

Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie  
der Justus-Liebig-Universität Giessen

---

**Untersuchungen zur Schadwirkung und Populationsentwicklung  
wandernder Wurzel nematoden in getreidebetonten Fruchtfolgen  
Mecklenburg-Vorpommerns**

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
Fachbereich Agrarwissenschaften  
der Justus-Liebig-Universität Giessen

vorgelegt von  
Jan Kruse  
aus Rostock

Giessen 2006



Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie  
der Justus-Liebig-Universität Giessen

---

**Untersuchungen zur Schadwirkung und Populationsentwicklung  
wandernder Wurzelnematoden in getreidebetonten Fruchtfolgen  
Mecklenburg-Vorpommerns**

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
Fachbereich Agrarwissenschaften  
der Justus-Liebig-Universität Giessen

vorgelegt von  
Jan Kruse  
aus Rostock

Giessen 2006



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Material und Methoden.....</b>	<b>5</b>
2.1. Schadfalldiagnostik.....	5
2.1.1 Beprobung von Flächen.....	5
2.1.2 Nematodenextraktion.....	7
2.1.3 Qualitative und quantitative Erfassung.....	8
2.2. Untersuchungen zur Populationsentwicklung für ausgewählte Schadfleichen.....	9
2.2.1 Auswahlkriterien.....	9
2.2.2. Beprobung.....	11
2.2.3. Nematodenextraktion.....	12
2.2.4 Qualitative und quantitative Erfassung.....	12
2.3. Gefäßversuche.....	12
2.3.1. Taxonomische Charakterisierung der experimentell verwendeten Phytonematodenarten.....	12
2.3.2. Versuchsanlage.....	13
2.3.3. Schadwirkung.....	17
2.3.4. Vermehrungsraten.....	18
2.3.5. Statistische Verrechnung.....	19

<b>3. Ergebnisse</b> .....	<b>.20</b>
3.1. Vorkommen und Schadwirkung wandernder Wurzelnematoden im Getreidebau .....20	
Mecklenburg-Vorpommerns	
3.1.1. Artenspektrum von <i>Pratylenchus</i> .....	23
3.1.2. Regionale Verteilung von <i>Pratylenchus</i> .....	24
3.1.3. Befall von Getreide.....	25
3.2. Populationsdynamik der häufigsten wandernden Wurzelnematoden auf .....27	
typischen Standorten an verschiedenen Fruchtarten	
3.2.1. <i>Pratylenchus</i> spp.....	27
3.2.1.1. <i>Pratylenchus crenatus</i> auf einem ausgewählten leichten Boden.....	27
3.2.1.2. <i>Pratylenchus neglectus</i> auf einem ausgewählten mittleren Boden.....	32
3.2.2. <i>Tylenchorhynchus</i> - und <i>Geocenamus</i> spp. ....	35
3.2.3. <i>Trichodorus</i> - und <i>Paratrichodorus</i> spp... ..	38
3.3. Gefäßversuche.....	41
3.3.1. Schadwirkung von <i>Pratylenchus crenatus</i> bzw. <i>Tylenchorhynchus</i> .....41	
<i>dubius</i> und <i>Geocenamus tartuensis</i> an Wintergerste, Winterweizen und Winterraps	
3.3.1.1. Längenwachstum.....	41
3.3.1.2. Wurzelfrischmasse.....	47
3.3.1.3. Oberirdische Frisch- und Trockenmasse.....	49
3.3.1.4. Vermehrungsraten in Abhängigkeit von den Ausgangsverseuchungen.....	51
3.3.2. Schadwirkung und Vermehrungsrate von <i>Pratylenchus neglectus</i> .....	58
3.3.2.1. Längenwachstum.....	59

3.3.2.2. Wurzelfrischmasse.....	65
3.3.2.3. Oberirdische Frisch- und Trockenmasse.....	67
3.3.2.4. Vermehrungsraten.....	69
<b>4. Diskussion.....</b>	<b>74</b>
4.1. Bewertung der angewandten Methoden.....	74
4.2. Schadwirkung von wandernden Wurzel nematoden.....	78
4.3. Populationsentwicklung an verschiedenen Hauptfruchtarten.....	83
4.4. Empfehlungen und Aussichten für die landwirtschaftliche Praxis zur Vermeidung von Schäden durch wandernde Wurzel nematoden.....	87
<b>5. Zusammenfassung.....</b>	<b>93</b>
Summary	94
<b>6. Literatur.....</b>	<b>97</b>



# 1. Einleitung

Mit dem Begriff "wandernde Wurzel nematoden" wird eine große, nicht nur von ihrer taxonomischen Zuordnung her sehr heterogene Gruppe pflanzenparasitärer Arten zusammengefasst. Im Gegensatz zu vielen zystenbildenden Nematodenarten sind wandernde Wurzel nematoden häufig polyphag und verursachen eher unspezifische, leicht mit durch abiotische Stressfaktoren hervorgerufenen Beeinträchtigungen zu wechselnde Symptome. Es ist aus diesem Grunde nicht verwunderlich, dass sie als Ursache von Ertragsverlusten auf betroffenen Flächen, wenn überhaupt, erst sehr spät erkannt werden. Auch ihre unterirdische Lebensweise und der Umstand, dass sie für das bloße Auge nicht wahrnehmbar sind, tragen dazu bei.

Eine große Rolle spielen bei manchen dieser Wirt- Parasit- Beziehungen die Wechselwirkungen mit anderen Schadfaktoren. Beispielsweise fördern durch einen niedrigen pH-Wert geschwächte Pflanzen die Vermehrung bestimmter Nematodenarten, was für *Pratylenchus crenatus* Loof, 1960 an Wintergerste häufig beobachtet wurde, wie z.B. von DOWE u.a. (1990). UREK (1998) betont ebenfalls die Förderung dieser Art, wobei er erwähnt, dass saurer Boden mehrere pflanzenparasitäre Arten begünstigt.

Der Befall von Wurzeln mit Pilzen kann dagegen die Attraktivität des Wirtes mindern. Neben dem hemmenden Einfluss von beispielsweise eipathogenen oder nematodenfangenden Pilzen ist bei Zersetzungerscheinungen des Wurzelgewebes auch Nahrungskonkurrenz vorstellbar. Unter anderem können Bodenreaktion, Antagonisten bzw. Konkurrenten bei den Nematoden zu großen Abundanzschwankungen während einer Vegetationsperiode führen. In nahezu jedem Ackerboden werden zu jeder Jahreszeit pflanzenparasitäre Tiere aus den für die jeweilige Region typischen Arten vorgefunden. Häufig kann aber nicht festgestellt werden, ob zum Zeitpunkt der Beobachtung oder in einer früheren Phase der Vegetation Populationsdichten vorkamen, die von den Pflanzen nicht mehr toleriert wurden. In noch stärkerem Maße sind Prognosen für die geplante Folgefrucht dadurch beeinträchtigt. So können Angaben zu Schadschwellen lediglich als grober Richtwert dienen.

Die Bewertung der auf Ackerland wirksamen Schädigung ist unter anderem abhängig von Ort und Zeitraum der Beobachtungen und Untersuchungen und kann im Freiland im Laufe einer Vegetationsperiode für bestimmte Arten zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu gegensätzlichen Ergebnissen führen. Die Abhängigkeit der Schwellenwerte von der Bodenart und dem Klima wird unter anderem von INGHAM u. MERRIFIELD (1998) unterstrichen.

Für STIRLING u.a. (1998) zählen pflanzenparasitäre Nematoden generell zu den schwierigsten Schaderregern hinsichtlich Diagnose und Bekämpfung. Für einige besonders intensiv untersuchte Arten, z.B. zystenbildende Nematoden aus der Gattung *Globodera* Skarbilovich, 1959, wurden Strategien mit rechtsverbindlichem Status zur Vermeidung von Schäden an Kartoffeln entwickelt. Bei vermuteten Problemen mit Arten, deren Schadrelevanz für die landwirtschaftliche Praxis wenig untersucht ist, kann die Bereitschaft zu einschneidenden Maßnahmen, wie sie zum Beispiel die

Umstellung einer Fruchtfolge darstellt, in der Regel nur gering sein. Dies gilt in den Fällen, wenn bestimmte wandernde Wurzelnematoden als Schadursache nicht ausschließlich bzw. nicht eindeutig ermittelt werden können. Auch unter diesem Aspekt ist die weitere Untersuchung von Arten, für die Schäden an Kulturpflanzen beobachtet wurden, wünschenswert. Die Übertragbarkeit von allgemeinen gattungsbezogenen Beobachtungen auf ein konkretes Wirt- Parasit- Verhältnis muss nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand kritisch geprüft werden.

In Mecklenburg-Vorpommern werden seit mehr als 40 Jahren Schäden durch wandernde Wurzelnematoden an Getreide beobachtet. So berichtet DECKER (1969) über erhebliche Schäden an Hafer, Gerste und Roggen sowie in geringerem Maße an Mais durch *Pratylenchus crenatus* im mecklenburgischen Raum. KRAUSE (1978) weist die Beeinträchtigung des Ertrages von Sommergerste durch diese Art nach. Die besondere Empfindlichkeit von Sommergerste gegenüber *P. crenatus*, auch im Vergleich mit Hafer, wird durch ZEISE u.a. (1987) betont.

Weltweit steht bei Berichten über die Schädigung von Getreide durch wandernde Wurzelnematoden die Gattung *Pratylenchus* Filipjev, 1936 im Mittelpunkt des Interesses. FILIPJEV u. SCHUURMANS STEKHOVEN (1941) beobachteten Schäden an Wintergerste, Hafer und Winterweizen durch *Pratylenchus pratensis* (de Man, 1880) Filipjev, 1936, die sie als eine polyphage Art ansahen, die jedoch vermutlich mehrere Arten enthielt. Während KORT (1972) die weltweite Bedeutung der Arten *Pratylenchus thornei* Sher & Allen, 1953, *P. crenatus*, *P. neglectus* (Rensch, 1924) Filipjev und Schuurmans Stekhoven, 1941 und *P. penetrans* Cobb, 1917 im Getreideanbau unterstreicht, schätzen DREWS u. HEIDE (1974) ein, dass *Pratylenchen* für Getreide im Raum Halle/Saale zur damaligen Zeit kein primärer Schadfaktor waren. Im Ergebnis ihrer Untersuchungen zur ökonomischen Bedeutung von Weizenkrankheiten in Australien messen BRENNAN u. MURRAY (1998) *P. neglectus* und *P. thornei* nach 4 Pilzkrankheiten und *H. avenae* Wollenweber, 1924 die größte Bedeutung zu. Grundlage waren hierbei die jährlichen Durchschnittsverluste.

In Deutschland kommen gegenwärtig die meisten Schadmeldungen über *Pratylenchen* an Getreide aus dem Norden und Osten. In Schleswig-Holstein wurde z.B. durch HESSELBARTH u. GUDLOWSKI (2000) schon seit den 80er Jahren in zunehmendem Maße über geschädigte Getreide-, aber auch Rapsbestände berichtet, wobei die Schadstellen ein Vielfaches an *Pratylenchen* gegenüber einer ungeschädigten Kontrolle aufwiesen. DOWE u.a. (2001) machen, abgesehen von geschädigten Rapsflächen, ähnliche Beobachtungen in Mecklenburg-Vorpommern. In Brandenburg kommen großflächig Schäden vor, die in Zusammenhang mit *Pratylenchus* gebracht werden (SCHÖNFELD, mündl. Mitt., 2004). Seit Anfang der 70iger Jahre werden im sächsischen Raum Ertragsausfälle durch *P. crenatus* auf den leichteren und durch *P. neglectus* auf mittleren bis schweren Böden beobachtet (HANTUSCH, 1993).

Um die der Frage der Schadrelevanz zu beantworten, sind Angaben zu Populationsdichten einer bestimmten Nematodenart, bei denen unter definierten Bedingungen bereits Schäden an bestimmten der zahlreichen Wirtspflanzen auftraten, unverzichtbar. Beispiele für besonders niedrige Schadschwellen liefern BARKER u. OLTJOF (1976), die bereits bei 33 Individuen je 100cm<sup>3</sup> Boden von *P. crenatus* erste Beeinträchtigungen an Hafer fanden. BROWN u.a. (1993), berichten, besonders

von leichten Böden, über durch *P. penetrans* geschädigte Erdbeeren ab 50 Tieren je 100g Boden. Auch BIRD u. JENKINS (1964) beobachteten ab 75 Nematoden dieser Art je 100cm<sup>3</sup> eine reduzierte Anzahl von Ausläufern und eine verringerte Wurzel- und oberirdische Masse bei Amerikanischen Moosbeeren (Cranberry). DECKER (1969) geht bei Baumschulgewächsen von einem Schwellenwert von 50, bei Kartoffeln von 100 Exemplaren je 100cm<sup>3</sup> aus.

Im ersten Abschnitt der vorliegenden Arbeit geht es unter anderem um die Analyse von Schadfällen unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis der vergangenen 10 Jahre in Mecklenburg-Vorpommern. Ihren Ausdruck finden diese Bedingungen auch in einer Verarmung der Fruchtfolge. Eventuelle Auswirkungen auf den Anteil der wandernden Wurzelnematoden an der Ausprägung des Schadens sollten beobachtet werden. Im Schadherd in erhöhter Populationsstärke auftretende Arten und die davon betroffenen Fruchtarten sowie ackerbauliche Gegebenheiten, wie z.B. der pH-Wert, waren von besonderem Interesse.

Die Pathogenität insbesondere von *Pratylenchus*- Arten, aber auch von verschiedenen Vertretern anderer Gattungen ist unumstritten. Für die endoparasitären Pratylenchen wird sie durch das Anstechen und Aussaugen der Zellen des Wurzelringgewebes, in erster Linie aber durch die enzymatische Aktivität der Tiere bewirkt. Deren äußere Anzeichen für einen Schaden können Verdickungen an der Wurzelspitze, wie beispielsweise bei Gerste (DECKER, 1969) oder auch Läsionen sein. Auch spärliche, stark verzweigte Wurzelsysteme in Form eines „Hexenbesens“ wurden beschrieben (POTTER u. OLTHOF, 1993). Vertreter anderer Gattungen, z.B. *Tylenchorhynchus dubius* (Bütschli, 1873) Filipjev, 1936, rufen die Einstellung des Wurzelwachstums durch ihre Saugtätigkeit am meristematischen Gewebe hervor. Für diese Art wurden Schäden erst bei Populationsdichten oberhalb von 1000 Tieren je 100cm<sup>3</sup> Boden nachgewiesen (LÜTH, 1985). Die sich ebenfalls an den Wurzelspitzen ernährenden Arten der Gattungen *Trichodorus* Cobb, 1913 und *Paratrichodorus* Siddiqi, 1974 können das Absterben des gesamten unteren Bereiches befallener Wurzeln bewirken. Mitunter ist dabei eine dunkle bis schwarze Verfärbung zu beobachten. Man spricht dabei auch von Stoppelwurzeln (BRODIE u.a., 1993).

Grundlage für die vorliegende Arbeit bilden langjährige Untersuchungen von Schadfällen mit der Beobachtung der Entwicklung von Populationen auf typischen Problem-Standorten. So war zunächst eine bessere Bewertung der in der Schadfalldiagnostik üblichen Methodik möglich. Das betrifft insbesondere den erforderlichen Probenumfang und die Beprobungshäufigkeit sowie dafür optimale Termine nach Kulturen.

An den häufigsten landwirtschaftlichen Kulturen beobachtete Schäden werden im Zusammenhang mit Abundanzentwicklungen wandernder Wurzelnematoden betrachtet. Gefäßversuche unterstützen diese Untersuchungen, indem während des Heranwachsens und nach dem Aufwuchs verschiedener Kulturpflanzen deren Beeinträchtigung unter kontrollierten Bedingungen in der Klimakammer gemessen wurde. Vermehrungsraten der Nematoden konnten aus Gefäßen relativ exakt ermittelt werden. Die Kombination von Schadfalldiagnostik, Langzeitbeobachtung und Gefäßversuchen sollte einen Beitrag zur Beantwortung folgender Fragen liefern: Haben veränderte Fruchtfolgen mit erhöhter Getreidekonzentration einen Einfluss auf die Schadrelevanz wandernder Wurzelnematoden in

Mecklenburg-Vorpommern? Müsste gezielt auf die Minderung der Populationsdichte wandernder Wurzelnematoden eingewirkt werden? Welche Ansätze für die Bekämpfung, vor allem von Pratylenchen, kommen für die Region in Frage?

Umstellungen der Fruchtfolge einschließlich Stilllegung auf Problemflächen, Maßnahmen der Bestandesführung, wie z.B. Aussattermine oder Düngung und künftige Möglichkeiten der Einflussnahme durch Resistenzzüchtung oder Antagonisten werden diskutiert.

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Schadfalldiagnostik

#### 2.1.1. Beprobung

Im Zeitraum von 1994 bis 2004 wurden 186 Flächen geprüft, auf denen nesterartiger Minderwuchs, unregelmäßig in den gesunden Bestand übergehend, vorkam.



Abb. 1: Schadherd in Wintergerste durch *Pratylenchus crenatus*

Bereiche, in denen offensichtlich Einflüsse abiotischer Natur, wie z.B. Vernässung, wirkten, wurden dabei ausgeklammert. Dagegen waren Symptome an Wurzeln Anlass, auf Nematoden zu untersuchen.

Für die Beurteilung des Anteils wandernder Wurzelneematoden an der Ausprägung von Schadnestern wurden sowohl Wurzel- als auch Bodenproben genommen. Insbesondere der Anteil einer *Pratylenchus*- Population, der sich zu einem bestimmten Zeitpunkt im Boden bzw. in den Wurzeln befindet ist nicht mit Sicherheit vorhersehbar. Darüber hinaus war es in Abhängigkeit von der Jahreszeit notwendig, während einer Wachstumsperiode mehrmals zu untersuchen, um die Vermehrung oder auch Reduzierung von Populationen an der betroffenen Kultur feststellen zu können. Mitunter waren, insbesondere bei erstmaliger Probenahme im späten Frühjahr, auch

mehrfährige Beobachtungen unter verschiedenen Kulturen erforderlich, bis die Schädigung durch wandernde Wurzel nematoden abschließend bewertet werden konnte.

In diesem Sinne werden hier Flächen differenziert als Schadfälle eingestuft. Nach einmaliger Beprobung ist dies möglich, wenn in den Wurzeln bzw. im Boden aus dem Übergangsbereich zwischen augenscheinlich gesundem und dem geschädigten Bestand ein Vielfaches an parasitären Nematoden in Bezug auf die Kontrolle nachzuweisen war.



Abb. 2: Übergangsbereich eines Schaderdes durch *P. crenatus* an Wintergerste

Dies ist häufig nur zu Vegetationsbeginn der Fall. Zusätzlich musste bereits zu diesem Zeitpunkt eine auffällig hohe Individuenzahl je 10g Wurzeln oder je 100cm<sup>3</sup> Boden vorhanden sein. War dies nicht eindeutig der Fall bzw. die Unterschiede zwischen den beprobten Bereichen waren weniger deutlich, wurde zusätzlich die Entwicklung der Tiere zum erwarteten Maximum ihres Populationsaufbaus im Juni oder auch nach der Getreideernte durch eine zweite Untersuchung eingeschätzt. Mehrjährige Untersuchungen wurden dann durchgeführt, wenn bei einer Erstuntersuchung ab Mai über 1000 Individuen je 10g Wurzeln oder 100cm<sup>3</sup> Boden nachweisbar waren. Zu diesem Zeitpunkt sind oft keine Unterschiede hinsichtlich der Individuenzahl zwischen den Bereichen vorhanden.

In jedem Fall wurde geprüft, ob eventuell auch andere als durch Nematoden bedingte Schadursachen vorlagen, besonders Pilze, Viren oder abiotische Faktoren. Dementsprechend erfolgten dazu Laboruntersuchungen durch die zuständigen Spezialisten des Landespflanzenchutzamtes in Rostock. Aufgrund der häufigen Kombination eines starken Vorkommens besonders von *Pratylenchus crenatus* mit niedrigen pH- Werten wurde in jedem Fall die Bodenreaktion bestimmt. Symptome wie Läsionen an Wurzeln mit struppigem Wuchs oder auch hakenförmige Krümmungen und

schlingenförmige Deformationen, wie sie von DOWE u.a. (1990) beschrieben wurden, fanden Berücksichtigung bei der Auswahl der Proben für die Untersuchung auf Nematoden.

Die Beprobung erfolgte für Schadfläche (Übergangsbereich) und Kontrolle durch 5 Entnahmen von jeweils 100cm<sup>3</sup> Boden mit dem Spaten bis zu 25cm Tiefe und das vorsichtige Ausgraben von Wurzeln (ca. 10g) an den gleichen Punkten. Die 5 Entnahmepunkte wurden jeweils zu einer Probe zusammengefasst.

### **2.1.2. Nematodenextraktion**

Nach dem Durchmischen der Bodenproben wurden 100cm<sup>3</sup> mit einem Messzylinder abgemessen. Somit beziehen sich alle quantitativen Aussagen über die Abundanz von Nematoden in Böden auf das Volumen. Dies ist von Bedeutung, da die Dichte von schweren Böden zwischen 1 und 1,6g/cm<sup>3</sup> und von leichten Böden zwischen 1,2 und 1,8g/cm<sup>3</sup> schwanken kann (BUCKMAN u. BRADY, 1969). Die Extraktion der Nematoden aus dem Boden erfolgte mit der modifizierten Zentrifugation nach CAVENESS u. JENSEN (1955). Dabei wurde der Boden in 1l-Zentrifugenflaschen zunächst in etwa 750 ml Leitungswasser nach Zusatz von 40g Kaolin aufgerührt und anschließend bei 3000 U/min für 5 min zentrifugiert. Leichte organische Materialien im Boden, wie z.B. Strohreste, befanden sich dann oberhalb der zu einer Art Deckel verfestigten Kaolinschicht und konnten mit dem Überstand verworfen werden. Für die zweite Zentrifugation- ebenfalls für 5min und bei 3000 U/min- wurden 750 ml Magnesiumsulfatlösung der Dichte 1,2 g/cm<sup>3</sup> eingefüllt und unter Zerstörung des Kaolindeckels wurde der Boden erneut aufgerührt. Die dann in der Lösung befindlichen Nematoden wurden auf einem Metallgaze- Sieb mit einer Maschenweite von 20 µm aufgefangen und mittels einer Handbrause in Bechergläser überspült. Diese lagerten bis zur Untersuchung im Kühlschrank.

Nicht nur die überwiegend endoparasitären, d.h. innerhalb unterirdischer Pflanzenteile wie Wurzeln, aber auch Rhizomen oder Knollen lebenden Pratylenchen waren bei der Untersuchung von Wurzelproben von Interesse. Auch eine Konzentration von Ektoparasiten an der Wurzel, die während des Anstechens von Epidermiszellen oder Wurzelhaaren daran haften, sollte gegebenenfalls beobachtet werden. Deshalb wurden Wurzelproben mit anhaftendem Boden angesetzt, d.h. sie wurden lediglich vorsichtig ausgeschüttelt, jedoch nicht gewaschen. Jeweils 10 g wurden auf den Sieben der modifizierten Baermann-Trichter (DECKER, 1969) verteilt. Auf Glastrichter, versehen mit einem Gummischlauch und einem Quetschhahn, wurden Plastiksiebe mit einem Durchmesser von 7 cm gesetzt und mit Wattefilter ausgelegt. Darauf wurden die bis auf eine Größe von etwa 5 mm zerkleinerten Wurzeln gleichmäßig verteilt. Bis zu deren Befeuchtung wurden die Trichter mit 0,15 %iger Wasserstoffperoxidlösung nach HIRLING (1971) aufgefüllt. Über einen Zeitraum von einer Woche wurden, soweit möglich täglich, zumindest jedoch im Abstand von 3 Tagen je 10 ml, in denen die ausgewanderten Nematoden konzentriert waren, in Bechergläser abgelassen und darauf die

Flüssigkeit in den Trichtern ausgetauscht. Auch diese Proben wurden bis zur qualitativen und quantitativen Erfassung der darin enthaltenen Tiere kühl gelagert.

### **2.1.3 Qualitative und quantitative Erfassung**

Da selten mehr als 2 bis 3 Schadfälle gleichzeitig zu bearbeiten waren, konnten Bodenproben in der Regel unmittelbar nach der Extraktion und Wurzelproben direkt nach dem Auswandern der meisten Nematoden, d.h. nach einer Woche, dem z.B. von KNUTH u.a. (2003) empfohlenen Zeitraum, ausgewertet werden.

Um Individuenzahlen im erwarteten Bereich von 500 bis zu 40000 je Probe erfassen zu können, wurden die Bechergläser mit den Proben bis zur Markierung von 100 ml mit Wasser aufgefüllt. Ein Magnetrührer diente zur Herstellung einer Suspension, aus der mit einer Saugpipette 5 mal 1ml entnommen und in Zählchalen gegeben wurden. Bei sehr starken Gesamtpopulationen an Nematoden erwies es sich als vorteilhaft, unter dem Stereo- Durchlichtmikroskop bei 40facher Vergrößerung zunächst alle Nematoden zu zählen und erst bei einer erneuten Zählung pflanzenparasitäre Gattungen getrennt zu erfassen. Die so ermittelte Zahl nicht pflanzenparasitärer Nematoden war hilfreich für Rückschlüsse auf eventuelle Abweichungen vom Normalbereich der Besiedlung von Böden. Diese Abweichungen kamen einerseits durch das Bodenleben beeinträchtigende Einflüsse auf der Ackerfläche selbst, wie Vernässung, Austrocknung, Verfestigung und ähnliches oder andererseits durch die Art der Entnahme bzw. Lagerung der Probe vor. Das verstärkte Auftreten von mykophagen und bakteriophagen Arten an untersuchten Wurzeln kann ein Hinweis auf Rotteprozesse der Wurzel sein. Aus diesen Gründen wurde eine Gesamtzahl solcher Gattungen auch bei geringeren Dichten erfasst.

Die Zuordnung der gefundenen Tiere zu Gattungen und gegebenenfalls zu Arten erfolgte nach Bestimmungsschlüsseln von BONGERS (1988).

Für die Gattung *Pratylenchus* wurden immer Artbestimmungen unter dem Lichtmikroskop vorgenommen, und zwar bei bis zu 800facher Vergrößerung, sofern die Anzahl von Tieren dafür ausreichte. Wenn sich weitere pflanzenparasitäre Gattungen an der betroffenen Kulturpflanze fanden, bzw. das Verhältnis der Individuen aus geschädigtem und gesundem Bereich auffällig war, erfolgte ebenfalls eine Artbestimmung. In einigen Fällen wurde die Artbestimmung in Zusammenarbeit mit der Universität Rostock bzw. dem Institut für Nematologie und Wirbeltierkunde der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Münster überprüft.

