



## **Resistenter Ölrettich zur Regulierung von Wurzelgallennematoden im ökologischen Landbau**

### **Herausgeberin:**

Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau  
in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)  
53168 Bonn

Tel.: +49 228 6845-280 (Zentrale)

Fax: +49 228 6845-787

E-Mail: [geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de](mailto:geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de)

Internet: [www.bundesprogramm-oekolandbau.de](http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de)

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

### **Auftragnehmer:**

Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde  
der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

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



## **A B S C H L U S S B E R I C H T**

**Zuwendungsempfänger:** Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde  
Dr. Johannes Hallmann  
Toppheideweg 88  
48161 Münster

Telefon: (0251) 8710625, Fax:(0251) 8710633  
Email: [j.hallmann@bba.de](mailto:j.hallmann@bba.de)

**Forschungsprojekt Nr.:** 514-43.10/02OE107

**Thema:** Resistenter Ölrettich zur Regulierung von Wurzelgallen-nematoden im ökologischen Landbau

**Laufzeit:** 01.09.2002 – 31.12.2003

**Berichtszeitraum:** 01.09.2002 – 31.12.2003

**Zusammenarbeit mit anderen Stellen:**

Florian Rau - Anbauberater  
Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH  
Bahnhofstraße 15  
27374 Visselhövede

Andreas Paffrath - Berater für ökologischen Landbau  
Landwirtschaftskammer Rheinland  
Endericher Allee 60  
53115 Bonn

Heiner Helberg - Landwirt  
Biohof Eilte GbR (Demonstrationsbetrieb Ökol. Landbau)  
Großer Garten 6  
29693 Ahlden

Heinrich Helberg - Landwirt  
Twachte 5  
27313 Dörverden-Hülsen

**vorgelegt am:** 17.12.2003

## 1 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

In dem Forschungsvorhaben wurde die Wirtseignung von Ölrettichsorten für *M. hapla* untersucht, mit dem Ziel, wenig anfällige bzw. resistente Sorten zu selektieren und deren Eignung für die Regulierung des Wurzelgallennematoden im ökologischen Landbau zu untersuchen. Während des Forschungsvorhabens ergaben sich weitere Fragestellungen, die anhand zusätzlich durchgeführter Versuche untersucht wurden. Insgesamt wurden folgende Aufgabenstellungen bearbeitet:

- Charakterisierung der in der Beschreibenden Sortenliste aufgeführten Ölrettichsorten auf ihre Anfälligkeit gegen *M. hapla*,
- Befallsreduzierende Wirkung von Ölrettich 'Commodore' im Kleinparzellenversuch sowie auf Praxisbetrieben
- Einfluss der Einarbeitung des Ölrettichs auf den Bekämpfungserfolg
- Wirkung von Ölrettich 'Commodore' gegen die im Gewächshaus auftretende Art *Meloidogyne incognita*
- Einfluss von Klee, Sudangras und Chitin auf die Besatzdichte von *M. hapla*
- Erstellung eines Informationsblattes über *Meloidogyne hapla*.

### 1b Darstellung des mit der Fragestellung verbundenen Entscheidungshilfe-/Beratungsbedarfs im BMVEL

- Entwicklung eines Anbaukonzeptes zu bislang für den Öko-Anbau wenig wissenschaftlich bearbeiteten bzw. in der Praxis des Öko-Anbaus wenig verbreiteten landwirtschaftlichen Kulturen wie Feldgemüse
- Verbesserung der Fruchtfolgen im ökologischen Landbau in phytopathologischer Hinsicht (Anbau von Kulturen mit geringer Anfälligkeit für *M. hapla*)
- Entwicklung von Strategien zur Regulierung von tierischen Schädlingen (*M. hapla*) im ökologischen Landbau

### 1.1 Planung und Ablauf des Projekts

Planung und Ablauf des Projektes erfolgten wie im Zeitplan vorgesehen mit der Ausnahme, dass aufgrund des 3 Monate späteren Projektbeginns auf die Optimierung des Screeningsverfahrens für Ölrettich auf Nematodenresistenz verzichtet wurde. Dafür wurden in zusätzlichen Gewächshausversuchen weitere Verfahren zur Reduzierung von *M. hapla* untersucht (Sudangras, Chitin, resistenter Rotklee). Auch in den Feldversuchen wurden neben Ölrettich zusätzliche Varianten zur Regulierung von *M. hapla* mit aufgenommen.

### 1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an dem angeknüpft wurde

Der Wurzelgallennematode *Meloidogyne hapla* ist ein Hauptschaderreger im ökologischen Landbau, der zunehmend an wirtschaftlicher Bedeutung gewinnt. Betroffen sind vor allem Betriebe mit einem hohen Anteil an Feldgemüse und Kartoffeln in der Fruchtfolge. Mit Ausnahme der wenig ökologischen Schwarzbrache sind derzeit keine Verfahren zur gezielten Bekämpfung von *M. hapla* im ökologischen Landbau praktisch anwendbar. Zu Projektbeginn war bekannt, dass die Wirtseignung für *M. hapla* bei Einzelpflanzen von Ölrettich von hoch anfällig bis nahezu resistent reicht. Nicht bekannt war jedoch, welche Ölrettichsorte die geringste Anfälligkeit gegen *M. hapla* hat und ob mit dieser Sorte auch eine Regulierung von *M. hapla* in der Praxis möglich ist.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Charakterisierung von Ölrettichsorten auf Anfälligkeit für *M. hapla* (GW)

Die Resistenz der Ölrettichsorten wurde in 5 Gewächshausversuchen (GW) untersucht. Die Prüfgefäße waren 100 ml Faltschachteln. Pro Versuch wurden 10 bis 15 Sorten mit je 30 Wiederholungen angesetzt. Als Kontrolle dienten die hoch anfällige Sorte 'Siletina' und die gering anfällige Sorte 'Commodore'. Die Versuchspflanzen wurden nach 7 Tagen mit 800 Larven von *M. hapla* inokuliert. Nach 11 Wochen wurden die Wurzelsysteme der Einzelpflanzen auf eine Sprühanlage gegeben (Abb. 1) und die geschlüpften Larven über 4 Wochen gesammelt und ausgezählt.



**Abb. 1:** Extraktion der Larven von *Meloidogyne hapla* aus Ölrettich auf der Sprühanlage

### 2.2 Charakterisierung weiterer Kulturpflanzen auf Anfälligkeit für *M. hapla* (GW)

Die Anfälligkeit von Sudangras sowie verschiedener Sorten von Tagetes und Klee für *M. hapla* wurde wie oben beschrieben untersucht.

### 2.3 Einzelpflanzenuntersuchungen zur Anfälligkeit von Ölrettich für *M. hapla* (GW)

Die Einzelpflanzenuntersuchungen wurden wie unter 2.1 beschrieben für die Ölrettichsorten 'Siletina' und 'Commodore' durchgeführt. Pro Sorte wurden 30 Einzelpflanzen ausgewertet.

### 2.4 Wirkung von Ölrettich und Tagetes gegen *M. hapla* - Wirkungssteigerung durch Einarbeitung der Pflanzenreste (GW)

Die Untersuchungen sollten zeigen, ob durch Einarbeitung von Pflanzenresten eine zusätzliche Wirkung gegen *M. hapla* erzielt werden kann. Folgende Varianten wurden untersucht: Brache, Tomate 'Moneymaker', Tagetes 'Single Gold', Ölrettich 'Commodore' und Ölrettich 'Boss'. Pro Variante wurden 20 Wiederholungen

angesetzt. Der Versuch wurde in 3,6 L-Plastikeimern durchgeführt. In die Versuchserde wurden zu Versuchsbeginn 20.000 *M. hapla*-Larven pro Plastikeimer eingemischt. Zu Versuchsbeginn wurde die Versuchserde mit je einer 4 Wochen alten Tomaten bepflanzt; Tagetes (25 Samen/Topf) und Ölrettich (10 Samen/Topf) wurden ausgesät. Nach 12 Wochen wurden bei je 10 Wiederholungen einer Variante die Pflanzenreste klein geschnitten und in die Erde eingemischt. Bei den übrigen 10 Wiederholungen pro Variante wurde der oberirdische Aufwuchs entfernt und nur die Wurzeln klein geschnitten und in den Boden eingemischt. Nach weiteren 4 Wochen wurden in alle Töpfe 4 Wochen alte Tomaten 'UC82 Davis' gepflanzt. Nach 12 Wochen wurde der Versuch ausgewertet. Die Anzahl roter Tomaten wurde ermittelt und das Fruchtgewicht bestimmt. Die Wurzeln wurden ausgewaschen und der Gallindex wurde auf einer Skala von 0 (keine Gallen) bis 10 (vollständige Vergallung, Pflanze abgestorben) nach Zeck (1971) ermittelt.

