTER, M. (1998): Untersuchungen zum Auftreten von Pflanzenparasitären Nematoden in Gemüsekulturen und deren Wirtspräferenz. Diplomarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

- RIGA, E., MOJTAHEDI, H., INGHAM, R.E., MCGUIRE, M.A.: Green manure amendments and management of root-knot nematode on potato in the Pacific Northwest of USA. Washington State University, Symposium abstracts 062
- ROBERTS, P.A. (1987): The influence of planting date of carrot on *Meloidogyne incognita* reproduction and injury to roots. *Nematologica* 33:335-342
- ROBERTS, P.A. (1993): The Future of Nematology: Integration of New and Improved Management Strategies. *Journal of Nematology* 25(3)
- ROBERTS, P.A., Gundy, S.D.VAN, McKinney, H.E. (1981): Effects of soil temperature and planting date of wheat on " *Meloidogyne incognita* " reproduction, soil populations and grain yield. *J. Nematology* 13:338-345
- RODRIGUEZ-KABANA, R. (1986): Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *Journal of Nematology* 9:129-135.
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., BOUBÉ, D., YOUNG, R.W. (1990): Chitinous materials from blue crab for control of root-knot nematode. II. Effect of soybean meal. *Nematropica* 20:153-167
- RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., MORGAN-JONES, G, GINTIS, B.O. (1984): Effects of chitin amendments to soil on *Heterodera glycines*, microbial populations, and colonization of cysts by fungi. *Nematropica* 14:10-25
- ROSE, T. (2000)*: Fermentation und Verkapselung des nematophagen Pilzes *Hirsutella rhossiliensis* in Polyelektrolyt-Hohlkugeln zur biologischen Bekämpfung des Nematoden *Heterodera schachtii*. Dissertation, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig
- RÖSSNER, J. (1979): Einfluß langjähriger Monokulturen und Unkrautbekämpfungsmaßnahmen auf die Populationsdichte wandernder Wurzelnematoden. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 86(5):257-265
- RÖSSNER, J. (1981): Einfluss von Regenwürmern auf phytoparasitäre Nematoden. *Nematologica* 27, 1981
- RÖSSNER, J. (1982): Befall von Unkräutern mit Nematoden der Gattung *Pratylenchus*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 90(1):22-27
- RÖSSNER, J. (1983): Einfluß von Unkräutern auf den Befall von Kulturpflanzen mit pflanzenparasitären Nematoden. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 90, 2/1983
- SANFTLEBEN, H. (2001): Abwehr gegen Nematoden. *Deutsche Baumschule* 11/2001:24-25
- SARATHCHANDRA, S.U., WATSON, R.N., COX, N.R., DI MENNA, M.E., BROWN, J.A., BURCH, G., NEVILLE, F.J. (1996): Effects of chitin amendment of soil on microorganisms, nematodes and growth of white clover (*Trifolium repens* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Biology and Fertility of Soils* 22:221-226
- Sasser, J.N. (1971): Einführung in die Probleme des Nematodenbefalls an den Kulturpflanzen der Welt mit einer Übersicht über gegenwertige Bekämpfungsverfahren. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 24, 3-50
- SASSER, J.N. (1977): Worldwide dissemination and importance of the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *J. Nematology* 9(1):26-27
- SASSER, J.N. (1989): *Plant-Parasitic Nematodes: The Farmer's Hidden Enemy*. University Graphics, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina
- SATTELL, R., DICK, R., INGHAM, R., KAROW, R., MCGRATH, D. (1998): *Sudangrass and Sorghum-Sudangrass Hybrids*. Oregon State University Extension Service
- SCHAAF, C. (2000): Untersuchungen zur Wirkung von Pflanzeninhaltsstoffen und Feindpflanzen auf die phytoparasitären Nematoden *Xiphinema index* Thorne & Allen 1950 und *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood 1949. Dissertation Universität Hohenheim, Verlag Grauer, Stuttgart
- SCHEEPENS, P., HOEK, H., MOLERNA, G-J., BASTIAANS, L., GROENEVELD, R., SCHOENMAKER, E., PIKAAR, P. (2003): *Innovatiere onkruidpetentie in biologische landbouw door groenbemesters in net bouwplan*. Plant Research International