## 2.2. Untersuchungen zur Populationsentwicklung für ausgewählte Schadflächen

### 2.2.1. Auswahlkriterien

Entsprechend der bei der Schadfalldiagnostik festgestellten Häufigkeit von Arten wandernder Wurzel nematoden in Verbindung mit Schadsymptomen erfolgte die Auswahl von Flächen mit für Mecklenburg-Vorpommern typischen Problemen. Durch eine Langzeitbeobachtung, in diesem Fall über einen Zeitraum von 4 Vegetationsperioden, wurde geprüft, wie sich insbesondere die *Pratylenchus*- ,aber auch andere pflanzenparasitäre Arten als potentielle Schadtieren an unterschiedlichen Fruchtarten im Laufe des Jahres entwickeln. Ebenfalls erfolgten Beobachtungen zur Ausprägung von Schäden.

Die für Mecklenburg-Vorpommern wichtigsten wandernden Wurzel nematoden sollten an den Hauptkulturen im Ackerbau beobachtet werden. Wie beispielsweise aus dem australischen Weizenanbau für die Arten *Pratylenchus neglectus* und *P. thornei* Sher & Allen, 1953 bekannt (NICOL, 1996), sind auch in Deutschland Artengemische bei *Pratylenchus* sehr verbreitet. Häufiger ist dies bei Arten der Fall, die eine ähnliche Bodenart bevorzugen, wie *P. crenatus* und *P. penetrans* die sandigen Böden. *P. crenatus* tritt auch zusammen mit *P. neglectus* auf, einer Art, die zumeist auf mittleren bis schweren Böden vorkommt. Die Wechselwirkungen zwischen Wirt und Parasit sollten nur einer der beiden letztgenannten Arten zugeordnet werden können. Die Unterscheidung von *Pratylenchus*- Arten ist relativ schwierig. Deshalb sollten Flächen gefunden werden, auf denen die in getreidebetonten Fruchtfolgen am häufigsten schädigenden Arten *P. crenatus* und *P. neglectus* getrennt vorkommen. Im April 2000 wurden zum wiederholten Mal Schäden an Wintergerste am Standort Siemitz bzw. an Winterweizen am Standort Kritzkow beobachtet.

Beide Flächen werden von der Agrargenossenschaft Kritzkow im Landkreis Güstrow bewirtschaftet. Die Dörfer Siemitz und Kritzkow mit den ausgewählten Flächen liegen relativ zentral in Mecklenburg-Vorpommern. In diesem Marktfruchtbetrieb gibt es keine festen Rotationen der Fruchtarten. Getreide wird häufig angebaut, aber auch Winterraps, Kartoffeln und Futtererbsen sind vertreten (Tab. 1). Auf dem etwas besseren Boden in Kritzkow wurde aus der Gattung *Pratylenchus* nur *P. neglectus* und in Siemitz *P. crenatus* nachgewiesen.

Auf eine gezielte Beobachtung der ebenfalls häufigen Art *P. penetrans* wurde aufgrund der geringen Pathogenität gegenüber den Getreidearten (DECKER, 1969) verzichtet, auch wenn vereinzelt über Schäden an Weizen, wie z.B. aus Kanada (KIMPINSKI u.a., 1989) berichtet wird.

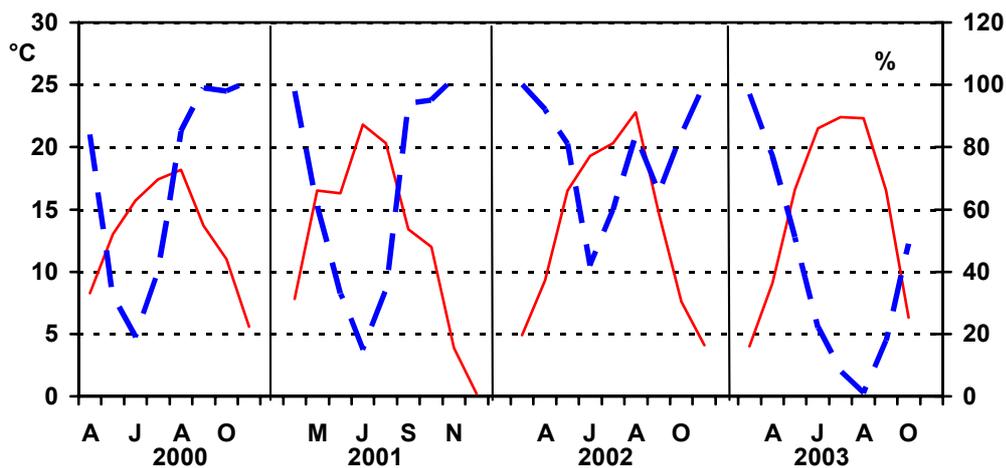
Tab.1: Angaben zu ausgewählten Flächen im Landkreis Güstrow– Wandernde Wurzelnematoden

<b>Ort:</b>	Kritzkow	Siemitz
<b>11Größe:</b>	46 ha	41 ha
<b>Schadfläche:</b>	ca. 100 m <sup>2</sup>	ca. 1500 m <sup>2</sup>
<b>Bodenart:</b>	D 3a/IS	D 3a/S/IS
<b>AZ:</b>	38	31
<b>BZ:</b>	40	32

<b>Fruchtarten:</b>	1993	Kartoffeln	Winterroggen
	1994	Winterweizen	Winterraps
	1995	Winterraps / Hafer	Winterroggen
	1996	Winterweizen	Wintertriticale
	1997	Winterweizen	Kartoffeln
	1998	Winterraps	Wintertriticale
	1999	Winterweizen	Winterraps
	2000	Winterweizen „Kornett“	Wintergerste „Theresa“
	2001	Erbsen „Madonna“	Wintertriticale „Ego“
	2002	Wintergerste „Theresa“	Kartoffeln „Bonanza“
	2003	Winterraps „Mohican“	Wintertriticale „Lamberto“
	2004	Wintergerste	Winterraps

Die Ausdehnung des beprobten Bereiches mit sichtbarer Schädigung des Pflanzenbestandes war in Siemitz mit etwa 1500m<sup>2</sup> deutlich größer als in Kritzkow. Auf beiden Flächen gab es außer den für die Dauerbeobachtung vorgesehenen Stellen weitere Herde mit Minderwuchs.

Durch die Nähe der Wetterstation Laage konnten wesentliche meteorologische Einflussgrößen, die Bodenfeuchte und -temperatur, für den Zeitraum der Untersuchungen aufgezeichnet werden (Abb. 3).



- Bodentemperatur in 5 cm Tiefe
- - - - Bodenfeuchte 0 bis 60 cm

Abb. 3: Bodentemperatur und Bodenfeuchte Monatsdurchschnitte von April 2000 bis Oktober 2003  
Wetterstation Laage

### 2.2.2. Beprobung

Während der Vegetationszeit, d.h. ab Ende März bzw. Anfang April bis Ende Oktober bzw. Anfang November, wurden die ausgewählten Flächen im Abstand von einem Monat beprobt. Bei einem durchschnittlichen Generationszyklus der Pratylenchen von 6 bis 8 Wochen (AGRIOS, 1988) konnten durch die Vermehrung an den Wirtspflanzen veränderte Populationsdichten damit sicher nachgewiesen werden. Im Jahre 2001 wurde aufgrund der milden Witterung im November die Untersuchung bis Anfang Dezember fortgeführt.

Während einer Vegetationsperiode wurden stets dieselben 5 Punkte innerhalb der im Jahre 2000 beobachteten Schadherde sowie 5 Kontrollpunkte, ca. 10m außerhalb davon gelegenen, beprobt. Die Punkte wurden durch nummerierte Stäbe gekennzeichnet. Bei der Entnahme der Proben wurde wie unter 2.1.1. beschrieben vorgegangen mit dem Unterschied, dass keine Zusammenfassung von Bodenproben erfolgte. Die Tiefe der Entnahme von Bodenproben orientierte sich an dem Bereich der stärksten Durchwurzelung des Bodens, d. h. bis zu 30cm tief, wie auch von DREWS (1971) empfohlen, der neben der Wurzeldichte auch die gute Durchlüftung als Grund für die stärkste Besiedlung dieser Bodenschicht angibt. Zu Beginn der Vegetation war das Wurzelsystem der Kulturpflanzen noch schwach entwickelt. Um sich in einem räumlich möglichst engen Radius um die Entnahmestellen zu bewegen, wurde in diesen Fällen eine Sammelprobe über die 5 Punkte von nur einmal 10g genommen. Bei ausreichender Wurzelmasse wurden von jedem Punkt getrennt 10g Wurzeln ausgegraben.

Der Abstand zwischen zwei der in einer Linie angeordneten Punkte betrug 5m. Da der Durchmesser des Schadherdes in Kritzkow geringer als 25m war, lagen dort die 5 Punkte nicht auf einer, sondern auf 2 Linien.

Nach Abschluss der Dauerbeobachtung wurden 2004 von beiden Flächen im April und im August Proben untersucht. Diese bestanden aus nur noch jeweils einmal 10g Wurzeln und 100cm<sup>3</sup> Boden aus dem Schadherd und der Kontrolle. Dazu wurden Wurzeln und Boden von 5 Punkten zusammengefasst.

### **2.2.3. Nematodenextraktion**

Die Extraktion der Nematoden aus Boden- und Wurzelproben erfolgte analog zur unter 2.1.2. beschriebenen Methodik. Monatlich waren von beiden Flächen insgesamt 20 Bodenproben und je nach Pflanzenbestand bis zu 20 Wurzelproben aufzuarbeiten und zu untersuchen. Die Aufarbeitung der Wurzelproben erfolgte in jedem Fall frisch, d.h. noch am Tag der Probenahme. Bodenproben wurden innerhalb von 1 bis 2 Tagen zentrifugiert und bis zu ihrer Verarbeitung kühl gelagert.

### **2.2.4. Qualitative und quantitative Erfassung**

Mit Ausnahme von Nematodenarten, deren Abundanz im Bereich der Nachweisgrenze für diese Untersuchung lag und die daher nur gelegentlich in den Proben gefunden wurden, waren die auf den beiden ausgewählten Standorten vorkommenden Arten bereits von der Schadfalldiagnostik des amtlichen Pflanzenschutzdienstes bekannt. Eine lichtmikroskopische Bestimmung der Arten, wie unter 2.3.1. beschrieben, erfolgte daher im Jahr 2000 lediglich in den ersten 3 Monaten und danach nur noch einmal jährlich zu Vegetationsbeginn, um eventuelle Veränderungen des Artenspektrums zu erfassen. Bei allen weiteren Untersuchungen erfolgten die Auszählungen bei 40facher Vergrößerung mit dem Stereo- Lichtmikroskop.

Die Auszählung der Nematoden aus den im Kühlschrank gelagerten Proben fand in einem Zeitraum von jeweils bis zu 14 Tagen nach der Extraktion statt.

## **2.3. Gefäßversuche**

### **2.3.1. Taxonomische Charakterisierung der experimentell verwendeten Phytonematodenarten**

Die auf den beiden Dauerbeobachtungsflächen vorkommenden und somit auch in den Gefäßversuchen verwendeten pflanzenparasitären Nematoden werden taxonomisch wie folgt zugeordnet:

Tabelle 2: Taxonomische Zuordnung der experimentell verwendeten Phytonematodenarten

<b>Familie</b>	<b>Gattung</b>	<b>Art</b>
<i>Pratylenchidae</i> (Thorne, 1949)	<i>Pratylenchus</i> (Filipjev, 1936)	<i>Pratylenchus crenatus</i> Loof, 1960
		<i>Pratylenchus neglectus</i> (Rensch, 1924) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941
<i>Belonolaimidae</i> (Whitehead, 1960)	<i>Tylenchorhynchus</i> Cobb, 1913	<i>Tylenchorhynchus dubius</i> (Buetschli, 1873) Filipjev, 1936
	<i>Geocenamus</i> (Thorne & Malek, 1968)	<i>Geocenamus tartuensis</i> (Krall, 1959) Brzeski, 1991
<i>Heteroderidae</i> (Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941)	<i>Heterodera</i> Schmidt, 1871	<i>Heterodera avenae</i> Wollenweber, 1924
<i>Trichodoridae</i> (Thorne, 1935) Clark, 1961	<i>Trichodorus</i> Cobb, 1913	<i>Trichodorus primitivus</i> (de Man, 1880) Micoletzky, 1922
	<i>Paratrichodorus</i> Siddiqi, 1974	<i>Paratrichodorus pachydermus</i> (Seinhorst, 1954) Siddiqi, 1974

Die Aufzählung umfasst nicht alle phytoparasitären Nematoden, sondern nur die für eine Schadwirkung an den Fruchtarten, die auf den Flächen angebaut wurden, relevanten Nematodenarten.

Weitere Gattungen wurden im Rahmen der Schadfalldiagnostik beobachtet und werden im Abschnitt 3.1. erwähnt.

### **2.3.2. Versuchsanlage**

Neben der direkten Wirkung der Fruchtart auf die Populationsdichte der Nematoden, d.h. die Wirtseignung, haben im Freiland auch Maßnahmen der Bestandesführung und der Witterungsverlauf einen Einfluss.

Insofern lag es nahe, die im Freiland gewonnenen Daten durch Gefäßversuche zu unterstützen. Für diese Tests wurde nach Möglichkeiten gesucht, die Ergebnisse vom Feld mit denen aus der Klimakammer weitgehend zu kombinieren. Daher wurde nicht mit Isolaten bzw. Reinkulturen der Nematoden, sondern mit Ackerboden von den bereits für die Langzeitbeobachtung ausgewählten Flächen und Extrakten der Mischpopulationen aus diesen Böden gearbeitet. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag somit auf der Frage nach der Relevanz von Wechselwirkungen zwischen

vorkommenden Nematodenpopulationen einerseits und verschiedenen Fruchtarten andererseits für das Entstehen von Schäden.

Da die Abundanz der in diesem Zusammenhang besonders interessanten *Pratylenchus*- Arten im Boden nicht immer so hoch ist, dass mit vertretbarem Aufwand genügend Tiere für ausreichend hohe Verseuchungsstufen in den Gefäßen extrahiert werden konnten, wurden Gefäßversuche in verschiedenen Jahren, nämlich jeweils im Winter der Jahre 2002 und 2004 durchgeführt. 2002 wurde mit Boden und den darin vorkommenden Nematoden aus den Schadherden in Siemitz und Kritzkow gearbeitet, obwohl im Durchschnitt der in Vorbereitung des Versuches 2002 gezogenen Bodenproben nach der Ernte der Wintergerste in Kritzkow nur 8 Tiere der Art *P. neglectus* je 100cm<sup>3</sup> vorhanden waren. Sehr hoch war jedoch die Dichte von *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis*, weshalb auch für diese Herkunft eventuelle Schäden und nicht nur Vermehrungsraten ermittelt wurden. Um jedoch auch Schäden durch *P. neglectus* beziehungsweise dessen Vermehrungsrate bei hoher Ausgangsverseuchung beobachten zu können, wurde 2004 mit hoher natürlicher Dichte dieser Art ein weiterer Versuch durchgeführt.

Zwischen den in beiden Jahren angelegten Versuchen gab es Unterschiede hinsichtlich des Vorgehens bei der Schaffung der Verseuchungsstufen und der Kulturpflanzen, mit denen gearbeitet wurde.

Im Jahre 2002 sollten die 3 Hauptfruchtarten Winterweizen, Wintergerste und Winterraps mit 3 Verseuchungsstufen und einer Kontrolle in 10cm Tontöpfen (Abb. 4) mit einem Fassungsvermögen von 500ml Boden bei 5 Wiederholungen je Variante überprüft werden.

Daher wurden für das Befüllen der jeweils 60 Töpfe von jeder Versuchsfläche 30l Boden benötigt.

Dieser Boden wurde durch Autoklavieren für 1,5 h bei 120°C sterilisiert. Für den Boden aus Siemitz lag der pH-Wert vor und nach dem Dampfsterilisieren bei 4,2 und für den aus Kritzkow bei 7,1.

Beim Bepflanzen der Töpfe wurden aus unbehandeltem Boden extrahierte Nematoden als Suspension mit einer Saugpipette in das Pflanzloch gegeben. Die Suspension wurde durch ein Rührgerät hergestellt.

Die zur Gewinnung der Nematoden benötigte Bodenmenge richtete sich nach den gewählten Verseuchungsstufen, der natürlichen Bodenverseuchung und der erreichten Ausbeute bei der Extraktion. In einem Vorversuch wurde die auch in den vorangegangenen Untersuchungen für die Zentrifugation verwendete Bodenmenge von 100cm<sup>3</sup> je Zentrifugenflasche als günstig bestätigt.



Abb. 4: Gefäßversuch unmittelbar nach dem Ansatz

Eine Erhöhung auf 250cm<sup>3</sup> brachte keine äquivalente Erhöhung der Anzahl extrahierter Tiere. Um die natürliche Bodenverseuchung zu ermitteln, wurden die unter Punkt 2.2.2. beschriebenen Untersuchungen der Entnahmestellen zur Auswahl der höchsten Nematodendichte genutzt. Dies war für Siemitz Boden aus einem Bereich mit:

300 *Tylenchorhynchus dubius*  
und 2620 *Pratylenchus crenatus*

und für Kritzkow mit:

1020 *T. dubius*+ *Geocenamus tartuensis*  
192 *Trichodorus primitivus*  
und 8 *Pratylenchus neglectus* je 100cm<sup>3</sup>.

Für *P. crenatus* (Siemitz) wurden Verseuchungsstufen von 500, 1500 bzw. 4000 Tieren je 100cm<sup>3</sup> und für die Arten *T. dubius* und *G. tartuensis* (Kritzkow), die auf Grund ihrer ähnlichen Lebensweise zusammengefasst betrachtet wurden, von 500, 1500 und 2500 Nematoden angestrebt.

Da mit Verlusten an der Ausbeute lebensfähiger Tiere bei Extraktion und Lagerung gerechnet werden musste, wurden Nematoden aus 67,5l Boden aus Siemitz und 46,4l Boden aus Kritzkow gewonnen.

Diese Nematoden wurden unmittelbar vor dem Ansatz bis auf 1l bzw. 1,5l Wasser durch vorsichtiges Absaugen konzentriert, um eine durch das Pflanzloch aufnehmbare Wassermenge mit der entsprechenden Nematodenzahl in den Topf bringen zu können. Dazu wurden die nach dem Aufrühren sich in der Suspension befindenden Nematoden nochmals in je 3 Wiederholungen gezählt.

Die Zahl der in die Pflanzlöcher gegebenen Tiere errechnete sich für die Verseuchungsstufen wie folgt:

Fläche Siemitz:            500 *P. crenatus*+ 41 *T. dubius* je 100cm<sup>3</sup>  
                                  1500 *P. crenatus*+ 124 *T. dubius* je 100cm<sup>3</sup>  
                                  4000 *P. crenatus*+ 324 *T. dubius* je 100cm<sup>3</sup>

Fläche Kritzkow:         500 *T. dubius* und *G. tartuensis*+ 9 *Tr. primitivus*+ 7 *P. neglectus*  
                                  1500 *T. dubius* und *G. tartuensis*+ 28 *Tr. primitivus*+ 21 *P. neglectus*  
                                  2500 *T. dubius* und *G. tartuensis*+ 47 *Tr. primitivus*+ 36 *P. neglectus*

Die in die Töpfe gesetzten Pflanzen der Wintergerstensorte "Landi", der Winterweizensorte "Ritmo" und der Winterrapsorte "Talent" waren zuvor in Einheitserde® (Typ P) der Firma W. Tantau/Uetersen angezogen, um zu Versuchsbeginn möglichst gleich kräftige Pflanzen nutzen zu können. In jedes Gefäß wurde eine Raps- oder Weizenpflanze bzw. wurden drei Getreidepflanzen gegeben. Dem entsprechend wurden die errechneten Mengen an Nematodensuspension für Weizen und Gerste gleichmäßig auf die drei Pflanzlöcher verteilt.

Für den Versuch mit dem Schwerpunkt auf der Schädigung und Populationsentwicklung von *Pratylenchus neglectus* im Jahr 2004 wurden gegenüber dem Ansatz 2002 einige Veränderungen vorgenommen. Nach einer Untersuchung des Versuchsbodens durch die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Rostock gab es beim Gehalt an Hauptnährstoffen zwischen dem autoklavierten Boden und einer unbehandelten Kontrolle zwar keine nennenswerten Unterschiede, jedoch erhöhte sich durch die thermische Sterilisation der Mangengehalt des Bodens von 37mg/kg (Boden unbehandelt) auf 93mg/kg, einen Wert, bei dem bereits Pflanzenschäden möglich sind. Daher wurde auf das Autoklavieren verzichtet. Stattdessen wurde der Boden für die Kontrollvariante durch Metam-Fluid 510 g/l BASF entseucht, und zwar mit einer Aufwandmenge von 3ml/l Boden für eine Woche im geschlossenen Plastiksack bei Temperaturen zwischen 15 und 20°C. Bis zum Ansatz des Versuches lagerte der Boden für 2 Wochen im geöffneten Sack, um toxische Wirkungen des Mittels auf die Pflanzen zu verhindern. Anschließend ergab sich eine 100%ige Abtötungsrate für die im Boden vorhandenen Nematoden.

Da mehr Fruchtarten als 2002 einbezogen werden sollten, nämlich zusätzlich zu Winterweizen, Wintergerste und Winterraps auch Futtererbsen und Kartoffeln, und die Gesamtzahl der Gefäße aus arbeitstechnischer Sicht nicht steigerbar war, wurde lediglich mit 2 Verseuchungsstufen und einer Kontrolle gearbeitet. Die wiederum genutzten 10cm Tontöpfe wurden bei den 5 Kontrollen für jede Fruchtart mit 500cm<sup>3</sup> Boden, behandelt mit Metam-Fluid 510 g/l BASF, gefüllt. In alle anderen Gefäße kamen 500cm<sup>3</sup> gemischter Boden mit folgendem Nematodenbesatz je 100cm<sup>3</sup>:

575 *P. neglectus*  
1925 *T. dubius* und *G. tartuensis*  
135 *Tr. primitivus*

Zusätzlich waren zu diesem Zeitpunkt, d.h. Ende September, überwiegend in Zysten und zu einem geringen Teil frei im Boden, insgesamt 1175 Larven von *H. avenae* je 100cm<sup>3</sup> vorhanden. Der o.g. Besatz mit pflanzenparasitären Nematoden wurde als Verseuchungsstufe 1 bzw. mit der Kurzform 1x bezeichnet. Für die Verseuchungsstufe 2 (2x) wurde eine annähernde Verdoppelung der natürlichen Verseuchung angestrebt. Im Unterschied zur zuvor geschilderten Methodik (S. 14) wurde die Extraktion der Tiere und die Herstellung der benötigten Nematodendichte in Wasser für jedes Gefäß extra vorgenommen, d.h. es wurden die aus 5 mal 100cm<sup>3</sup> Boden extrahierten Tiere in wenig Wasser in einem Becherglas zusammengefasst. Das zur Extraktion verwendete Bodengemisch war nicht identisch mit dem für das Befüllen der Gefäße. Deshalb ergab sich für die Variante 2x keine exakte Verdoppelung, sondern folgender Nematodenbesatz:

1077 *P. neglectus*

3403 *T. dubius* und *G. tartuensis*

207 *Tr. primitivus*

Im Bereich der vom Verfasser gewählten beiden Verseuchungsstufen wurden für *P. neglectus* durch GRIFFIN u. GRAY (1990) sowie GRIFFIN u. JENSEN (1997) sortenabhängig Schäden an Luzerne in Gefäßversuchen ermittelt.

Die Anzahl der *H. avenae*- Larven erhöhte sich von der ersten zur zweiten Verseuchungsstufe nur um 62 auf 1237 je 100cm<sup>3</sup> Boden, da Zysten nicht mit in das Gefäß gegeben wurden.

Die Sorten der aufgeführten Fruchtarten waren folgende:

Winterweizen "Dekan"

Wintergerste "Lomerit"

Winterraps "Trabant"

Kartoffeln "Karlina"

Futtererbsen "Santana"

Im Unterschied zum vorangegangenen Versuch wurde nach der Anzucht, die wie beschrieben erfolgte, auch bei Weizen und Gerste nur eine Pflanze in jedes Gefäß gesetzt. Die Nematoden aus den Bechergläsern wurden mit Hilfe einer Spritzflasche direkt in das Pflanzloch gespült.

### 2.3.3. Schadwirkung

Da von den Beobachtungen aus der landwirtschaftlichen Praxis her bekannt ist, dass die Beeinträchtigungen von Getreide durch wandernde Wurzel nematoden in frühen Entwicklungsstadien zu Vegetationsbeginn im Frühjahr besonders deutlich werden (HESSELBARTH u. GUDLOWSKI, 2000), wurde für die Beobachtung eventueller Schäden in der Klimakammer ein Zeitraum von jeweils 12 Wochen als ausreichend angesehen. Als Parameter für die Erfassung des Grades der Beeinträchtigung von Pflanzen durch wandernde Wurzel nematoden wurden das Längenwachstum, die oberirdische Grün- und Trockenmasse und die Wurzelfrischmasse ausgewählt. Das

Längenwachstum wurde wöchentlich für jede Einzelpflanze, erstmalig unmittelbar nach dem Einsetzen in die Töpfe, bis zum Versuchsende gemessen. Bei Weizen und Gerste war die Messstrecke der Abstand vom Boden im Gefäß bis zur jeweils längsten Blattspitze. Bei Raps, Kartoffeln und Erbsen wurde der Abstand vom Boden bis zur obersten Blattachsel gemessen.

Während der 12wöchigen Anzucht wurden die Pflanzen einmal wöchentlich mit einer NPK Düngemittel- Lösung gegossen. Der Tag/Nacht- Rhythmus betrug jeweils 12h. Während des Tages herrschte eine Temperatur von 18°C und während der Nacht von 15°C.

Am Versuchsende wurden die Pflanzen unmittelbar über dem Boden abgeschnitten, anschließend mit der Schere zerkleinert und für jedes Gefäß getrennt gewogen. Den so ermittelten Werten für die Grünmassen wurden die entsprechenden Trockenmassen gegenübergestellt, da die Abreife bei einigen Pflanzen nach 12 Wochen im Topf bereits einsetzte. Dazu wurden die zerkleinerten Pflanzenteile bis zur Gewichtskonstanz für ca. 70 h bei 40°C im Trockenschrank getrocknet und sofort danach erneut gewogen.

Die an den Wurzeln haftenden bzw. sich darin befindenden Nematoden mussten für die Ermittlung der Vermehrungsraten vital bleiben. Daher wurden von den Wurzeln nur die Frischmassen nach dem Waschen und oberflächlichem Abtrocknen, nicht jedoch die Trockenmasse ermittelt.

Soweit es sich anbot, wurden weitere, fruchtartspezifische Merkmale der Pflanzenentwicklung, wie Knollenzahl und –masse bei Kartoffeln, Anzahl der Hülsen bei Erbsen und Durchmesser des Wurzelhalses bei Raps registriert.

#### **2.3.4. Vermehrungsraten**

Vermehrungsraten wurden für *Pratylenchus*-, *Tylenchorhynchus*- und *Geocenamus*- sowie *Trichodorus*- und *Paratrichodorus*- Arten ermittelt.