### **2.5 Wirkung von resistentem Rotklee gegen *M. hapla* (GW)**

Der Versuch wurde in 10er Töpfen (300 ml) in Felderde/Sand-Gemisch (1:2, v/v) durchgeführt. In die Versuchserde wurden 6400 Larven von *M. hapla* eingemischt und 5 Samen (Tomate) bzw. 10 Samen (Klee) ausgesät. Folgende Varianten wurden untersucht: 1. Tomate 'Moneymaker', 2. Rotklee HC86, 3. Rotklee 'Kvarta', 4. Weißklee 'Alex', 5. Weißklee 'Tempus' und 6. Weißklee 'Winner'. Nach 91 Tagen wurde der Versuch ausgewertet und die Anzahl Gallen pro Wurzelsystem bestimmt. Die Rotkleeherkunft HC86 wurde in den USA auf Resistenz gegen *M. hapla* gezüchtet und für Versuche innerhalb des Forschungsvorhabens zur Verfügung gestellt.

### **2.6 Wirkung von Chitin gegen *M. hapla* an Tomate (GW)**

Die Wirkung einer Bodenbehandlung mit Chitin bzw. Krill auf den Befall von Tomaten mit *M. hapla* wurde untersucht. Zu frischer Felderde wurden 20.000 Larven von *M. hapla* sowie Chitin bzw. Krill in den Aufwandmengen 1 % , 0,1 % und 0,01 % gegeben. Die Erde wurde sorgfältig gemischt, in 300 ml Plastiktöpfe gefüllt und im Gewächshaus feucht gehalten. Nach 4 Wochen wurde in jeden Topf eine vier Wochen alte Tomatenpflanze 'UC82 Davis' gepflanzt. Nach weiteren 6 Wochen wurde der Versuch ausgewertet, die Spross- und Wurzelfrischmasse bestimmt und die Anzahl Gallen ermittelt. Jede Variante bestand aus 8 Wiederholungen.

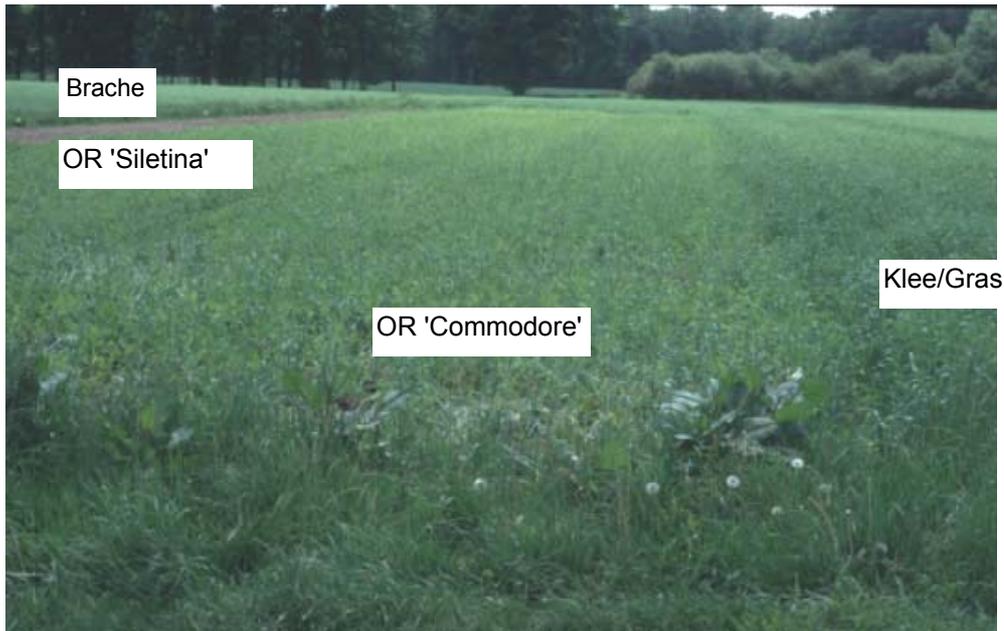
### **2.7 Befallserhebung auf Praxisbetrieben (F)**

Vom Projektpartner Florian Rau (Ökoring Niedersachsen) wurden in Niedersachsen 3 Betriebe mit Nematodenproblemen ausgewählt. Pro Betrieb wurden zwei Flächen beprobt (50 Einstische pro Fläche). Aus je 250 ml Erde wurden die Nematoden mit der Zentrifugations-Methode extrahiert und bestimmt.

### **2.8 Regulierung von *M. hapla* auf Praxisflächen (F)**

Anhand der unter 2.7 beschriebenen Befallserhebung wurden zwei Versuchsflächen für Feldversuche ausgewählt. Die Fläche des Betriebs Heinrich Helberg zeigte eine hohe Besatzdichte mit *M. hapla* und die Fläche auf dem Betrieb Heiner Helberg eine hohe Besatzdichte mit *Pratylenchus crenatus* bei gleichzeitigem Auftreten von *M. hapla*. Die Feldversuche zur Regulierung von *M. hapla* wurden als Streifenanlage (6 x 50 m) angelegt (Abb. 2). Die Versuchsvarianten auf dem Betrieb Heinrich Helberg waren: Blaue Lupine 'Sonet', Ölrettich 'Siletina', Brache, Ölrettich 'Commodore',

Kleegras, Mais. Die Versuchsvarianten auf dem Betrieb Heiner Helberg waren: Brache, Ölrettich 'Siletina', Ölrettich 'Commodore', Klee/Gras-Gemisch, Sommerroggen. Auf beiden Betrieben wurde ein 3 m breiter Streifen des Ölrettichs 'Siletina' sechs Wochen nach Auflaufen umgebrochen (Fangpflanzenprinzip). Die Varianten wurden ortsüblich angebaut. Der Mais auf dem Betrieb Heinrich Helberg wurde am 27.05.03 von Hand gehackt, um einen möglichst unkrautfreien Bestand zu bekommen. Der Ausgangsbesatz (Pi) mit Nematoden wurde am 11.04.03 (Heiner Helberg) bzw. am 22.04.03 (Heinrich Helberg) ermittelt, der Endbesatz (Pf) nach der Ernte jeweils am 10.09.03. Für alle Varianten wurde die Vermehrungsrate (Pf/Pi) bestimmt.



**Abb. 2:** Feldversuch auf dem Biobetrieb Heiner Helberg, 06.2003

## 2.9 Einfluss des Ausgangsbesatzes mit *M. hapla* auf die Vermehrungsrate bei Anbau von Ölrettich (F)

Untersuchungen in Kleinparzellen sollten zeigen, welchen Einfluss der Ausgangsbesatz auf die Vermehrungsrate von *M. hapla* hat. Auf 15 Kleinparzellen mit unterschiedlichem Ausgangsbesatz wurden in 2002 Ölrettich 'Siletina', Ölrettich 'Commodore', Ölrettich 'Boss' und Sommergerste 'City' und in 2003 Ölrettich 'Siletina', Ölrettich 'Commodore' und Sudangras 'Susu' angebaut. Der Besatz mit *M. hapla* wurde im Frühjahr und Herbst bestimmt und für jede Variante wurde die Vermehrungsrate (Pf/Pi) berechnet.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

#### 3.1.1 Charakterisierung von Ölrettichsorten auf Anfälligkeit für *M. hapla* (GW)

Die in der Beschreibenden Sortenliste 2002 aufgeführten Ölrettichsorten wurden anhand ihrer Vermehrungsrate (Pf/Pi) von *M. hapla* charakterisiert (Tab. 1). Die durchschnittliche Vermehrungsrate aller untersuchten Sorten betrug 2,04. Die geringste Vermehrungsrate hatte die Sorte 'Commodore' mit durchschnittlich 0,14,

was einer Reduzierung des Nematodenbesatzes um 86 % entspricht. Die höchste Vermehrungsrate von *M. hapla* zeigte die Sorte 'Colonel' mit 10,91, was einer ca. elffachen Vermehrung gegenüber dem Ausgangsbesatz entspricht.