- SCHEIFELE, G. (1998): Final report: determining the feasibility and potential of field productions of low THC industrial hemp (*cannabis sativa* L.) for fibre and seed grain in northern Ontario. Thunder Bay, Ontario, Canada, Kemptville College and University of Guelph
- SCHENK, A., WIJSMULLER, J. (1991): Vorgewassen verjagen aaltjes. *Fruittelt* 8, 34-35
- SCHLAGHECKEN, J. (1988): Gründüngung im Gemüsebau. Landes-Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau, Neustadt an der Weinstrasse. Neustadter Hefte 18/1988
- SCHLANG, J. (1985): Einfluß verschiedener Amarantusarten auf die Populationsdynamik von *Heterodera schachtii*. Jahresber. Der BBA f. Land- u. Forstwirtschaft Berlin u. Braunschweig, H58-59 in: NIEMANN, H. (1998): Begleitpflanzen im ökologischen Getreidebau, SÖL, Deukation, Holm
- SCHLANG, J. (1991): Anbau resistenter Zwischenfrüchte zur biologischen Bekämpfung des Rübenzystennematoden. *Zuckerrübe*, 40 Jg (4)
- SCHLANG, J. (1992): Kleiner Schädling- großer Schaden. *LZ-Rheinland* 29/1992
- SCHMIDT, W. (1950): Krankheiten & Schädlinge der Gemüsepflanzen. Hugo H. Hitschmann-Verlag Wien, 1950, Band 5
- SCHMITT, D.P., SIPES, B.S. (1998): Plant-parasitic nematodes and their management. *Plant disease*, Dec. 1998, C/T/A/H/R
- SCHMUTTERER, H., ASCHER, K.R.S. (1986): Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proceedings of the Third International Neem Conference, Nairobi, Kenya. Schriftenreihe der GTZ No. 206, Eschborn, 1987: 55-71, 611-621
- SCHNEIDER, J.H.M., HEIJBROEK, W. (2001): Bietencysteaaaltjes: regelmatige bemonstering is basis beheersing. *Cosun Magazine* 7/2001
- SCHWARZ, A., ETTER, J., KÜNZLER, R., POTTER, C., RAUCHENSTEIN, H.R. (1990)*: Pflanzenschutz im Integrierten Gemüsebau. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen
- SIDDIQUI, M.A., ALAM, M. M. (1988): Control of plant parasitic nematodes by *Tagetes tenuifolia*. *Revue de Nématologie* 11:369-370
- SIDDIQUI, M.A., ALAM, M.M. (1987): Control of Phytonematodes by Mix-culture of *Tagetes lucida*. *Indian J. Plant Pathol.* 5(1):73-78
- SIDDIQUI, Z.A., HUSAIN, S.I. (1991): Studies on the biological control of root-knot nematode. *Current Nematology* 2(1):5-6
- SIKORA, R.A., SCHUSTER, R-P. (2000)*: Handbuch der Phytonematologie. Shaker-Verlag, Aachen
- SIKORA, R.A., TAYLOR, D.P., MALEK, R.B., EDWARDS, D.I. (1972): Interaction of *Meloidogyne naasi*, *Pratylenchus penetrans*, and *Tylenchorhynchus agri* on Creeping Bentgras. *J. Nematology* 4
- SIKORA, R.A., TAYLOR, D.P., MALEK, R.B., EDWARDS, R.I. (1972): Interaction of *Meloidogyne naasi*, *Pratylenchus penetrans* and *Tylenchorhynchus agri* on creeping bentgrass. *J. Nematology* 4, 163-166
- SMITH, K. (1997): Romancing The Velvet Bean—Old Flame of southern farmers may make a comeback. Auburn University <http://www.ag.auburn.edu/aaes/webpress/1997/velvetbean.htm>
- SPIEGEL, Y. ET AL (1990): Evaluation of chitinolytic microorganisms for controlling the root-knot nematode, *Meloidogyne Javanica*. *Phytoparasitica* 18:1
- SPIEGEL, Y., BAR-EYAL, M., OKA, Y., SHARON, E., CHET, I. (1998): New Perspectives in Biocontrol of Plant-Parasitic Nematodes. *Phytoparasitica* 26:3
- SPIEGEL, Y., CHET, I., COHN, E., GALPER, S., SHARON, E. (1988): Use of chitin for controlling plant parasitic nematodes. 3. Influence of temperature on nematocidal effect, mineralization and microbial population buildup. *Plant and Soil* 109:251-256
- SPIEGEL, Y., COHN, E., CHET, I. (1986): Use of chitin for controlling plant parasitic nematodes. 1. Direct effects on nematode reproduction and plant performance. *Plant and Soil* 95:87-95

- SPIEGEL, Y., COHN, E., CHET, I. (1989): Use of chitin for controlling *Heterodera avenae* and *Tylenchus semipene-trans*. *Journal of Nematology* 21(3):419-422
- SPITTEL, A. (1983): Wie Sie Ökorettich zur Nematodenbekämpfung richtig anbauen. *Top Agrar* 6/1983
- STADLER, CH., STAUKE, H. (2002): Perspektiven des Präparates NeemAzal-TS in Gemüsekulturen. *Gesunde Pflanzen*, 54. Jg., Heft 1, 23-26
- STARR, J.L., JEGER, M.J. (1985): Dynamics of Winter Survival of Eggs and Juveniles of *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria*. *Journal of Nematology* 17(3):252-256
- STEIN, S. (2000): Tagetes für einen gesunden Boden: Fruchtfolgeprobleme biologisch beseitigen. *Natürlich Gärtnern* 4/2000
- STIRLING, G.R. (1991)*: Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problem and prospects. CAB International, Wallingford, Oxon, UK
- STURHAN, D. (1995): *Meloidogyne* -Arten in Deutschland, Vorkommen, Verbreitung, morphologische Merkmale (Vortrag). 23. Tagung des Arbeitskreises Nematologie, 29.-30. März in Bonn
- SUATMADJI, R.W. (1969): Studies on effect of *Tagetes* species on plant-parasitic nematodes. Wageningen, The Netherlands, H.Veenman en Zonen
- SUSLOW, T.V., SCHROTH, H.N. (1982): Rhizobacteria of sugar beets: effects of seed application and root colonization on yield. *Phytopathology* 72:199-206
- TANG, C.S., WAT, C.K., TOWERS, G.H.N. (1986): Thiophenes and benzofurans in the undisturbed rhizosphere of *Tagetes patula* L. *Plant and Soil* 98:93-97
- THIELKING, H.: Kapselsysteme auf Basis nachwachsender Rohstoffe zur biologischen Schädlingsbekämpfung. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow
- THOMAS, E. (1973): Populationsentwicklung und Pathogenität von *Paratylenchus* sp. an Möhren und Sellerie. *Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst* 25/1973
- THOMAS, E. (1986): So bauen Sie Senf und Ökorettich zur Nematodenbekämpfung an. *Top agrar* 7/1986
- THOMAS, E. (1991): Welche Sorte gegen Rübennematoden?. *LZ-Rheinland* 28/1991
- THOMAS, E. (1992): Nematoden nicht verschleppen. *LZ-Rheinland* 10/1992
- THOMAS, E. (1997a): Resistente Ökorettich- und Senfsorten gegen Nematoden. *Zuckerrübe* 2/1997, 46. Jg.
- THOMAS, E. (1997b): Wirkung resistenter Zwischenfrüchte auf Nematodenbesatz. *Zuckerrüben* 46/1997
- THORNTON, M., HAFEZ, S.L., FINNIGAN, B., BARTON, D., HARDING, G., SEYEDBAGHERI, M.: Management of rapeseed green manure crops. www.uidaho.edu/ag/environment/sustain/reports/rapeseed.html.
- TOPP, E., MILLAR, S., BORK, H., WELSH, M. (1998): Effects of marigold (*Tagetes* sp.) roots on soil microorganisms. *Biol. Fertil. Soils* 27:149-154
- VIAENE, N.M., ABAWI, G.S. (1998): Management of *Meloidogyne hapla* on lettuce in organic soil with sudangrass as a cover crop. *Plant Disease* 82:945-952
- VIJAYALASHMI, K., MISHRA, S.D., PRASAD, S.K. (1979): Nematicidal properties of some indigenous plant materials against second stage juveniles of *Meloidogyne incognita*. *Indian Journal of Entomology* 41
- VOGTMANN, H. (1990): *Ökologischer Gartenbau*. SÖL-Bad Dürkheim, 3. Auflage
- VOSS, B. (1988): Eignung des fakultativen endoparasitären Pilzes *Catenaria Anguillulae* Sorokin zur Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden. Dissertation, Universität Kiel
- VRAIN, T. C., BARKER, K.R., HOLTZMAN, G.I. (1978): Influence of low temperature on the rate of development of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* larvae. *J. Nematology* 10:311-313
- WALKER, J.T., MELIN, J. (1997): Reaction of Herbaceous Perennials to Root-knot Nematodes. University of Georgia Experiment Station 1997
- WANG, K.H., MCSORLEY, R. (2002): Considerations in using cover crops for nematode management. Universität Florida, Dept. Entomology and Nematology 2002