Nach dem Austopfen wurden jedem Gefäß 100cm<sup>3</sup> Boden entnommen, ohne die Wurzeln im Ballen zu zerstören, um durch die unter 2.1.2 beschriebene Zentrifugation die Nematoden zu extrahieren. Die Wurzeln wurden in einem Sieb in Wasser getaucht und vorsichtig gereinigt. Für 20 Minuten tropfte das Waschwasser ab, und anschließend wurden die Wurzeln vom Spross getrennt und gewogen. Bis zu einer Masse von 10g wurden die gesamten Wurzeln zerkleinert und für eine Woche auf den modifizierten Baermann- Trichter gegeben. Bei größeren Wurzelmassen wurde für die Ermittlung der Nematodenzahl in den Wurzeln hochgerechnet.

Der Zeitraum für die Lagerung der aus Wurzeln bzw. Boden extrahierten Tiere bis zur Auszählung unter dem Stereomikroskop betrug maximal eine Woche. Diese Lagerung erfolgte in abgedeckten Bechergläsern mit Wasser im Kühlschrank.

Die für die Ermittlung der Vermehrungsraten verwendeten Endpopulationen ergaben sich somit aus der Summe von Endverseuchung im Boden und in den Wurzeln. Die Vermehrungsrate selbst ist der Quotient aus End- und Anfangsverseuchung.

### **2.3.5. Statistische Verrechnung**

Zur statistischen Verrechnung der Daten aus den Gefäßversuchen wurde das Programm SPSS 11.0 für Windows genutzt. Nach dem Test auf Homogenität der Varianzen wurde die Signifikanz der Unterschiede in den Mittelwerten durch den Duncan-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% festgestellt. Die Mittelwerte wurden mit Ausnahme des Längenwachstums von Winterweizen und Wintergerste im Versuch des Jahres 2002, wo 15 Einzelwerte je Variante vorlagen, aus jeweils 5 Einzelwerten errechnet. Für die Varianzanalyse des Verhältnisses von Pratylenchen in Wurzeln zu Pratylenchen im Boden, die nach Verseuchungsstufen und Fruchtarten durchgeführt wurde, lagen ebenfalls 15 Einzelwerte vor.

Bei der Verrechnung der Vermehrungsraten wurde der Einfluss der Wurzelfrischmasse als Kovariable geprüft.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Vorkommen und Schadwirkung wandernder Wurzelnematoden im Getreidebau Mecklenburg-Vorpommerns

Da in Mecklenburg-Vorpommern Schäden an Getreide besonders häufig im Zusammenhang mit *Pratylenchus* beobachtet wurden, wie z.B. durch DECKER (1969), lag die besondere Aufmerksamkeit bei der Analyse der Schadfalldiagnostik auf dieser Gattung.

Während des ersten Jahres der gezielten Untersuchung von Schadfällen auf wandernde Wurzelnematoden waren die Befunde für die 10 untersuchten Flächen unauffällig. Doch bereits 1995 wurden für 4 der beprobten Bereiche erhöhte *Pratylenchus*- Populationen mit Wuchsdepressionen (Abb. 5) gegenüber der Kontrolle nachgewiesen. Aus der in der Einleitung angesprochenen Problematik heraus ist es unmöglich, einen generell gültigen Wert zu definieren, ab dem eine Schadwirkung zu erwarten ist. Nach den experimentellen Erfahrungen des Autors dürften auf dem Feld deutliche Schäden unter den Bedingungen Mecklenburg-Vorpommerns jedoch selten unterhalb einer Populationsdichte von 300 Tieren der Gattung *Pratylenchus* je 100cm<sup>3</sup> Boden oder je 10g Wurzeln auftreten. Dieser Wert liegt etwas über der von WEISCHER (1964) für *Pratylenchen* an Getreide angegebenen Schadschwelle von 200 Tieren je 100cm<sup>3</sup> Boden. Die hier als erhöht bezeichneten *Pratylenchus*- Populationen sind demnach solche, die entweder in 10g Wurzeln oder in 100cm<sup>3</sup> Boden mindestens 300 Tiere nachweisen ließen. Zusätzlich war zu Vegetationsbeginn die Nematodendichte im Übergangsbereich zwischen Schadherd und augenscheinlich gesundem Pflanzenbestand gegenüber einer Kontrolle aus dem gesunden Bereich, etwa 10m vom Schadherd entfernt, zumindest um 50% erhöht.

Die Größe der beobachteten Schadherde schwankte zwischen wenigen m<sup>2</sup> und einigen ha.

Die meisten Schadfälle mit *Pratylenchen* wurden in den Jahren 1998 bis 2001 beobachtet, maximal 16 Nachweise erhöhter Populationen 2001.

Insgesamt fielen bei 82 von 189 untersuchten Schadfällen hohe *Pratylenchus*- Populationen im Übergangsbereich zwischen Schadherd und normalwüchsigem Bestand auf.

Um eventuelle Tendenzen für die Populationsdichte im Laufe der 11 Jahre festzustellen, in denen Schadfälle auf wandernde Wurzelnematoden diagnostiziert wurden, wurden die in Wurzeln (Abb.6) bzw. im Boden (Abb.7) nachgewiesenen Tiere für jeden Schadherd Befalls- bzw. Verseuchungsklassen zugeordnet.

Es zeigte sich, dass bei 50 der 82 Fälle, überwiegend bereits zu Vegetationsbeginn im März oder Anfang April, mehr als 1.000 Tiere je 10g Wurzeln nachweisbar waren. Eine Anzahl von mehr als 10.000 *Pratylenchen* wurde nur fünfmal erreicht. Dies war erst ab dem Jahr 2000 der Fall. Allerdings ließ die geringe Anzahl von Nachweisen so hoher Populationsdichten in den Wurzeln noch keine Tendenz erkennen.

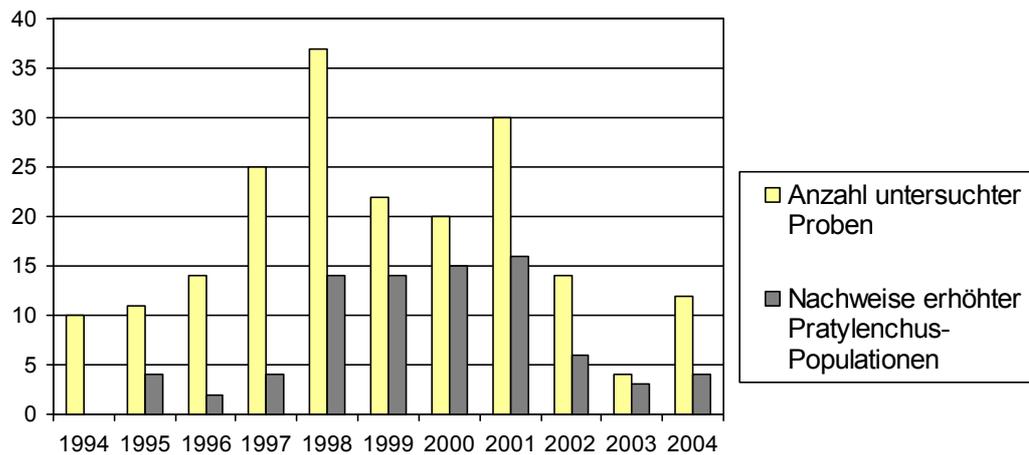


Abb. 5: Schadfälle und *Pratylenchus* spp. an Getreide

Auch die Anzahl der aus Bodenproben extrahierten Nematoden sprach nicht für eine Zunahme der Abundanz im Untersuchungszeitraum. 30mal waren mehr als 300 Pratylenchen je 100cm<sup>3</sup> Boden nachweisbar. Die höchsten Werte mit mehr als 1000 Tieren kamen in den Jahren 1995, 1998 und 2001 vor.

Aus der Gegenüberstellung der beiden Abbildungen wird ersichtlich, dass die Einstufung in die Kategorie „Schadfall, entstanden unter Beteiligung von wandernden Wurzelnematoden“ häufiger durch unterschiedlich starke Besiedlung der Wurzeln als durch Unterschiede in der Bodenverseuchung erfolgte.

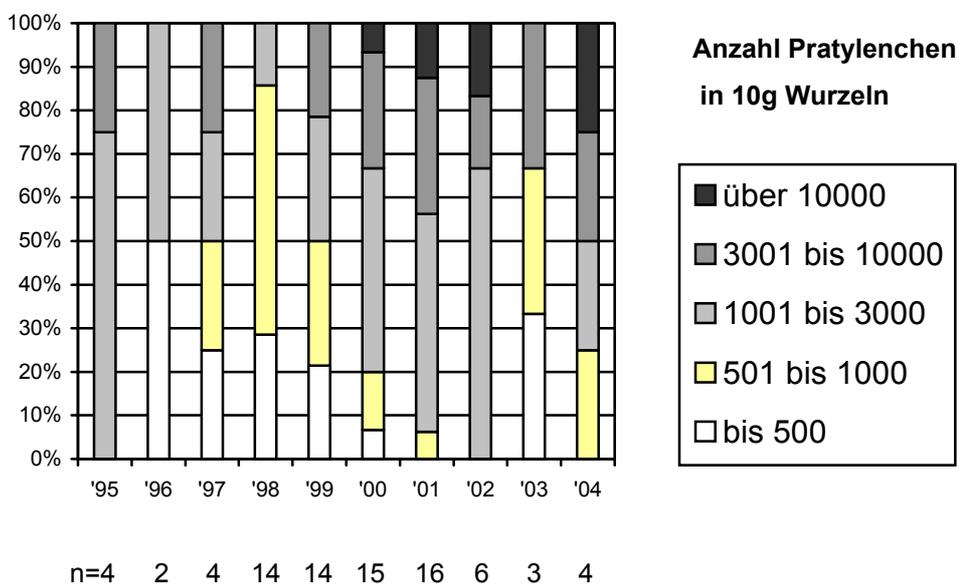


Abb. 6: *Pratylenchus*-Befallsklassen in Getreidewurzeln bei Schadfällen von 1995 bis 2004

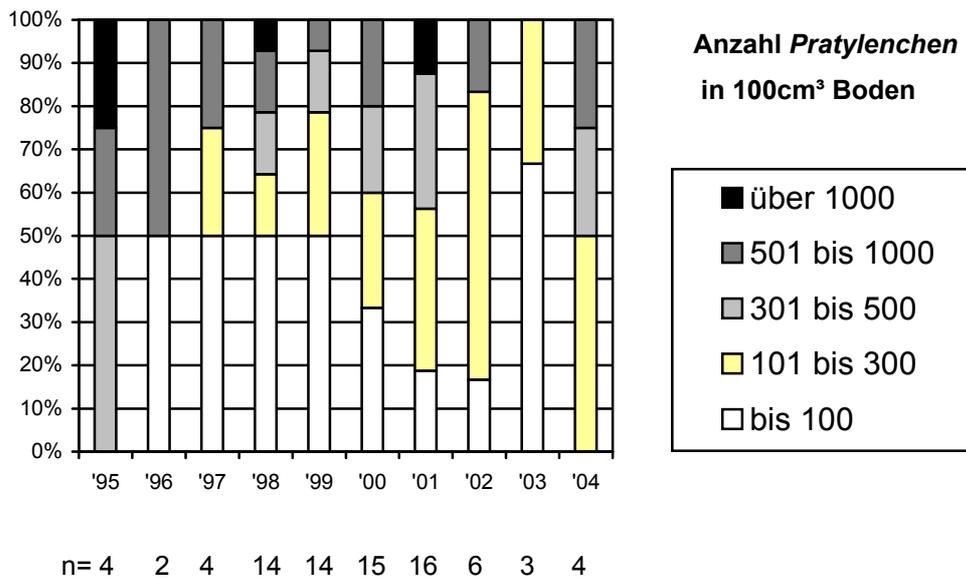


Abb. 7: *Pratylenchus*-Verseuchungsklassen in Boden bei Schadfällen von 1995 bis 2004

Trotz ihrer Häufigkeit in Bodenproben von den 189 untersuchten Schadfällen war im gesamten Zeitraum der Beobachtungen keine Schädigung eindeutig auf *Tylenchorhynchus*- und *Geocenamus*- bzw. *Trichodorus*- und *Paratrachodorus*- Arten bei separatem oder vergesellschaftetem Vorkommen zurückzuführen. Dabei wurden gelegentlich beträchtliche Populationsdichten durch Arten dieser Gattungen erreicht. Von der besonders häufigen Art *Tylenchorhynchus dubius* wurden aus Bodenproben bis zu 4500 Tieren je 100cm<sup>3</sup> extrahiert. Auch Individuendichten von mehr als 300 *Trichodoren* je 100cm<sup>3</sup>, in einem Fall sogar 700, kamen vor. In solchen Fällen zeigte jedoch die Gegenüberstellung von Feldbereichen mit geschädigtem und nicht geschädigtem Pflanzenbestand auch zu Vegetationsbeginn nur dreimal Unterschiede, die den Minderwuchs der Kulturpflanzen hätten erklären können. In einem dieser Fälle, bei dem das Verhältnis von „geschädigt“ zu „nicht geschädigt“ für *T. dubius* auf einer Weizenfläche 4000:1700 Tiere betrug, gab es gleichzeitig 880:320 *P. crenatus* und 260:100 *Trichodorus primitivus*. Ebenfalls in Winterweizen gab es bei 2500 *T. dubius* im Schadbereich gleichzeitig über 20000 *P. crenatus* und *P. penetrans* in 10g Wurzeln. Der betreffende Schlag wies eine extrem saure Bodenreaktion von pH 3,9 auf. Für eine zur Untersuchung eingesandte Probe aus geschädigtem Winterraps (1994, Rabenhorst), wo im Schadherd 4225 Individuen je 100cm<sup>3</sup> Boden von *T. dubius* und 68 *T. primitivus* gefunden wurden, lag leider keine Kontrolle aus einem augenscheinlich gesunden Bereich vor. *Paratylenchus* Micoletzky, 1922 war ebenfalls in den Bodenproben recht häufig, kam aber nur einmal in hoher Populationsdichte, und zwar im Winterweizen (2170:830) nach Grünlandumbruch, vor. Von *Ditylenchus* Filipjev, 1936 wurden ausschließlich mykophag Arten in den Bodenproben nachgewiesen.

### 3.1.1. Artenspektrum von *Pratylenchus*

Das Spektrum der in Mecklenburg-Vorpommern vorkommenden *Pratylenchus*- Arten umfasst neben den häufig auf Ackerland zu findenden *P. crenatus*, *P. neglectus* und *P. penetrans* zumindest vier weitere Arten. DECKER (1969) erwähnt das Vorkommen von *P. pratensis* auf Wiesen und Weiden sowie den Nachweis der Art *P. convallariae* Seinhorst, 1959 an Maiglöckchen. STURHAN (pers. Mitt., 1994) fand in einer Probe von einem schweren Ackerboden aus der Region Neubrandenburg *P. thornei*. Bei den eigenen Untersuchungen fand der Autor in einer Probe aus einem Kleingarten ebenfalls *P. convallariae* und in den Jahren 2002 und 2003 *P. fallax* Seinhorst, 1968 jeweils an Winterweizen. Letztere Art erwähnen z.B. RIVOAL u. COOK (1993) im Zusammenhang mit Schäden an Winterweizen und Wintergerste in Frankreich.

In Tab. 2 wurden nur die drei häufigsten *Pratylenchus*- Arten getrennt aufgeführt, während sonstige Arten und- Artgemische in der letzten Spalte zusammengefasst wurden.

Tab. 3: Nachweise erhöhter *Pratylenchus*- Populationen nach Arten

Jahr	Art nicht bestimmt	<i>Pratylenchus crenatus</i>	<i>Pratylenchus neglectus</i>	<i>Pratylenchus penetrans</i>	<i>Pratylenchus crenatus</i> + <i>Pratylenchus neglectus</i>	<i>Pratylenchus crenatus</i> + <i>Pratylenchus penetrans</i>	andere Arten bzw. Mischpopulationen
1994	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	2	0	0	1	0	1
1996	0	2	0	0	0	0	0
1997	2	2	0	0	0	0	0
1998	2	12	0	0	0	0	0
1999	1	10	1	1	0	1	0
2000	0	2	8	0	2	3	0
2001	0	5	2	0	2	3	4
2002	0	1	1	0	0	3	1
2003	0	0	1	1	0	0	1
2004	0	0	1	1	1	0	1
<b>Summe</b>	<b>5</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>8</b>

*P. crenatus* war mit 36 Nachweisen erhöhter Populationen die am häufigsten im Zusammenhang mit einer Beeinträchtigung des Getreides auffällige Art. Mit den Jahren 1998 und 1999 kristallisiert sich ein Schwerpunkt für Schäden in Verbindung mit *P. crenatus* heraus. Aber auch *P. neglectus*, besonders im Jahre 2000, kam mit 14mal oft als alleinige *Pratylenchus*- Art vor.

Trotz der Unterschiede hinsichtlich der bevorzugten Bodenart (DECKER, 1969) wurden *P. crenatus* und *P. neglectus* 6mal zusammen gefunden. Das häufig vergesellschaftete Vorkommen von *P. crenatus* und *P. penetrans*, von dem KLEYNHANS u.a. (1996) aus Südafrika berichten, findet sich auch in Mecklenburg-Vorpommern mit 10 Nachweisen als häufigste Kombination. *P. penetrans* wurde gelegentlich auch allein in hoher Abundanz in Winterweizen bzw. Wintergerste gefunden.

Hinsichtlich der Bodenreaktion wurde ein Unterschied zwischen *P. crenatus* und *P. neglectus* deutlich. So schädigte *P. crenatus* 19mal in Verbindung mit zu niedrigen pH-Werten, d.h. zwischen 3,5 und 4,5, also in etwas mehr als der Hälfte aller Fälle. *P. neglectus* dagegen war niemals bei niedrigem pH- Wert auffällig.

Manchmal, insbesondere dann, wenn in größerer Zahl lediglich *Pratylenchus*- Larven zur Verfügung standen, konnte die Art nicht bestimmt werden.

### 3.1.2. Regionale Verteilung von *Pratylenchus*

Bei der räumlichen Verteilung innerhalb Mecklenburg-Vorpommerns zeigte sich eine Konzentration der Nematodenschäden auf die Außenstellenbereichen Schwerin und Rostock (Tab.3). Insbesondere die Landkreise Ludwigslust und Güstrow, wo leichte Sandböden vorherrschen, waren stark betroffen.

Eine jahresabhängig unterschiedliche Verteilung von Nematodenschäden war aus den Untersuchungsergebnissen selten klar ersichtlich. So fiel die größte Anzahl der Nachweise von *P. neglectus* in den Jahren 2000 und 2001 mit der Häufung von Schadfällen in der Region Greifswald zusammen; dort vor allem auf besseren Böden.

Tab. 4: Nachweise erhöhter *Pratylenchus*- Populationen nach Regionen

Jahr	Schwerin	Rostock	Greifswald	Neubrandenburg
1994	0	0	0	0
1995	3	1	0	0
1996	2	0	0	0
1997	1	3	0	0
1998	9	4	1	0
1999	5	6	2	1
2000	8	4	3	0
2001	2	6	5	3
2002	3	1	1	1
2003	3	0	0	0
2004	0	2	2	0
<b>Summe</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>5</b>

### 3.1.3. Befall von Getreide

Neben möglichen Präferenzen der verschiedenen *Pratylenchus*- Arten für bestimmte Kulturpflanzen bzw. der Anfälligkeit von Fruchtarten widerspiegelte die Häufigkeit der Schadfälle die Anbaustruktur im Land, die durch einen Anteil von Wintergerste und Winterweizen an der Ackerfläche von mehr als 40% gekennzeichnet ist (Tab. 5).

Die am häufigsten durch Pratylenchen beeinträchtigte Fruchtart mit 48 Beobachtungen, was einem Anteil von etwa 58% entspricht, war die Wintergerste. Eine erhöhte Anfälligkeit bestimmter Sorten war, wie auch beim Winterweizen und den weiteren Fruchtarten, nicht erkennbar. Letztere Fruchtart folgte der Wintergerste mit der Anzahl von 25 Schadfällen.

Relativ wenig anfällig gegen *Pratylenchus*- Befall schien nach diesen Ergebnissen unter Berücksichtigung der Anbaufläche der Winterroggen zu sein, dessen Anbauumfang nur etwa 25% geringer als der der Wintergerste ist. Triticale könnte weitgehend tolerant sein. Zu den weiterhin in Tabelle 5 aufgeführten Fruchtarten Sommergerste, Sommerweizen und Hafer ließen sich derartige Aussagen aufgrund der wenigen Beobachtungen und dem geringen Anbauumfang nicht treffen.

Tab. 5: Nachweise erhöhter *Pratylenchus*- Populationen nach Getreidearten

Jahr	Wintergerste	Winterweizen	Winterroggen	Wintertriticale	Sommergerste	Sommerweizen	Hafer
1994	0	0	0	0	0	0	0
1995	4	0	0	0	0	0	0
1996	0	2	0	0	0	0	0
1997	3	1	0	0	0	0	0
1998	6	4	1	0	2	1	0
1999	7	6	1	0	0	0	0
2000	10	2	2	1	0	0	0
2001	11	5	0	0	0	0	0
2002	3	2	0	0	0	0	1
2003	1	2	0	0	0	0	0
2004	3	1	0	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>48</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Schäden in Verbindung mit Pratylenchen am Mais, der ebenfalls zu den Gramineen zählt und als anfällig gegen *P. crenatus* gilt (DECKER, 1969) wurden nicht festgestellt, auch wenn gelegentlich Verdachtsproben untersucht wurden. Gleiches lässt sich für Winterraps feststellen, der in

Mecklenburg-Vorpommern, wenn auch noch nicht so langfristig wie in Schleswig-Holstein, einen großen Anbauumfang erreicht hat.

Für die am häufigsten beeinträchtigten Fruchtarten zeigt Tabelle 6, mit welcher der beiden vorherrschenden *Pratylenchus*- Arten die Schädigung in Verbindung zu bringen war. Wie aufgrund der Daten aus den Tabellen 3 und 5 zu erwarten, kam die Kombination Wintergerste/*P. crenatus* mit einem Anteil von beinahe 44% sehr oft vor. Wenn auch nicht dem Anteil von *P. neglectus* an der Gesamtheit der Schadfälle entsprechend, wurden Schäden an Wintergerste jedoch auch mit dieser Nematodenart in Verbindung gebracht. Schäden an Winterweizen entstanden den absoluten Zahlen nach etwa ebenso oft im Zusammenhang mit *P. crenatus* wie mit *P. neglectus*. Betrachtet man dabei aber auch die Häufigkeit der *Pratylenchus*- Arten, kommt die Kombination Winterweizen/*P. neglectus* verhältnismäßig oft vor.

Tab 6: Häufigkeit der Kombinationen der jeweils dominierenden *Pratylenchus*- Art mit Getreidearten

Jahr	<i>Pr.crenatus</i> – W.-Gerste	<i>Pr.neglectus</i> – W.-Gerste	<i>Pr.crenatus</i> – W.-Weizen	<i>Pr.neglectus</i> – W.-Weizen	andere Kombinationen
1995	4	-	-	-	-
1996	-	-	2	-	-
1997	3	-	-	-	1
1998	7	-	3	-	4
1999	5	-	5	1	3
2000	3	7	-	2	3
2001	11	-	2	3	-
2002	2	-	-	3	1
2003	-	-	-	1	2
2004	1	2	-	1	-
<b>Summe</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>14</b>

Die unter der Spalte „andere Kombinationen“ zusammengefassten Schadfälle beinhalten unter anderem die nicht bestimmten Arten. Weiterhin gab es die in Abschnitt 3.1.1 erwähnten Kombinationen Winterweizen/*P. fallax* sowie von *P. penetrans* mit Winterweizen und Wintergerste. An Winterroggen wurde sowohl *P. neglectus* als auch *P. crenatus* nachgewiesen, während an Wintertriticale und den Sommergetreidearten bei geringer Anzahl von Fällen ausschließlich *P. crenatus*. in erhöhter Populationsdichte vorkam.

## 3.2. Populationsdynamik der häufigsten wandernden Wurzelnematoden auf typischen Standorten an verschiedenen Fruchtarten

Auch auf den für die Dauerbeobachtung von 2000 bis 2003 ausgewählten Flächen wurden die seinerzeit beobachteten Schäden nach den unter 3.1. genannten Kriterien auf die Gattung *Pratylenchus* zurückgeführt. Wenige Wochen nach Feststellung der Schädigung und der Bestimmung der *Pratylenchus*- Arten an Wintergerste auf der Fläche Siemitz bzw. Winterweizen in Kritzkow begann Anfang April 2000 auf beiden Flächen die monatliche Untersuchung der Populationsentwicklung pflanzenparasitärer Nematoden.

In diesem Abschnitt wird neben den *Pratylenchen* auch die Entwicklung der sonstigen auf den Flächen vorkommenden pflanzenparasitären Arten berücksichtigt.

Neben *Pratylenchus neglectus* kamen in Kritzkow *Tylenchorhynchus dubius*, *Geocenamus tartuensis* (Krall, 1959) Brzeski, 1991 und *Trichodorus primitivus* (de Man, 1880) Micoletzky, 1922, die der Gruppe der wandernden Wurzelnematoden zugeordnet werden. Außerdem fanden sich in den Bodenproben Zysten von *Heterodera avenae*, und besonders im Frühjahr wurden aus diesen Zysten geschlüpfte Larven in Bodenproben nachgewiesen.

In Siemitz traten neben *Pratylenchus crenatus* *T. dubius* und *Paratrichodorus pachydermus* (Seinhorst, 1954) Siddiqi, 1974 auf.

### 3.2.1. *Pratylenchus* spp.

#### 3.2.1.1. *Pratylenchus crenatus* auf einem ausgewählten leichten Boden

Die Abb. 8 zeigt den Verlauf der Populationsentwicklung für *P. crenatus* auf der Fläche Siemitz als Zusammenfassung der jeweils fünf Entnahmestellen getrennt für Schadherd und Kontrolle. Die Anzahl der gefundenen Tiere setzt sich aus der Summe der Individuen in 10g Wurzel und 100cm<sup>3</sup> Boden zusammen.

Während der gesamten Vegetationsperiode 2000 waren an der Wintergerstensorte "Theresa" Schäden zu beobachten, die sich zu Vegetationsbeginn in Form von Wuchsdepressionen bis hin zum Absterben junger Pflanzen bei struppig wirkenden, verdickten Wurzeln zeigten. Während des Schossens wurde der Rückstand der Pflanzen im Schadherd bezüglich der Wuchshöhe kompensiert, jedoch die geringere Bestockung und damit die verminderte Anzahl ährentragender Halme in Kombination mit der verringerten Pflanzenzahl je m<sup>2</sup> führte zu einem augenscheinlich dünneren Bestand.