<b>Tabelle 1: Vermehrungsrate (Pf/Pi) von <i>Meloidogyne hapla</i> an verschiedenen Ölertrichsorten</b>		
Sortenbezeichnung	Kenn-Nr.:	Pf/Pi
Siletina	OR3	3,05
Pegletta	OR17	2,26
Siletta Nova	OR18	4,36
Apoll	OR20	3,45
Toro	OR21	1,10
Ikarus	OR45	2,15
Adagio	OR56	1,42
Trick	OR64	1,50
Rimbo	OR67	1,68
Radical	OR74	0,24
Remonta	OR77	0,25
Diabolo	OR85	1,20
Renova	OR89	0,49
Regresso	OR103	1,74
Colonel	OR115	10,91
Rego	OR125	1,57
Final	OR128	2,66
Boss	OR137	0,66
<b>Commodore</b>	<b>OR138</b>	<b>0,14*</b>
Reform	OR150	0,78
Consul	OR167	1,52
Cassius	OR169	4,73
Ramses	OR172	0,26
Reflex	OR177	0,68

\*Mittelwert aus 5 Versuchen

### 3.1.2 Charakterisierung weiterer Kulturpflanzen auf Anfälligkeit für *M. hapla* (GW)

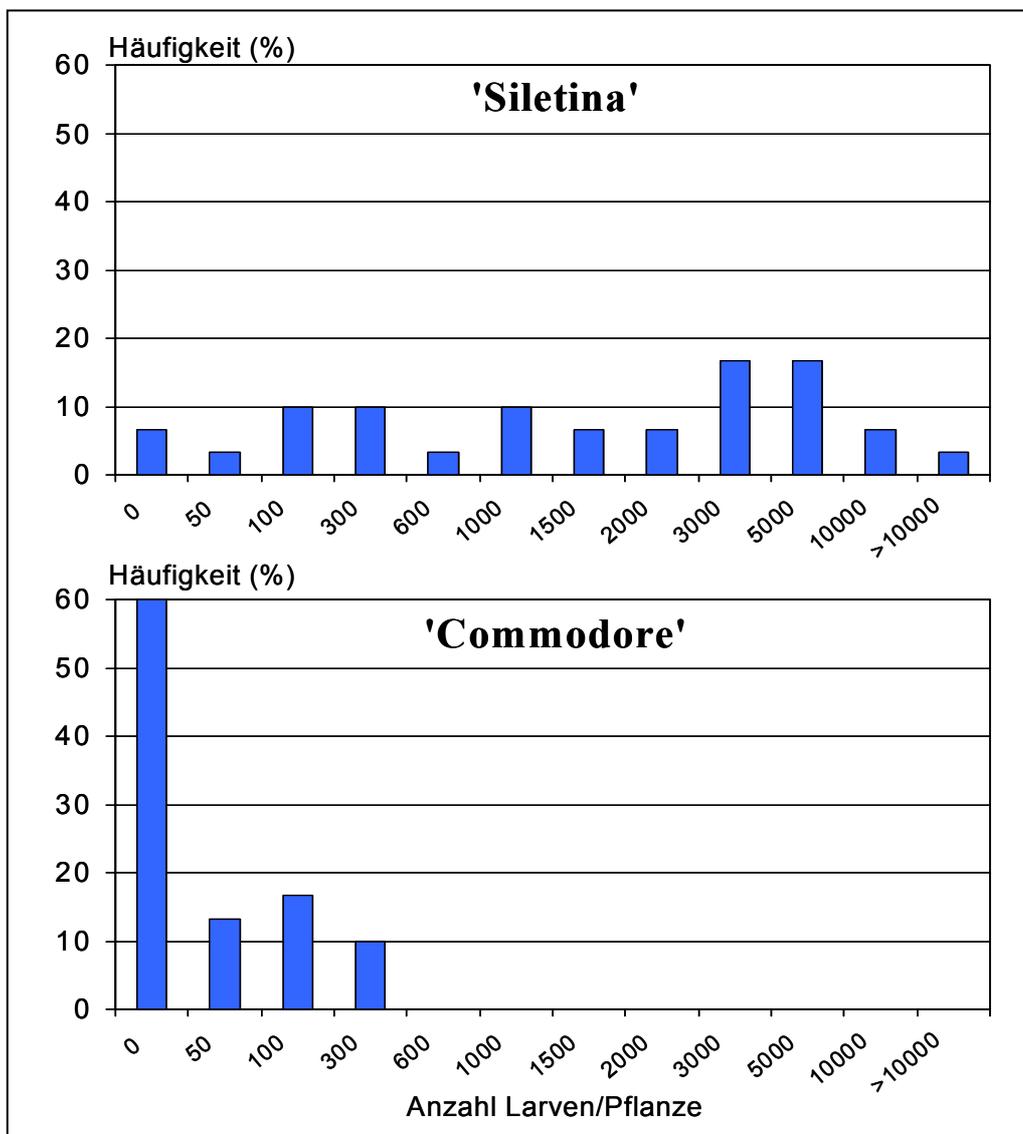
Die Vermehrungsrate von *M. hapla* an Sudangras sowie verschiedenen Tagetesarten bzw. -sorten war mit 0,01-0,06 äußerst gering. Die Kulturpflanzen konnten somit als Nichtwirtspflanzen für *M. hapla* bestätigt werden. Im Vergleich dazu war die Anfälligkeit in den verschiedenen Kleearten mit 9,1 bis 51,7 sehr hoch.

<b>Tabelle 2: Vermehrungsrate (Pf/Pi) von <i>Meloidogyne hapla</i> an verschiedener Kulturpflanzen</b>	
Kultur	Pf/Pi
Sudangras 'Susu'	0,01
Tagetes patula	0,02
Tagetes erecta	0,06
Tagetes 'Single Gold'	0,05
Klee 'Kvarta'	30,8
Klee 'Alex'	9,1
Klee 'Tempus'	51,7
Klee 'Winner'	12,8



### 3.1.3 Einzelpflanzenuntersuchungen zur Anfälligkeit von Ölrettich für *M. hapla* (GW)

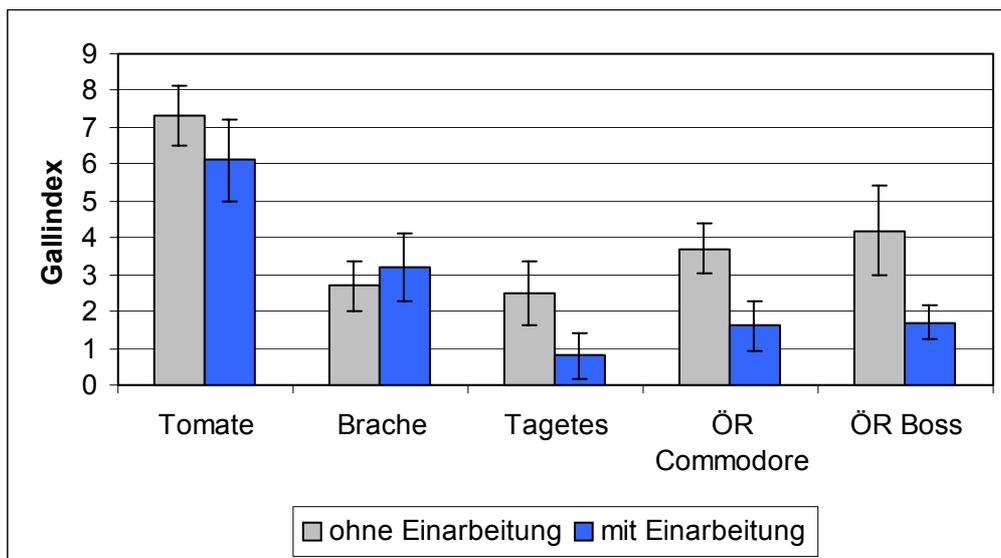
Ölrettichsorten unterscheiden sich in ihrer Anfälligkeit für *M. hapla* teils erheblich. Betrachtet man die Einzelpflanzen einer Sorte, so liegt in der Regel ein Gemisch aus hoch anfälligen Einzelpflanzen bis hin zu resistenten Einzelpflanzen vor. Zum Beispiel liegt die Häufigkeit resistenter Einzelpflanzen bei der anfälligen Ölrettichsorte 'Siletina' bei 6 % und bei der gering anfälligen Sorte 'Commodore' bei 60 % (Abb. 3). Weiterhin zeigte sich, dass bei der wenig anfälligen Sorte 'Commodore' die verbleibenden anfälligen Einzelpflanzen den Wurzelgallennematoden *M. hapla* insgesamt nur wenig vermehrten. Die höchste Anzahl Larven/Pflanze betrug für 'Commodore' 480 Larven/Pflanze und bei 'Siletina' 20.880 Larven/Pflanze.