- WANG, K.-H., MCSORLEY, R., GALLAHER, R.N., TUBBS, R.S. (2002): Effects of winter and fall cover crops on plant-parasitic nematode population development. In van Santen, E. (2002): Making Conservation Tillage Conventional. Proceedings of 25th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture.
- WEBSTER, J.M. (1972): Nematodes and biological control. Economic nematology. Akademic Press , New York
- WEISCHER B., BROWN D. (2000): An Introduction to Nematodes. Principal Research Leader, Nematology Department Dundee, Scotland
- WEISCHER, B. (1961): Pflanzenparasitäre Nematoden im Möhrenbau. Nachrichtenblatt Dtsch. Pflanzenschutzdienst Braunschweig 13, 134-140
- WEISCHER, B. (1985): Entwicklungstendenzen bei der Abwehr von Nematodenschäden. Mitteilungen der BBA, Heft 226
- WEMBER, QUIRIN: Informationsblatt: Nematoden im Garten – Möglichkeiten gezielter Gründüngung, Dreschfliegel- Informationsblatt
- WHITEHEAD, A. (1994): Verwendung von Kartoffeln als Fangpflanzen zur Nematodenbekämpfung. Der Kartoffelbau 8/1994, 45. Jg.
- WHITEHEAD, A.G. (1997)*: Plant nematode control. CAB International, Oxon & New York
- WIDMER, T.L., ABAWI, G.S. (2000): Mechanism of supression of Meloidogyne hapla and its damage by green manure Sudangrass. Plant Dis. D-2000-0321-01R
- WIDMER, T.L., ABAWI, G.S. (2002): Relationship between levels of cyanide in sudangrass hybrids incorporated into soil and suppression of Meloidogyne hapla. Journal of Nematology 34(1):16-22
- WINKELHEIDE, R. (1994): Raubpilze und Bakterien für den Einsatz gegen Schadnematoden. Taspo Gartenbau- magazin 5/1994
- YEPSEN, R. (1976): Organic plant protection. Rodale Press Inc. USA in: NIEMANN, H. (1998): Begleitpflanzen im ökologischen Getreidebau, SÖL, Deukation, Holm
- ZVALETA-MEJIA, E., CASTRO, A.E., ZAMUDIO, V. (1993): Efecto del cultivo e incorporacion de Tagetes erecta L. sobre la poblacion E infeccion de Meloidogyne Incognita (Kofoid & White) chitwood en Chile (Capsicum Annuum L.). Nematropica Vol. 23, No. 1, 1993
- ZECK, W.M. (1971): Ein Boniturschema zur Feldauswertung von Wurzelgallenbefall. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 24, 1971

* mit Stern gekennzeichnete Literaturangaben wurden bei der Zusammenstellung der Wirtspflanzentabelle (siehe Beilage der Broschüre) berücksichtigt.