Der pH- Wert des Bodens war sowohl im Bereich des Schadherdes als auch im Bereich ohne visuell feststellbare Pflanzenschäden mit 4,0 bis 4,5 während des gesamten Beobachtungszeitraumes sehr

niedrig. Dies wurde durch jährliche Labormessungen auch für andere, nicht auf Nematoden untersuchte Schlagbereiche festgestellt und dürfte sich auf das Wachstum der besonders empfindlichen Wintergerste auf der gesamten Fläche ausgewirkt haben.

Zum Vegetationsbeginn im Frühjahr 2000 war mit ca. 1750 Pratylenchen im Durchschnitt der Entnahmestellen im Schaderd, aber auch in denen der Kontrolle mit ca. 800 bereits eine hohe Anzahl Tiere nachweisbar. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich bereits etwas mehr Nematoden in 10g Wurzeln als in 100cm<sup>3</sup> Boden. In den Wurzeln vollzog sich bis Anfang Juni eine starke Vermehrung von *P. crenatus*. Im Schadbereich wurden durchschnittlich 8500, im Kontrollbereich über 4000 Tiere aus den Proben extrahiert. Der Knick in der Entwicklungskurve für den Monat Juli fällt mit der Reife der Wintergerste und dem damit verbundenen Abwandern der Pratylenchen aus den Wurzeln zusammen. Zu diesem Zeitpunkt war die Abundanz im Bereich der Kontrolle mit etwa 2000 Individuen 4mal höher als im Schaderd. Der Anstieg der Nematodenzahlen im August wurde durch Ausfallgetreide bewirkt. Im September wurden lediglich Bodenproben untersucht; der Unterschied zwischen den beprobten Bereichen war relativ gering. Das Absinken des Niveaus unter das zu Vegetationsbeginn vorhandene deutet darauf hin, dass aus den für 10g Wurzeln ermittelten Nematodenzahlen nicht unmittelbar auf eine daraus resultierende Bodenverseuchung geschlossen werden kann. Der erneute Anstieg bis November ist nicht mehr der Wintergerste, sondern bereits der Wintertriticale- Sorte "Ego" zuzurechnen.

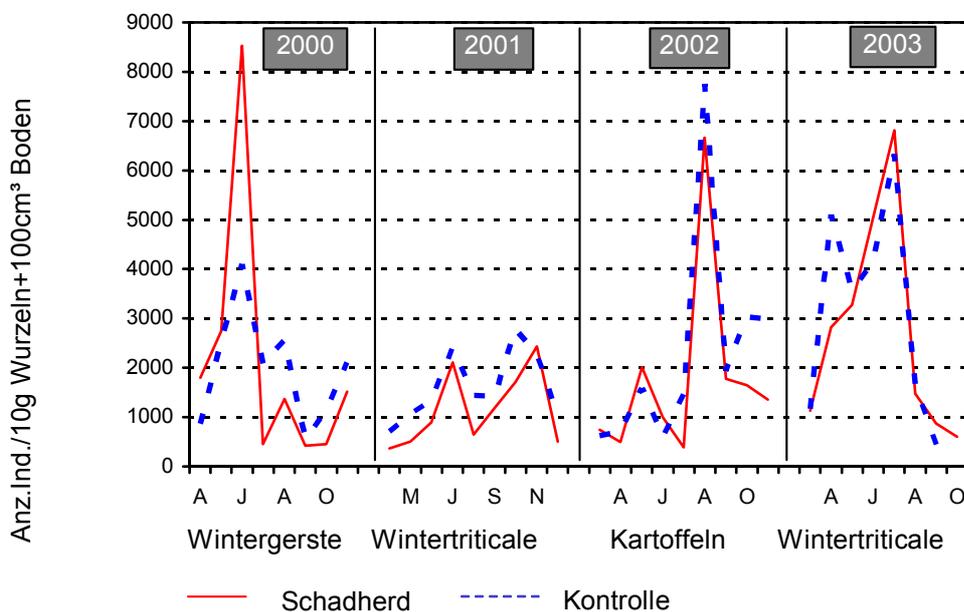


Abb. 8: Populationsdynamik von *Pratylenchus crenatus* in den Jahren 2000 – 2003, Standort Siemitz

Während der Wintermonate war eine erhebliche Reduktion der Nematodenpopulation nachweisbar. Im Frühjahr wurden für diese Sorte wesentlich geringere Populationsanstiege als bei der Wintergerste beobachtet. Aufgrund der späteren Reifezeit fiel ein erster Höhepunkt der Individuenzahlen hier erst

auf den Monat Juli des Jahres 2001. Ähnlich wie bei der Wintergerste im Juli war zur Reife im August mit dem Abwandern der Tiere aus den Wurzeln eine verringerte Gesamtzahl an Pratylenchen verbunden. Unerwartet hoch war der Anstieg durch die sich am Ausfallgetreide entwickelnden Nematoden bis zum November. Lediglich in diesem Monat war für den Schadbereich eine höhere Anzahl als in der Kontrolle zu verzeichnen, und auch diese Differenz war nur gering. Während der gesamten Entwicklung von Triticale wurde keine Schädigung der Pflanzen festgestellt. 2001 wurden die Beobachtungen aufgrund der milden Herbstwitterung (Abb. 3) bis Anfang Dezember fortgesetzt. Bei der Untersuchung dieser letzten Proben des Jahres war jedoch das Pflügen erfolgt, so dass nur Boden zur Verfügung stand. Das erklärt die deutliche Minderung der Individuendichte bereits zu diesem Zeitpunkt.

2002 wurden auf der Fläche Kartoffeln der Sorte "Bonanza" gepflanzt. Bis zu deren Auflaufen blieb die Bodenverseuchung mit ca. 600 Tieren je 100cm<sup>3</sup> in den Monaten März und April relativ konstant. Nach einer kurzen Phase der Vermehrung in den jungen Kartoffelwurzeln war in den Monaten Juni und Juli zunächst wieder ein Rückgang zu verzeichnen, gefolgt von einem extremen Anstieg bis zum August. Die starke Vermehrung ging nicht mit Schäden einher. Aus der starken Besiedlung der Wurzeln resultierte nach der Ernte im September mit ungefähr 2000 *P. crenatus* je 100cm<sup>3</sup> Boden eine sehr hohe Bodenverseuchung, die den schwachen Auflauf und die verzögerte Jugendentwicklung im Schadherd der nach der Kartoffelernte gedrillten Triticalesorte "Lamberto" vermutlich mit bewirkte, aber auch Trockenheit war zu dieser Zeit ein zu berücksichtigender Faktor. Erstmals ab September verlief die Entwicklung in diesem Schadherd, in dem die Anzahl der Tiere zurückging, unterschiedlich zur Kontrolle, für die bis November eine Vermehrung in den Wurzeln ermittelt wurde. Auch im März begann die Entwicklung zwar wieder mit einem für beide Bereiche gleich hohen Ausgangsniveau, sie nahm jedoch dann bis zum Mai in den Bereichen einen jeweils anderen Verlauf. Im ehemaligen Schadherd nahm die Anzahl der Pratylenchen in etwas geringerem Maße, jedoch stetig bis Juni zu, während der zunächst steilere Anstieg im Mai durch einen Rückgang unterbrochen war. Im Vergleich zur Sorte "Ego" im Jahre 2001 ist die Vermehrung in den Wurzeln von "Lamberto" 2003 bedeutend stärker. Die frühere Abreife der Pflanzen führt bereits im August zum Absinken der Anzahl gefundener Tiere, was sich bis zum Ende der Beobachtung im Oktober, nunmehr bereits unter Winterraps fortsetzt. Die im Herbst beobachtete leichte Wuchsdepression von Triticale war schon ab März und von da an bis zur Ernte nicht mehr erkennbar.

Für den Raps wurde im Jahr 2004 lediglich jeweils eine Übersichtsprobe im April und im August aus jedem Bereich untersucht. Aus 10g Wurzeln wurden im Frühjahr und im Spätsommer aus beiden Bereichen nur 20 bis 80 Tiere extrahiert. Für die Bodenverseuchungen waren im März im Schadbereich 660 gegenüber 320 Pratylenchen in der Kontrolle nachweisbar. Im September war dieses Verhältnis mit 500 zu 660 Tieren in der Tendenz umgekehrt. Eine wesentliche Änderung der Populationsdichte war aus Anfangs- und Endpopulation nicht ersichtlich.

Bei der Beprobung im März war der Raps nach visueller Einschätzung im bisherigen Schadherd minderwüchsig. Dies stellte seit der intensiveren Untersuchung von Schadfällen auf wandernde

Wurzelnematoden durch den amtlichen Pflanzenschutzdienst ab 1994 eine von wenigen Ausnahmen dar.

Um die Entwicklung von *P. crenatus* der zeitlichen Abfolge nach unter verschiedenen Fruchtarten zu verdeutlichen, wurden in Abb. 9 die Verläufe der Kurven bei der Bildung von Durchschnittswerten aus Schadherd und Kontrolle, also für zusammen 10 Beprobungspunkte übereinander gelegt. Bei der Betrachtung der Darstellung ist zu beachten, dass die in der Legende angegebenen Fruchtarten nur bis zu deren Ernte mit den ihnen zugeordneten Jahren übereinstimmen. Dann folgte entweder die nächste Fruchtart oder eine Brachezeit.

Es zeigte sich, dass für die Gesamtfläche gesehen die höchsten Populationsanstiege unter den Kartoffeln, gefolgt von der Triticalesorte "Lamberto" vorstatten gingen. Während jedoch nach "Lamberto" mit der Saatbettbereitung und der Folgekultur Winterrraps ein schneller Zusammenbruch erfolgte, wobei das Niveau vom Frühjahr unterschritten wurde, waren nach "Ego" und den anderen Fruchtarten noch im November hohe Abundanzen vorhanden.

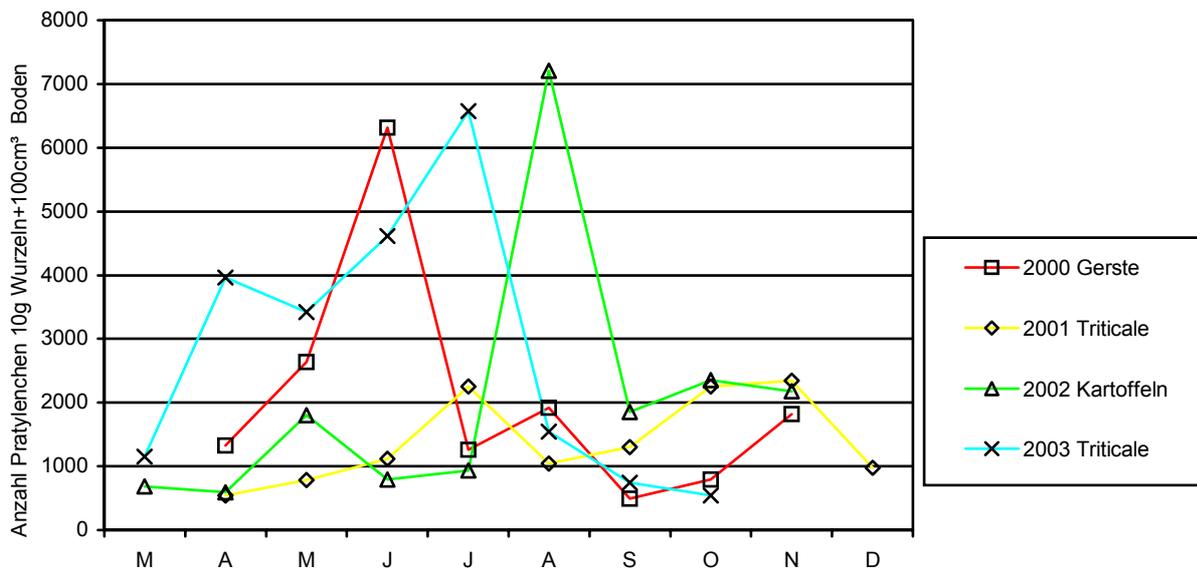


Abb. 9: *Pratylenchus crenatus*, Standort Siemitz- Vergleich der Fruchtarten im Jahresverlauf (Durchschnitt aus je 5 Grabungen Kontrolle und Herd)

Am Beispiel von *Pratylenchus crenatus* wurde für Schadherd und Kontrolle dargestellt, dass die Entnahmepunkte mit einem Abstand von je 5m extreme Schwankungen in der Horizontalverteilung der Nematoden offenbarten. Bereits bei der ersten für diese Untersuchung einbezogenen Beprobung wurden am Punkt 1 der Kontrolle nur rund 1200 gegenüber einem Wert um 3000 Tiere an den vier anderen Punkten ermittelt. Im November weicht der für diesen Punkt ermittelte Wert nicht mehr vom Mittel der anderen Punkte ab (Abb. 10a). Dies zeigt, dass die Unterschiede in der Horizontalverteilung zwischen den Entnahmestellen im Verlauf einer Vegetationsperiode nicht konstant blieben. Beleg

dafür sind z.B. die für Juni ermittelten Werte, wo die Anzahl der Nematoden am Punkt 2 eine zu allen anderen Punkten gegenläufige Entwicklung nahm.

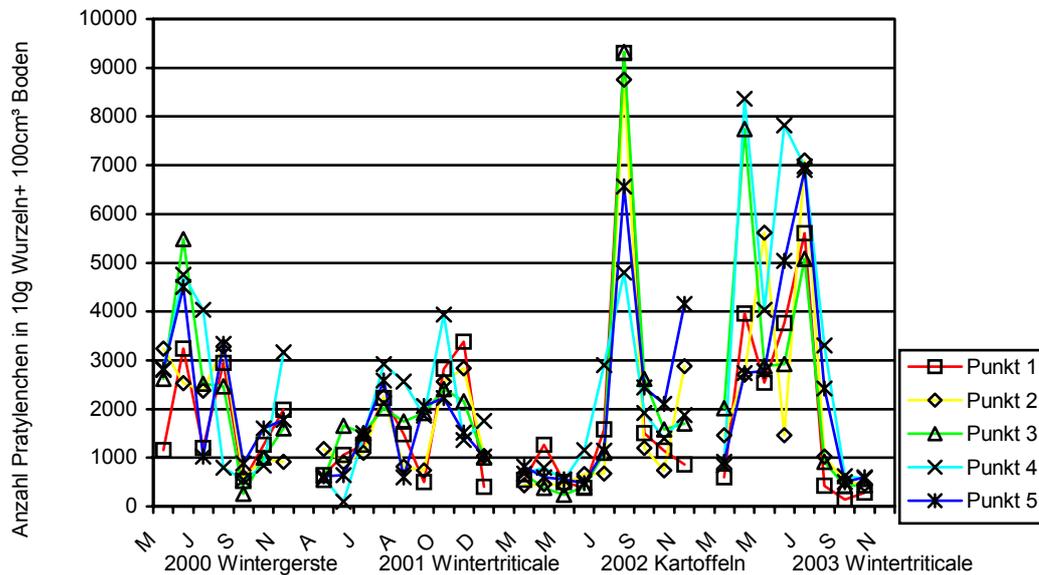


Abb. 10a: Horizontale Schwankungen in der Populationsentwicklung am Beispiel von *Pratylenchus crenatus* nach Entnahmepunkten der Kontrolle

Bei dieser Betrachtung ist von Bedeutung, dass die Entnahme von Proben zwar aus einem relativ engen Radius erfolgen konnte, es sich jedoch stets um Proben unterschiedlicher Pflanzen handelte. Gegenläufige Entwicklungen von Punkt zu Punkt stellten jedoch eher eine Ausnahme dar, so dass bei der Betrachtung von Mittelwerten aus mehreren Punkten ein Trend ersichtlich wurde.

Die in gleicher Weise aufgrund der besseren Übersichtlichkeit von der Kontrolle getrennt dargestellten Punkte des Schadherdes bestätigten die oben getroffenen Aussagen (Abb. 10b).

Besonders im Juni 2000 betragen die Unterschiede zwischen den Entnahmestellen ein Vielfaches. Ab September 2002 fiel eine deutlich gehemmte Entwicklung am Punkt 1 auf, wobei zu diesem Zeitpunkt nur Bodenproben vorlagen. Gegensätzliche Entwicklungen zeigten sich im gleichen Jahr zwischen den Punkten 3 und 5 einerseits und den Punkten 1,2 und 4 andererseits im Monat Mai.

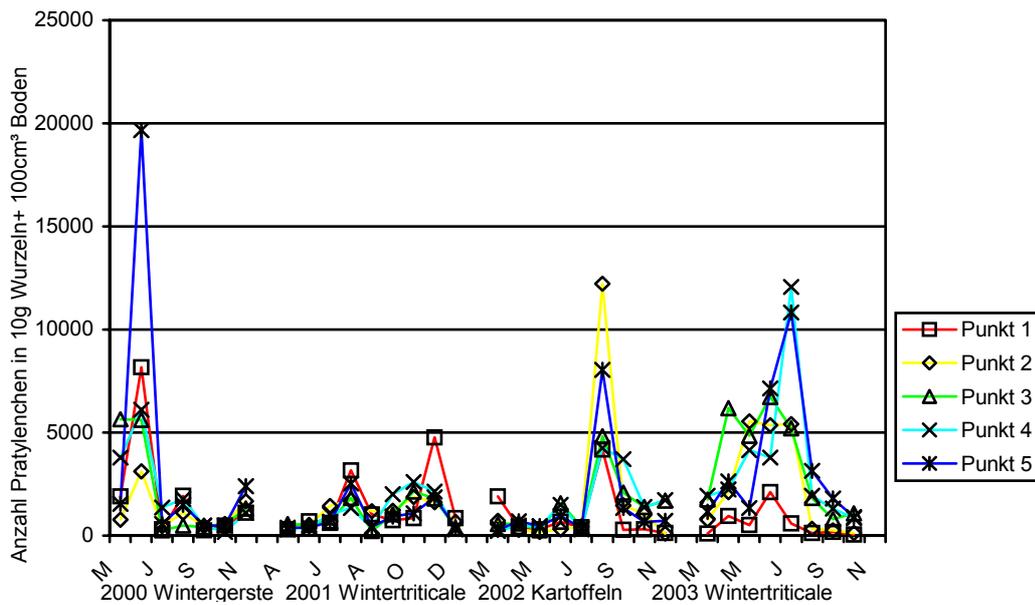


Abb. 10b: Horizontale Schwankungen in der Populationsentwicklung am Beispiel von *Pratylenchus crenatus* nach Entnahmepunkten des Schadherdes

### 3.2.1.2. *Pratylenchus neglectus* auf einem ausgewählten mittleren Boden

Im ausgewählten Schadherd wurden im Winterweizen "Kornett" in Kritzkow für *P. neglectus* im April 2000 mit 1600 Individuen deutlich mehr Tiere gefunden als in der Kontrolle mit 600 Tieren (Abb. 12). Ab Mai übertraf der Populationsaufbau im Kontrollbereich mit augenscheinlich gesunden Pflanzen jedoch sehr schnell den im Schadbereich, wo im Juni weniger *Pratylenchen* gefunden wurden als im Mai. Von Juni bis August erfolgte erneut ein Anstieg der Population im Schadbereich, ehe nach der Bodenbearbeitung im September die Anzahl der Tiere in beiden Bereichen sinkt.

Auch wenn die höchste für *P. neglectus* ermittelte durchschnittliche Anzahl im Schadbereich mit etwa 3500 deutlich hinter der für *P. crenatus* an Wintergerste ermittelten Anzahl zurückbleibt, waren auch hier während der gesamten Vegetationsperiode Schäden am Winterweizen im Befallsnest auffällig.

Die Anfang April 2001 aus Bodenproben ermittelten Zahlen für *P. neglectus* lagen nicht unter denen des Monats November, obwohl die Fläche in der dazwischen liegenden Zeitspanne brach lag. Noch nach der Aussaat und während der frühen Entwicklungsphasen der Futtererbsensorte "Madonna" sank die Populationsdichte. Erst zwischen Juli und August war eine geringe Vermehrung in den Wurzeln erfolgt. Im September, nach der Ernte der Erbsen waren im Schadbereich und in der Kontrolle weniger als 300 Tiere je 100 cm<sup>3</sup> nachweisbar. Schäden waren an den Futtererbsen zu keinem Zeitpunkt vorhanden.

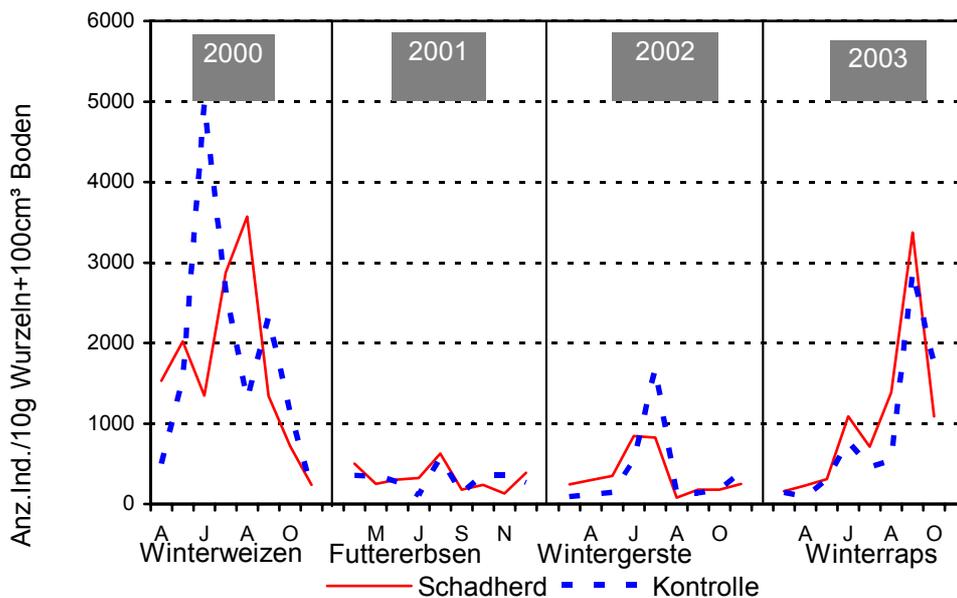


Abb. 11: Populationsdynamik von *Pratylenchus neglectus* in den Jahren 2000 – 2003, Standort Kritzkow

Die leichte Erhöhung der Anzahl von *P. neglectus* zwischen September und Oktober 2001 wurde durch die Vermehrung in den Wurzeln der im Jahre 2000 auch in Siemitz angebauten Wintergerstensorte "Theresa" bewirkt. Ab März 2002 erneut beginnend, erreichte die Vermehrung in der Wintergerste bis zum Juli die im Vergleich mit dem Weizen 2000 geringe Anzahl von etwa 1750 Tieren in der Kontrolle und nur 800 im ehemaligen Schadherd. Nach der Ernte und der Bodenbearbeitung wurde in den Bodenproben noch einmal die nach Erbsen im Boden ermittelte Verseuchungsdichte unterschritten. An Winterraps der Sorte "Mohican" steigerte sich diese geringe Population bis November leicht. Bis Juni lag die ermittelte Vermehrung, zumindest im Kontrollbereich unter der von "Theresa" im Vorjahr. Am Winterraps war zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr eine Schädigung in Form einer Wuchsdepression erkennbar. Da zu dieser Zeit jedoch zwischen Schadfläche und Kontrollbereich keine Unterschiede in der Individuendichte vorhanden waren, war die Art *P. neglectus* nicht oder zumindest nicht ausschließlich die Ursache für das Zurückbleiben der Pflanzen.

Der erneute Anbau von Wintergerste hatte die deutliche Erhöhung der Individuenzahl von *P. neglectus* bis zum September 2003 zur Folge. In Verbindung mit der im Oktober rasch absinkenden Temperatur wurden weniger Nematoden gezählt.

Auch auf der Kritzkower Fläche wurde die auf die eigentliche Dauerbeobachtung folgende Wintergerste zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und nach der Ernte mit jeweils einer Mischprobe aus Schadherd und Kontrolle untersucht. Im März 2004 waren im Boden aus dem Schadherd mit 220 etwas mehr als doppelt so viele Tiere gegenüber der Kontrolle vorhanden. Bei den aus den Wurzeln ausgewanderten Tieren lag jedoch mit 620 zu 1180 Pratylenchen ein umgekehrtes Verhältnis vor. So ließ sich die zu diesem Zeitpunkt beobachtete Schädigung nicht eindeutig auf *P. neglectus*

zurückführen. Bei der Beprobung nach der Ernte am 20. August war die Bodenverseuchung jedoch mit 820 *P. neglectus* je 100 cm<sup>3</sup> im Schadherd gegenüber der Kontrolle mit 140 deutlich erhöht. Auch in den Wurzeln aus dem Schadherd fanden sich insgesamt mehr Pratylenchen im Schadbereich. Dazu wurden Wurzeln des geernteten Getreides und schon vorhandene neue von Ausfallgetreide getrennt untersucht. Im Schadherd, wo das Getreide früher abgereift war, wurden aus 10g Wurzeln des bereits geernteten Getreides 220 und aus 10g Wurzeln des Ausfallgetreides 4480 Pratylenchen extrahiert. Für den 10m entfernten Bereich ohne augenscheinliche Pflanzenschäden im Frühjahr betrug das dem entsprechende Verhältnis 940 zu 1780, d.h. der Anteil von Tieren in den Wurzeln der abgeernteten Gerste war in der Kontrolle noch relativ hoch.

Der Vergleich der Fruchtarten im Jahresablauf in der Zusammenfassung von Schadherd und Kontrolle zeigte, dass Winterweizen nicht nur am stärksten geschädigt wurde, sondern dass an "Kornett" über einen langen Zeitraum, d.h. bis August, besonders hohe Abundanzen von *P. neglectus* vorhanden waren (Abb. 12).

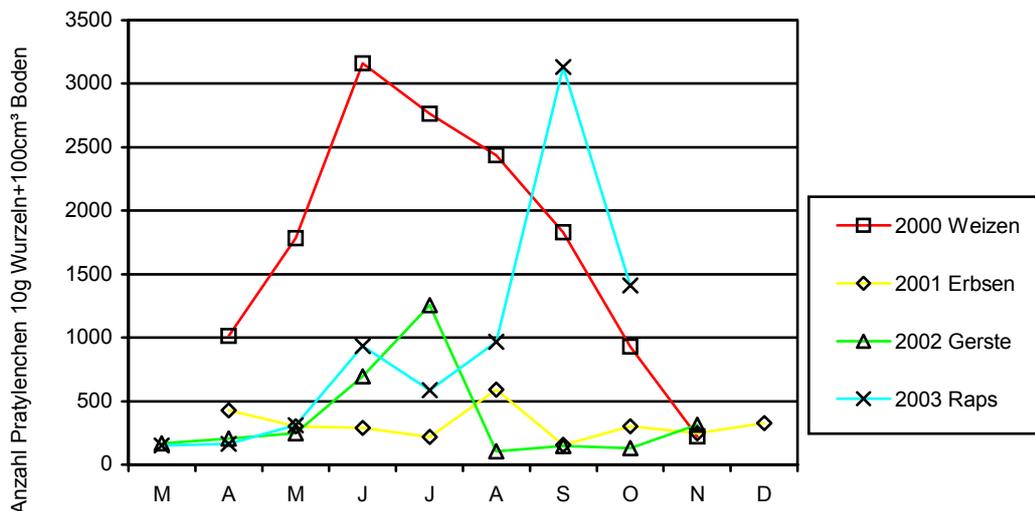


Abb. 12: *Pratylenchus neglectus*, Standort Kritzkow- Vergleich der Fruchtarten im Jahresverlauf (Durchschnitt aus je 5 Grabungen Kontrolle und Herd)

Die ebenfalls deutliche Entwicklungsspitze im September für die Winterraps- Jahreslinie 2003 ist einerseits auf den Raps zurückzuführen, da in den Rapswurzeln durch Vermehrung zur Aussaat der Gerste ein erhebliches Befallspotential zur Verfügung stand. Die eigentliche Massenvermehrung setzte andererseits erst in der Wintergerste ein.

