

Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Rostock  
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock

## Resistenz der Tomatensorte ‘Sparta’ gegen Kartoffelzystennematoden

Resistance of the ‘Sparta’ tomato cultivar to potato-cyst nematodes

Jan Kruse, Rolf Kuhn, Asmus Dowe, Lisa Dittmann

### Zusammenfassung

Die Resistenzuntersuchungen gegen Kartoffelzystennematoden an Tomatensorten wurden in Anlehnung an die Prüfung von Kartoffelzuchtstämmen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass ‘Sparta’ gegenüber dem gesamten Virulenzspektrum von *Globodera rostochiensis* (Ro1, Ro2/3, Ro4 und Ro5) resistent ist. Bei *Globodera pallida* ergab sich für ‘Sparta’ eine Resistenz gegen die Port-Glenone- und Kalle-Population. Anfälligkeit liegt für die Delmsen-Population vor und Teilresistenz bei der Chavornay-Population.

Im Gewächshaus wurde im Pflanzkübel die Auswirkung der Kultivierung von ‘Sparta’ und der anfälligen Tomatensorte ‘Harzfeuer’ auf Verseuchungen mit *G. rostochiensis* (Ro1) zweijährig und mit *G. pallida* (Delmsen-Population) einjährig untersucht. Die Ausgangsverseuchungen lagen bei 1500 bzw. 5000 Larven je 100 ml Boden. ‘Sparta’ bewirkte in diesen Verseuchungsstufen einen Populationsrückgang von 70 bzw. 80 %. Gegenüber *G. pallida* (Delmsen-Population) lagen für ‘Sparta’ die Vermehrungsraten (pf/pi-Werte) bei 4,4 bzw. 3,1. Die anfällige ‘Harzfeuer’ erreichte bei *G. rostochiensis* (Ro1) eine Vermehrungsrate von 36,0 bzw. 10,7.

Unter Freilandbedingungen wurden in zwei Jahren auf 1-m<sup>2</sup>-Parzellen, verseucht mit *G. rostochiensis* (Ro1), erste Ergebnisse zu den von beiden Tomatensorten ausgelösten Populationsveränderungen ermittelt. Bei Ausgangsverseuchungen von 300 bzw. 1500 Larven je 100 ml Boden erreichte ‘Sparta’ einen Populationsrückgang von 83 bzw. 75 %. Für die anfällige ‘Harzfeuer’ lag in diesem Bereich mit 3,6 die höchste Vermehrungsrate vor.

‘Sparta’ bietet mit der Resistenz und Toleranz gegen *G. rostochiensis* sowie einzelne Populationen von *G. pallida* die Voraussetzungen für einen ertragreichen Anbau auf den mit diesen Bodenschädlingen verseuchten Gartenflächen.

**Stichwörter:** *Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida*, Tomate, Resistenz, Toleranz

### Abstract

The resistance tests to potato-cyst nematodes on tomato varieties were carried out in a manner similar to that employed in the testing of potato breeding lines. ‘Sparta’ proved to be resistant to the whole virulence spectrum of *G. rostochiensis* (Ro1, Ro2/3, Ro4 and Ro5). In the case of *Globodera pallida*, ‘Sparta’ was resistant to the Port Glenone population and Kalle population but sus-

ceptible to the Delmsen population and partly resistant to the Chavornay population.

Tests were carried out in planting tubs under greenhouse conditions to determine what effect the cultivation of ‘Sparta’ and the susceptible ‘Harzfeuer’ had on infestations with *G. rostochiensis* (Ro1) over a two-year period, and with *G. pallida* (Delmsen population) over a one-year period. The initial infestations were 1500 and 5000 larvae per 100 cc of soil. At these levels of infestation ‘Sparta’ brought about a population reduction of 70 per cent and 80 per cent respectively. In relation to *G. pallida* (Delmsen population) the multiplication rates (pf/pi values) were around 4.4 and 3.1 respectively. In relation to *G. rostochiensis* (Ro1) the susceptible ‘Harzfeuer’ registered multiplication rates of 36.0 and 10.7 respectively.

Over a period of two years both tomato cultivars were grown on 1 sqm open-land plots infested with *G. rostochiensis* (Ro1) and the resulting changes in population changes were recorded. With initial infestations of 300 and 1500 larvae per 100 cc of soil ‘Sparta’ brought about a population reduction of 83 per cent and 75 per cent respectively. The susceptible ‘Harzfeuer’ cultivar produced the highest multiplication rate in this range with 3.6.

‘Sparta’, with its resistance to and tolerance of *G. rostochiensis* and certain populations of *G. pallida*, fulfils the requirements for a profitable cultivation of garden plots infected with soil pests.

**Key words:** *Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida*, tomato, resistance, tolerance

### 1 Einleitung

Die Anfälligkeit der Tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) gegen *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Skarbilovich, 1959 stellte REINMUTH (1929) fest. In den Untersuchungen von STELTER und ENGEL (1975, 1976) zeigte sich auch die Anfälligkeit gegenüber *Globodera pallida* Stone, 1973. Aber gegen beide Kartoffelzystennematoden erfolgte bisher bei der Tomate, im Gegensatz zur Kartoffel, keine resistenzzüchterische Bearbeitung. Eine Ursache dafür ist, dass Kartoffelzystennematoden in den Hauptanbauländern der Tomate, wie im Mittelmeerraum, auf Grund der vorherrschenden Temperaturbedingungen kaum Bedeutung haben. In den nördlicher gelegenen Gebieten Europas mit kühl-gemäßigtem Klima, wie etwa in Deutschland, ist der Tomatenanbau vorwiegend auf Haus- und Kleingärten konzentriert und einschließlich des

Kartoffelanbaus ohne Kontrollmaßnahmen gegenüber Kartoffelzysten nematoden gefährdet.