**Abb. 3:** Häufigkeitsverteilung der Anzahl *Meloidogyne hapla* Larven pro Pflanze bei den Ölrettichsorten 'Siletina' (hoch anfällig) und 'Commodore' (gering anfällig).

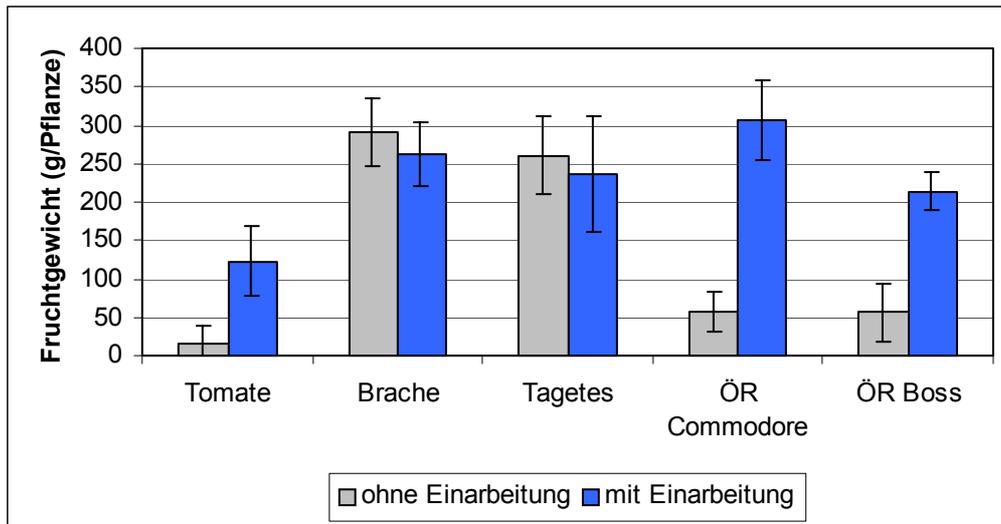
### 3.1.4 Wirkung von Ölrettich und Tagetes gegen *M. hapla* - Wirkungssteigerung durch Einarbeitung der Pflanzenreste (GW)

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass durch Einarbeitung der Pflanzenreste von verschiedenen Vorkulturen in einer nachfolgenden Tomatenkultur eine zusätzliche Reduzierung des *M. hapla*-Besatzes sowie ein höheres Fruchtgewicht erzielt wird als ohne Einarbeitung. Lag der Gallindex ohne Einarbeitung zwischen 7,3 (Tomate) und 2,5 (Tagetes), so lag er nach Einarbeitung zwischen 6,1 (Tomate) und 0,8 (Tagetes) (Abb. 4). Bei Tagetes und den beiden Ölrettichsorten als Vorkultur konnte der Gallindex an Tomate durch Einarbeitung der Pflanzenreste jeweils über 50 % reduziert werden und lag insgesamt niedriger als in der Brache.



**Abb. 4:** Gallindex von *Meloidogyne hapla* an Tomate cv. 'UC82 Davis' in Abhängigkeit von der Vorkultur und der Einarbeitung der Pflanzenreste (n=10)

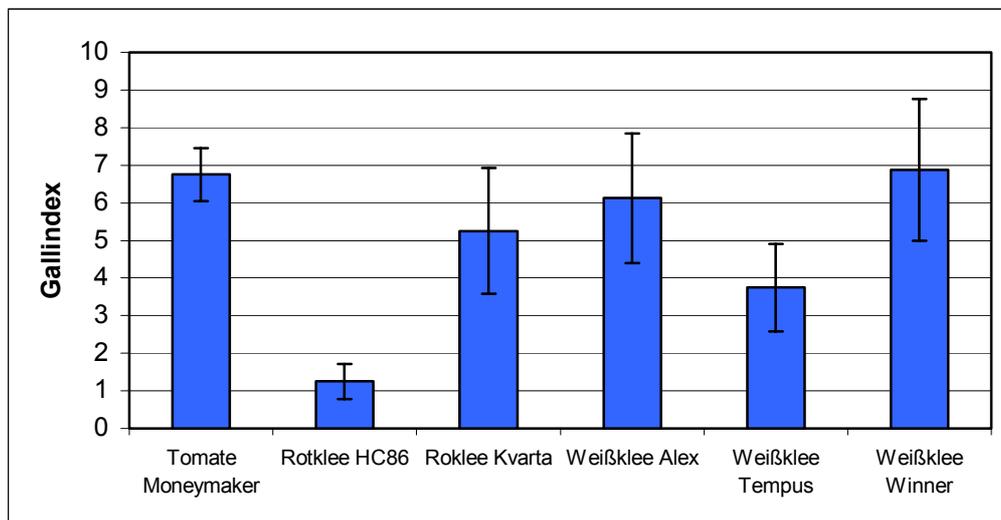
Nach Einarbeitung der Pflanzenrückstände lag das Fruchtgewicht der Tomaten in allen Varianten mit Ausnahme von Tagetes höher als ohne Einarbeitung (Abb. 5). Das höchste Fruchtgewicht wurde nach Einarbeitung von Ölrettich 'Commodore' mit 306 g gemessen, gefolgt von Brache als Vorkultur mit 290 g. Die niedrigsten Fruchtgewichte traten in den Varianten ohne Einarbeitung auf und betragen nach den Vorkulturen Tomate 16 g, nach Ölrettich 'Commodore' 57 g und nach Ölrettich 'Boss' 57 g. Die Ursache für das verbesserte Fruchtgewicht ist einerseits auf den reduzierten Gallindex zurückzuführen, andererseits auf die zusätzliche Nährstoffversorgung aus den Pflanzenresten.



**Abb. 5:** Fruchtwicht von Tomate cv. 'UC82 Davis' in Abhängigkeit von der Vorkultur und der Einarbeitung der Pflanzenreste (n=10)

### 3.1.5 Wirkung von resistentem Rotklee gegen *M. hapla* (GW)

Die Rotkleeherkunft HC86 hatte einen Gallindex von 1,25 und lag damit deutlich unter dem Gallindex der Vergleichsorten (3,75 - 6,87) (Abb. 6). Die Herkunft ist als weitgehend resistent gegenüber *M. hapla* einzustufen und bietet somit für den Öko-Landbau neben der Stickstofffixierung zusätzlich die Möglichkeit der Reduzierung von *M. hapla*.