Die Kurve für die Entwicklung an Futtererbsen zeigt weder auffällig hohe noch steile Anstiege bei einer relativ starken Anfangspopulation. Auch in der Fortsetzung durch die Jahreslinie "Gerste" zeigt sich ein nur langsamer Aufbau nach einer offenbar nachhaltigen Beeinträchtigung der Population von *P. neglectus*.

Aufgrund dessen, dass nicht alle aufgetretenen Schäden auf dieser Fläche mit dem Befall durch Pratylenchen in dem entsprechenden Maße einhergehen, ist die Betrachtung ektoparasitärer wandernder Wurzelnematoden auf dieser Fläche im folgenden Abschnitt besonders interessant.

### **3.2.2. *Tylenchorhynchus*- und *Geocenamus* spp.**

Bei der Betrachtung ektoparasitärer wandernder Wurzelnematoden, d.h. für *Tylenchorhynchus*- und *Geocenamus*- Arten sowie *Trichodorus* und *Paratrichodorus*- Arten ist zu beachten, dass für die gewonnenen Daten, auch unter wüchsigen Pflanzenbeständen, im Gegensatz zu den endoparasitären Pratylenchen immer die Bodenproben entscheidend waren. Da die Anzahl der an den Wurzeln und der an diesen haftenden Erde nachgewiesenen Tiere beispielsweise der Art *T. dubius* im Durchschnitt jedoch immerhin Werte um 10% der Gesamtzahl erreichte, wurde auch hier eine Summe der an 10g Wurzeln und 100cm<sup>3</sup> Boden gebildet.

Schon zu Beginn der Beobachtung im April 2000 waren in Siemitz fast doppelt so viele Tiere von *T. dubius* im Schadherd wie in der Kontrolle nachweisbar (Abb. 13). Bis zum Juni vergrößerte sich diese Differenz auf beinahe das Dreifache, wobei eine beachtliche durchschnittliche Abundanz von mehr als 3000 Tieren in der Kontrolle erreicht wurde. Ähnlich wie bei *P. crenatus* sank die Dichte von *T. dubius* im Boden mit der Abreife der Wintergerste im Juli. Im September war am Ausfallgetreide nur im Schadherd ein leichter Populationsaufbau nachweisbar. Im gleichen Zeitraum war im Bereich der Kontrolle auf einem höheren Niveau lediglich eine Verlangsamung des Populationsabbaus zu beobachten. Dieser Abbau setzte sich auch nach dem Auflaufen der Triticalesorte "Ego" fort, während im Schadherd die Anzahl von Tylenchorhynchen stieg. Diese gegenläufige Tendenz setzte sich auch zu Vegetationsbeginn im Frühjahr fort, was auf eine gegenüber der Wintergerste geringere Wirtseignung von Triticale hindeutet.

Die gegenüber dem Spätherbst erhöhte Bodenverseuchung ist vermutlich auf eine mögliche leichte Verschiebung der Beprobungspunkte von einer Vegetationsperiode zur nächsten zurückzuführen. Zu Beginn des Jahres 2001 machte beispielsweise eine Vernässungsstelle eine Verschiebung erforderlich.

Bei deutlich ansteigender Temperatur ab Juli konnten sich Tylenchorhynchen auch an der Triticalesorte "Ego" bis zu einer Verseuchungsdichte um 2000 Tiere je 100cm<sup>3</sup> entwickeln. Bis zur Ernte im August stieg die Anzahl Tiere außerhalb des Schadherdes noch immer an, während innerhalb der Schadfläche des Vorjahres die Populationsdichte sank. Nur in diesem Herd bewirkte das Ausfallgetreide einen Populationsanstieg. Auch im Dezember 2001 war die Abundanz in beiden beprobten Bereichen mit ca. 1000 Tieren relativ hoch, ebenso im März 2002.

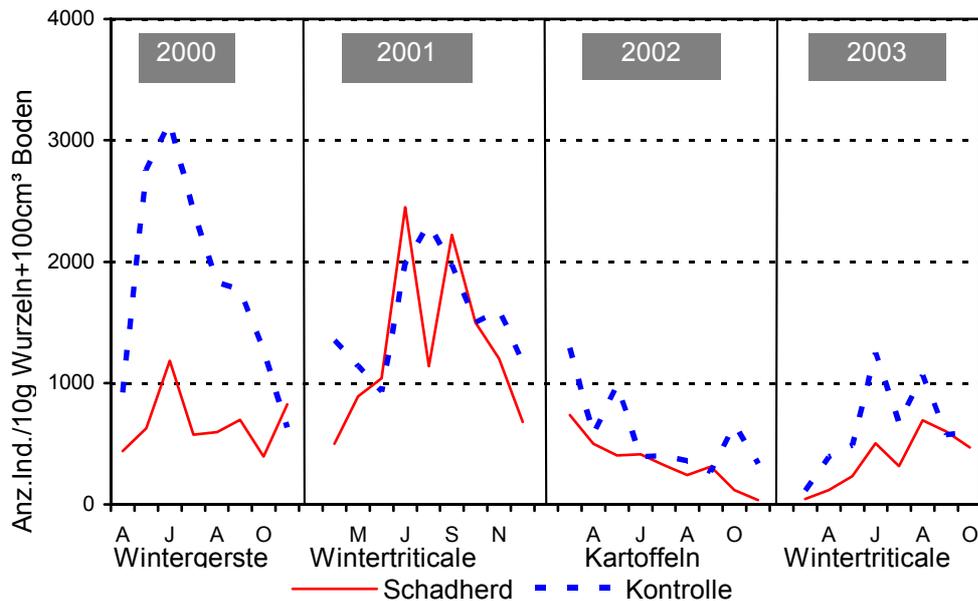


Abb. 13: Populationsdynamik von *Tylenchorhynchus dubius* in den Jahren 2000 – 2003, Standort Siemitz

Kartoffelanbau im Jahr 2002 bewirkte im Schadherd ein stetiges Absinken der Anzahl gefundener Tiere. In der Tendenz traf das auch auf den Kontrollbereich zu, auch wenn hier von April bis Mai und von September bis Oktober, in letzterer Zeitspanne war schon die Triticalesorte "Lamberto" gedrillt worden, leichte Anstiege zu verzeichnen waren. Im November waren nur noch 300 *T. dubius* je 100cm<sup>3</sup> in der Kontrolle und weniger als 100 im Schadherd nachweisbar. Ausgehend von diesem niedrigen Niveau wurden an "Lamberto" bis zum Juni 2003 auch nur Bodenverseuchungen von 1300 in der Kontrolle bzw. 600 *T. dubius* je 100cm<sup>3</sup> innerhalb des ehemals geschädigten Bereiches erreicht. Im Gegensatz zu *P. crenatus* erhöhte sich die Anzahl von *T. dubius* im August 2003 noch einmal, so dass bereits zum Auflaufen des Rapses wieder eine große Anzahl von Tieren vorhanden war. Der Populationsanstieg im August ist insofern erstaunlich, weil zu diesem Zeitpunkt und in etwas geringerem Maße auch schon zuvor in den Monaten Juni und Juli eine extrem niedrige Bodenfeuchte gemessen wurde.

Bei der Mischprobe aus dem Winterrapsbestand im März 2004 wurden im Schadbereich 1400 und in der Kontrolle nur 680 Individuen von *T. dubius* gefunden. Ende August, nach der Ernte, war nicht nur ein Absinken der Gesamtzahl auf der Fläche, sondern auch die Umkehrung des Kontrolle/Schadbereich-Verhältnisses vom Frühjahr mit 160 zu 800 Tieren zu verzeichnen.

Die Populationsentwicklung von *Tylenchorhynchus dubius* konnte auch auf der Fläche Kritzkow beobachtet werden, zusammen mit der verwandten Art *Geocenamus tartuensis*. Letztere ließ sich zwar unter dem Lichtmikroskop bei 800facher Vergrößerung anhand ihrer gefelderten Kutikula von *T. dubius* unterscheiden, jedoch bei der Auszählung unter dem Stereomikroskop war dies nicht möglich.

In der Artengruppe *T. dubius* / *G. tartuensis* war erstere Art bei allen Überprüfungen deutlich stärker vertreten.

Wie bereits für *T. dubius* auf der Fläche Siemitz angedeutet, zeigen die Proben aus Kritzkow, dass die Entwicklung der beiden Arten nicht unbedingt mit einer Wachstumshemmung der Kulturpflanzen verbunden ist (Winterweizen), wie das bei den Pratylenchen der Fall ist (Abb. 14). Für die Fläche Kritzkow fällt neben dem Einfluss der Fruchtart auch ein Zusammenhang zwischen der Individuenzahl und dem Temperaturverlauf auf, während die Bodenfeuchte eine untergeordnete Rolle zu spielen scheint (vergl. auch Abb. 3). So sinkt die Anzahl der Tiere im relativ kühlen Frühjahr 2000, wo die Bodentemperatur bis Mai 12°C nicht überschritt, zunächst noch ab von etwa 1100 auf 1000 in der Kontrolle und von rund 750 auf 600 Tiere im Schadherd. Bei der Auswertung der Proben vom Juni wurde in der Kontrolle mit knapp 3000 Individuen die höchste Anzahl des Artgemisches während des gesamten Beobachtungszeitraumes gezählt. Wesentlich geringer bleibt der Anstieg auf ca. 800 Nematoden im Schadherd. Von Juli bis August näherten sich die Nematodendichten in der Kontrolle und im Schadherd einander an. Die gegensätzliche Entwicklung betraf nicht nur den in der Kontrolle langsamer abreifenden ungeschädigten Weizen, sondern wirkte auch bei der Entwicklung am Ausfallweizen nach. Am Ende des Jahres nähern sich die Zahlen für beide Bereiche einander an. Aus beiden Kurvenverläufen wird eine gute Wirtseignung der Weizensorte "Kornett" für *T. dubius* und *G. tartuensis* deutlich. Während der Vegetationsperiode 2001, in der auf der Fläche Futtererbsen angebaut wurden, schwanken die ermittelten Werte stark auf einem relativ niedrigen Niveau. Besonders in diesem Jahr mit einem kühlen Juni und September könnten die Schwankungen auch mit der Temperaturentwicklung in Verbindung gebracht werden. Andererseits zeigt sich in Kombination mit einer relativ kurzen Vegetationszeit der Erbsensorte "Madonna" eine gegenüber Getreide schlechtere Wirtseignung.

Ausgangswerte von 400 (Schadherd) bzw. 700 (Kontrolle) ergaben zwischen April und Mai eine deutliche Vermehrung an der Wintergerste "Theresa", die sich im Juni jedoch nur im Schadherd fortsetzte. Während sich die Bodenverseuchung bis zum Auflaufen des Rapses im Schadbereich auf hohem Niveau hielt, sank der Wert für die Kontrolle bis auf 600 Tiere im Oktober ab, bevor an der Rapssorte "Mohican" bis November noch einmal ein Anwachsen der Population in beiden Bereichen zu beobachten war.

Über die gute Wirtseignung von Winterraps wird von HESSELBARTH u. GUDLOWSKI (2000) aus Schleswig-Holstein berichtet. Diese Tendenz zeigt sich auch hier in der Vegetationsperiode 2003. Der Sommer 2003 war durch ungewöhnlich warme und trockene Witterung gekennzeichnet.

An der nach Winterraps gedrückten Wintergerste erfolgte bis September nochmals eine Vermehrung, bis die Bodenverseuchung zum Oktober hin in beiden beprobten Bereichen auf etwa 1700 Tiere absank.

Etwa in dieser Stärke fand sich die Population im Schadherd auch Ende März 2004, während im ungeschädigten Bereich nur 640 *T. dubius* nachgewiesen wurden.

Ende August 2004 nach der Ernte der Wintergerste waren im Schadherd dann etwas mehr als 3000 und in der Kontrolle 920 Individuen aus der Artengruppe *T. dubius* / *G. tartuensis* vorhanden. Das

Verhältnis der beiden Arten hatte sich gegenüber dem Beginn der Untersuchungen auf den beprobten Bereichen nicht wesentlich verschoben.

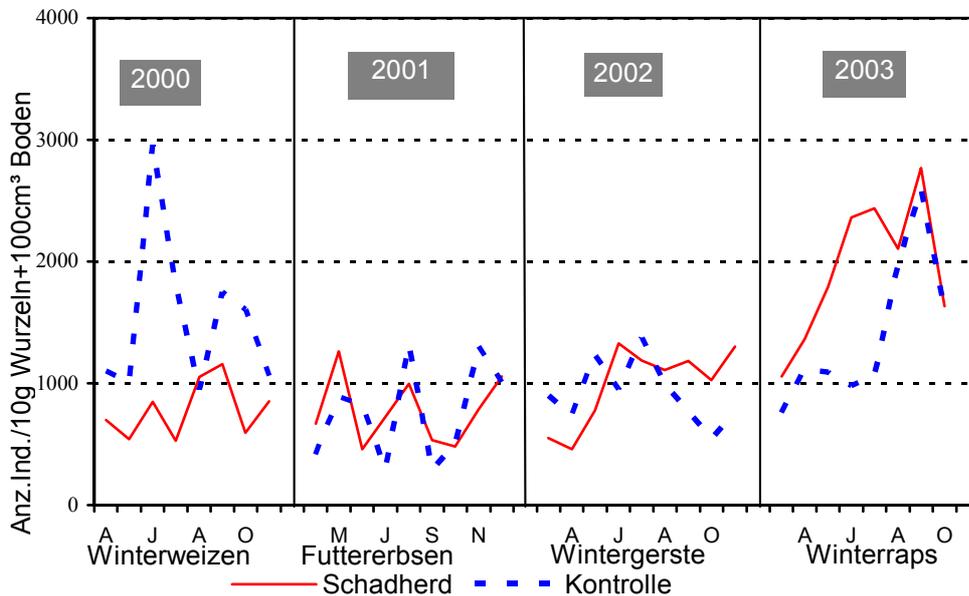


Abb. 14: Populationsdynamik von *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* in den Jahren 2000 – 2003, Standort Kritzkow

### 3.2.3. *Trichodorus*- und *Paratrichodorus* spp.

Aufgrund ihrer Empfindlichkeit gegen mechanische Einflüsse (DECKER, 1969) und Austrocknung PIETLER (1978) hätte eine Probenahme zur speziellen Beobachtung von *Trichodorus*- und *Paratrichodorus*- Arten aus tieferen Bodenschichten als für die Überwachung von Pratylenchen, Tylenchorhynchen oder auch *Geocenamus*- Arten erfolgen müssen. Da jedoch der Schwerpunkt der Untersuchungen auf der Gattung *Pratylenchus* lag, unterblieb die Entnahme und Untersuchung zusätzlicher Proben zu diesem Zweck. Dementsprechend waren starke Populationsschwankungen in den Proben aus der Bodenschicht bis 25 cm Tiefe zu erwarten. Nur vereinzelt wurden Trichodoriden an Wurzeln nachgewiesen, so dass die folgenden Zahlenangaben annähernd die Verseuchungsdichte im Boden widerspiegeln.

In dieser oberen Bodenschicht wurden Nematoden der Art *Paratrichodorus pachydermus* zu Beginn der Untersuchungen auf der Siemitzer Fläche nur in geringer Zahl im Bereich ohne Pflanzenschäden gefunden (Abb. 15). Nach der bis Mai 2000 nachweisbaren Entwicklung an der Wintergerste fiel das Absinken der Abundanz auf einen Zeitpunkt, zu dem sich Pratylenchen und Tylenchorhynchen noch stark vermehrten. Für die Trichodoriden war zur Abreife des Getreides ein Absinken und am auflaufenden Ausfallgetreide ein erneuter Anstieg der Zahl gefundener Tiere festzustellen. Im Bereich der Kontrolle war diese Vermehrung bereits im August, und das in stärkerem Maße als im Mai,

vonstatten gegangen. Im Schaderd war der Populationsanstieg geringer, setzte sich im Unterschied zum nicht geschädigten Bereich aber bis September fort. Nach einer Verringerung der Trichodoriden-Anzahl bis fast an die Nachweisgrenze bis Anfang Oktober zeigte sich im November ein leichter Anstieg nach dem Auflaufen von Wintertriticale. Die Triticalesorte "Ego" schien eine recht gute Wirtseignung für *P. pachydermus* zu haben, wie die hohen Anstiege der Kurve für die Populationsentwicklung zeigten. Offenbar schienen hier jedoch auch Umwelteinflüsse, vor allem Niederschläge, einen starken Einfluss auf diese Art ausgeübt zu haben, wie es die eingangs erwähnten Schwankungen über die gesamte Vegetationsperiode hinweg belegten.

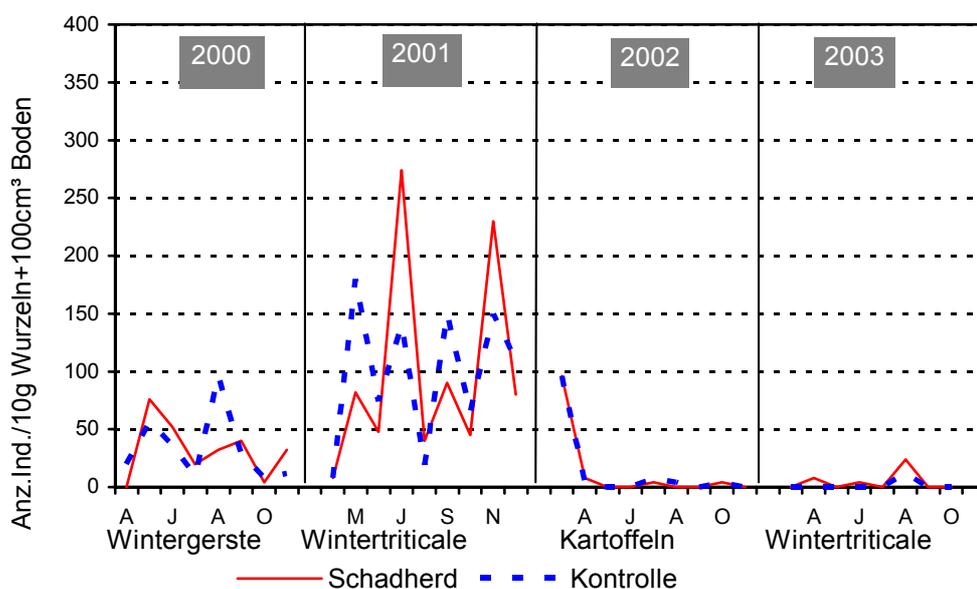


Abb. 15: Populationsdynamik von *Paratrichodorus pachydermus* in den Jahren 2000 – 2003, Standort Siemitz

Diese verliefen der Tendenz, wenn auch nicht dem Umfang nach für beide untersuchten Bereiche ähnlich. Die maximale Populationsdichte wurde im Juli 2001 im Schaderd erreicht mit 270 Tieren je 100cm<sup>3</sup>.

Über die Wintermonate bei der letzten Untersuchung im Dezember 2001 sank die Individuenzahl im Boden geringfügig.

Während der gesamten Vegetationsperiode der Kartoffelsorte "Bonanza" spielte *P. pachydermus* überraschend keine Rolle und war nur noch gelegentlich in geringer Zahl in den Proben nachweisbar. Auch beim erneuten Anbau von Triticale, diesmal der Sorte "Lamberto", wurden nur einmal, im August, etwas mehr als 20 Tiere je 100cm<sup>3</sup> gefunden. Nach der Ernte von Triticale, ab September 2003, war die Art *P. pachydermus* auf der Fläche nicht mehr nachzuweisen. Diese Aussage traf auch auf die Untersuchungen von März und August 2004 zu.

Die im April 2000 für die Fläche Kritzkow festgestellte Ausgangspopulation der Art *Trichodorus primitivus* befand sich im Bereich der Nachweisgrenze (Abb. 16). Erst in den Monaten Mai (Kontrolle)

bzw. Juni (Schadherd) ließ sich eine Vermehrung am Weizen nachweisen. Im Oktober wurde eine Anzahl von 180 Tieren in der Kontrolle erreicht, im Schadherd blieb die Bodenverseuchung auf niedrigem Niveau. Es traten Schwankungen, wie schon in Siemitz, in der Individuenzahl auf, die nicht mit der Entwicklung der Kulturpflanzen in Verbindung gebracht werden konnten. Da auch gegensätzliche Entwicklungen zwischen beiden Bereichen abliefen, waren für diese auch Niederschläge keine Erklärung.

Im Winter nahm die Individuenzahl von *T. primitivus* geringfügig ab. Die dem Winterweizen folgenden Futtererbsen beeinflussten kaum die Vermehrung dieser Nematodenart. Im Oktober 2001 sank die Anzahl Tiere bis unter die Nachweisgrenze. Erst nach dem Anbau von Wintergerste lag ihre Anzahl im Dezember im Schadbereich wieder bei etwa 50, in der Kontrolle blieb sie darunter. Überraschenderweise nahm die Populationsdichte von *T. primitivus* zwischen Dezember und März zu. Der Trend der Vermehrung setzte sich unter Wintergerste bis zu deren Abreife im Juli fort. Der dann einsetzende Populationsabbau wurde durch den Winterraps, Sorte "Mohican" gestoppt. Dieser vermehrte *T. primitivus* über die Wintermonate überraschend stark, so dass schon im März im Schadbereich 400 Tiere gezählt wurden. In der Kontrolle blieb die Anzahl mit 280 deutlich darunter; bis zum April sank die Anzahl sogar auf unter 100. Im gleichen Monat wurde im Schadbereich der für diese Art maximale Durchschnittswert von 680 Tieren ermittelt. Diese sehr hohe Population fand sich jedoch im Juni nicht wieder. Erst im Juli, in der Kontrolle im September, also erst nach dem Anbau von Wintergerste, wurden wieder mehr als 300 Tiere gefunden. Bis zum Oktober sank die Zahl erneut auf etwa 50 ab. Im März 2004 fanden sich im Boden aus dem Schadbereich immerhin wieder 180, und in der Kontrolle 120 Trichodoren in 100cm<sup>3</sup>. Bis August nahm die Anzahl bis auf jeweils 40 Tiere ab. Die insgesamt beste Vermehrung von *T. primitivus* gestattete somit Winterraps, gefolgt von Wintergerste und Winterweizen, während an Futtererbsen keine nennenswerte Vermehrung vorkam.

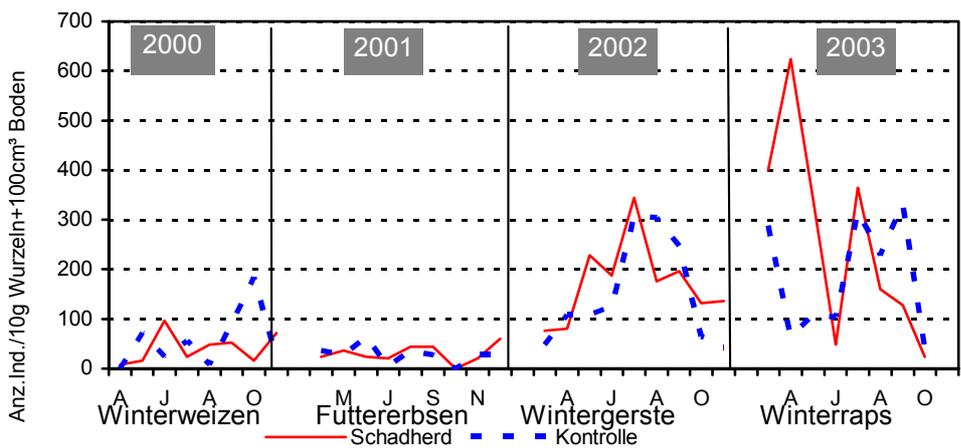


Abb. 16: Populationsdynamik von *Trichodorus primitivus* in den Jahren 2000 – 2003, Standort Kritzkow

### 3.3. Gefäßversuche

Durch Gefäßversuche in der Klimakammer wurde die Schadwirkung eines im jeweiligen Boden natürlich vorhandenen Nematoden- Artgemisches in verschiedenen Konzentrationen erfasst (siehe 2.3.1 Material und Methoden). Da jedoch Schäden an den Pflanzen nur durch bestimmte Nematodenarten und ab einer entsprechend den Erfahrungswerten aus den Beobachtungen im Freiland erhöhten Konzentration vorkommen, wurden vereinfachend die beobachteten Wirkungen jeweils einer Nematodenart bzw. Artengruppe zugeschrieben.

Jedoch nicht nur das Vorhandensein mehrerer Nematodenarten, sondern auch die unterschiedlichen Böden bewirkten, dass eine Beeinträchtigung der Pflanzen in den Gefäßversuchen je nach Herkunft von Boden und Nematoden unterschiedlich stark ausgeprägt sein konnte.

#### 3.3.1. Schadwirkung von *Pratylenchus crenatus* bzw. *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* an Wintergerste, Winterweizen und Winterraps

Um die Schadwirkung der Nematoden einzuschätzen, wurden neben der Erfassung von Längenwachstum, oberirdischer Frisch- und Trockenmasse und der Wurzelfrischmasse die Wurzeln nach dem Waschen auf Symptome untersucht, da es Untersuchungen gibt, die zeigen, dass Läsionen durch *Pratylenchen* immer mit anderen Schadsymptomen gekoppelt waren, wie es beispielsweise MÜLLER (1977) an Gartenspringkraut (*Impatiens balsamina* L.) beschreibt.

##### 3.3.1.1. Längenwachstum

Das Längenwachstum für die Wintergerstensorte "Landi", die Winterweizensorte "Ritmo" und die Winterrapsorte "Talent" während des ersten Gefäßversuches vom 23. 10. 2002 bis zum 15.01. 2003 wurde in den folgenden sechs Abbildungen als Kurve der Mittelwerte von 15 bzw. bei Raps von 5 Pflanzen für jede Verseuchungsstufe dargestellt.