Gegen die in wärmeren Gebieten an der Tomate häufig schädigenden *Meloidogyne*-Arten gibt es resistente Sorten. Zielgerichtet wurden dabei *Lycopersicon*-Wildarten mit *Meloidogyne*-Resistenz in die Kulturtomate eingekreuzt. Bei der *Meloidogyne*-resistenten 'Sparta' ist mit der Einkreuzung von *Lycopersicon peruvianum* (L.) Mill. unwissentlich auch die Resistenz gegen Kartoffelzysten nematoden übertragen worden (DOWE et al., 2004). Daher könnte auch bei anderen, bisher nur als *Meloidogyne*-resistent bekannten Tomatensorten eine Resistenz gegen Kartoffelzysten nematoden vorliegen.

Nach der Feststellung der Ro1-Resistenz bei 'Sparta' war die Prüfung dieser Sorte gegen weitere Populationen von *G. rostochiensis* und *G. pallida* naheliegend (DOWE et al., 1998). In Gewächshaus- und Freilandversuchen wurde die Wirksamkeit der gefundenen Ro1-Resistenz von 'Sparta' überprüft.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Resistenzermittlung

Die angewandte Prüfmethode zur Ermittlung der Reaktion von 'Sparta' gegenüber verschiedenen Herkünften von *G. rostochiensis* und *G. pallida* entsprach der Richtlinie zur Vorprüfung von Kartoffelzuchtstämmen für die zuständigen Prüfstellen des deutschen Pflanzenschutzdienstes (ANONYM, 1993). Die Resistenzbeurteilung erfolgte auf der Basis der Vermehrungsrate (pf/pi-Wert = population final/population initial) und dem Zählen der neu gebildeten Zysten an der Topfballenoberfläche (Zysten je Topfballen). Die Befunde beider Untersuchungsverfahren wurden an denselben Töpfen ermittelt. Vermehrungsraten unterhalb des natürlichen jährlichen Populationsrückganges (0,67) wurden, wie bei der Kartoffel, als Resistenz bewertet.

In allen Versuchen wurden die verwendeten Tomatenpflanzen aus Samen angezogen. In Aussaatschalen mit einem nährstoffarmen und zystenfreien Boden (Einheitserde Typ P, Fa. Tantau, Uettersen) erfolgte die Kultivierung bis zum Erreichen des Zweiblattstadiums. Dann kamen die Pflanzen in 10-cm-Töpfe. Jeder Topf erhielt 500 ml Boden (Einheitserde Typ P). Mit dem Einsetzen der Pflanze war auch die Zugabe der Zysten in Wurzelnahe verbunden. Alle Untersuchungen wurden mit 10 Wie-

derholungen angesetzt. Als Kontrollsorte diente die Tomatensorte 'Harzfeuer'.

Alle für die Resistenzermittlung verwendeten Zysten gehen auf Populationen von *G. rostochiensis* und *G. pallida* zurück, die 1993 vom Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Münster an das Landespflanzenschutzamt Rostock übergeben wurden. Seitdem erfolgte die Vermehrung an der Ro1-anfälligen Kartoffelsorte 'Karpina' (Tab. 1). Die verwendeten Zysten wurden Gewächshausvermehrungen des Vorjahres entnommen, wobei die Ausgangsverseuchung (pi) bei 2000 Larven je 100 ml Boden lag. Zur Ermittlung der durchschnittlichen Anzahl vitaler Larven je Zyste wurden dreimal 50 Zysten aus der für den Versuch bereitgestellten Gesamtmenge untersucht. Zum Freisetzen der Larven aus der Zystenülle wurde ein Ultra-Turrax, kombiniert mit dem Werkzeug S25KR (Fa. IKA-Labortechnik, Staufen), verwendet. Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Larven in 50 bzw. 100 ml Wasser (Suspension) zu erreichen, erfolgte der Einsatz eines Magnetrührgerätes bei 750 U/min. Für die Ermittlung der Anzahl vitaler Larven je Zyste waren von jeder Suspension fünfmal bis zwölfmal 1 ml zu untersuchen. Die Auszählhäufigkeit war abhängig von der Höhe der Einzelwerte, den aufgetretenen Schwankungen und der Anzahl einbezogener Zysten. Nach Ermittlung der durchschnittlichen Larvenzahl je Zyste ließ sich die Anzahl der Zysten je 100 ml Boden errechnen, um die vorgesehene Ausgangsverseuchung zu erreichen.

Zur Kultivierung der Pflanzen stand ein teilklimatisiertes Gewächshaus bzw. eine Klimakammer zur Verfügung. Alle notwendigen kulturtechnischen Arbeiten entsprachen dem üblichen versuchstechnischen Standard.

Die Erfassung der neu gebildeten Zysten an der Topfballenoberfläche erfolgte nach 5 bis 7 Wochen, zeitlich ausgerichtet auf die Zystenentwicklung an den Pflanzen der anfälligen Vergleichssorte. Danach wurde der Topfballen wieder vorsichtig in den Topf eingesetzt und die Kultivierung der Pflanzen bis zum Absterben fortgesetzt. Dann begann die Ermittlung der Endverseuchung (pf), um die Vermehrungsrate (pf/pi) berechnen zu können. Dazu war die Aufarbeitung des gesamten Topfinhaltes nach dem Absterben der Pflanzen erforderlich. Mit der von STELTER (1968) beschriebenen Fenwickkanne-Azeton-Methode wurden die vorhandenen Zysten ausgespült und bis zu 100 davon für