Anhang

1. Artentabelle

2. Literaturübersicht: Feindpflanzentabelle

3. Literaturübersicht: Tabelle: *Tagetes* Sorten und bekämpfbare Nematodenarten

4. Anbauhinweise zu Sudangras

5. Übersicht: Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

6. Aufgebautes Netzwerk im Rahmen des Nematodenprojektes

7. Fragebogen

1. Tabelle zu den nachgewiesenen pflanzenparasitären Arten (Sortierung nach Gattungen)

Gattungen	Arten	Anzahl der Nachweise [n=702]
<i>Amplimerlinius</i>	<i>Amplimerlinius icarus</i>	15
	<i>Amplimerlinius macrurus</i>	20
<i>Aphelenchoides</i>	<i>Aphelenchoides blastophthorus</i>	1
	<i>Aphelenchoides saprophilus</i>	2
<i>Ditylenchus</i>	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	1
<i>Geocenamus</i>	<i>Geocenamus brevidens</i>	16
	<i>Geocenamus microdorus</i>	12
	<i>Geocenamus quadrifer</i>	4
	<i>Geocenamus tartuensis</i>	6
	<i>Geocenamus tessellatus</i>	2
<i>Helicotylenchus</i>	<i>Helicotylenchus canadensis</i>	1
	<i>Helicotylenchus digonicus</i>	4
	<i>Helicotylenchus pseudorobustus</i>	11
	<i>Helicotylenchus sp.</i>	3
	<i>Helicotylenchus varicaudatus</i>	2
	<i>Helicotylenchus vulgaris</i>	16
<i>Heterodera</i>	<i>Heterodera avenae</i>	1
	<i>Heterodera avenae-Gr.</i>	2
	<i>Heterodera carotae</i>	2
	<i>Heterodera cruciferae</i>	1
	<i>Heterodera hordecalis</i>	1
	<i>Heterodera schachtii</i>	1
	<i>Heterodera sp.</i>	1
	<i>Heterodera trifolii</i>	1
	<i>Heterodera trifolii betae</i>	2
	<i>Heterodera trifolii-Gr.</i>	1
<i>Longidorus</i>	<i>Longidorus elongatus</i>	1
<i>Meloidogyne</i>	<i>Meloidogyne chitwoodi</i>	2
	<i>Meloidogyne hapla</i>	36
	<i>Meloidogyne naasi</i>	8
<i>Merlinius</i>	<i>Merlinius brevidens</i>	30
	<i>Merlinius microdor</i>	1
	<i>Merlinius nanus-Gr.</i>	25
	<i>Merlinius nothus</i>	2
	<i>Merlinius quadrifer</i>	3
	<i>Merlinius tartuensis</i>	2
<i>Paratrichodorus</i>	<i>Paratrichodorus nanus</i>	2
	<i>Paratrichodorus pachydermus</i>	12
	<i>Paratrichodorus sp.</i>	2
	<i>Paratrichodorus sparsus.</i>	1
	<i>Paratrichodorus weischeri</i>	1
<i>Paratylenchus</i>	<i>Paratylenchus bukowinensis</i>	12
	<i>Paratylenchus gracilacus</i>	1
	<i>Paratylenchus microdorus</i>	3
	<i>Paratylenchus nanus</i>	3
	<i>Paratylenchus projectus</i>	28
	<i>Paratylenchus similis</i>	1

<i>Pratylenchus</i>	<i>Pratylenchus crenatus</i>	65
	<i>Pratylenchus fallax</i>	6
	<i>Pratylenchus flakkensis</i>	6
	<i>Pratylenchus neglectus</i>	52
	<i>Pratylenchus penetrans</i>	12
	<i>Pratylenchus pseudopratensis</i>	2
	<i>Pratylenchus sp.</i>	3
	<i>Pratylenchus thornei</i>	28
<i>Punctodera</i>	<i>Punctodera sp.</i>	1
<i>Rotylenchulus</i>	<i>Rotylenchulus borealis</i>	2
<i>Rotylenchus</i>	<i>Rotylenchus goodeyi</i>	3
	<i>Rotylenchus robustus</i>	8
	<i>Rotylenchus sp.</i>	2
	<i>Rotylenchus uniformis</i>	5
<i>Trichodorus</i>	<i>Trichodorus cylindricus</i>	3
	<i>Trichodorus maximus</i>	1
	<i>Trichodorus primitivus</i>	14
	<i>Trichodorus similis</i>	16
	<i>Trichodorus variopapillatus</i>	8
	<i>Trichodorus viruliferus</i>	4
<i>Tylenchorhynchus</i>	<i>Tylenchorhynchus capitatus</i>	2
	<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>	1
	<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	130
	<i>Tylenchorhynchus maximus</i>	19
	<i>Tylenchorhynchus microdorus</i>	1
	<i>Tylenchorhynchus microphasmis</i>	2
	<i>Tylenchorhynchus quadrifer</i>	1

2. Tabelle der Feindpflanzen mit Wirkung gegen verschiedene Nematodenarten

wissenschaftlicher Name	Trivialname	Wirkung gegen	Quellen
<i>Aeschynomene americana</i>	American Jointvetch	<i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i>	HAGAN ET AL. 1994 MCSORLEY MCSORLEY & DICKSON 1994
<i>Ageratum houstonianum</i>	Leberbalsam	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Meloidogyne spp.</i>	MCSORLEY & FREDERICK 1994 ANONYM 2002
<i>Agrostemma githago</i>	Kornrade	<i>Heterodera schachtii</i>	ANONYM 1988
<i>Agrostis palustris</i>	Creeping Bentgrass Straussgras	<i>Pratylenchus penetrans</i>	SIKORA ET AL 1972
<i>Amaranthus caudatus</i> , <i>A. chlorostachys</i> , <i>A. paniculatus</i>	Fuchsschwanz	<i>Heterodera schachtii</i>	SCHLANG 1985 (IN NIEMANN 1998)
<i>Argemone sp.</i>	Stachelmohn	<i>Meloidogyne spp.</i>	ANONYM 2002
<i>Asparagus officinalis</i>	Spargel	<i>Trichodorus christiei</i>	DECKER 1969
<i>Avena sativa</i>	Hafer	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	KO & SCHMITT 1996
<i>Brassica napus</i>	Rapeseed	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne chitwoodi</i>	HAGAN ET AL. 1994 MOJTAHEDI ET AL 1993
<i>Bromus inermis</i>	Wehrlose Trespe	<i>Pratylenchus spp.</i>	MACDONALD & MAI 1963 (IN DECKER 1969)
<i>Calendula officinalis</i>	Ringelblume	Nematoden allgemein	KREUTER 1995, YEPSEN 1976 (IN NIEMANN 1998)
<i>Cannabis sativa</i>	Hanf	<i>Globodera rostochiensis</i> , <i>Heterodera glycines</i> , <i>Meloidogyne chitwoodi</i> , <i>Meloidogyne spp</i>	KIR'YANOVA & KRALL 1980 (IN MCPARTLAND & GLASS 2001) SCHEIFELE 1998 (IN MCPARTLAND & GLASS 2001) KOK ET AL. 1994 MEIJER 1993
	verschiedene Sorten Samenkuchen	<i>Meloidogyne hapla</i> , <i>Meloidogyne incognita</i>	MATEEVA 1995 GOSWAMI & VIJAYALAKSMINI 1986 (IN MCPARTLAND & GLASS 2001) VIJAYALAKSMINI ET AL 1979 (IN MCPARTLAND & GLASS 2001) MOJUMDER ET AL. 1989 (IN MCPARTLAND & GLASS 2001)
	aus Hanf- Blätterextrakten	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne cajani</i> , <i>Hoplolaimus indicus</i> , <i>Rotylenchulus reniformis</i> , <i>Tylenchorhynchus brassicae</i>	HASEEB ET AL. 1978 (IN MCPARTLAND & GLASS 2001)
<i>Catharanthus roseus</i>	Periwinkel (rosa Immergrün)	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne javanica</i>	PATEL ET AL. 1991
<i>Chloris gayana</i>	Rhodesgras	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	KO & SCHMITT 1996
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	Wucherblume, Margerite, Mutterkraut	<i>Meloidogyne incognita</i>	HAGAN ET AL. 1994 HACKNEY & DICKERSON 1975
<i>Cichorium intybus</i>	Zichorie, Wegwarte	<i>Heterodera schachtii</i>	DECKER 1969
<i>Coreopsis lanceolata</i>	Mädchenauge	<i>Meloidogyne spp.</i>	ANONYM 2002