Bereits unmittelbar nach dem Einsetzen der Pflanzen in die Tontöpfe wurde die erste Messung vorgenommen, da trotz Auswahl individuelle Unterschiede möglich waren. Für die Variante Wintergerste- Siemitz betrug die Wuchshöhe zu diesem Zeitpunkt durchschnittlich 4,65cm, wobei die Einzelwerte sich zwischen 3,3 und 5,7cm bewegten. Zwischen den Verseuchungsstufen mit 500, 1500 und 4000 Tieren pro 100cm<sup>3</sup> Boden der Art *Pratylenchus crenatus* bzw. der Kontrolle mit dem gedämpften Boden betrug die Differenzen im Durchschnitt höchstens 3mm, also weniger als 6,5%. Schon nach einer Woche wurde anhand der Messwerte deutlich, dass sich diese anfänglichen Längenunterschiede nicht mehr in der gleichen Reihenfolge wieder fanden, wobei die

unterschiedlichen Verseuchungsstufen für die Reihenfolge ebenfalls keine Rolle spielten. Für die Variante Wintergerste- *P. crenatus* waren zwischen den Varianten zu keinem Zeitpunkt nennenswerten Unterschiede zu beobachten (Abb. 17), wie es auch die Ergebnisse der statistischen Verrechnung besagten.

Die am Ende des Versuches erreichte Wuchshöhe- zu diesem Zeitpunkt zeigte die Gerste bereits Vergilbungserscheinungen- betrug durchschnittlich 60,2cm. Der höchsten Einzelwert lag bei 75cm und der niedrigste bei 50cm. In der Verseuchungsstufe 500 war die Wuchshöhe mit 62,7 am größten und in den Stufen 1500 und 4000 mit 58.8 bzw. 58,7cm am kleinsten.

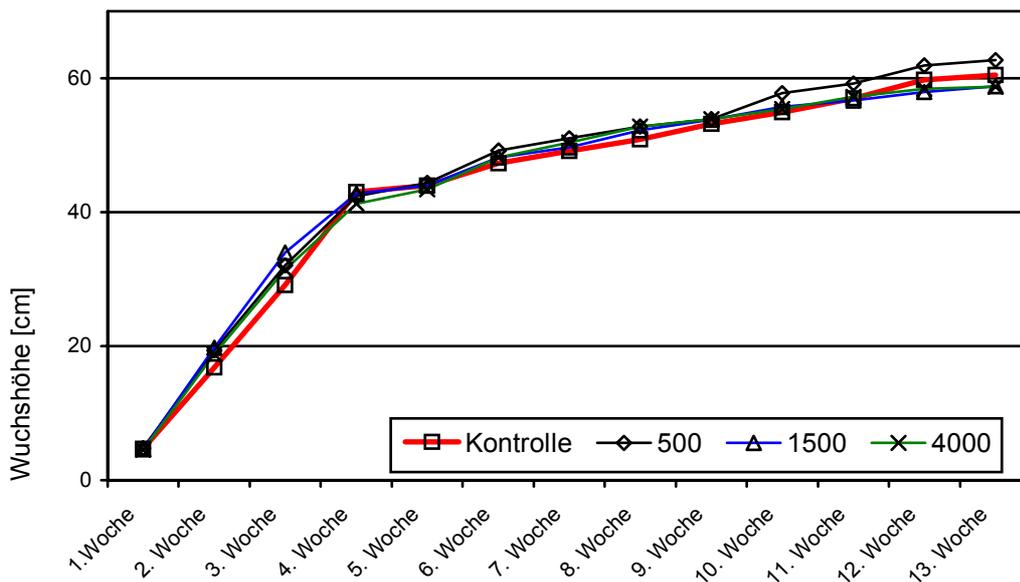


Abb. 17: Längenwachstum von Wintergerste bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 4000 *Pratylenchus crenatus* je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Siemitz)

Ein ähnliches Bild wie für die Wintergerste ergab sich auch für den Winterweizen (Abb. 18). Die eingesetzten Pflanzen von "Ritmo" waren mit durchschnittlich 3,8mm noch etwas kleiner als die der Wintergerste. Bei minimalen Unterschieden blieb es bis zur vierten Woche bei einem ähnlichen Größenverhältnis Verseuchungsstufen zueinander wie zum Pflanzen. Bis zur siebenten Woche lagen die Werte der vier Varianten sehr eng beieinander. Nur bei dieser einen Messung blieben die Pflanzen der Kontrolle hinter denen der Verseuchungsstufen zurück. Der Unterschied zur am stärksten verseuchten Variante war statistisch gesichert. Schon bei der nächsten Messung hatten sich die Werte einander wieder weitgehend angenähert. Am Ende des Versuches erreichte der Weizen Wuchshöhen zwischen 51,6 und 52cm in den beiden höheren Verseuchungsstufen und 53,2 und 53,6cm in der geringsten Verseuchungsstufe bzw. der Kontrolle. Hier schwankten die Einzelmessungen deutlich geringer als bei der Wintergerste "Landi", nämlich zwischen 49,8 und 57,8cm über alle Varianten. Ein weiterer Unterschied zur Gerste bestand darin, dass der Weizen am Versuchsende noch keine Vergilbungen zeigte und turgeszent war.

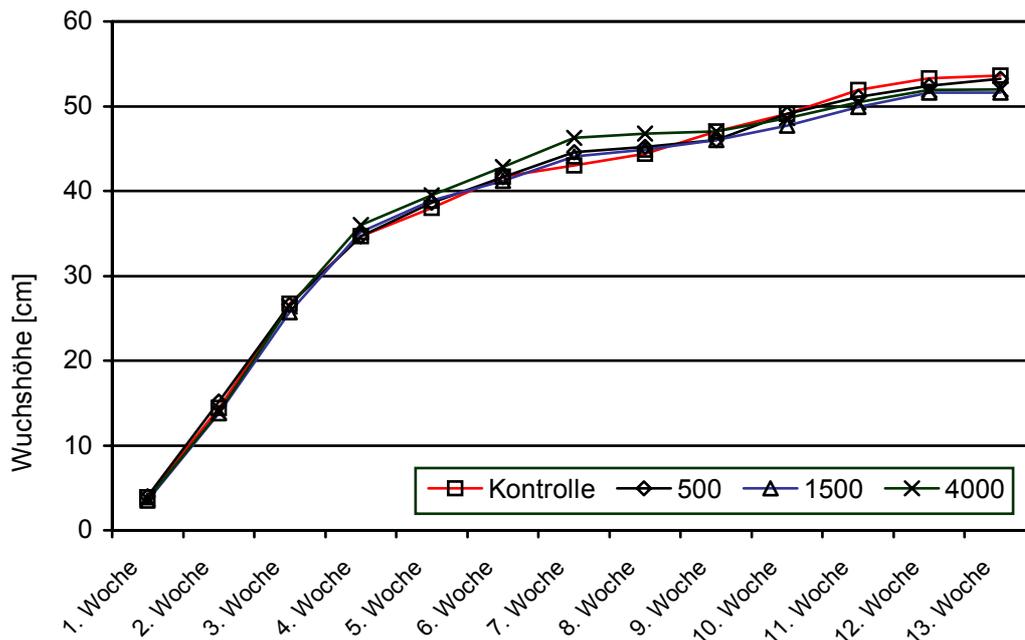


Abb. 18: Längenwachstum von Winterweizen bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 4000 *Pratylenchus crenatus* je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Siemitz)

Der Winterraps ging während der gesamten Versuchsdauer nicht aus dem Rosettenstadium in die eigentliche Streckungsphase über, so dass auch die ermittelten Unterschiede, gemessen in cm, klein waren. Zum Pflanzen lagen die Einzelwerte zwischen 2 und 3,5cm. In der Kontrolle waren die Pflanzen mit durchschnittlich 2,2cm am kleinsten und in den Stufen 1500 und 4000 mit 2,6cm etwas größer. Hier war das Größenverhältnis zwischen den Verseuchungsstufen wie bei der Gerste schon nach einer Woche verändert. Nur beim Raps zeigte sich schon nach einer Woche ein Zurückbleiben aller Verseuchungsstufen gegenüber der Kontrolle (Abb. 19). Diese Beobachtung hatte bis zum Ende des Versuches Bestand. Signifikante Unterschiede waren bei großen Differenzen zwischen den Einzelwerten, von teilweise nur 50% des Maximums jedoch nur in der vierten Woche, also drei Wochen nach dem Einpflanzen vorhanden. Die Signifikanz wurde für die Stufe 1500, jedoch nicht für die Stufe 4000 gegenüber der Kontrolle errechnet. Die Stufe 500 unterschied sich von keiner anderen Variante signifikant. Die Reihenfolge Kontrolle-500-4000-1500 nach Durchschnittswerten blieb ebenfalls erhalten, mit Ausnahme der 11. Woche, wo die Messwerte für die Variante 4000 sogar etwas höher lagen als in der mit 500 *Pratylenchen* je 100cm<sup>3</sup> Boden.

Zum Versuchsende erreichte der Raps in der Kontrolle mit 11,5cm den höchsten Wert, während in der Variante mit 1500 nur 9,6cm erreicht wurden. Nahe lagen die Varianten 500 und 4000 mit 10,6 bzw. 10,4 cm beieinander. Die Einzelwerte schwankten auch zu diesem Zeitpunkt mit einer Spanne von beispielsweise 8 bis 13cm in der Variante 500 stark.

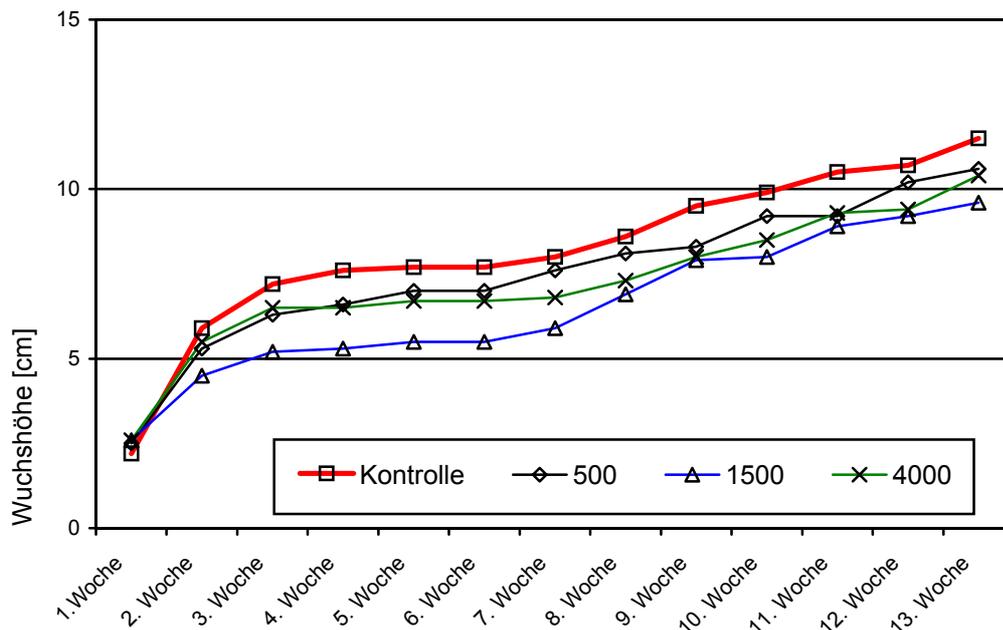


Abb. 19: Längenwachstum von Winterraps bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 4000 *Pratylenchus crenatus* je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Siemitz)

Mit hoher Nematodendichte der Arten *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* in den Verseuchungsstufen (Herkunft Kritzkow), waren die Wintergerstenpflanzen in der ersten Woche zwischen 3,8 und 4,7cm groß. Wie bei den Gefäßen mit dem Siemitzer Boden war die Rangfolge zwischen den Varianten schon nach einer Woche verändert. Zu diesem Zeitpunkt gab es jedoch kaum erkennbare Unterschiede (Abb. 20). Zwischen der zweiten und dritten Woche stagnierte das Wachstum in der Verseuchungsstufe 2500, so dass für die Messung in der dritten Woche signifikante Unterschiede zwischen dieser und den drei anderen Varianten bestanden. Das galt in der vierten Woche weiterhin. Für die nächsten zwei Messungen näherten sich die Varianten einander wieder an, ehe von der siebten bis zur neunten Woche wieder statistisch gesicherte Differenzen, dieses Mal aber zwischen der höchsten und den beiden anderen Verseuchungsstufen, ermittelt wurden. Die Kontrolle unterschied sich von keiner anderen Variante signifikant. Ab der zehnten Woche bis zum Ende waren keine signifikanten Unterschiede mehr zu verzeichnen.

Wie in dem vorhergehenden Versuch mit *Pratylenchus crenatus* begann zum Versuchsende hin die Gerste zu vergilben, jedoch in geringerem Maße als bei den Siemitzer Varianten. Bei der letzten Messung wurde in der Kontrolle mit 61,5cm die größte und in der Variante 2500 mit 61,8cm die geringste durchschnittliche Wuchshöhe erreicht. Die Varianz war mit Werten zwischen 53,7 und 75,3 cm über alle Varianten wieder sehr hoch, wobei auch innerhalb einer Variante Unterschiede von fast 20cm vorkamen.

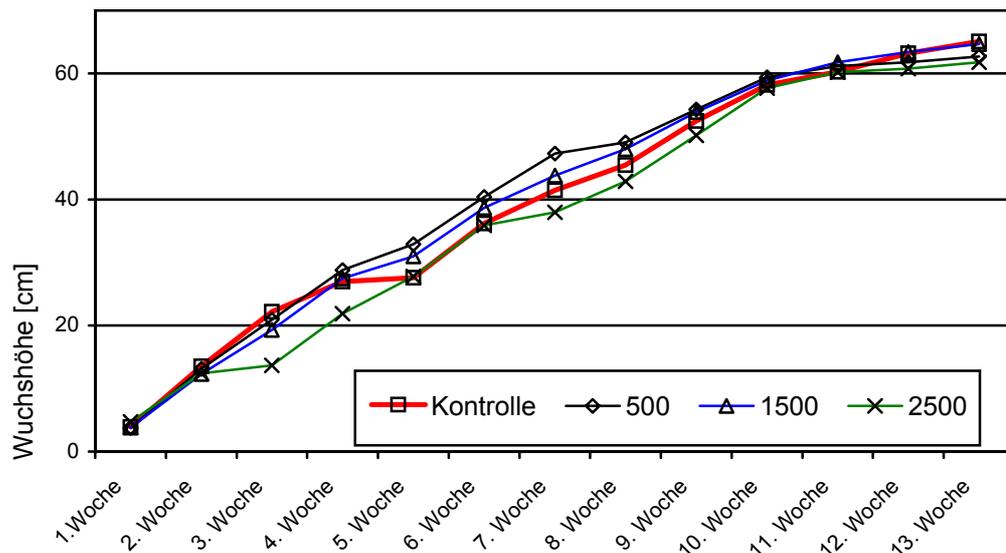


Abb. 20: Längenwachstum von Wintergerste bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 2500 *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Kritzkow)

Die Pflanzen der Winterweizensorte "Ritmo" waren mit 1,3 bis 1,5cm kleiner als die für die Siemitzer Varianten verwendeten. Der Verlauf der Wachstumskurven ähnelt sich für "Landi" und "Ritmo" in hohem Maße. Auch beim Winterweizen (Abb. 21) waren ab der dritten Woche signifikante Unterschiede zwischen der höchsten Verseuchungsstufe und in diesem Fall der Variante mit 1500 Tieren nachzuweisen. Die Kontrolle und die Variante 500 lagen dazwischen und unterschieden sich von den beiden höheren Verseuchungsstufen nicht. Auch hier gelang es den Pflanzen, die Unterschiede bis zur fünften Woche zu überwinden. In der siebten und achten Woche waren erneut Differenzen zu beobachten, die aber nur in der siebten Woche statistisch gesichert waren. Zunächst entwickelte die Variante 1500 ein stärkeres Wachstum als die drei anderen, dann blieb wie schon in der dritten und vierten Woche die Variante 2500 etwas hinter den anderen zurück.

Danach waren auffällige Unterschiede nicht mehr festzustellen. Nach 12 Wochen lagen alle Varianten bei einer Wuchshöhe von 49,9 bis 51,3cm. Der maximale Unterschied über alle Varianten, in diesem Fall zufällig zwischen zwei Gefäßen der Kontrolle, betrug 8,5cm. Im Vergleich zur Wintergerste fielen die Unterschiede zwischen den Varianten für den Weizen nominell geringer aus, ließen sich aber durch die geringere individuelle Schwankungsbreite besser statistisch sichern.

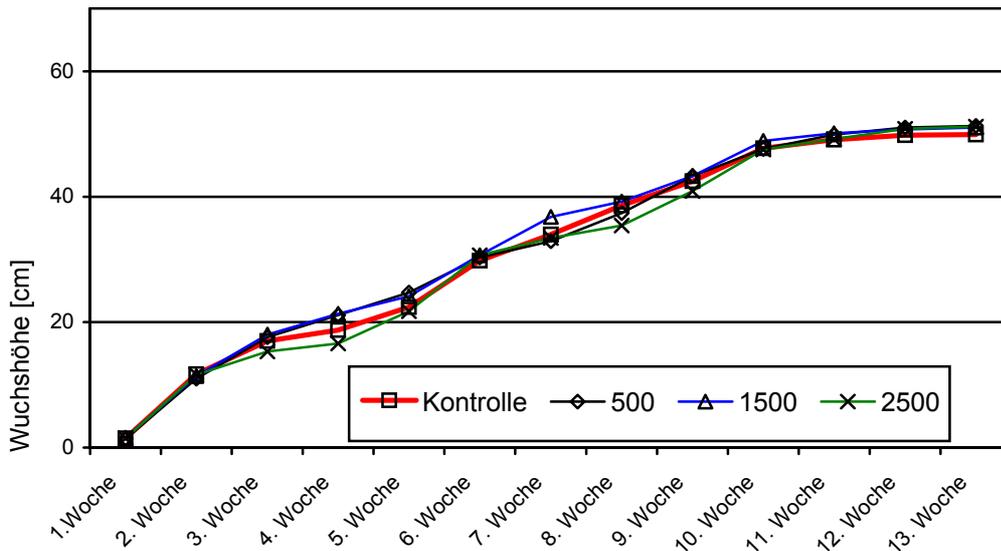


Abb. 21: Längenwachstum von Winterweizen bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 2500 *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Kritzkow)

Die prozentual deutlichsten Unterschiede im Wachstum zeigte bei Verseuchung des Bodens mit *T. dubius* und *G. tartuensis* der Winterraps (Abb. 22).

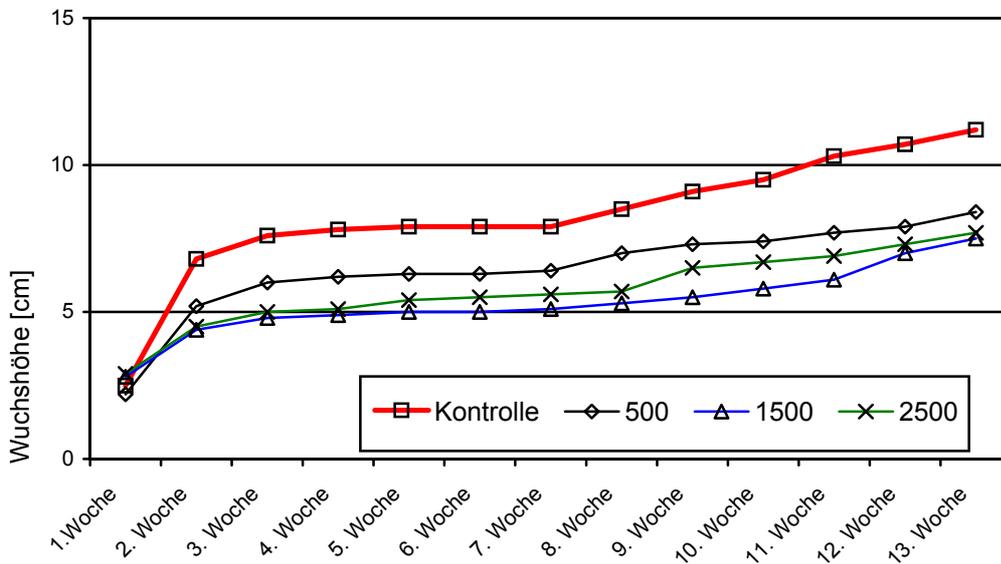


Abb. 22: Längenwachstum von Winterraps bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 2500 *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Kritzkow)

Eingepflanzt mit einer Höhe von 2,5cm bzw. 2,2cm in der Kontrolle und der Variante 500 und etwas größeren Pflanzen mit 2,8 bzw. 2,9cm in den beiden höheren Verseuchungsstufen, zeigte sich schon nach einer Woche eine Umkehr dieses Verhältnisses.

Der Raps war in allen Verseuchungsstufen signifikant kleiner als in der Kontrolle.

Signifikante Unterschiede zwischen der Kontrolle und allen anderen Varianten wurden bis zum Ende der Messungen nach 12 Wochen errechnet.

In der 8. Woche waren danach auch die Pflanzen der Variante 500 größer als die der beiden Stufen mit höherer Verseuchung. Die Kurvenverläufe lassen erkennen, dass das Wachstum in der Variante 1500 noch hinter dem in der höchsten Verseuchungsstufe zurückblieb. Mit 11,2cm war der Raps in der Kontrolle deutlich größer als in den Varianten 500 mit 8,4cm, 1500 mit 7,5cm und 2500 mit durchschnittlich 7,7cm. Die Streuung der Einzelwerte war ebenso groß wie bei den Siemitzer Varianten.

### 3.3.1.2. Wurzelfrischmasse

Eine Beeinträchtigung des Wurzelwachstums durch *P. crenatus* war für keine der geprüften Fruchtarten erkennbar. Lediglich beim Winterweizen blieben alle Varianten mit Nematodenverseuchung in der Wurzelfrischmasse hinter der Kontrolle zurück. Jedoch kann dies bei der großen Streuung der Werte auch zufällig sein, da sich die Wurzelfrischmasse in keiner anderen Variante in Abhängigkeit von der Verseuchung ändert (Abb. 23). Das wird auch durch die Varianzanalyse bestätigt. Nach den Untersuchungsergebnissen schien das Wurzelwachstum von Wintergerste, eventuell auch von Winterraps sogar angeregt worden zu sein, aber auch das ließ sich statistisch nicht sichern.

Nach Fruchtarten betrachtet bildete Weizen, gefolgt von Wintergerste und mit erheblichem Abstand Winterraps in den Tontöpfen die größte Wurzelmasse, wobei der Raps zumindest andeutungsweise eine Pfahlwurzel ausgebildete. Der Weizen erreichte in den Siemitzer Varianten je Gefäß zwischen 12,95g und 17,21g Frischmasse. Bei der Gerste lagen die Messwerte zwischen 8,63g und 14,74g und bei Raps zwischen 5,69g und 9,25g.

Die für Pratylenchen typischen Läsionen wurden bei keiner Fruchtart beobachtet.

Anders wirkten sich hohe Konzentrationen von *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* auf das Wurzelwachstum der verschiedenen Fruchtarten in den Gefäßen aus. Besonders bei Winterraps, aber auch bei Wintergerste war eine Staffelung der Wurzelfrischmasse nach Verseuchungsstufen klar erkennbar (Abb. 24). Trotz der auch hier vorhandenen starken Streuungen war der Unterschied zwischen den Raps- Varianten Kontrolle und 500 einerseits und der Variante 2500 andererseits statistisch zu sichern. Für Wintergerste waren die Unterschiede nicht signifikant. Winterweizen zeigte bis zur Variante 1500 ein verstärktes Wurzelwachstum und bei der Variante 2500 sank die Wurzelfrischmasse unter das Niveau der Kontrolle ab. Aber auch diese Unterschiede waren nicht statistisch gesichert.

Die Wurzelmasse der Wintergerste bewegte sich ohne den Einfluss von Nematoden zwischen 9,04g und 26,16g und erreichte durchschnittlich 18,01g und damit etwa 6g mehr als im Boden aus Siemitz.

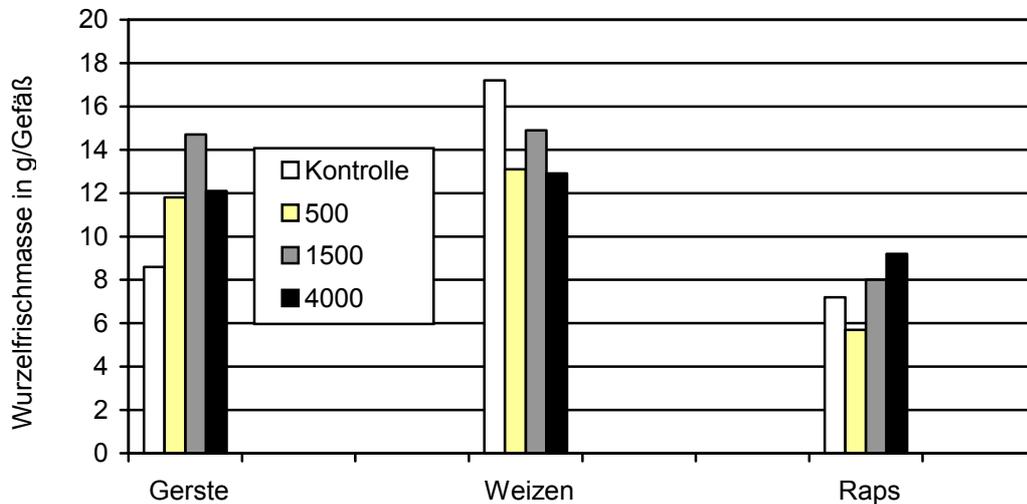


Abb. 23: Wurzelfrischmasse von Wintergerste, Winterweizen und Wintereraps bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 4000 *Pratylenchus crenatus* je 100cm³ Boden (Gefäßversuch Siemitz)

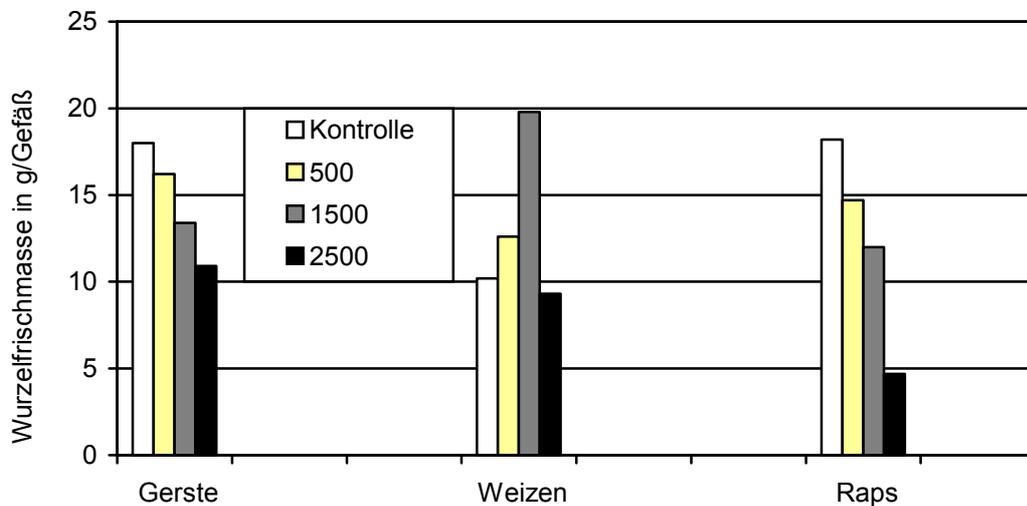


Abb. 24: Wurzelfrischmasse von Wintergerste, Winterweizen und Wintereraps bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 2500 *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* je 100cm³ Boden (Gefäßversuch Kritzkow)

Für Winterweizen wurden zwischen 6,02g und 13,66g, durchschnittlich 10,16g gewogen. Dies war die einzige Fruchtart, die den Siemitzer Boden mit einer Differenz von etwa 7g deutlich stärker

durchwurzelte. Winterraps bildete in der Kontrolle zwischen 5,70g und 28,18g, im Durchschnitt 18,24g Wurzeln, also mehr als das Doppelte gegenüber der Siemitzer Kontrolle.