Tab. 1. Übersicht der in den Versuchen eingesetzten Populationen von *Globodera rostochiensis* und *Globodera pallida*

| Pathotyp bzw. Virulenzgruppe (Population) | Wirtspflanze            | Versuch                                      | Vermehrung für den Versuch             | Bereitstellende Einrichtung (Jahr)     |
|---|-------------------------|--|--|--|
| <i>Globodera rostochiensis</i>            |                         |  |  |  |
| Ro1 (Groß Lüsewitz)                       | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Populationsentwicklung auf Freilandparzellen | Natürlich verseuchte Freilandparzellen | IfK Groß Lüsewitz <sup>2)</sup> (1995) |
| Ro1 (Groß Lüsewitz)                       | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Populationsentwicklung im Pflanzkübel        | Freilandparzelle                       | IfK Groß Lüsewitz <sup>2)</sup> (1995) |
| Ro1 (Hannover)                            | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Resistenzermittlung                          | Gewächshaus                            | BBA Münster <sup>3)</sup> (1993)       |
| Ro2/3 (Obersteinbach)                     | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Resistenzermittlung                          | Gewächshaus                            | BBA Münster <sup>3)</sup> (1993)       |
| Ro4 (Dutch F)                             | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Resistenzermittlung                          | Gewächshaus                            | BBA Münster <sup>3)</sup> (1993)       |
| Ro5 (Harmerz)                             | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Resistenzermittlung                          | Gewächshaus                            | BBA Münster <sup>3)</sup> (1993)       |
| <i>Globodera pallida</i>                  |                         |  |  |  |
| Pa1 (Port Glenone)                        | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Resistenzermittlung                          | Gewächshaus                            | BBA Münster <sup>3)</sup> (1993)       |
| Pa2/3 (Kalle)                             | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Resistenzermittlung                          | Gewächshaus                            | BBA Münster <sup>3)</sup> (1993)       |
| Pa2/3 (Delmsen)                           | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Populationsentwicklung im Pflanzkübel        | Gewächshaus                            | BBA Münster <sup>3)</sup> (1993)       |
| Pa2/3 (Delmsen)                           | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Resistenzermittlung                          | Gewächshaus                            | BBA Münster <sup>3)</sup> (1993)       |
| Pa2/3 (Chavornay)                         | 'Karpina' <sup>1)</sup> | Resistenzermittlung                          | Gewächshaus                            | BBA Münster <sup>3)</sup> (1993)       |

<sup>1)</sup> Ro1-anfällige Kartoffelsorte

<sup>2)</sup> Institut für Kartoffelforschung

<sup>3)</sup> Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde

die Feststellung der durchschnittlichen Anzahl vitaler Larven je Zyste verwendet. Das methodische Vorgehen entsprach der Ermittlung vitaler Larven für die Ausgangsverseuchung.

2.2 Gefäßversuche

Die Untersuchung der Reaktion von 'Sparta' und 'Harzfeuer' auf Verseuchungen mit *G. rostochiensis*, Pathotyp Ro1, im Gefäßversuch unter Gewächshausbedingungen erfolgte zweijährig, während zur Ermittlung der Reaktion von 'Sparta' auf die Delmsen-Population von *G. pallida* ein Versuchsjahr zur Verfügung stand. Dazu wurde in Pflanzkübel, befüllt mit 25 l Boden (Einheitserde Typ P), eine Tomatenpflanze im Sechsstadium eingesetzt. Die Ausgangsverseuchungen lagen für beide *Globodera*-Arten bei 1500 und 5000 Larven je 100 ml Boden. Jede Variante wurde in vierfacher Wiederholung angesetzt. Eine unverseuchte Variante diente als Kontrolle. Die Versuchsdauer betrug jeweils 29 Wochen.

Die im Versuch verwendeten Zysten von *G. rostochiensis* (Ro1) stammten aus einer Freilandvermehrung des Vorjahres, jene von *G. pallida* aus einer im gleichen Zeitraum durchgeführten Gewächshausvermehrung (Tab. 1). Dadurch standen für beide *Globodera*-Arten Zysten mit einjährigen Larven zur Verfügung. Das weitere methodische Vorgehen entsprach der Ermittlung der Ausgangsverseuchung für die bei den Resistenzprüfungen verwendeten Populationen (s. Abschnitt 2.1).

Das Einmischen der Zysten in die Bodenmenge erfolgte, getrennt für jeden Pflanzkübel, in einem Kipptrommelmischer mit 100 l Fassungsvermögen. Dessen Mechanik entspricht einem herkömmlichen Betonmischer. Alle kulturtechnischen Maßnahmen erfolgten standardgemäß.

Zur Ermittlung der Endverseuchung konnten im ersten Versuchsjahr von beiden Verseuchungsvarianten mit *G. rostochiensis* nur drei der vier angesetzten Wiederholungen herangezogen werden. Im zweiten Versuchsjahr erfolgte die Einbeziehung aller vier Wiederholungen der beiden Verseuchungsvarianten von *G. rostochiensis* und *G. pallida*. Bei der niedrigen Verseuchungsstufe wurden je Pflanzkübel dreimal 100 ml Boden und bei der hohen Verseuchungsstufe zweimal 100 ml Boden auf vorhandene Zysten untersucht. Das weitere methodische Vorgehen bis zur Ermittlung der Endverseuchung in

Larven je 100 ml Boden war identisch mit der im Abschnitt 2.1 beschriebenen Verfahrensweise. Von den Kontrollgefäßen ohne *Globodera*-Verseuchung wurde einmal 100 ml Boden untersucht, um sicherzustellen, dass für die in der Kontrolle ermittelten Ertragsparameter keine Beeinflussung durch Kartoffelzystennematoden vorlag. Wegen des hohen Anteils an organischen Partikeln war eine Teilung der zu untersuchenden Bodenprobe in drei bis vier Teilproben für die Erfassung aller Zysten vorteilhaft.