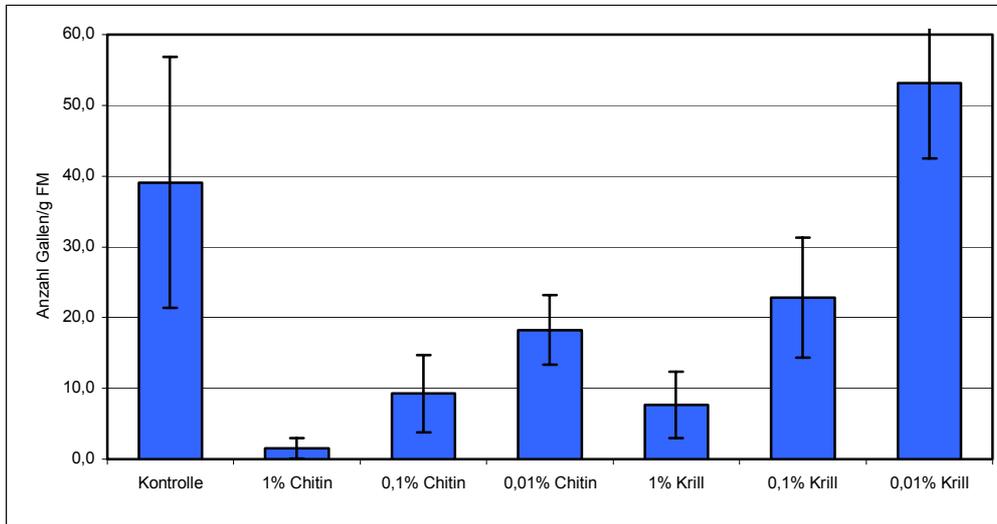


**Abb. 6:** Gallindex von *Meloidogyne hapla* an Tomate 'Moneymaker' sowie verschiedenen Herkünften und Sorten von Rotklee und Weißklee (n=10)

### 3.1.6 Wirkung von Chitin gegen *M. hapla* an Tomate (GW)

Durch Einarbeitung von Chitin und Krill in den Boden vier Wochen vor dem Pflanzen mit Tomaten konnte die Anzahl Gallen/g Wurzelfrischmasse (FM) von *M. hapla* teilweise deutlich reduziert werden (Abb. 7). Die beste Wirkung war bei 1 % Chitin gegeben mit einer Reduzierung der Anzahl Gallen/g FM von 96 %. Bei einer Aufwandmenge von 0,01 % Chitin wurde noch eine Wirkung von 53 % erzielt. Bei Einsatz von Krill betrug die Befallsreduzierung für die Aufwandsmengen 1 % und 0,1

% entsprechend 80 % bzw. 42 %. Krill in der Aufwandmenge von 0,01 % zeigte keine Wirkung. Die Wirkungsweise von Chitin ist wie folgt zu erklären. Durch den mikrobiellen Abbau des Chitins im Boden werden einerseits chitinolytische und antagonistische Mikroorganismen gefördert (Hallmann et al., 1999), andererseits wird Ammonium freigesetzt, dass in hohen Konzentrationen nematizid wirken kann (Mian et al., 1982). Die in Chitin enthaltenen 7 % N bewirken zusätzlich einen Düngungseffekt.



**Abb. 7:** Anzahl Gallen pro Gramm Wurzelfrischmasse an Tomate 'UC82 Davis' nach Bodenbehandlung mit Chitin und Krill in verschiedenen Aufwandmengen (n=8)

### 3.1.7 Befallserhebung auf Praxisbetrieben (F)

Die Ergebnisse der Nematodenbestimmung Herbst 2002 auf den Ökobetrieben Heinrich Helberg, Heiner Helberg und Jürgen Kramer sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Nematologisch auffällig war auf dem Betrieb Heinrich Helberg der Besatz mit *M. hapla* und auf den Betrieben Heiner Helberg und Jürgen Kramer das gleichzeitige Auftreten von *Pratylenchus crenatus* und *M. hapla*. Auf der Fläche bei Heinrich Helberg wurden in 2002 Möhren angebaut (Abb. 8). Deutlich zu erkennen sind die nesterartig auftretenden Fehlstellen im Bestand (Pfeil). Möhren in diesem Bereich waren klein und zeigten die für einen Befall mit *M. hapla* typischen Symptome Beinigkeit und Gallen an den Wurzeln.

**Tabelle 3:** Nematologische Befallserhebung (Anzahl Nematoden/100 ml Boden) auf drei ökologisch wirtschaftenden Betrieben im Raum Walsrode, Niedersachsen

Gattung	Heinrich Helberg I	Heinrich Helberg II	Heiner Helberg I	Heiner Helberg II	Kramer I	Kramer II
<i>Pflanzenparasitäre Nematoden</i>						
Aphelenchoides					12	12
Aphelenchus	180	112	88		44	124
Helic./Rotyl.	24	12			20	8
Heterodera	28	12				
Meloidogyne	220	160	40	40	48	20

Paratylenchus					12	20
Pratylenchus	20		504	572	104	108
Trichodorus		8		8	4	
Tylenchorhynchus	12	8	64	108	16	8
Tylenchus	104	52	108	128	92	76
<i>Saprohage</i> <i>Nematoden</i>	1252	1008	1536	1820	1200	924
<b>Gesamt</b>	<b>1840</b>	<b>1372</b>	<b>2340</b>	<b>2676</b>	<b>1540</b>	<b>1300</b>

Im einzelnen konnten folgende Arten pflanzenparasitärer Nematoden bestimmt werden:

- Heinrich Helberg I: *Helicotylenchus pseudorobustus*, *Heterodera* sp. (*cruciferae* oder *carotae*), *Meloidogyne hapla*, *Pratylenchus neglectus*, *Tylenchorhynchus dubius*
- Heinrich Helberg II: *Heterodera* sp. (vermutlich *carotae*), *Meloidogyne hapla*, *Tylenchorhynchus brevidens*
- Heiner Helberg I: *Meloidogyne hapla*, *Pratylenchus crenatus*, *Tylenchorhynchus nanus*-Gruppe
- Heiner Helberg II: *Meloidogyne hapla*, *Pratylenchus crenatus*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Tylenchorhynchus nanus*-Gruppe, *Trichodorus viruliferus*
- Kramer I: *Meloidogyne hapla*, *Paratrichodorus pachydermus*, *Pratylenchus crenatus*, *Tylenchorhynchus brevidens*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Tylenchorhynchus nanus*-Gruppe
- Kramer II: *Meloidogyne hapla*, *Paratrichodorus pachydermus*, *Pratylenchus crenatus*, *Pratylenchus projectus*, *Tylenchorhynchus brevidens*, *Tylenchorhynchus dubius*

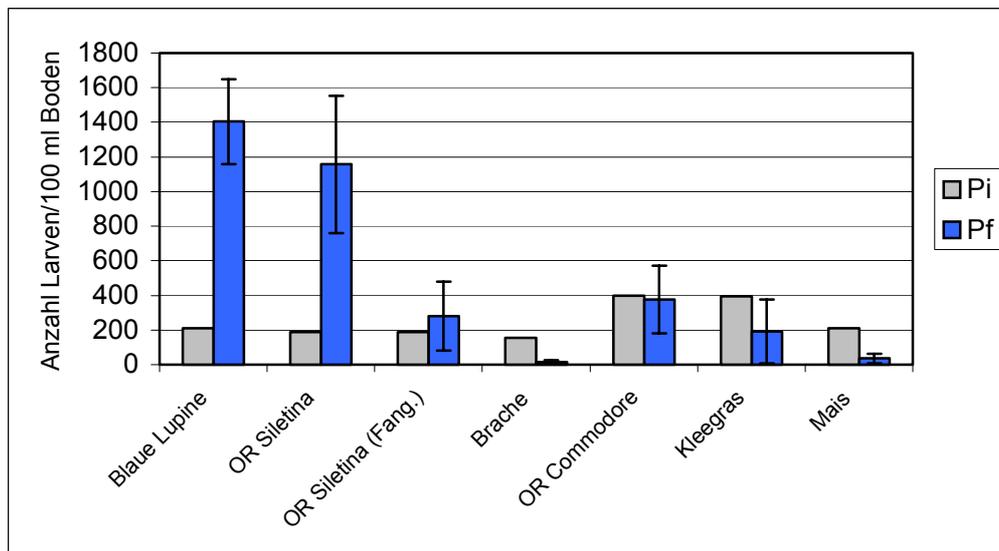


**Abb. 8:** Links: Möhrenfeld auf dem Betrieb Heinrich Helberg mit nesterartig auftretendem Kümmerwuchs (Pfeil). Rechts: Möhren mit den für einen Befall mit *Meloidogyne hapla* typischen Symptomen wie Beinigkeit und Wurzelgallen. (Bilder: Florian Rau, Ökoring Niedersachsen)