Auffällige Symptome durch *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* wurden nicht beobachtet.

### 3.3.1.3. Oberirdische Frisch- und Trockenmasse

Sowohl hinsichtlich der oberirdischen Frisch-, als auch der Trockenmasse unterschied sich innerhalb einer Fruchtart und einer Herkunft keine der Verseuchungsstufen signifikant von einer anderen bzw. der Kontrolle. Trotzdem zeigten sich teilweise bemerkenswerte Tendenzen.

Wintergerste reagierte bei steigender Verseuchung mit sinkender Frischmasse und Trockenmasse (Abb. 25). In der Kontrolle streuten die Werte für die Frischmasse zwischen 28,06g und 40,24g und nicht ganz analog dazu in der Trockenmasse zwischen 5,15g und 7,12g. In der höchsten Verseuchungsstufe wurden Frisch- bzw. Trockenmassen zwischen 9,99g und 36,93g bzw. 1,75g und 6,29g erreicht, d.h. der individuelle Grad der Beeinträchtigung unterschied sich deutlich.

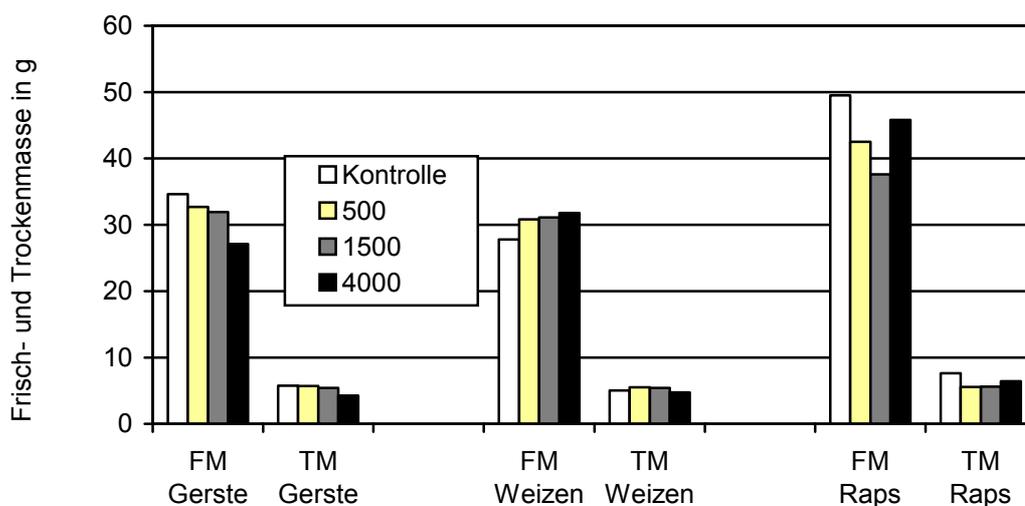


Abb. 25: Frisch- und Trockenmasse von Wintergerste, Winterweizen und Winterraps bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 4000 *Pratylenchus crenatus* je 100cm³ Boden (Gefäßversuch Siemitz)

Der Winterweizen reagierte nahezu entgegengesetzt; die im Durchschnitt der Gefäße gebildete Frischmasse stieg bei steigender Bodenverseuchung mit *P. crenatus*. Im Wesentlichen traf das auch auf die Trockenmasse zu, mit der Ausnahme, dass sie in der Stufe 4000 zurückging, wobei sie jedoch noch immer knapp über der Masse des getrockneten Pflanzenmaterials in der Kontrolle lag. Die Weizenpflanzen wogen je Gefäß in der Nullvariante frisch zwischen 9,74g und 45,80g, durchschnittlich 27,79g und getrocknet zwischen 1,54g und 10,20g, im Mittel 5,06g, d. h. auch hier war die Varianz extrem hoch.

Beim Winterraps erinnerten die Messwerte hinsichtlich ihrer Reihenfolge an die für das Längenwachstum ermittelten Kurven für diese Kombination. Auch hier wurde bis zur Variante 1500 eine reduzierte Frischmasse ermittelt, sogar mit deutlicheren Unterschieden als bei der Wintergerste, ehe sie bei der höchsten Verseuchungsstufe von 4000 *P. crenatus* je 100cm<sup>3</sup> wieder anstieg.

Für die Trockenmasse stellte sich das etwas anders dar; hier kam es bereits in der Variante 1500 zu einem leichten Anstieg, der sich in der Stufe 4000 fortsetzte. Alle Verseuchungsstufen hatten eine geringere Trockenmasse als die Kontrolle. Das frische Pflanzenmaterial der Kontrolle für Raps wog zwischen 33,07g und 76,74g, durchschnittlich 49,51g, nach der Trocknung waren es im Mittel 7,66g mit einem oberen Messwert von 10,37g und einem unteren Messwert von 5,82g.

Als zusätzliches Merkmal wurde beim Raps der Durchmesser des Wurzelhalses gemessen. Mit 1,04mm in der Kontrolle über 1,09mm und 1,06mm in den Varianten 500 und 1500, sowie schließlich 1,10mm in der höchsten Verseuchungsstufe wurde jedoch keine Signifikanz der Differenzen ermittelt. Es gab auch keine Tendenz in Bezug auf die Verseuchungsstärke.

Steigerte sich die Bodenverseuchung mit *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis*, erhöhte sich bei Wintergerste, ebenso wie beim Winterweizen die erreichte Frisch- und Trockenmasse bis zu einer Ausgangsverseuchung von 1500 je 100cm<sup>3</sup> Boden, danach sank sie wieder ab (Abb. 26). Ähnliches wurde durch POTTER u. OLTHOF (1993) als Reaktion von Pfefferminze auf eine unterschiedlich starke Besiedlung ihrer Wurzeln mit *Pratylenchus penetrans* beobachtet.

Die von Wintergerste gebildete Frischmasse war in der Kontrolle mit 40,12g um etwa 6g, also 15% höher als im Siemitzer Boden. Bei der Trockenmasse betrug dieser Unterschied mit 6,35g gegenüber 5,78g nur noch 9%, was neben der beobachteten stärkeren Vergilbung erneut auf ein höheres physiologisches Alter nach 12 Wochen in den Siemitzer Varianten hinweist. Die Einzelwerte lagen zwischen 28,74g und 52,21g.

Die Varianten 500 und 1500 unterschieden sich mit 45,73g und 45,55g Frisch- sowie 5,38g und 5,61g Trockenmasse praktisch nicht voneinander. Beide hatten vor der Trocknung eine höhere Masse als die Kontrolle und danach eine niedrigere. Diejenigen Pflanzen, die der Verseuchung von 2500 Ektoparasiten je 100cm<sup>3</sup> Boden ausgesetzt waren, blieben in beiden Messungen hinter allen anderen Varianten zurück.

Winterweizen hatte im Vergleich zur Gerste eine noch etwas höhere Toleranz gegen die ektoparasitären Nematoden. Diese zeigt sich darin, dass auch die Variante 1500 noch eine Steigerung von Frisch- und Trockenmasse gegenüber der Variante 500 erbrachte. Außerdem stieg auch die Trockenmasse beider Varianten gegenüber der Kontrolle.

Mit nur 15,04g (zwischen 3,11 und 21,43g) in dem entseuchten Boden blieb der Weizen in der Kontrolle hinter der Siemitzer Nullvariante um 46% zurück. Das spiegelte die Trockenmasse mit einer Differenz von 57% wie schon bei der Gerste nicht in gleichem Maße wider.

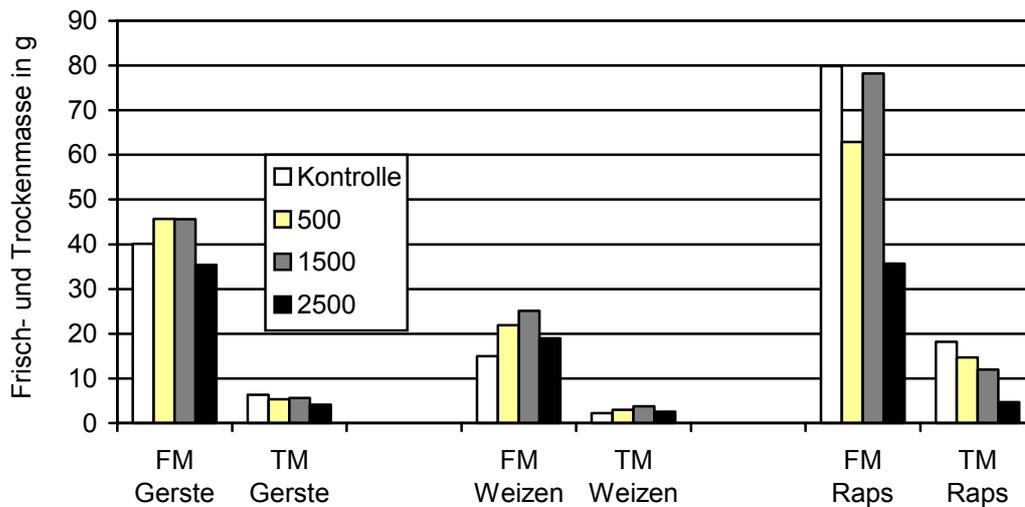


Abb. 26: Frisch- und Trockenmasse von Wintergerste, Winterweizen und Winterraps bei Verseuchung mit 0; 500; 1500 und 2500 *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Kritzkow)

Winterraps zeigte in der Tendenz schon ab 500 Tieren je 100cm<sup>3</sup> Boden eine Beeinträchtigung durch die Parasitierung. Bei der Frischmasse fiel auf, dass in der Variante 1500 ein höherer Durchschnittswert ermittelt wurde als in der Variante 500, ansonsten nahm aber mit steigender Verseuchung die Frischmasse ab. Alle Verseuchungsstufen lagen niedriger als die Kontrolle. Die Trockenmasse nahm mit steigender Verseuchung stetig ab. Dass diese Tendenz statistisch nicht gesichert werden konnte, lag einmal mehr an der großen Streuung der Messwerte. In der Kontrolle bewegten sich diese für die Frischmasse in einem Bereich zwischen 49,19g und 155,44g und für die Trockenmasse zwischen 6,46g und 21,56g. Mit 79,92g bzw. 12,08g im Durchschnitt wurden die Siemitzer Werte um 38% bzw. 40% übertroffen.

Auch der Durchmesser des Wurzelhalses nahm mit steigender Verseuchung ab, jedoch erst ab der Stufe 1500. Die Stufe 500 übertraf mit 1,35mm die Kontrolle mit 1,31mm leicht. Eine besonders deutliche Reduktion war zwischen den Verseuchungsstufen 1500 mit 1,24mm und der höchstem Stufe mit 1,00mm erkennbar. Auch bei der Stärke des Wurzelhalses waren die individuellen Unterschiede zwischen den Pflanzen groß, in der Kontrolle wurden beispielsweise zwischen 0,86mm und 1,49mm gemessen, so dass die Unterschiede nicht statistisch gesichert waren. Ebenso wie andere Parameter sprach auch der stärkere Wurzelhals für ein höheres Potential von Winterraps auf dem Kritzkower gegenüber dem Siemitzer Boden.

### 3.3.1.4. Vermehrungsraten in Abhängigkeit von den Ausgangsverseuchungen

Mit einigen Ausnahmen bestätigte sich in den Gefäßversuchen die insbesondere für Kartoffelnematoden seit längerem bekannte Tatsache, dass geringere Ausgangsverseuchungen höhere Vermehrungsraten ermöglichen. DI VITO u.a. (2000) beobachteten ähnliches auch für *Pratylenchus thornei* und *P. neglectus* an Ackerbohnen. Bei Kartoffelnematoden hat sich der Begriff "wirtsspezifische Verseuchungsdichte" bewährt, der durch die höchste Populationsdichte einer pflanzenparasitären Nematodenart definiert ist, die durch eine bestimmte Wirtspflanze unter optimalen Bedingungen ermöglicht wird. Liegt eine Verseuchung oberhalb der wirtsspezifischen Verseuchungsdichte vor, kommt es auch beim Anbau von Wirtspflanzen zu einer Minderung der Populationsdichte. Um derartige Wirkungen gegebenenfalls erfassen zu können, wurden die Verseuchungsstufen differenziert betrachtet.

Ein vermuteter Einfluss der Wurzelmasse je Gefäß auf die Vermehrungsrate ließ sich für die Gefäßversuche statistisch nicht nachweisen.

Die Ermittlung der Vermehrungsraten erfolgte nicht nur für die vermuteten schadensrelevanten, sondern für alle pflanzenparasitären Arten.

Bei den durch *Pratylenchus crenatus* in den Töpfen erreichten Vermehrungsraten fiel auf, dass diese stets unter dem Wert 1,0 lagen, d.h. in jeder Verseuchungsstufe und an jeder Wirtspflanze wurde die Verseuchungsdichte reduziert. Das widersprach den Erfahrungen aus dem Freiland und erklärt sich aus den in den Töpfen abnormen Lebensbedingungen. Trotzdem waren Aussagen zu den Relationen zwischen den Fruchtarten bzw. den Verseuchungsstufen möglich.

Ob mehr Pratylenchen aus den Wurzeln oder dem Boden extrahiert wurden, war sowohl von der Verseuchungsstufe, als auch von der Fruchtart abhängig (Tab. 7). Bei Gerste und Weizen, wo der Quotient der aus den Wurzeln zu den aus Boden extrahierten Tieren im Durchschnitt größer als 1,0 war, sank der Anteil der Pratylenchen aus den Wurzeln mit steigender Anfangsverseuchung. Beim Raps mit einem insgesamt niedrigeren Anteil aus Wurzeln wurde dieser Quotient dagegen in den höheren Verseuchungsstufen größer. Die Unterschiede zwischen Weizen und den beiden anderen Fruchtarten sowie zwischen der niedrigsten Verseuchungsstufe und den beiden höheren sind signifikant.

Winterraps hatte mit Ausnahme der Verseuchungsstufe 1500 die höchsten Vermehrungsraten aufzuweisen (Abb. 27), d.h. *P. crenatus* wurde signifikant weniger stark reduziert als an Wintergerste und Winterweizen. In der Variante 1500 überstieg die Anzahl der nach 12 Wochen gefundenen Pratylenchen für Gerste mit 606 je 100cm<sup>3</sup> knapp die mit 579 für Raps ermittelte. Der Unterschied zwischen Wintergerste mit den Vermehrungsraten 0,41, 0,40 und 0,17 zum Winterweizen mit 0,2, 0,35 und 0,12 war statistisch nicht gesichert. Die Streuung der Einzelwerte war auch bei der Anzahl je Gefäß ermittelter Tiere hoch, wie das Beispiel Wintergerste zeigt: In der Stufe 500 wurden zwischen 740 und 1691, in der Stufe 1500 zwischen 2180 und 4020 und in der Stufe 4000 sogar zwischen 1080 und 9020 Pratylenchen in 500cm<sup>3</sup> und allen Wurzeln wieder gefunden.

Tab. 7: Verteilung von *P. crenatus* in Boden bzw. Wurzeln nach 12 Wochen (Gefäßversuch Siemitz)

Fruchtart/ Verseuchungsstufe	Anzahl Tiere in den Wurzeln	Anzahl Tiere im Boden	Verhältnis Anzahl Tiere in den Wurzeln/ Anzahl Tiere im Boden
W.-Gerste 500	713	320	2,23
W.-Gerste 1500	2228	820	2,72
W.-Gerste 4000	1286	2180	0,59
<b>W.-Gerste Summe</b>	<b>4227</b>	<b>3320</b>	<b>1,27</b>
W.-Weizen 500	530	20	26,50
W.-Weizen 1500	2551	360	7,09
W.-Weizen 4000	2901	1400	2,07
<b>W.-Weizen Summe</b>	<b>5982</b>	<b>1780</b>	<b>3,36</b>
W.-Raps 500	260	1240	0,21
W.-Raps 1500	873	2128	0,41
W.-Raps 4000	2392	4720	0,51
<b>W.-Raps Summe</b>	<b>3525</b>	<b>8088</b>	<b>0,44</b>

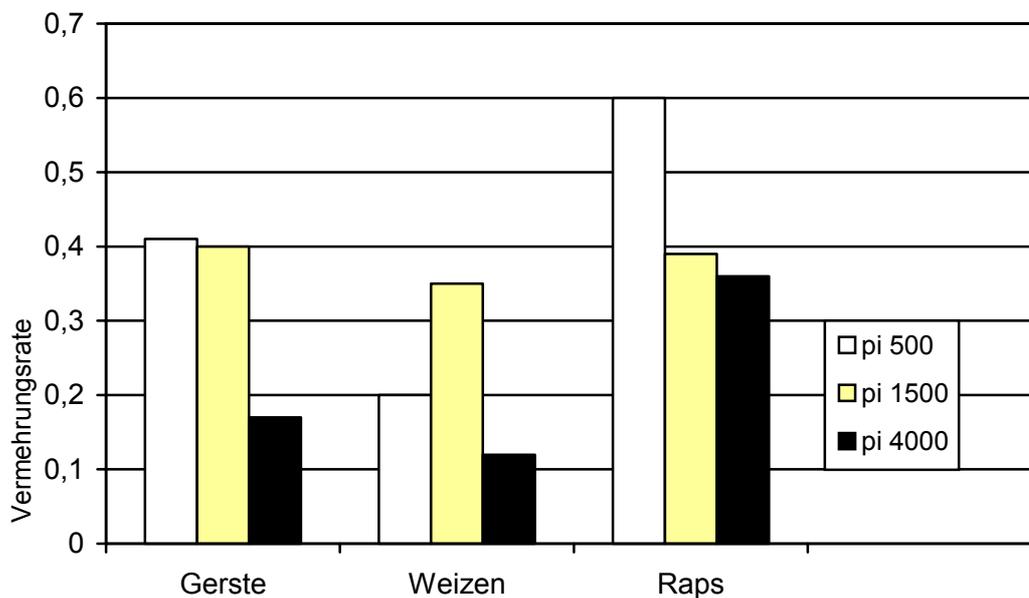


Abb. 27: Vermehrungsraten von *Pratylenchus crenatus* an Wintergerste, Winterweizen und Winterraps bei Ausgangsverseuchungen (population initial=pi) von 500, 1500 und 4000 Tieren je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Siemitz)

Die Verseuchungsstufe 4000 bewirkte über alle Fruchtarten signifikant geringere Vermehrungsraten als die beiden anderen Stufen, für die untereinander kein gesicherter Unterschied bestand.

Die in geringer Ausgangsverseuchung ebenfalls im Siemitzer Boden vorkommende Art *Tylenchorhynchus dubius* vermehrte sich in jeder Variante an den drei geprüften Fruchtarten. In der niedrigen Verseuchungsstufe war die Vermehrung besonders stark an Winterweizen, gefolgt von Wintergerste (Abb.28). Im Laufe von knapp 3 Monaten wurden die beachtlichen Vermehrungsraten von 15,43 bzw. 15,33 erreicht. Beim Winterraps war die Vermehrungsrate mit 7,77 signifikant geringer. Bei einer Anfangsverseuchung von 124 *T. dubius* je 100cm<sup>3</sup> Boden war die Vermehrungsrate von Weizen mit 12,50 fast doppelt so groß wie die von Gerste mit 6,92. Etwa die Hälfte dieses Betrages wurde durch Raps ermöglicht. Stieg die Ausgangsverseuchung allerdings auf 324, vermehrte Raps mit einer Rate von 2,52 stärker als Gerste mit 2,03 und Weizen mit 1,95.

Über alle Verseuchungsstufen gesehen, hatten die Gerste und vor allem Weizen als Gramineen eine bessere Wirtseignung gegenüber dem Raps.

Die Vermehrungsraten jeder Verseuchungsstufe unterschieden sich signifikant voneinander.

An den Wurzeln wurden bei Weizen durchschnittlich je Topf 45, bei Gerste 37 und bei Raps 23 Tiere gefunden. Wie bei ektoparasitären Arten zu erwarten, fand sich somit *T. dubius* deutlich überwiegend in Bodenproben.

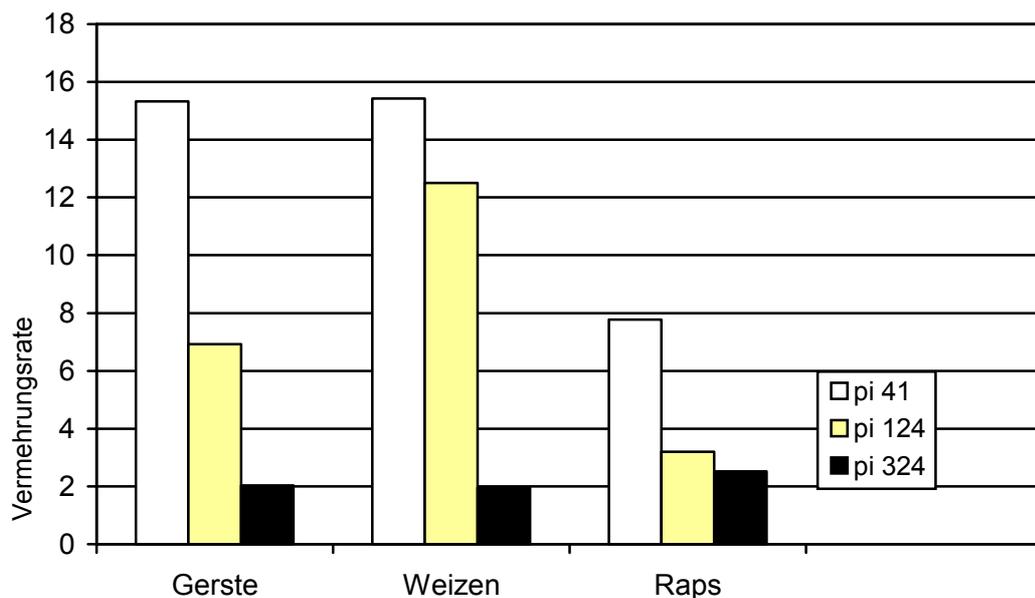


Abb. 28: Vermehrungsraten von *Tylenchorhynchus dubius* an Wintergerste, Winterweizen und Winterraps bei Ausgangsverseuchungen (population initial=pi) von 41, 124 und 324 Tieren je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Siemitz)

Bei sehr hoher Individuendichte, wie sie in den Kritzkower Varianten gegeben war, unterschied sich die Wirtseignung der Fruchtarten nicht wesentlich von der für den Siemitzer Boden nur mit *T. dubius* beobachteten Reihenfolge, auch wenn mit *G. tartuensis* eine weitere Art an der Vermehrung Anteil hatte (Abb. 29).

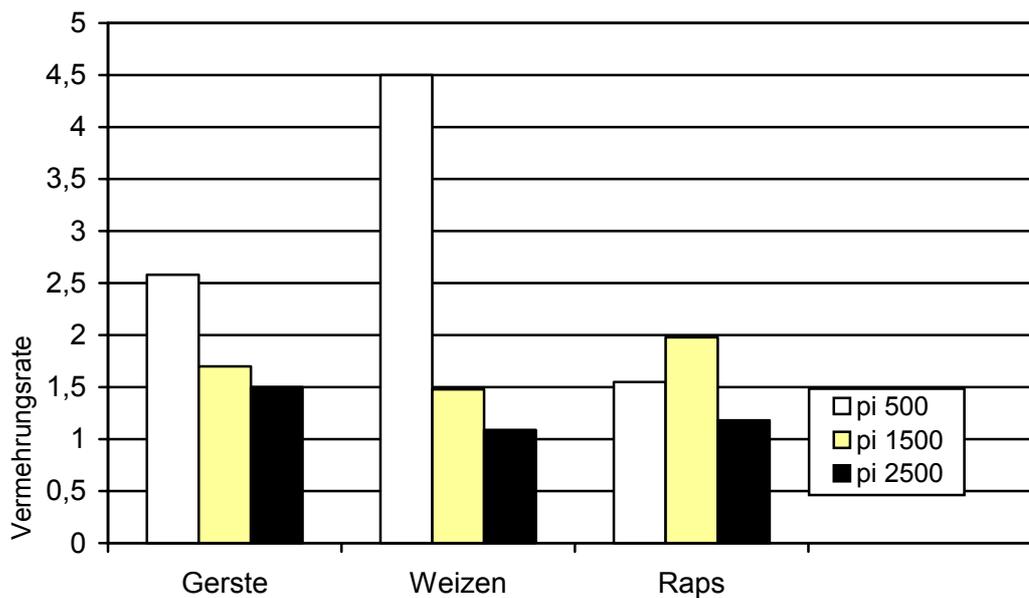


Abb. 29: Vermehrungsraten von *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* an Wintergerste, Winterweizen und Winterraps bei Ausgangsverseuchungen (population initial=pi) von 500, 1500 und 2500 Tieren je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Kritzkow)

Auch hier hatte Weizen über alle Stufen die höchsten Vermehrungsraten, gefolgt von Gerste und Raps. Dabei war aber nur der Unterschied zwischen Weizen und Raps statistisch gesichert. In jeder Variante lag die Vermehrungsrate über 1,0. Die gute Wirtseignung von "Ritmo" beruhte vorwiegend auf der in der Stufe 500 ermöglichten Vermehrung. Bei weiter steigender Ausgangsverseuchung war die Vermehrung an "Landi" und auch an "Talent" höher. Bei der Rapsart war die Vermehrungsrate in der mittleren Stufe höher als in der niedrigen. Insgesamt war die Vermehrung in den Stufen 2500 und 1500 gesichert niedriger als in der Stufe 500.

Mit einer Vermehrungsrate von 1,09 blieb in der Variante Winterweizen, Stufe 2500 die Anzahl der Tiere nahezu konstant.

Mit durchschnittlich 11 je Topf an den Wurzeln nachgewiesenen Tieren lag deren Anzahl bei Weizen deutlich hinter Gerste und Raps mit 89 bzw. 93 Tieren.

Nachdem *Paratrichodorus pachydermus* auf der Siemitzer Fläche nicht mehr nachweisbar war, konnte die Wirkung der Hauptfruchtarten auf Trichodoridaen nur für die in geringer Zahl vorkommende Art *Trichodorus primitivus* ermittelt werden.