2.3 Freilandversuche

Um die Auswirkungen von 'Sparta' bzw. 'Harzfeuer' auf eine Population von *G. rostochiensis* (Ro1) unter Freilandbedingungen zu ermitteln, erfolgte ein zweijähriger Anbau dieser Sorten auf mit Betonplatten eingefassten 1-m<sup>2</sup>-Parzellen. Diese *G. rostochiensis*-Freilandpopulation war 1995 vom Landespflanzen-schutzamt Rostock aus der Nematodenstation des Instituts für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz übernommen worden. Mitte Mai 1998 wurden auf fünf Parzellen jeweils vier Pflanzen von 'Sparta' im Sechsstadium und auf einer Parzelle in gleicher Weise vier vorkultivierte Pflanzen von 'Harzfeuer' in den verseuchten Boden gepflanzt. Im Jahr 1999 erfolgte auf den Parzellen der Anbau von Kartoffeln mit und ohne *G. rostochiensis*-Resistenz, um unterschiedliche Ausgangsverseuchungen für die Untersuchung der beiden Tomatensorten im Folgejahr zu erreichen. Ab Mitte Mai 2000 standen auf jeder der sechs Parzellen zwei vorkultivierte Pflanzen beider Sorten.

Die Bodenprobenahme zur Ermittlung der Ausgangsverseuchung wurde 1998 und 2000 auf jeder Parzelle vor dem Bepflanzen durchgeführt. Dabei waren die 12 Einstiche gleichmäßig über die Gesamtfläche der Parzelle verteilt. Die je Parzelle entnommene Bodenmenge betrug 200 ml. In gleicher Weise erfolgte die Herbstuntersuchung nach dem Absterben der Pflanzen zur Feststellung der Endverseuchung.

Zur Feststellung der Endverseuchung im Herbst 2000 wurden, getrennt für den Durchwurzelungsbereich von 'Sparta' und 'Harzfeuer', jeweils 200 ml Boden mit 12 Einstichen entnommen.

Die Extraktion der Zysten aus dem Boden wurde mit der Zentrifugationsmethode nach CAVENESS und JENSEN (1955) durchge-

Tab. 2. Befunde der Resistenzuntersuchung für die Tomatensorte 'Sparta' gegen *Globodera rostochiensis* und *Globodera pallida* im 10-cm-Topf

| Pathotyp oder Virulenzgruppe Population | Ausgangsverseuchung pi<br>(Larven/100 ml Boden) | Endverseuchung pf | Resistenzermittlung Zysten/Topfballen | pf/pi-Wert | Bewertung <sup>1)</sup> |
|---|---|-------------------|---------------------------------------|------------|-------------------------|
| <i>Globodera rostochiensis</i>          |   |                   |                                       |            |                         |
| Ro1 Hannover                            | 10 800  | 20 530            | 0,2                                   | 0,19       | resistent               |
| Ro2/3 Obersteinbach                     | 10 032  | 773               | 0                                     | 0,08       | resistent               |
| Ro4 Dutch F                             | 10 374  | 2 770             | 0,6                                   | 0,27       | resistent               |
| Ro5                                     | 10 208  | 2 872             | 0,3                                   | 0,28       | resistent               |
| <i>Globodera pallida</i>                |   |                   |                                       |            |                         |
| Pa1 Port Glenone                        | 10 125  | 5 153             | 1,6                                   | 0,51       | resistent               |
| Pa2/3 Kalle                             | 10 220  | 3 515             | 0,9                                   | 0,34       | resistent               |
| Pa2/3 Delmsen                           | 10 200  | 21 341            | 7,5                                   | 2,09       | anfällig                |
| Pa2/3 Chavornay                         | 10 332  | 7 066             | 1,7                                   | 0,68       | teilresistent           |

<sup>1)</sup> In Anlehnung an die Bewertung von Kartoffelzuchtstämmen in Deutschland

**Tab. 3. Populationsveränderungen bei *Globodera rostochiensis* und *Globodera pallida* nach Kultivierung der Tomatensorten 'Sparta' und 'Harzfeuer' im 25-l-Pflanzkübel**

| Art<br>Pathotyp bzw.<br>Virulenzgruppe<br>(Population) | Ausgangsverseuchung – pi     |                    |                              |             | Endverseuchung – pf          |                    | Larven<br>je 100 ml<br>Boden | Vermehrungs-<br>rate<br>pf/pi-Wert |
|--|------------------------------|--------------------|------------------------------|-------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------------|
|  | Zysten<br>je 100 ml<br>Boden | Larven<br>je Zyste | Larven<br>je 100 ml<br>Boden |             | Zysten<br>je 100 ml<br>Boden | Larven<br>je Zyste |                              |                                    |
| <i>Globodera<br/>rostochiensis</i>                     | 15,8                         | 95                 | 1500                         | 'Sparta'    | 63                           | 7,5                | 468                          | 0,3                                |
| Ro1<br>(Hannover)                                      | 52,7                         | 95                 | 5000                         |             | 174                          | 5,5                | 1 000                        | 0,2                                |
| <i>Globodera<br/>pallida</i>                           | 3,7                          | 410                | 1500                         | 'Sparta'    | 51                           | 130,0              | 6 630                        | 4,4                                |
| Pa2/3<br>(Delmsen)                                     | 12,2                         | 410                | 5000                         |             | 107                          | 143,0              | 15 301                       | 3,1                                |
| <i>Globodera<br/>rostochiensis</i>                     | 15,8                         | 95                 | 1500                         | 'Harzfeuer' | 295                          | 184,0              | 53 933                       | 36,0                               |
| Ro1<br>(Hannover)                                      | 52,7                         | 95                 | 5000                         |             | 272                          | 194,0              | 53 472                       | 10,7                               |

führt. Das weitere methodische Vorgehen zur Ermittlung der Ausgangs- und Endverseuchung entsprach der im Abschnitt 2.1 beschriebenen Verfahrensweise.