<i>Crotalaria spectabilis</i>	Bengalischer Hanf	<i>Meloidogyne</i> spp., <i>Meloidogyne incognita</i> <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> <i>Meloidogyne incognita</i> <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Meloidogyne avanica</i> <i>Meloidogyne arenaria</i> ektoparas. Nematoden <i>Paratrichodorus minor</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i>	DECKER 1969, DUNN 1994, BARKER GOOD ET AL 1965 McSORLEY McSORLEY & DICKSON 1994 DUNN 1994 BARKER HAGAN ET AL. 1994
<i>Crotalaria juncea</i>		<i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Meloidogyne</i> spp., <i>Rotylenchus reniformis</i>	WANG & McSORLEY 2002
<i>Cynodon dactylon</i>	Bermudagrass, Hundszahngras	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Meloidogyne hapla</i>	JOHNSON ET AL. 1995, HAGAN ET AL. 1994 HAGAN ET AL. 1994, ANONYM 2002
<i>Desmodium tortuosum</i>	Floridaklee	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Meloidogyne javanica</i>	GOOD ET AL. 1965
<i>Digitaria decumbens</i> <i>Pangola digitgrass</i> <i>Transvala digitgrass</i>	Pangolagrass	<i>Meloidogyne</i> spp., <i>Meloidogyne</i> spp ektoparas. Nematoden	DUNN 1994 DUNN 1994
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Buchweizen, Heidekorn	<i>Globodera rostochiensis</i> Nematoden allgemein	DECKER 1969 MÜLLER 1988 (IN NIEMANN 1998)
<i>Gaillardia</i> spp.	Malerblume; Kokardenblume	<i>Pratylenchus</i> spp. <i>Meloidogyne</i> spp.	KREUTER 1995 ANONYM 2002
<i>Helenium</i> spp.	Sonnenbrut	<i>Pratylenchus</i> spp.	KREUTER 1995
<i>Hesperis matronalis</i>	Nachtviole	<i>Heterodera schachtii</i>	BARKER
<i>Indigofera hirsute</i>	Indigostrauch	<i>Meloidogyne</i> spp. <i>Meloidogyne arenaria</i>	DUNN 1994, BAKER McSORLEY & DICKSON 1994
<i>Lobularia maritima</i>	Strandsilberkraut, Duftsteinrich, weißes Schildkraut	<i>Meloidogyne javanica</i>	Mc SORLEY & FREDERICK 1994
<i>Lolium multiflorum</i>	Welsches Weidelgras	<i>Pratylenchus</i> spp.	MACDONALD & MAI 1963 (IN DECKER 1969)
<i>Lolium perenne</i>	Deutsches Weidelgras	<i>Pratylenchus</i> spp.	MACDONALD & MAI 1963 (IN DECKER 1969)
<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	<i>Heterodera schachtii</i>	DECKER 1969, BARKER
<i>Muncua pruriens</i>	Velvet bean	Nematoden allgemein	SMITH 1997
<i>Oenothera lamarkiana</i>	Nachtkerze	<i>Meloidogyne</i> spp.	ANONYM 2002
<i>Paspalum notatum</i>	Bahiagrass	<i>Meloidogyne hapla</i> <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne hapla</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i>	ANONYM 2002 HAGAN ET AL. 1994
<i>Raphanus oleiferus</i>	Ölrettich	<i>Pratylenchus neglectus</i>	HIRLING 1977
<i>Ricinus communis</i>	Rizinus	<i>Meloidogyne incognita</i> <i>Meloidogyne arenaria</i>	HACKNEY & DICKERSON 1975 McSORLEY & DICKSON 1994
<i>Rudbeckia</i> spp.	Sonnenhut	<i>Pratylenchus</i> spp. <i>Meloidogyne</i> spp	KREUTER 1995 ANONYM 2002
<i>Salvia officinalis</i> <i>Salvia splendens</i>	Salbei	Nematoden allgemein <i>Meloidogyne incognita</i>	KREUTER 1983 Mc SORLEY & FREDERICK 1994