### 3.1.8 Regulierung von *M. hapla* auf Praxisflächen (F)

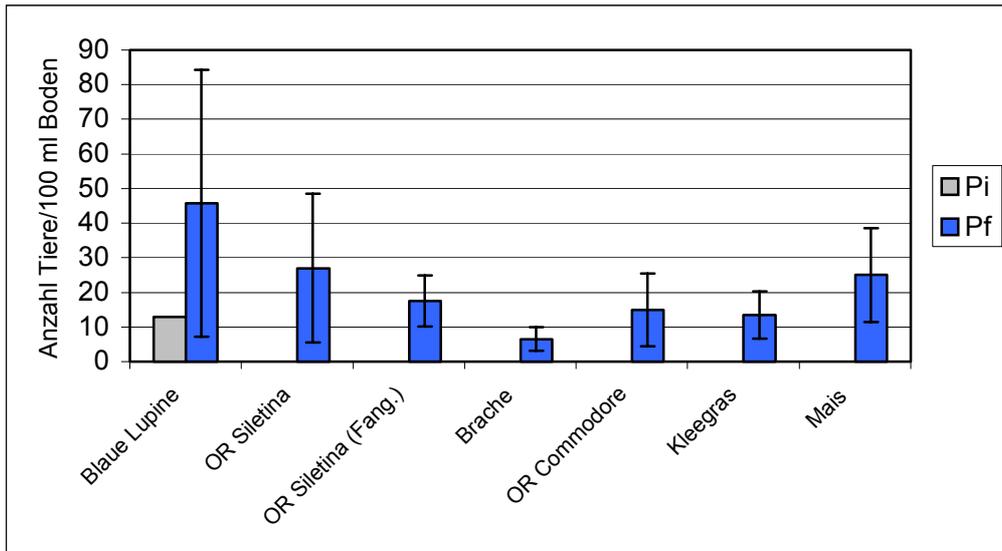
#### a) Betrieb Heinrich Helberg

Der Ausgangsbesatz (22.04.03) mit *M. hapla* lag in den verschiedenen Varianten zwischen 187 (Brache) und 398 (OR Commodore) Larven/100 ml Boden (Abb. 9). Der Endbesatz (10.09.03) mit *M. hapla* war am höchsten nach Anbau von Blauer Lupine mit 1404 Larven/100 ml Boden, gefolgt von Ölrettich 'Siletina' mit 1157 Larven/100 ml Boden. Dies entspricht Vermehrungsraten (Pf/Pi) von 6,7 (Blaue Lupine) bzw. 6,2 (OR Siletina). Die geringste Vermehrungsrate wurde nach Brache (Pf/Pi = 0,1) bzw. nach Anbau von Mais (Pf/Pi = 0,2) beobachtet. Der Anbau von Ölrettich 'Commodore', Ölrettich 'Siletina' als Fangpflanze bzw. Klee gras führte zu keiner Vermehrung von *M. hapla*. Hierbei ist aber zu bedenken, dass beim Klee gras aufgrund der Sommertrockenheit der Klee (Wirtspflanze) nur sehr lückig aufief, so dass die Graskomponente (Nichtwirtspflanze) dominierte und vermutlich eine höhere Vermehrung von *M. hapla* verhinderte. Bei Ölrettich 'Siletina' als Fangpflanze führten die hohen Temperaturen vermutlich zu einem schnelleren Abschluss des Lebenszyklus von *M. hapla*, so dass sich bis zum Einarbeiten des Ölrettichs bereits einzelne Nematoden vermehrt hatten und eine bessere Wirkung verhinderten.



**Abb. 9:** Ausgangsbesatz (Pi) und Endbesatz (Pf) von *Meloidogyne hapla* bei Anbau verschiedener Kulturen

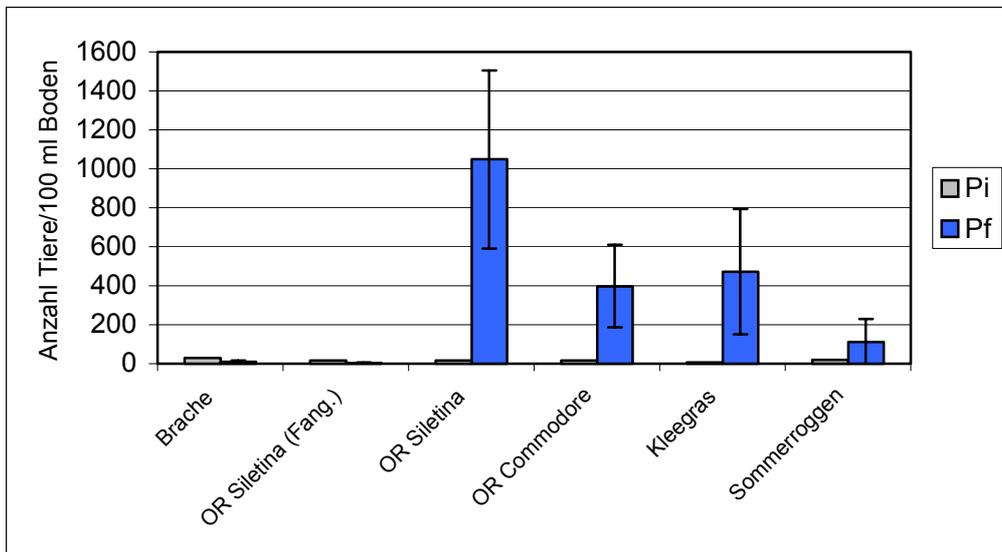
Im Frühjahr 2003 wurde nur in der Variante Blaue Lupine ein geringer Besatz mit *Pratylenchus neglectus* festgestellt (Abb. 10). Gegen Versuchsende wurde in allen Versuchsvarianten *P. neglectus* beobachtet. Die Besatzdichte lag zwischen 7 Tieren/100 ml Boden (Brache) und 46 Tieren/100 ml Boden (Blaue Lupine), war insgesamt aber gering.



**Abb. 10:** Ausgangsbesatz (Pi) und Endbesatz (Pf) von *Pratylenchus neglectus* bei Anbau verschiedener Kulturen

**b) Betrieb Heiner Helberg**

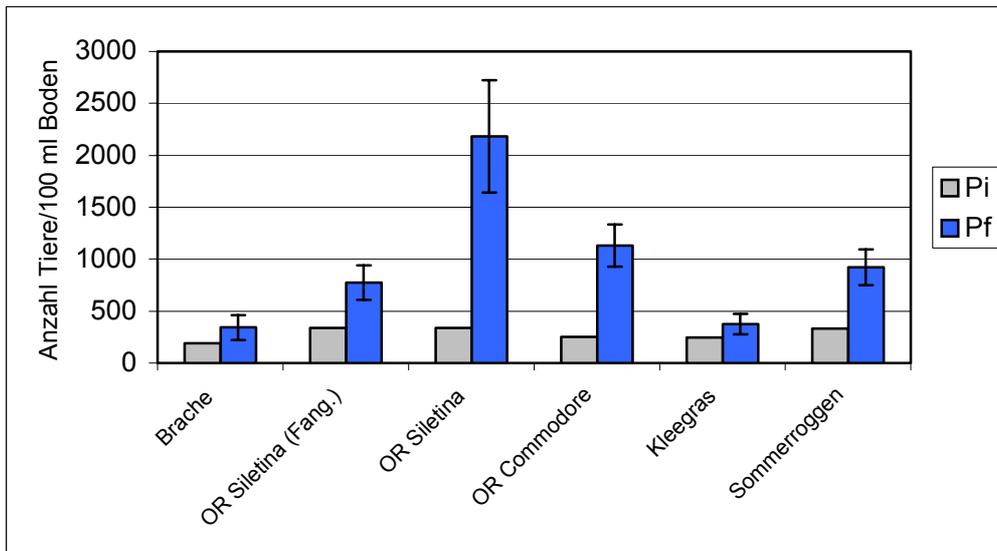
Der Ausgangsbesatz (11.04.03) mit *M. hapla* lag zwischen 8 (Klee gras) und 30 (Brache) Larven/100 ml Boden (Abb.11). Der Endbesatz (10.09.03) mit *M. hapla* war am höchsten nach Anbau von Ölrettich 'Siletina' mit 1048 Larven/100 ml Boden. Dies entsprach einer Vermehrungsrate (Pf/Pi) von 66. Nach Anbau von Ölrettich 'Commodore' und Klee gras betrug die Vermehrungsrate von *M. hapla* 27 bzw. 59. In Sommerroggen (Nichtwirtspflanze) erfolgte eine geringe Vermehrung von *M. hapla* (Pf/Pi = 5,6), was vermutlich auf Wirtspflanzen in der Unkrautflora zurückzuführen ist. Brache und Ölrettich 'Siletina' als Fangpflanze führten zu keiner Vermehrung von *M. hapla*.