#### 2.4 Statistische Datenbearbeitung

Die statistische Verrechnung aller im Versuch angefallenen Daten erfolgte mit dem PC-Programm SPSS 11.0 für Windows. Die hier für beide Verseuchungsvarianten von *G. rostochiensis* und *G. pallida* ausgewiesenen Endverseuchungen sind nach RASCH (1968) ermittelte gewogene arithmetische Mittelwerte aus den Einzelwerten jeder Variante.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Resistenzermittlung

Bei 'Sparta' zeigte sich gegenüber den 4 Herkünften von *G. rostochiensis* Resistenz, da die Vermehrungsrate und Zystenanzahl am Topfballen nicht über 0,28 bzw. 0,6 lagen. Dagegen war die Reaktion dieser Sorte auf die vier *G. pallida*-Populationen unterschiedlich (Tab. 2). Gegenüber der Kalle-Population wiesen die Vermehrungsrate und Zystenanzahl am Topfballen mit 0,34 bzw. 0,9 ebenfalls Resistenz aus. Bei der Port-Glenone-Population ergab sich für 'Sparta' eine Vermehrungsrate von 0,51, die noch eine Einstufung als resistent zuließ. Für die Zystenanzahl am Topfballen lag der Mittelwert bei 1,6. Ähnlich war die Reaktion gegenüber der Chavornay-Population mit durchschnittlich 1,7 Zysten am Topfballen. Mit 0,68 wurde eine Vermehrungsrate erreicht, die nach dem genannten Einstufungskriterium eine Teilresistenz ergab. Gegenüber der Delmsen-Population war 'Sparta' mit einer Vermehrungsrate von 2,09 sowie 7,5 Zysten je Topfballen als anfällig einzustufen.

#### 3.2 Gefäßversuche

Die Ro1-resistente 'Sparta' erreichte bei *G. rostochiensis* (Ro1) in der niedrigen bzw. hohen Verseuchungsstufe eine Vermehrungsrate von 0,3 bzw. 0,2 (Tab. 3). Das bedeutete einen Populationsrückgang von 70 bzw. 80 %. Bei der Delmsen-Population von *G. pallida* lagen die Vermehrungsraten für 'Sparta' in der niedrigen bzw. hohen Verseuchungsstufe bei 4,4 bzw. 3,1 (Tab. 3).

Die anfällige Sorte 'Harzfeuer' erzielte bei *G. rostochiensis* (Ro1) in der niedrigen bzw. hohen Verseuchungsstufe mit 36,0 bzw. 10,7 deutlich höhere Vermehrungsraten (Tab. 3).

#### 3.3 Freilandversuche

Bei der Ermittlung der durch die Ro1-resistente 'Sparta' und anfällige 'Harzfeuer' ausgelösten Populationsveränderungen auf den mit *G. rostochiensis* (Ro1) verseuchten Freilandparzellen (Tab. 4) war der praxisrelevante Bereich der Ausgangsverseuchungen zwischen 300 und 10 000 Larven je 100 ml Boden von besonderem Interesse.

Im ersten Versuchsjahr lagen für 'Sparta' bei Ausgangsverseuchungen von 1485 bzw. 9600 Larven je 100 ml Boden Vermehrungsraten von 0,25 und 0,62 vor, d. h. ein Populationsrückgang von 75 bzw. 38 %. Eine Ausgangsverseuchung von 15 400 Larven je 100 ml Boden erbrachte eine Vermehrungsrate von 0,63 und somit einen Populationsrückgang von 37 %.

Im zweiten Versuchsjahr wurde für 'Sparta' bei einer Ausgangsverseuchung von 308 Larven je 100 ml Boden eine Ver-

**Tab. 4. Populationsveränderungen bei *Globodera rostochiensis* (Ro1) durch Freilandanbau der Tomatensorten 'Sparta' und 'Harzfeuer' auf 1-m<sup>2</sup>-Parzellen**

| Ausgangs-<br>verseuchung – pi<br>(Larven/100 ml Boden) | End-<br>verseuchung – pf | Vermehrungsrate<br>pf/pi-Wert |
|--|--------------------------|-------------------------------|
|  | Versuchsjahr 1998        |                               |
|  | 'Sparta'                 |                               |
| 1 485  | 372                      | 0,25                          |
| 1 485  | 372                      | 0,25                          |
| 9 600  | 5 922                    | 0,62                          |
| 15 400   | 9 666                    | 0,63                          |
| 26 104   | 4 048                    | 0,16                          |
| 42 822   | 38 152                   | (0,89)                        |
|  | 'Harzfeuer'              |                               |
| 9 196  | 20 790                   | (2,26)                        |
|  | Versuchsjahr 2000        |                               |
|  | 'Sparta'                 |                               |
| 308  | 52                       | 0,17                          |
| 6 435  | 1 995                    | 0,31                          |
| 8 259  | 4 047                    | 0,49                          |
| 8 684  | 2 692                    | 0,31                          |
| 8 767  | 2 819                    | 0,32                          |
| 18 088   | 4 252                    | 0,24                          |
|  | 'Harzfeuer'              |                               |
| 308  | 2 101                    | 3,60                          |
| 6 435  | 5 050                    | (0,78)                        |
| 8 259  | 10 961                   | 1,33                          |
| 8 684  | 9 782                    | 1,13                          |
| 8 767  | 7 206                    | 0,82                          |
| 18 088   | 11 091                   | 0,61                          |

mehrungsrate von 0,17 ermittelt und damit ein Populationsrückgang von 83 % erreicht. Für Ausgangsverseuchungen von 6435 bis 8767 Larven je 100 ml Boden lagen, mit einer Ausnahme, die Vermehrungsraten bei 0,31 bzw. 0,32, und daraus resultierte ein Populationsrückgang von 69 bzw. 68 %. Die Ausnahme bezog sich auf die Ausgangsverseuchung mit 8259 Larven je 100 ml Boden, die zu einer Vermehrungsrate von 0,49 führte und damit einen Populationsrückgang von 51 % ergab.