<i>Secale cereale</i>	Roggen	<i>Meloidogyne</i> spp. <i>Pratylenchus penetrans</i>	WANG & MCSORLEY 2002, MCSORLEY & GALLAHER 1997 BARKER
<i>Sinapis alba</i>	Weißer Senf	<i>Globodera rostochiensis</i>	KREUTER 1995
<i>Solidago</i> spp.	Goldrute	<i>Pratylenchus</i> spp.	KREUTER 1995
<i>Sorghum bicolor</i>	Sudangras Futterhirse Mohrenhirse	<i>Meloidogyne hapla</i> , <i>Meloidogyne chitwoodi</i> <i>Meloidogyne</i> spp.	MOJTAHEDI ET AL 1993 SATTELL ET AL. 1998 WANG & MCSORLEY 2002
<i>Sorghum bicolor</i> x <i>S. sudanese</i>		<i>Meloidogyne arenaria</i>	MCSORLEY & DICKSON 1994
<i>Sorghum</i> spp.		<i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Pratylenchus penetrans</i> <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i>	BARKER HAGAN ET AL. 1994
<i>Sorghum sudanese</i>		<i>Meloidogyne chitwoodi</i> <i>Meloidogyne hapla</i>	WIDMER & ABAWI 2002 WIDMER & ABAWI 2002 VIAENE & ABAWI 1998
<i>Sorghum vulgare</i> var. <i>sudanese</i>		<i>Pratylenchus</i> spp.	MACDONALD & MAI 1963 (IN DECKER 1969)
<i>Glycine max</i>	Sojabohne	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	KO & SCHMITT 1996
<i>Vicia sativa</i> <i>Hairy vetch</i>	Saat-Futterwicke	<i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Meloidogyne</i> spp.	HAGAN ET AL. 1994
<i>Vigna unguiculata</i>	Kuherbse, Kuhboh- ne, Augenbohne	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Meloidogyne javanica</i>	MC SORLEY
<i>Vinca rosea</i>	Periwinkel (Tropi- sches Immergrün)	<i>Meloidogyne incognita</i>	MC SORLEY & FREDERICK 1994
<i>Zea mays</i>	Mais	<i>Meloidogyne hapla</i>	ANONYM 2002
	Zuckerhutsalat	Nematoden allgemein	HEYNITZ & KRAFT 1987
Untersuchungen mit Kräutern, Auszügen und Essenzen			
<i>Phlox</i> , <i>Fragaria</i> , <i>Polygonium</i>	15 ausdauernde Kräuter wurden getestet	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i>	WALKER & MELIN 1997
<i>Mentha spicata</i> <i>Thymus vulgaris</i> <i>Majorana hortensis</i> <i>Menta longifolia</i>	Ölessenzen einiger Medizinpflanzen verschiedene, nach Konzentration und Inhaltsstoff	<i>Rotylenchus reniformis</i> , <i>Criconemella</i> spp., <i>Hopplolaimus</i> spp.	ABD-ELGAWAD ET AL 1995
36 von 500 Pflanzenauszügen waren effektiv	Auszug aus ver- schiedenen chinesi- schen Kräutern	<i>Pratylenchus vulnus</i> , <i>Meloidogyne javanica</i>	FERRIS & ZHENG 1999

3. Mit verschiedenen *Tagetes* Sorten bekämpfbare Nematodenarten (Erweiterte Tabelle von einem Auszug nach ELBS, 1993 (in LUNG ET AL. 1997))

Nematodenart	<i>Tagetes</i>					Quellen
	<i>erecta</i>	<i>patula</i>	<i>minuta</i>	<i>tenuifolia</i>	<i>lucida</i>	
<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>	-	-	++	-		SUATMADJI 1968
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	-	-	+			SUATMADJI 1968
<i>B. longicudatus</i>		-				WANG & MCSORLEY 2002
<i>Meloidogyne arenaria</i>	+++	+++ +	-			BELCHER & HUSSEY 1977 MOTSINGER ET AL 1977 MCSORLEY & FREDERICK 1994
<i>Meloidogyne hapla</i>	- ++	+++ -	+++ ++			SUATMADJI 1968 BÜNTE & MÜLLER 1996 BELCHER & HUSSEY 1977
<i>Meloidogyne incognita</i>	+++ ++ ++	+++ ++ ++	- ++	+++		SIDDIQUI 1987/88 SIDDIQUI & ALAM 1987 BELCHER & HUSSEY 1977 LUNG ET AL 1997 PLOEG 2002
<i>Meloidogyne javanica</i>	+++ ++	+++ ++	+++		+	SUATMADJI 1968 BELCHER & HUSSEY 1977
<i>Pratylenchus spp.</i>		+++ ++ +				SUATMADJI 1968 LUNG ET AL 1997 FABY, THEMANN, 1999
<i>Pratylenchus crenatus</i>		+++				SUATMADJI 1968
<i>Pratylenchus neglectus</i>		+++				SUATMADJI 1968
<i>Pratylenchus penetrans</i>	+++ +++ ++ ++	+++ +++ ++ ++		+++ ++		LUNG ET AL 1997 SUATMADJI 1968 OOSTENBRINK ET AL. 1957 LÖSING 1995 KIMPINSKI ET AL. 2000 SCHENK, WIJSMULLER, 1991 REYNOLDS 2000 EL-ZAWAHRY ET AL. 1998
<i>Pratylenchus pratensis</i>		+++				OOSTENBRINK 1957
<i>Pratylenchus thornei</i>		+++				SUATMADJI 1968
<i>Rotylenchulus reniformis</i>		- +			++	SIDDIQUI & ALAM 1987 OOSTENBRINK ET AL. 1957 WANG & MCSORLEY 2002
<i>Tylenchorhynchus spp.</i>	- +	+ +				FABY & THEMANN 1999 LÖSING 1995
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	+++	+++ ++	+++			OOSTENBRINK 1957 WHITEHEAD 1997
<i>Tylenchorhynchus brassicae</i>					++	SIDDIQUI & ALAM 1987
<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>		++				MILLER & AHRENS 1969
<i>Xiphinema americanum</i>			++			GOOD 1965

Wirkung:

- + mäßig
- ++ gut
- +++ sehr gut
- schlecht bzw. Wirtspflanze

4. Verschieden Eigenschaften von Sudangras als Gründungspflanze (Quelle: SCHLAGHECKEN 1988)

Eigenschaften	Sudangras/Futterhirse (Sorghum)
Botanischer Name	<i>Sorghum sudanense</i>
Pflanzenart	Gräser (Gramineae)
Bestandshöhe	hoch
Unkrautverdrängung im ersten Monat	mittel (zunächst gering)
Trockensubstanzlieferung	Summe der Trockensubstanz: 70-90 dt/ha
Dauerhumusbildung bei Gründungsanbau	18-23 dt/ha (25% der Trockensubstanz)
Wurzeltiefe	mittel
Wurzelmasse (TS)	viel-sehr viel
Nitrat-Einwaschungshemmung im Winter	keine
Luftstickstoffbindung	keine
Stickstoffbedarf kg N/ha	120-160 kg
Hauptsattertermin	Mitte Mai, Juni, Anfang Juli
Lebensdauer	einjährig
Frosthärte	fehlend
günstiger pH-Bereich	6-7
Bevorzugte Bodenarten	lehmiger Sand, sandiger Lehm, Lehm, Löß
Bestandesdichte Pfl./qm	50 Pfl.
Saatmenge	20-30 kg/ha
Saattiefe	2-3 cm
Reihenabstand	15-25 cm
Keimtemperatur unterer Bereich	14-15°C
Trockenresistenz der Kultur	gut
Zwischenschnitteignung, Tiefe des Zwischenschnitts	ja, 15-20 cm
Eigenschaften	ziemlich trockenresistent, starker Massenzuwachs
Ansprüche	wärmebedürftig, beachtlicher Wasserverbrauch

5. Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

Verbreitung des Projektes

Infofaxe:

Ökoring Niedersachsen, Bioland Bayern, Bioland Berlin/Brandenburg, Bioland Schleswig Holstein, Hessen/Thüringen vom HDLGN, Bioland Nordrhein-Westfalen, Ökolandbau Rheinland-Pfalz

Rundbriefe:

Demeter Baden Württemberg, Gäa- Sachsen, Biokreis

Fachzeitschriften:

Lebendige Erde, Naturland Nachrichten, ÖKOmenischer Gärtnerbrief, Bioland

Internet:

<http://www.oekolandbau.rlp.de>

Fachveranstaltung:

Seminar zum Industriegemüsebau des Ökoring Niedersachsen, Aushang, Verbreitung der Fragebögen

Gemüsebautag in Bayern, Aushang, Verbreitung der Fragebögen

Verbreitung des Projektes bei Seminaren

Öko-Seminar 2002 im Gartenbauzentrum Auweiler am 28.11.02 zum Thema Spezieller Pflanzenschutz im ökologischen Gemüsebau der Landwirtschaftskammer NRW (Rheinland und Westfalen-Lippe), Vortrag (10 min) Zuhörer: ca. 50 Ökologisch wirtschaftende Landwirte und Berater.

Bioland-Gemüse-Seminar 2003 am 10-12.01.03 in der Kath. Landvolkshochschule „Schorlemer Ast“ in Warendorf-Freckenhorst, (Zuhörer ca. 60 ökologisch wirtschaftende Landwirte und Berater). Vortrag (60 min.): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“

Öko-Seminar 2002 im Gartenbauzentrum Auweiler von Naturland, Vortrag (10 min) Zuhörer: ca. 30 Ökologisch wirtschaftende Landwirte und Berater.

Veröffentlichungen der Ergebnisse auf Fachtagungen

Jahrestagung des Arbeitskreises Nematologie der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft am Institut für Pflanzenkrankheiten in Bonn am 18./19.03.03 (Zuhörer ca. 40 Nematologen aus Forschung, Beratung und Industrie). Vortrag (20 min.): „Erhebung pflanzenparasitärer Nematoden im Ökologischen Feldgemüsebau“

Arbeitskreistagung der Versuchsansteller im Ökologischen Gemüsebau im Rahmen der Veranstaltung 25- Jahre Auweiler, im Gartenbauzentrum Köln-Auweiler der Landwirtschaftskammer NRW am 25./26.06.03 (Zuhörer ca. 40 Versuchsansteller, Landwirte und Berater des Ökologischen Landbaus). Vortrag (30 min.): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“

Vortragsveranstaltung des Bundesprogramm Ökologischer Landbau – Fortsetzung laufender Projekte im Bereich Pflanzenschutz, 8./9.10.03 an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin, Vortrag (20 min): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“

Tagung der Öko-Gemüsebauberater/innen 2003 in Grünberg (Organisation: Beratung Ökologischer Gartenbau HDLGN-Wetzlar und Bioland Landesverband NRW) am 2.-6.11.03 im Sporthotel Grünberg (Zuhörer ca. 30 Berater und Versuchsansteller des Ökologischen Gartenbaus). Vortrag (30 min.): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“

Bioland-Gemüse-Seminar 2004 am 9-11.01.04 in der Kath. Landvolkshochschule „Schorlemer Ast“ in Warendorf-Freckenhorst, (Zuhörer ca. 40 ökologisch wirtschaftende Landwirte und Berater). Vortrag (60 min.): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“

Ökogemüsebau-Seminar 2004 des Beratungsdienst Ökologischer Gemüsebau in der Evangelischen Akademie in Bad Boll (Arbeitsgruppe von 12 Landwirten): 1,5 stündige Arbeitsgruppe zu Nematoden (Erarbeitung der Problematik, Schäden, Ursachen, Fruchtfolgen)

Seminar Ökologischer Gemüsebau des Hessischen Dienstleistungszentrums für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz; Beratung Ökologischer Gartenbau HDLGN-Wetzlar am 22./23.01.04 in Rauschholzhausen (Zuhörer ca. 40 ökologisch wirtschaftende Landwirte und Berater). Vortrag (45 min): „Strategien zur Regulierung verschiedener Nematodenspezies im Ökologischen Feldgemüsebau“

Veröffentlichungen der Ergebnisse in der Fachpresse und im Internet

Zeitschrift Bioland - Fachzeitschrift für den Ökologischen Landbau, Ausgabe 5/2003, 2-seitiger Artikel: „Nematoden im Feldgemüsebau“, weitere schriftliche Veröffentlichungen sind in Planung