**Abb. 11:** Ausgangsbesatz (Pi) und Endbesatz (Pf) von *Meloidogyne hapla* bei Anbau verschiedener Kulturen

Der Ausgangsbesatz mit *Pratylenchus crenatus* schwankte in den verschiedenen Varianten zwischen 192 und 336 Tieren/100 ml Boden (Abb. 12). Gegen Ende der Vegetationsperiode wurde in allen Varianten ein gegenüber dem Ausgangsbesatz erhöhter Endbesatz mit *P. crenatus* festgestellt. Die höchste Vermehrungsrate von *P.*

*crenatus* trat nach Anbau von Ölrettich 'Siletina' auf ( $Pf/Pi = 6,5$ ), gefolgt von Ölrettich 'Commodore' ( $Pf/Pi = 4,5$ ) und Sommerroggen ( $Pf/Pi = 2,8$ ).

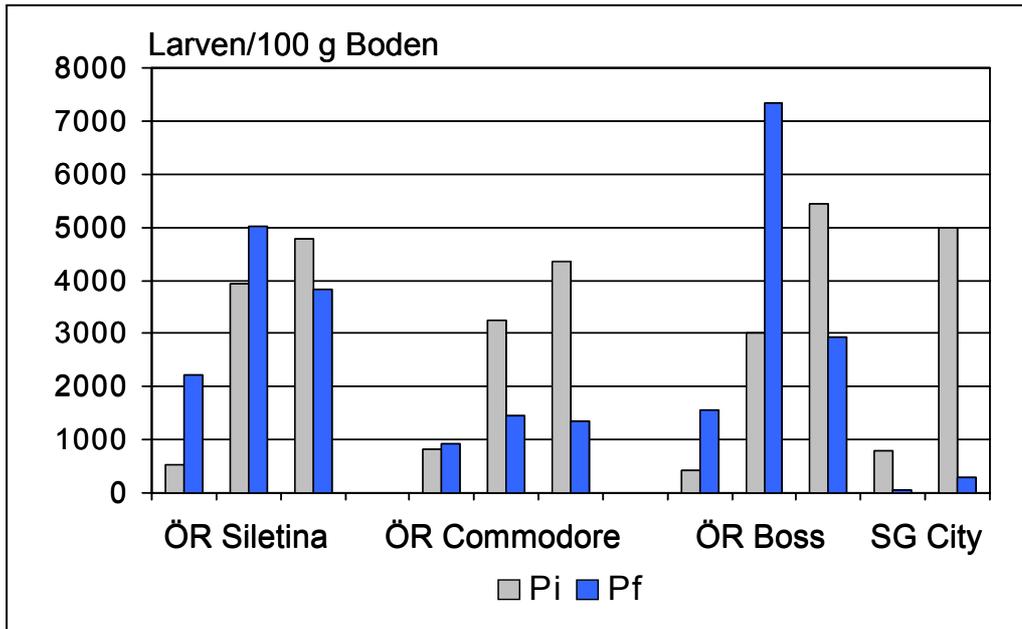


**Abb. 12:** Ausgangsbefall (Pi) und Endbefall (Pf) von *Pratylenchus crenatus* bei Anbau verschiedener Kulturen

### 3.1.9 Einfluss des Ausgangsbesatzes mit *M. hapla* auf die Vermehrungsrate bei Anbau von Ölrettich (F)

#### a) 2002

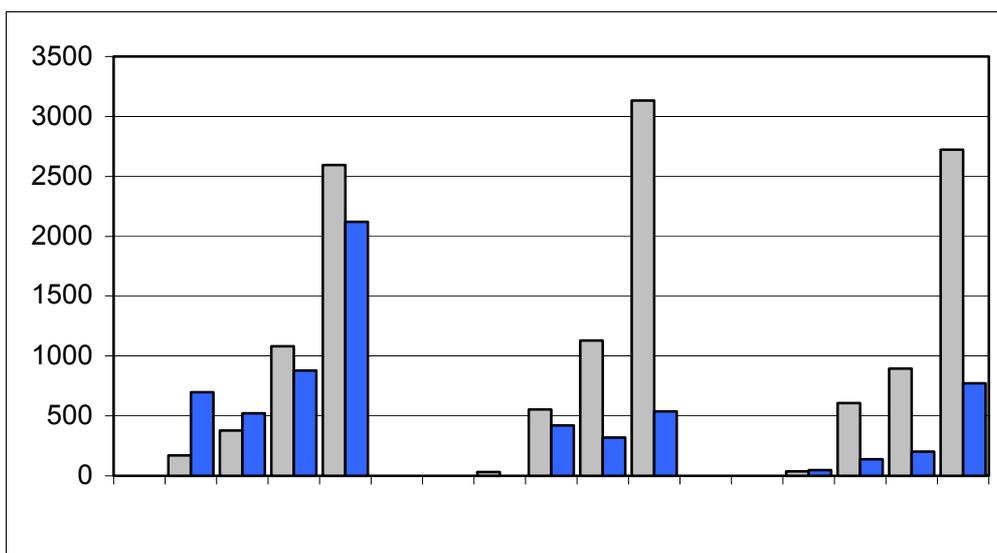
In der anfälligen Ölrettichsorte 'Siletina' betrug die Vermehrungsrate von *M. hapla* bei niedrigem Ausgangsbesatz 4,2 und bei mittlerem Ausgangsbesatz 1,8 (Abb. 13). Bei sehr hohem Ausgangsbesatz von 4785 Larven/100 ml Boden betrug die Vermehrungsrate 0,8 und die Besatzdichte von *M. hapla* wurde geringfügig reduziert. Im Gegensatz zu 'Siletina' zeigte die gering anfällige Sorte 'Commodore' bei niedrigem Ausgangsbesatz eine deutlich geringere Vermehrungsrate von 1,14 und bei mittlerem und hohem Ausgangsbesatz kam es zu einer Reduzierung der Besatzdichte mit *M. hapla* von 59 % bzw. 70 %. Die Wirkung der Ölrettichsorte 'Boss' auf die Besatzdichte von *M. hapla* lag zwischen den beiden zuvor dargestellten Sorten. Die höchste Reduzierung der Besatzdichte von *M. hapla* mit 94 % wurde bei Anbau von Sommergerste cv. 'City' erzielt.



**Abb. 13:** Ausgangsbesatz (Pi) und Endbesatz (Pf) von *M. hapla* bei Anbau verschieden anfälliger Örettichsorten (ÖR) bzw. von Sommergerste 'City' (SG City).

b) 2003

Wie schon für das Jahr 2002 gezeigt, wirkt ein geringer Ausgangsbesatz mit *M. hapla* bei Örettich 'Siletina' vermehrend, wohingegen es bei einem hohen Ausgangsbesatz zu keiner weiteren Vermehrung von *M. hapla* kommt und die Besatzdichte sogar leicht zurückgeht (Abb. 14). Bei der Örettichsorte 'Commodore' kam es unabhängig vom Ausgangsbesatz zu einer Reduzierung der Besatzdichte von *M. hapla* zwischen 24 % und 76 %. Die reduzierende Wirkung der Nichtwirtspflanze Sudangras auf die Besatzdichte von *M. hapla* war bei geringem Ausgangsbesatz geringfügig höher als bei Örettich 'Commodore', bei hohem Ausgangsbesatz aber weniger stark ausgeprägt.