Für die anfällige 'Harzfeuer' wurde im zweiten Versuchsjahr bei einer Ausgangsverseuchung von 308 Larven je 100 ml Boden eine Vermehrungsrate von 3,60 erreicht. Ausgangsverseuchungen von 8259 und 8684 Larven je 100 ml Boden erbrachten Vermehrungsraten von 1,33 und 1,13, die noch einen Populationsanstieg auswiesen. Dagegen erfolgte bei einer Ausgangsverseuchung von 8767 Larven je 100 ml Boden mit einer Vermehrungsrate von 0,82 bereits ein Populationsabbau.

#### 4 Diskussion

Der Nachweis resistenter Pflanzen gegen *Globodera*-Arten hängt vor allem von den Bedingungen für die Wurzelentwicklung, den Nachweismöglichkeiten für die neu gebildeten Zysten und dem Bewertungsschema ab. Zur Resistenzermittlung gegenüber *Globodera*-Arten bei Tomaten lagen nur wenige Angaben vor. STELTER und ENGEL (1975, 1976) kultivierten die mit *G. rostochiensis* und *G. pallida* zu prüfenden *Lycopersicon*-Herkünfte in einer Quarzsandmischung im 7-cm-Tontopf und gaben die Befunde als Vermehrungsrate auf der Basis von Zysten an. GANAL et al. (1995) verwendeten 8-cm-Töpfe und ermittelten die Anzahl neu gebildeter Zysten je Topfballen zur Resistenzbeurteilung. DOWE et al. (1998) berichten über die Verwendung von 7-cm-Töpfen.

Eigene Erfahrungen aus der Resistenzuntersuchung bei Kartoffeln gegenüber *G. pallida* und *G. rostochiensis*, wo der 10-cm Topf eine größere Sicherheit für die Resistenzbeurteilung bietet als kleinere Töpfe, führten dazu, die hier vorgestellten Untersuchungen mit dieser Topfgröße durchzuführen. Zur Beurteilung der Resistenz wurden die Vermehrungsrate und die Zystenanzahl je Topfballen verwendet. Die Resistenzstufung basierte auf den in Deutschland für die Kartoffel geltenden Kriterien (ANONYM, 1993). Danach erwies sich 'Sparta' als resistent gegenüber dem gesamten Virulenzspektrum von *G. rostochiensis*. Aufmerksamkeit verdiente die Reaktion von 'Sparta' gegenüber den *G. pallida*-Populationen, insbesondere in der Virulenzgruppe Pa2/3. Hier werden bei der Resistenzermittlung von Kartoffelzuchtstämmen drei Virulenzstufen unterschieden, die Kalle-Population mit der niedrigsten (Virulenzstufe I), die Delmsen-Population mit einer höheren (Virulenzstufe II) und die Chavornay-Population mit der höchsten Virulenz (Virulenzstufe III). Gegenüber der Kalle-Population war 'Sparta' resistent und anfällig gegen die Delmsen-Population. Bei der Chavornay-Population, die im Vergleich mit der Delmsen-Population für die Kartoffel als virulenter eingestuft ist, lag eine Teilresistenz vor. Somit wich 'Sparta' von der bei Kartoffeln vorhandenen Virulenzhierarchie ab. Da auch bei der Kartoffel derartige Abweichungen vereinzelt vorgekommen sind, ergab sich kein Anhaltspunkt, an den Befunden zu zweifeln.

Wegen der Ertragsstabilität wird neben der Resistenz auch die Toleranz einer Sorte besonders beachtet. DECKER und FRITZSCHE (1991) beschreiben die Toleranz als Eigenschaft einer Sorte, durch Befall mit einer Phytonematodenart keinen oder nur einen geringen Schaden zu erleiden. Um 'Sparta' diesbezüglich einschätzen zu können, waren die von DOWE et al. (2004) ermittelten Verluste bei der Fruchtfrischmasse zu analysieren. Für 'Harzfeuer' lagen bei Befall mit dem Pathotyp Ro1 von *G. rosto-*

*chiensis* in den Verseuchungsstufen 1500 und 5000 Larven je 100 ml Boden die ermittelten Verluste mit 50,4 % bzw. 68,8 % deutlich über denen von 'Sparta' (8,5 % bzw. 18,2 %) sowie der Delmsen-Population von *G. pallida* (24,4 bzw. 19,6 %). Somit lag für 'Sparta' eine Toleranz gegenüber beiden untersuchten Populationen vor.