Veröffentlichungen der Ergebnisse im Internet unter www.oekolandbau.de und www.oekolandbau.nrw.de

6. Aufgebautes Netzwerk im Rahmen des Nematodenprojektes

Verbände

Verbände Bundesweit: Bioland, Demeter, Gaä, Biokreis

Gemüsebauberatung

Landwirtschaftskammer Rheinland und Westfalen-Lippe (M. Puffert, O. van der Valk)

Beratung Ökologischer Gartenbau, HDLNG (R. Hirling, U. Fischbach)

Bioland NRW (T. Holz, K. Besselmann)

Naturland Nord-West (G. Biermann)

B.Ö.G. Beratungsdienst Ökologischer Gemüsebau (M. Braig, E. Ulshöfer)

Demeter Baden- Württemberg (F. u. G. Eisenkolb)

Ökoring Niedersachsen (F. Rau)

Ökoring Schleswig Holstein (G. Alpers)

Öko-Lanbau-Beratung (B. Hallau, I. Wirth)

Naturland Süd-Ost, A.

Bioland Bayern (A. Fuchs, H.J. Mattmüller)

Landesamt Sachsen, Beratung (F. Tränkner, H. Münster)

Wissenschaft

Biologische Bundesanstalt Münster (Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde) (J. Hallmann)

PPO- Lelystad, Praktijkonderzoek Plant and Omgeving, Niederlande (L. Molendijk)

Pflanzenschutzdienst Münster und Bonn

Pflanzenschutzamt Hannover (D. Heinicke)

Landesanstalt für Landwirtschaft, Bereich Pflanzenschutz (M. Arndt)

Amt für ländliche Räume, Abt. Pflanzenschutz, FG Pflanzenschutz und Ökologie (U. Schleuß)

Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz (H. Böcker)

Versuchsansteller im Ökologischen Gartenbau u.a.:

Gartenbauzentrum Köln Auweiler (U. Lindner)

Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt Neustadt

Staatliche Versuchsanstalt für Ökologischen Gemüsebau (W. Schubert)

7. Fragebogen zur Nematodenbelastung im Ökologischen Gemüsebau

Betrieb
Nachname, Vorname
Straße, Hausnummer
PLZ, Ort
Kreis
Telefon **Fax**.....
e-mail
Betriebsgröße in ha
Höhenlage in m **Niederschlag/Jahr in mm**.....

1. Wann haben Sie auf ökologischen Landbau umgestellt?(Monat/Jahr)

Monat Jahr

2. Ackerbau auf insg.ha, davon Gemüsebau: ha

3. Angaben zu den nematodenbefallenen Flächen:

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Größe (in ha)
Bodenart
Ackerzahl
Humusgehalt
pH-Wert
Grundwasserstand

4. Neigt der Boden zu (bitte ankreuzen!):

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Nässe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trockenheit?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Wie war der Witterungsverlauf im Anbaujahr.....(bitte ankreuzen!)?

	April/Mai	Juni/Juli	August
trocken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mäßig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nass	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Wurden die Problemflächen beregnet, wenn ja wann (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wann? (Monate)

7. Wie stark und womit waren die Flächen verunkrautet (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
schwach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
stark	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Womit?

8. Wie wurde das Unkraut auf den Flächen reguliert (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Abflammen/Dämpfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacken/Striegeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fräsen/Bürsten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handarbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mulchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstige Technik

9. Wie wurde der Grundboden bearbeitet (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
pflügen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
grubbern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kreiseln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fräsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unbearbeitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstige Technik

10. Wann wurde der Boden umgebrochen?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Monat

11. Welche Fruchtfolge mit Unter- und Zwischensaat steht auf der Fläche?

Fläche 1

Fläche 2

Fläche 3

12. Wurde der Boden gedüngt, wenn ja womit (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Mist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gülle, Jauche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pflanzenkompost (eigener)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pflanzenkompost (zugekauft)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges
Bodenverbesserer, welche

13. Wurde der Boden gekalkt, wann, wie viel und womit (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wann? (Monat)
Wie viel?
Womit?

14. Haben Sie zertifiziertes Saat/Pflanzgut auf den Flächen eingesetzt (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Setzen Sie betriebsfremdes Pflanzgut (Setzlinge mit Wurzelballen) auf Ihren Flächen ein (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Ja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. Werden auf Ihrem Betrieb betriebsfremde Maschinen eingesetzt? Ja Nein

17. Seit wann haben Sie erkennbare Probleme mit Nematoden? (Monat/Jahr)

Monat..... Jahr.....

18. Wurden Ihre Flächen bereits auf Nematoden untersucht? Ja Nein

19. Welche Schadsymptome traten an den betroffenen Kulturen auf (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
welke Blatt- und Triebspitzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verformung der Blätter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gallen an den Wurzeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
an den Wurzeln weiße/braune Zysten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
stark verzweigte Wurzeln (Beinigkeit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wurzelbärte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
faulende Wurzeln und Knollen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wachstumshemmungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstige Schadsymptome

20. Welche Kulturen mit welchen Symptomen waren bisher von Nematodenschäden betroffen?

	Kulturen	Symptome
Fläche 1
Fläche 2
Fläche 3

21. Wie stark waren die Nematodenschäden auf Ihren Flächen (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Ware konnte z.T. nicht mehr vermarktet werden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
starke Ertragseinbußen (mehr als 50 %)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mittlere Ertragseinbußen (10 bis 50 %)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
geringe Ertragseinbußen (weniger als 10 %)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Wie traten die Nematodenschäden auf den Flächen auf (bitte ankreuzen!)?

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
nesterweise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
flächig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

23. Welche Maßnahmen haben Sie bisher gegen Nematoden eingesetzt und wie war der Erfolg?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

24. Sind Sie an einer Praxiserhebung auf Ihrem Betrieb interessiert (bitte ankreuzen!)?

Ja Nein

Zusammengestellt von:

Andrea Frankenberg

Für die sachliche Richtigkeit:

Andreas Paffrath