**Abb. 14:** Ausgangsbesatz (Pi) und Endbesatz (Pf) von *M. hapla* bei Anbau verschieden anfälliger Örettichsorten (ÖR) bzw. von Sudangras 'Susu'

### 3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse, Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung, insbesondere Ableitung von Vorschlägen für Maßnahmen, die durch BMVEL weiter verwendet werden können

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens haben verschiedene Möglichkeiten für die Regulierung von *M. hapla*, aber auch anderer pflanzenparasitärer Nematoden, aufgezeigt und wurden von der Beratung bereits teilweise aufgenommen. Nur durch weitere intensive Forschungsaktivitäten auf diesen Gebieten werden Landwirte und Anbauberater auch weiterhin auf die Nematodenproblematik aufmerksam gemacht und sind bereit, die neuen Konzepte in die Praxis einzuführen. Vorschläge für weitere Maßnahmen sind u.a.:

- Informationsbedarf: Das Wissen der Landwirte und Anbauberater hinsichtlich der Bedeutung pflanzenparasitärer Nematoden im ökologischen Landbau ist noch immer recht gering. Hier besteht weiterhin Informationsbedarf.
- Resistenzzüchtung: Ökologisch und ökonomisch ist der Anbau resistenter Sorten vermutlich das bevorzugte Verfahren für die Regulierung pflanzenparasitärer Nematoden (wie auch anderer Schaderreger). Sorten mit Resistenz gegen *M. hapla* sind derzeit nicht zugelassen. Mit Ölrettich 'Commodore' und Rotklee HC86 sind nun zwei vielversprechende Kulturpflanzen mit geringer Anfälligkeit für *M. hapla* verfügbar, die durch weitere züchterische Arbeit zu resistenten Sorten entwickelt werden sollten.
- Fangpflanzenprinzip: Anbau einer guten Wirtspflanze auf Flächen mit hohem *M. hapla*-Besatz und deren Umbrechen vor Abschluss der Nematodenvermehrung stellt ein interessantes Verfahren dar, dessen Praktikabilität in entsprechenden Versuchen weiter zu untersuchen ist.

### 3.3 Wissenstransfer

Der Wissenstransfer der in dem Forschungsvorhaben erarbeiteten Ergebnisse in die Praxis erfolgte durch:

- Erstellung eines Informationsblatts über *Meloidogyne hapla* (Auflage: 2000, siehe Anlage) und dessen Verteilung an Landwirte und Anbauberater
- Vortragsveranstaltung: Öko-Seminar 2002 im Gartenbauzentrum Auweiler am 28.11.02 zum Thema Spezieller Pflanzenschutz im ökologischen Gemüsebau (Veranstalter: Projektpartner A. Paffrath, Landwirtschaftskammer Rheinland sowie LWK Westfalen-Lippe; Zuhörer: ca. 50 ökologisch wirtschaftende Landwirte und Anbauberater. Es wurden 2 Vorträge gehalten mit den Themen „Nematoden im Gemüsebau – Biologie, Auftreten, Verbreitung“ und „Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Projekte zur Nematodenregulierung“
- Vortragsveranstaltung: Tagesseminar im Veranstaltungszentrum Holzmarkt am 29.01.2003, Verden zum Thema Lösungsstrategien für Anbauprobleme im Feld- und Industriegemüsebau (Veranstalter: Projektpartner F. Rau, Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH; Zuhörer: ca. 40 ökologisch wirtschaftende Landwirte und Anbauberater). Vortrag mit dem Thema „Nematodenproblematik im Möhrenanbau – Biologie und Regulierungsstrategien“
- Vortragsveranstaltung: 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: „Untersuchungen zur Resistenz von Ölrettich gegen *Meloidogyne hapla*“

- Vortragsveranstaltung: Bundesprogramm Ökologischer Landbau – Fortsetzung laufender Projekte im Bereich Pflanzenschutz, 8./9.10.03 an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin, Vortrag: „Resistenter Ölrettich zur Regulierung von Wurzelgallennematoden im ökologischen Landbau“

#### 4. Zusammenfassung

Der Wurzelgallennematode *Meloidogyne hapla* ist einer der bedeutenden Schaderreger im ökologischen Anbau von Feldgemüse und Kartoffeln. Untersuchungen innerhalb dieses Forschungsvorhabens bestätigten die teils hohen Besatzdichten mit *M. hapla* auf ökologisch bewirtschafteten Betrieben. Faktoren wie weite Fruchtfolge, hoher Anteil an Leguminosen, Gemüse und Hackfrüchte (Wirtspflanzen) bei gleichzeitig geringem Anteil an Getreide (schlechte Wirtspflanzen) in der Fruchtfolge, kurze Brachezeiten sowie oftmals unzureichende Unkrautregulierung bedeuten ein fast kontinuierliches Vorhandensein an Wirtspflanzen für bestimmte pflanzenparasitäre Nematoden, insbesondere für *M. hapla*. Mit Ausnahme der im ökologischen Landbau unerwünschten Schwarzbrache sind derzeit keine Verfahren zur gezielten Bekämpfung von *M. hapla* im ökologischen Landbau praktisch anwendbar. Zur Information der Landwirte und Anbauberater über diesen Schaderreger wurde zu Beginn des Forschungsvorhabens ein Faltblatt zu *M. hapla* erstellt und verteilt. In dem Forschungsvorhaben wurde dann untersucht, inwieweit durch Anbau gering anfälliger Zwischenfrüchte eine Befallsreduzierung von *M. hapla* erzielt werden kann. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf Ölrettich, da bekannt war, dass Einzelpflanzen einiger Sorten hoch resistent gegenüber diesem Schaderreger sind. Die in der beschreibenden Sortenliste 2002 aufgeführten Ölrettichsorten wurden hinsichtlich ihrer Anfälligkeit für *M. hapla* charakterisiert. Die geringste Anfälligkeit gegenüber *M. hapla* zeigte die Sorte 'Commodore' mit einem Pf/Pi = 0,14. Die befallsreduzierende Wirkung dieser Sorte bezüglich *M. hapla* konnte in Kleinparzellenversuchen bestätigt werden. Bei hohem Ausgangsbesatz wurde die Besatzdichte von *M. hapla* um 96 % reduziert. Durch Einarbeitung des Pflanzenaufwuchses konnte die befallsreduzierende Wirkung von Ölrettich sogar noch gesteigert werden. Feldversuche auf zwei ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Niedersachsen im Jahr 2003 bestätigten die geringe Anfälligkeit von Ölrettich 'Commodore' gegenüber *M. hapla*. In dem Forschungsvorhaben wurden wichtige Ansätze und Möglichkeiten zur Abwehr von Wurzelgallennematoden im ökologischen Landbau erarbeitet, die durch das BMVEL weiter verfolgt werden sollten. Eine fachliche Information der Landwirte sowie eine intensive Förderung der Resistenzforschung stehen dabei an erster Stelle.

**5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; ggf. mit Hinweisen auf weiterführende Fragestellungen**

Geplant	Erreicht
a) Gewächshaus (GW)	
1. Vermehrung von <i>M. hapla</i>	Ja
2. Beschaffung der Ölrettichsorten	Ja
3. Vergleich und Optimierung der Testsysteme	Nein, da verspäteter Projektbeginn
4. Testen der Ölrettichsorten auf Resistenz gegen <i>M. hapla</i>	Ja
5. Einzelpflanzenuntersuchungen zur Resistenz	Ja
b) Freiland (F)	
1. Befallserhebung auf Praxisbetrieben	Ja
2. Anlage und Betreuung von Praxisversuchen	Ja
3. Regulierung von <i>M. hapla</i> bei hohem Ausgangsbefall	Ja
c) Wissenstransfer	
1. Erstellen eines Informationsblattes über <i>M. hapla</i>	Ja
2. Vorträge zur Nematodenproblematik	Ja

Zusätzlich aufgenommene Versuche	Erreicht
a) Gewächshaus (GW)	
1. Wirkung von Tagetes gegen <i>M. hapla</i>	Ja
2. Wirkungssteigerung durch Einarbeitung der Grünmasse	Ja
3. Wirkung von resistentem Rotklee gegen <i>M. hapla</i>	Ja
4. Wirkung feuchter/trockener Brache gegen <i>M. hapla</i>	Ja
5. Wirkung von Ölrettich gegen <i>M. incognita</i>	Ja
b) Freiland (F)	
1. Inokulation von 500 m <sup>2</sup> Versuchsfläche mit <i>M. hapla</i>	Ja
2. Wirkung von Sudangras gegen <i>M. hapla</i>	Ja
3. Wirkung von Chitin gegen <i>M. hapla</i>	Ja

## 6. Literaturverzeichnis

- Hallmann, J., Rodriguez-Kabana, R. und 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.
- Mian, I.H., Godoy, G., Shelby, R.A., Rodriguez-Kabana, R. und Morgan-Jones, G. (1982). Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12: 71-84.
- Zeck, W.M. (1971). A rating scheme for field evaluation of root-knot nematode infestation. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 24: 141-144.