Nach DOWE et al. (1998) stimulierten Wurzelabscheidungen der resistenten 'Sparta', ebenso wie die von drei anfälligen Tomatensorten, in den Zysten vorhandene Larven von *G. rostochiensis* und *G. pallida* zum Schlüpfen. Damit ergab sich eine Parallele zur Kartoffel. Für eine anfällige *L. esculentum* und *L. peruvianum* stellte SEMBDNER (1963a) bei Befall mit *G. rostochiensis* die Herausbildung eines größeren Riesenzellkomplexes fest als bei der anfälligen Kartoffel. Von besonderem Interesse wäre, ob bei *G. rostochiensis*-Befall resistente Tomaten wie Ro1-resistente Kartoffeln mit einer Nekrosebildung (SEMBDNER, 1963b) reagieren. Auch die histologischen Untersuchungen von Wurzeln nach Befall von 'Sparta' mit verschiedenen *G. pallida*-Populationen wären ein weiteres Mosaiksteinchen zur Aufklärung des Resistenzmechanismus. In diesem Zusammenhang sei auch auf die von STELTER und SAGER (1986) durchgeführten Pfropfungen an Kartoffelsorten mit und ohne Ro1-Resistenz sowie der anfälligen Tomatensorte 'Harzfeuer' hingewiesen. Dabei erfolgte der Nachweis, dass die Ro1-Resistenz durch das H1-Gen von der Unterlage ausging und nicht vom Reis. Mit der resistenten 'Sparta' ließe sich abklären, ob hier das gleiche Reaktionsprinzip vorliegt wie bei der resistenten Kartoffel.

Der für 'Sparta' im Pflanzkübel bei 1500 bzw. 5000 *G. rostochiensis*-Larven je 100 ml Boden durch Vermehrungsraten von 0,3 bzw. 0,2 nachgewiesene Populationsrückgang von 70 % bzw. 80 % kam den für Ro1-resistente Kartoffeln im Freiland ermittelten Werten von 85 bis 95 % nahe (u. a. GOFFART, 1961; SCHICK und STELTER, 1963). Dass 'Sparta' bei Befall durch die Delmsen-Population von *G. pallida* mit Vermehrungsraten von 4,4 bzw. 3,1 keine für eine anfällige Sorte typische Reaktion zeigte, belegen die Befunde von 'Harzfeuer' bei Befall mit *G. rostochiensis* (Ro1). Hier wurde in der niedrigen Verseuchungsstufe eine Vermehrungsrate von 36,0 erreicht und in der hohen lag sie bei 10,7. Im Pflanzkübel mit einer *G. rostochiensis*-Verseuchung von 1000 Larven je 100 ml Boden stellten KUHN und DOWE (1998) für 'Harzfeuer' eine Vermehrungsrate von 31,0 fest. Die Vermehrungsrate der niedrigen Verseuchungsstufe von *G. rostochiensis* entspricht diesem Wert.

Die schlechte Wirtseignung von 'Sparta' gegenüber der Delmsen-Population war auch bei der Resistenzuntersuchung im 10-cm-Topf festzustellen. So wurden für 'Sparta' am Topfballen nur 7,5 Zysten ermittelt bzw. eine Vermehrungsrate von 2,1. Dagegen wurden für 'Harzfeuer' in einem anderen Versuch durchschnittlich 31,5 Zysten je Topfballen ausgewiesen (DOWE et al., 1998).

Die auf Freilandparzellen, verseucht mit *G. rostochiensis* (Ro1), für die Ro1-resistente 'Sparta' in zwei Jahren ermittelten Populationsveränderungen sind die ersten Anhaltspunkte für einen möglichen Trend. Um diesen für den praxisrelevanten Bereich bis zu 15 000 Larven je 100 ml aufzuzeigen, wurden die in beiden Jahren erzielten Befunde herangezogen. Bei Ausgangsverseuchungen von 300 bzw. 1500 Larven je 100 ml Boden lag ein Populationsrückgang von 83 bzw. 75 % vor, der sich bei 6400 bis 8800 Larven je 100 ml Boden auf Werte von 69 bis 51 % verringerte und bei 9600 bzw. 15 400 Larven je 100 ml nur noch 38 bzw. 37 % erreichte. Insgesamt verminderte sich der Populationsrückgang deutlich bei Ausgangsverseuchungen von 300 bis 15 000 Larven je 100 ml. Für die Ro1-resistente Kartoffel wiesen ENGEL und STELTER (1976) einen umgekehrten Trend aus. Bei einer Ausgangsverseuchung von 200 Larven je 100 ml Boden be-

trug der Populationsrückgang 20 %, nahm stetig zu und erreichte bei 20 000 Larven je 100 ml Boden 90 %. Als eine Ursache der unterschiedlichen Reaktion zwischen resistenter Kartoffel und resistenter Tomate könnten Unterschiede in der Resistenzphysiologie angenommen werden.

Für die anfällige 'Harzfeuer' wurde auf der Freilandparzelle bei 300 Larven je 100 ml Boden die höchste Vermehrungsrate mit 3,6 ermittelt. Bei steigender Ausgangsverseuchung nahm die Vermehrungsrate ab und erreichte bei 18 000 Larven je 100 ml Boden den niedrigsten Wert von 0,61. ENGEL und STELTER (1976) ermittelten für anfällige Tomaten bei 500 Larven je 100 ml Boden eine Vermehrungsrate von 3,8. Mit zunehmender Bodenverseuchung verringerte sich die Vermehrungsrate, und bei 20 000 Larven je 100 ml Boden wurde mit 0,25 der niedrigste Wert erreicht. Dieser lag deutlich unter dem hier vorgestellten Befund.

Durch die geringe Bedeutung des Freilandanbaus von Tomaten unter den klimatischen Bedingungen Deutschlands fehlen Erfahrungen aus der Praxis zur Befall-Schaden-Relation für Kartoffelzystennematoden. Dieser Umstand ist daher bei Vergleichen mit der Kartoffel zu beachten. Die vorliegenden Befunde für die Reaktion der resistenten 'Sparta' und anfälligen 'Harzfeuer' auf Bodenverseuchungen mit *G. rostochiensis* (Ro1) zeigen zwar einen Trend an, bedürfen aber der Bestätigung.

Dass eine resistente Tomatensorte für den Anbau auf Gartenland von Interesse sein kann, zeigen Ergebnisse aus mehrjährigen Bodenuntersuchungen und Beobachtungen in Haus- und Kleingärten (KUHN, unveröffentl.). Dabei ergaben sich Verseuchungen mit *G. rostochiensis* bis zu 1000 Larven je 100 ml Boden in 46,4 % von 737 untersuchten Bodenproben. Verseuchungen über 5000 Larven je 100 ml Boden traten in 5,6 % der Proben auf, und der Anteil von Proben ohne Zysten bzw. ohne lebensfähige Larven lag bei 34,3 %. Auch wenn diese Angaben nicht repräsentativ sind, machen sie deutlich, dass *G. rostochiensis* in Haus- und Kleingärten verbreitet vorkommt. Mit der Resistenz und Toleranz von 'Sparta' gegenüber *G. rostochiensis* (Ro1) steht ein biologisches Bekämpfungsmittel zur Verfügung, das einen Tomatenanbau ohne größeren Schaden ermöglicht.

## 5 Literatur

ANONYM, 1993: Vorprüfung von Kartoffelneuzüchtungen auf Resistenz gegen die Kartoffelnematoden *Globodera pallida* und *G. rostochiensis*. Arbeitsrichtlinie, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde, Münster.

CAVENESS, F. E., W. J. JENSEN, 1955: Modification of the centrifugal-floatation technique for the isolation and concentration of nematodes and

their eggs from soil and plant tissue. Proc. Helminth. Soc. Wash. 2, 87–89.

DECKER, H., R. FRITZSCHE, 1991: Resistenz von Kulturpflanzen gegen Nematoden. Berlin, Akademie-Verlag, 340 S.

DOWE, A., J. KRUSE, R. KUHN, L. DITTMANN, 2004: Reaktion von Tomaten auf den Befall mit Kartoffelzystennematoden. Z. PflKrankheiten PflSchutz 111, 183–192.

DOWE, A., R. KUHN, J. KRUSE, 1998: Zur Nematodenresistenz an Tomate. Symposium – 50 Jahre Phytomedizin an der Universität Rostock, S. 183–193.

ENGEL, K.-H., H. STELTER, 1976: Ein Verfahren zur Vorhersage der Populationsdynamik des Kartoffelnematoden *Globodera rostochiensis* Woll., Rasse A, in Ackerfruchtfolgen. Saat- u. Pflanzgut 17, 68–71.

GANAL, M. W., R. SIMON, S. BROMMONSCHENKEL, M. ARNDT, M. S. PHILLIPS, S. D. TANKSLEY, A. KUMAR, 1995: Genetic mapping of a wide spectrum nematode resistance gene (Hero) against *Globodera rostochiensis* in tomato. Americ. Phytopathol. Soc. 8, 886–891.

GOFFART, H., 1961: Der Anbauwert nematodenresistenter Kartoffelsorten. Gesunde Pflanzen 13, 1–4.

KUHN, R., A. DOWE, 1998: Der Einfluss von *Tagetes* und *Zinnia* auf den Ertrag der Tomate und die Population des Kartoffelnematoden (*Globodera rostochiensis*). Phytomedizin 28, 47.

RASCH, D.: Elementare Einführung in die mathematische Statistik. Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1968, 463 S.

REINMUTH, E., 1929: Der Kartoffelnematode (*Heterodera schachtii* Schmidt). Beiträge zur Biologie und Bekämpfung. Dissertation, Universität Rostock.

SCHICK, R., H. STELTER, 1963: Wert und Bedeutung der nematodenresistenten Kartoffeln sowie einige Bemerkungen zu deren Anbau. Nachrichtenbl. für den Deut. Pflanzenschutz. (Berlin) 17, 75–79.

SEMBDNER, G., 1963a: Anatomie der *Heterodera-rostochiensis*-Gallen an Tomaten. Nematologica 9, 55–64.

SEMBDNER, G., 1963b: Anatomische Untersuchungen über die Reaktion von *Solanum demissum* Lindl., *Solanum vernei* Bitt. et Wittm. und von *Solanum-andigenum*-Bastarden auf Befall durch den Kartoffelnematoden, *Heterodera rostochiensis* Woll. Züchter 33, 97–109.

STELTER, H., 1968: Ein vereinfachtes Verfahren zur Bodenuntersuchung auf zystenbildende Nematoden. Nachrichtenbl. für den Deut. Pflanzenschutz. (Berlin) 22, 213.

STELTER, H., K.-H. ENGEL, 1975: Wirtspflanzen von *Heterodera rostochiensis* Woll., Rasse A, und *Heterodera pallida* Stone, Rasse E, aus der Familie der *Solanaceae*. Arch. Phytopathol. PflSchutz 11, 233–244.

STELTER, H., K.-H. ENGEL, 1976: Resistenz gegen *Heterodera rostochiensis* Woll., Rasse A, und *Heterodera pallida* Stone, Rasse E, in einem *Lycopersicon*-Sortiment. Arch. Züchtungsforsch. 6, 73–76.

STELTER, H., I. SAGER, 1986: Der Einfluss von Pflöpfungen zwischen Kartoffelsorten, *Lycopersicon esculentum*, *Datura stramonium* und *Nicotiana tabacum* auf die Vermehrung von *Globodera rostochiensis*, Pathotyp 1. Biol. Rundschau 24, 395–398.

Zur Veröffentlichung angenommen: April 2006

Kontaktanschrift: Dr. Jan Kruse, Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Graf-Lippe-Straße 1, 18059 Rostock, Germany, E-Mail: jan.kruse@lallf.mvnet.de