Bei der geringsten Ausgangsverseuchung von 9 Trichodoridaen je 100cm<sup>3</sup> war die Vermehrungsrate am Weizen mit 22,22 deutlich höher als bei Gerste mit 12,44 (Abb. 30). An Raps vermehrten sich die wenigen Tiere nicht, sondern es wurden zum Versuchsende nur 57% der ursprünglich vorhandenen Nematoden wieder gefunden.

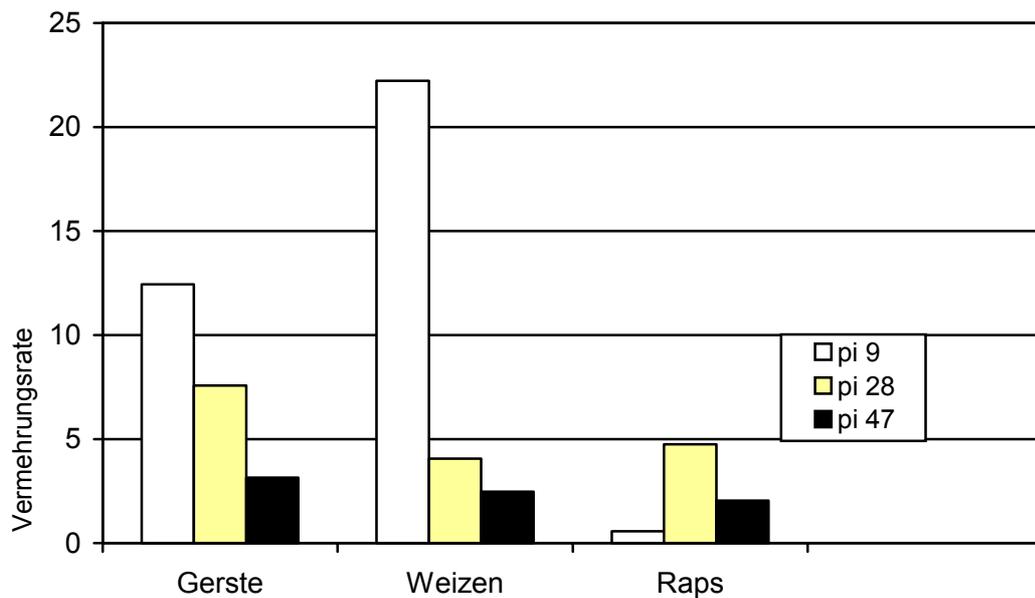


Abb. 30: Vermehrungsraten von *Trichodorus primitivus* an Wintergerste, Winterweizen und Winterraps bei Ausgangsverseuchungen (population initial= $\pi_i$ ) von 9, 28 und 47 Tieren je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Kritzkow)

Lag die Ausgangsverseuchung bei 28 *T. primitivus*, ermöglichte Gerste die stärkste Vermehrung, während für Weizen die schlechteste Wirtseignung festgestellt wurde. Raps lag mit einer Vermehrungsrate von 4,76, also mit mehr als dem Achtfachen im Vergleich zur niedrigsten Verseuchung, dazwischen. Die Unterschiede bei der höchsten Ausgangsverseuchung waren mit einer Rate von 3,15 für Gerste, 2,47 für Weizen und 2,04 für Raps gering.

Die Unterschiede zwischen Winterweizen und Winterraps über alle Verseuchungsstufen und die zwischen den Verseuchungsstufen 9 und 47 Trichodoren über alle Fruchtarten waren statistisch gesichert.

An Wurzeln wurde *T. primitivus* nur bei Raps, und dort nur aus einem Gefäß der mittleren Verseuchungsstufe nachgewiesen.

Die Verteilung zwischen Wurzeln und Boden für *Pratylenchus neglectus* unterschied sich, ebenso wie die von *P. crenatus* nach Fruchtarten und in etwas geringerem Maße, jedoch bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit ebenfalls noch statistisch gesichert, nach den Verseuchungsstufen (Tab. 8). Bei Wintergerste war der Anteil der aus den Wurzeln extrahierten Tiere mit einer Rate von 5,79 relativ hoch, gefolgt vom Winterweizen mit 1,12. Winterraps bewirkte dagegen, mit Ausnahme der niedrigsten Verseuchungsstufe, dass die meisten Tiere sich zum Versuchsende im Boden aufhielten. Für Gerste stieg der Anteil von Pratylenchen in den Wurzeln mit steigender Ausgangsverseuchung, bei Raps war es umgekehrt, und bei Weizen war keine Tendenz erkennbar. Aufgrund dieser Gegenläufigkeit sind zwar die Unterschiede zwischen den Verseuchungsstufen 1500 und 500, nicht jedoch zwischen jeder dieser beiden und der höchsten Stufe signifikant. In den Wurzeln der

Wintergerste war statistisch gesichert der Anteil der Pratylenchen höher als in denen von Winterweizen und Winterraps, die sich diesbezüglich nicht voneinander unterschieden.

Tab. 8 Verteilung von *P. neglectus* in Boden bzw. Wurzeln nach 12 Wochen (Gefäßversuch Kritzkow)

Fruchtart/ Verseuchungsstufe <i>T.dubis+G.tartuensis</i>	Anzahl Tiere in den Wurzeln	Anzahl Tiere im Boden	Verhältnis Wurzeln/Boden
W.-Gerste 500	370	120	3,08
W.-Gerste 1500	938	140	6,70
W.-Gerste 2500	892	120	7,43
<b>W.-Gerste Summe</b>	<b>2200</b>	<b>380</b>	<b>5,79</b>
W.-Weizen 500	444	1115	0,40
W.-Weizen 1500	1238	470	2,63
W.-Weizen 2500	838	660	1,27
<b>W.-Weizen Summe</b>	<b>2520</b>	<b>2245</b>	<b>1,12</b>
W.-Raps 500	55	40	1,38
W.-Raps 1500	111	120	0,92
W.-Raps 2500	136	180	0,76
<b>W.-Raps Summe</b>	<b>302</b>	<b>340</b>	<b>0,89</b>

Nach den Vermehrungsraten hatte Winterweizen über alle Verseuchungsstufen die beste Wirtseignung für *P. neglectus*, insbesondere bei sehr niedriger Ausgangsverseuchung mit der höchsten Vermehrungsrate von 44,54, gefolgt von der Wintergerste und dem Winterraps, mit dem höchsten Wert von 2,74 (Abb. 31). Die Unterschiede zwischen allen Fruchtarten waren signifikant. Bei den Verseuchungsstufen gab es gesicherte Unterschiede nur zwischen der Stufe mit 7 Pratylenchen je 100cm<sup>3</sup> Boden und den beiden anderen. In keinem Fall wurde die Vermehrungsrate einer niedrigeren Verseuchungsstufe von der einer höheren bei ein und derselben Fruchtart überschritten. Die Einzelwerte der Vermehrungsraten nach Gefäßen streuten erheblich.

Zu der Frage, ob sich dieses Verhältnis der Vermehrungsraten auch bei höheren Ausgangsverseuchungen mit *P. neglectus* für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps so wieder findet, geben unter anderem die Ergebnisse des Versuches im folgenden Abschnitt Auskunft.

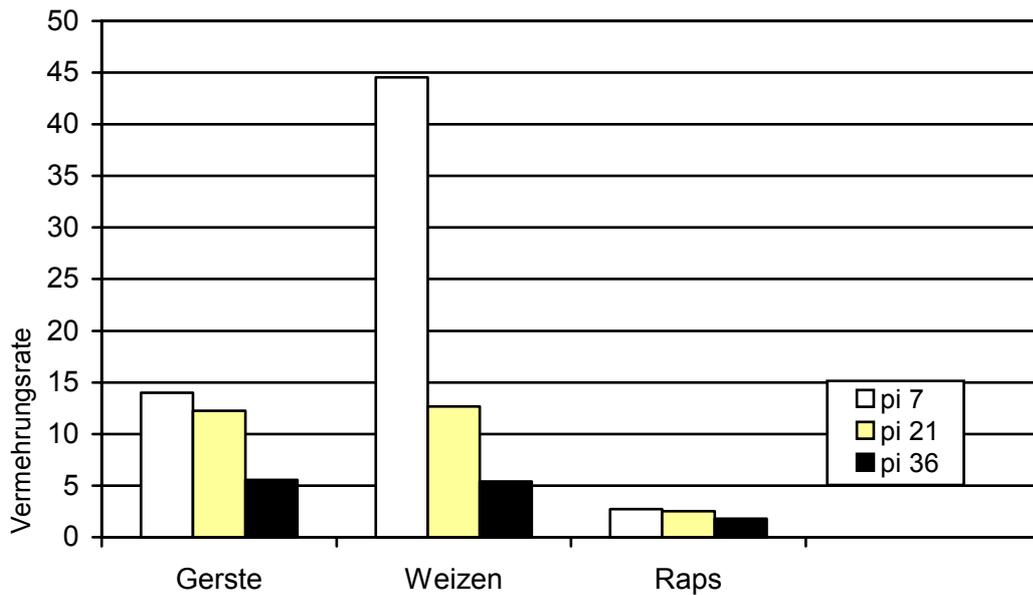


Abb. 31: Vermehrungsraten von *Pratylenchus neglectus* an Wintergerste, Winterweizen und Winterraps bei Ausgangsverseuchungen (population initial= $\pi_i$ ) von 7, 21 und 36 Tieren je 100cm<sup>3</sup> Boden (Gefäßversuch Kritzkow)

### 3.3.2. Schadwirkung und Vermehrungsrate von *Pratylenchus neglectus*

*Pratylenchus neglectus* war nach Raps 2004 gegenüber 2002 in deutlich größerer Zahl im Boden nachweisbar. Daneben kamen auch beim zweiten Gefäßversuch *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* sowie *Trichodorus primitivus* im Kritzkower Boden vor. Durch die Verwendung von unbehandeltem Boden (siehe S. 15) blieb auch der Zysteninhalt von *Heterodera avenae* lebensfähig. Die Wintergerstensorte "Theresa" hatte zwar die Abundanz der zystenbildenden Nematoden nicht erhöht, sondern reduziert, jedoch eine Verjüngung der Population, d.h. die vorhandenen Larven konnten länger überdauern. So wurden auch nach Winterraps als Nichtwirtspflanze insgesamt noch 1175 lebensfähige Larven je 100cm<sup>3</sup> Boden, überwiegend in Zysten, zu einem geringen Anteil von ca. 50 Tieren auch als freie Larven im Boden ermittelt. Entsprechend der unter 2.3.1. beschriebenen Methodik waren an der Schadwirkung gegenüber den Gramineen in beiden Verseuchungsstufen von *H. avenae* auch diese Nematoden beteiligt. Zwischen dem natürlich verseuchten Boden und der Variante mit der für alle anderen Nematodenarten verdoppelten Anzahl bestand für diese Art praktisch kein Unterschied, da bei der Extraktion für die Stufe mit verdoppelter Nematodenzahl zwar die Larven, aber nicht die Zysten aus dem Boden gewonnen wurden.

### 3.3.2.1. Längenwachstum

Die Futtererbsen wurden mit eine Höhe von durchschnittlich 8cm (zwischen 6 und 9,5cm) eingesetzt. Schon nach einer Woche lagen die durchschnittlichen Messwerte in den Verseuchungsstufen erkennbar unter der Kontrolle. In der Folge war auffällig, dass die Pflanzen in beiden Verseuchungsstufen ab der vierten Woche eine größere Wuchshöhe erreichten als die der Kontrolle (Abb. 32). Das änderte sich bis zum Ende der Messungen nicht. Die höchsten Werte wurden durchschnittlich ebenfalls ab der vierten bis zur 13. Woche im natürlich verseuchten Boden erreicht. Bei annähernd verdoppelter Verseuchung lag die Wuchshöhe nur wenig über der im entseuchten Boden.

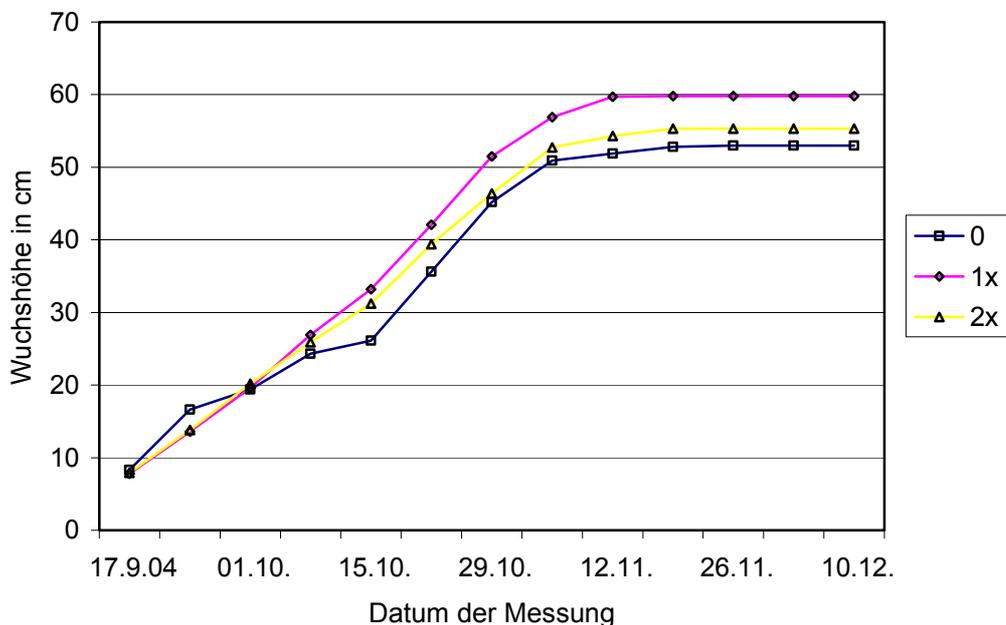


Abb. 32: Entwicklung des Längenwachstums von Futtererbsen, Sorte "Santana" unter dem Einfluss von *P. neglectus*; 0- Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

Ein ganz anderes Bild ergab sich für Kartoffeln (Abb. 33): Sie wurden mit Keimlingen zwischen 0,5 und 2cm, durchschnittlich 1,3cm Höhe eingesetzt. Bereits nach einer Woche blieb ihr Wachstum in beiden Verseuchungsstufen hinter dem in der Kontrolle zurück. Bei der Stufe 1x war die Wuchsdepression bis zur fünften Woche stärker ausgeprägt als bei der Stufe 2x. Bis zur zehnten Woche unterschied sich die Höhe der Pflanzen in diesen beiden Stufen praktisch nicht voneinander. Erst in den folgenden zwei Wochen wurde in der geringeren Verseuchungsstufe im Gegensatz zur höheren noch ein geringer Zuwachs erreicht. Ansonsten war in dieser letzten Phase des Versuches in keiner Variante mehr ein nennenswertes Wachstum vorhanden.

Mit etwa 47,6cm war die erreichte Wuchshöhe in der Kontrolle deutlich größer als mit 35,2 bzw. 33,2cm in den Verseuchungsstufen. Bei der Kontrolle lagen die Einzelwerte zwischen 29 und 66,5cm, in der Stufe 1x zwischen 24 und 49cm und in der Stufe 2x zwischen 20 und 46cm. Diese große Variabilität führte dazu, dass auch bei den Kartoffeln, wo absolut und relativ die größten Unterschiede zwischen den Verseuchungsstufen und der Kontrolle gemessen wurden, die Differenzen statistisch nicht gesichert waren.

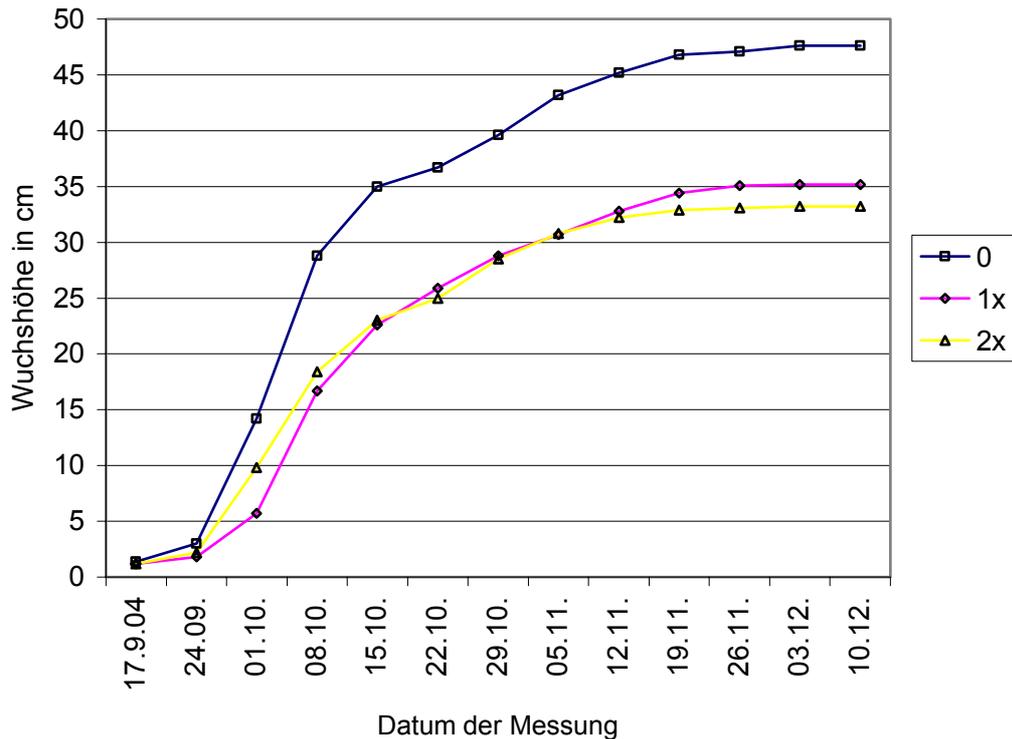


Abb. 33: Entwicklung des Längenwachstums von Kartoffeln, Sorte "Karlerna" unter dem Einfluss von *P. neglectus*; 0- Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

Eine recht gute Vorstellung vom Längenwachstum von "Karlerna" vermittelt Abb. 34, in der zum Versuchsende aus der Kontrolle und jeder Verseuchungsstufe Pflanzen durchschnittlicher Größe gegenübergestellt wurden.

Die Kurven für das durchschnittliche Wachstum von Winterraps zeigen wie bei den Erbsen nach einer Woche ein leichtes Zurückbleiben der Verseuchungsstufen hinter der Kontrolle (Abb. 35). Die Pflanzen wurden mit einer Größe zwischen 3,5 und 6cm eingesetzt, wobei auffällt, dass sie in der Stufe 1x zunächst zufällig etwas größer waren. Nach zwei Wochen hatte dieses Prüfglied und nach drei Wochen auch die Stufe 2x die Kontrolle übertroffen. Ab der vierten Woche näherten sich die Wuchshöhen der Verseuchungsstufen einander immer mehr an, während, ebenfalls analog zu den Erbsen, die Pflanzen der Kontrolle bis zum Versuchsende kleiner blieben. Zu diesem Zeitpunkt betrug

der Unterschied durchschnittlich knapp 2cm oder auch 20%, wobei beispielsweise innerhalb der Kontrolle bis zu 5cm Differenz zwischen den Einzelwerten ermittelt wurden.



Abb. 34: Längenwachstum von Kartoffeln bei Befall mit *P. neglectus*; von links nach rechts: Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

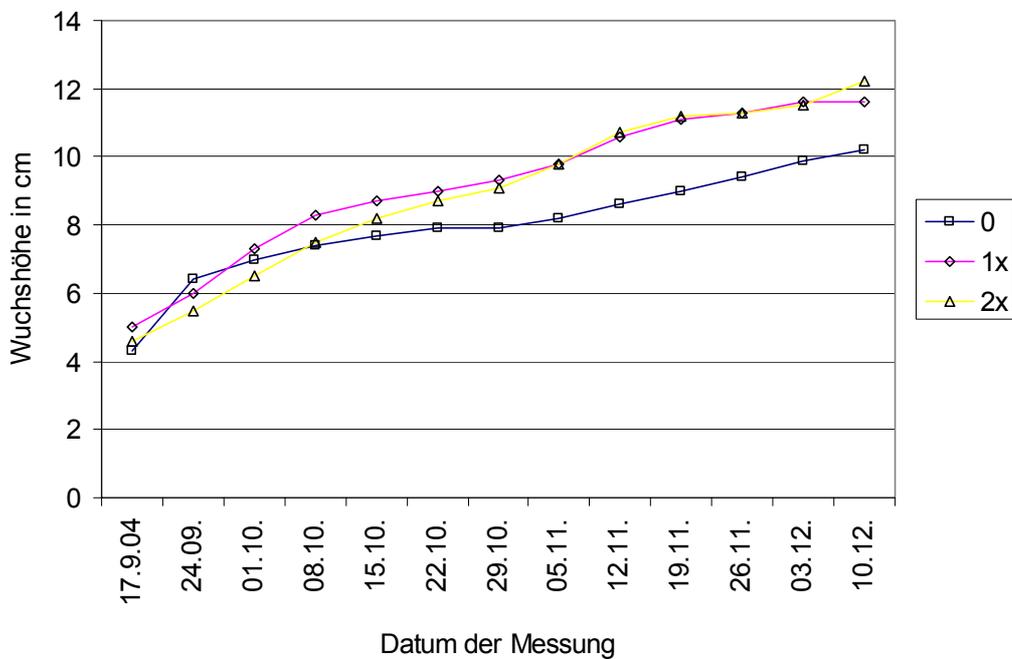


Abb. 35: Entwicklung des Längenwachstums von Winterraps, Sorte "Trabant" unter dem Einfluss von *P. neglectus*; 0- Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

Wuchshöhen von 12cm wurden in den Kritzkower Varianten des ersten Gefäßversuches durch die Rapsorte "Talent" nur durch die Kontrolle erreicht, während die Verseuchungsstufen dort deutlich unter 10 cm blieben. Die für Raps festgestellten Unterschiede sind nicht signifikant.

Auch für Wintergerste wurden keine statistisch gesicherten Unterschiede nachgewiesen. Allerdings lagen die das durchschnittliche Wachstum beschreibenden Kurven für diese Fruchtart ohnehin wesentlich enger beieinander als bei Kartoffeln, Raps und auch Erbsen (Abb. 36).

Aber auch hier zeigten die Verseuchungsstufen nach einer Woche ein etwas geringeres Wachstum als in der Kontrolle. Bis zur siebten Woche blieben die Pflanzen in der höheren Verseuchungsstufe hinter den anderen Stufen zurück. Ab dann waren bis zum Versuchsende keine Unterschiede mehr zu bemerken. Mit ca. 65cm in der Kontrolle und den Verseuchungsstufen erreichte die Wintergerstensorte "Lomerit" eine ähnliche Wuchshöhe wie "Landi" beim ersten Gefäßversuch im Kritzkower Boden. Dabei schien es keine Rolle zu spielen, dass die Pflanzen von "Lomerit" beim Einsetzen fast 10cm größer waren als die zuvor bei "Landi".

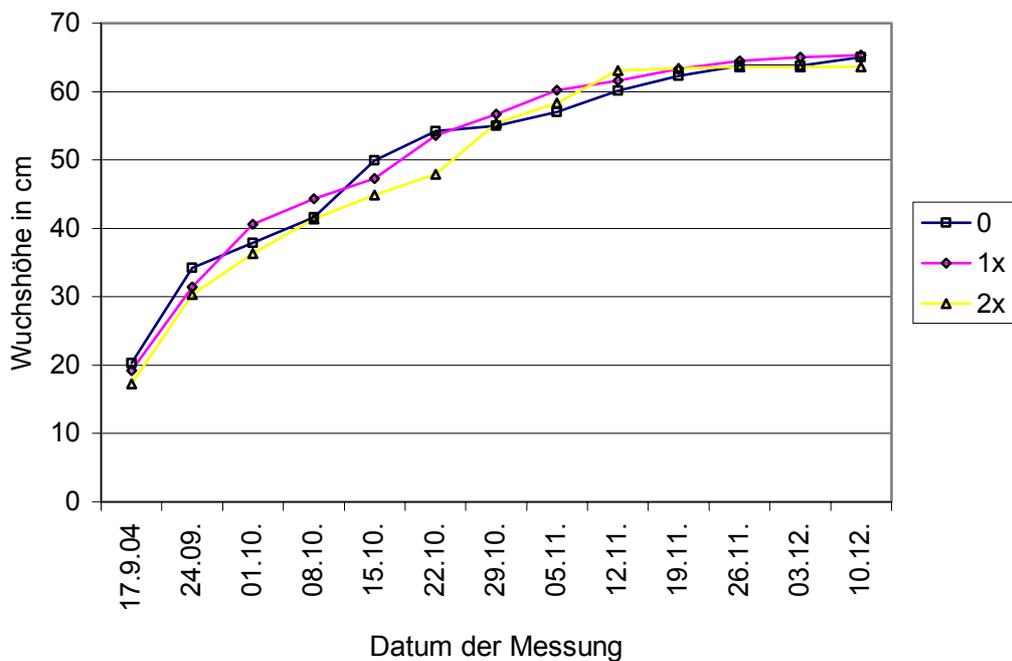


Abb. 36: Entwicklung des Längenwachstums von Wintergerste, Sorte "Lomerit" unter dem Einfluss von *P. neglectus*; 0- Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

Die Winterweizensorte "Dekan" wurde, insbesondere bei hoher Verseuchung mit *Pratylenchus neglectus*, signifikant in ihrem Längenwachstum beeinträchtigt. Die eingesetzten Pflanzen waren im Vergleich zum ersten Versuch mit 10 bis 17,5cm Wuchshöhe deutlich weiter entwickelt. Auch wenn dabei die Pflanzen im natürlich verseuchten Boden beim Pflanzen zufällig etwas größer waren, gab es schon nach einer Woche eine der Verseuchung entsprechend zu erwartende Abstufung der erreichten

Höhe (Abb. 37). Die Unterschiede zwischen den Varianten waren zu diesem Zeitpunkt gesichert. Ab der dritten Woche waren nur die Pflanzen mit der stärksten Verseuchung noch signifikant kleiner als die in den anderen Varianten. Durch ein geringeres Wachstum in der Stufe 1x wurden die Unterschiede von der fünften bis zur siebten Woche so gering, dass sie nicht mehr statistisch gesichert waren. Erst danach blieb wieder die Variante mit der höchsten Nematodenzahl signifikant hinter den beiden anderen zurück. Die Verseuchungsstufe 1x unterschied sich in der neunten und zehnten Woche praktisch nicht von der Kontrolle. Erst der Zuwachs in den letzten zwei Wochen in der Kontrolle ergab wieder einen nicht gesicherten Unterschied zur Variante 1x.

Nach zwölf Wochen wurden in der Kontrolle durchschnittlich 60,5cm erreicht, d.h. etwa 10cm mehr als im ersten Versuch, was sicher darauf zurückzuführen ist, dass größere Pflanzen eingesetzt wurden. Die kleinste Pflanze der Kontrolle war 55 und die größte 66,5cm hoch. In den Verseuchungsstufen 1x und 2x betrug die Wuchshöhe durchschnittlich 56,6 und 51,0cm.

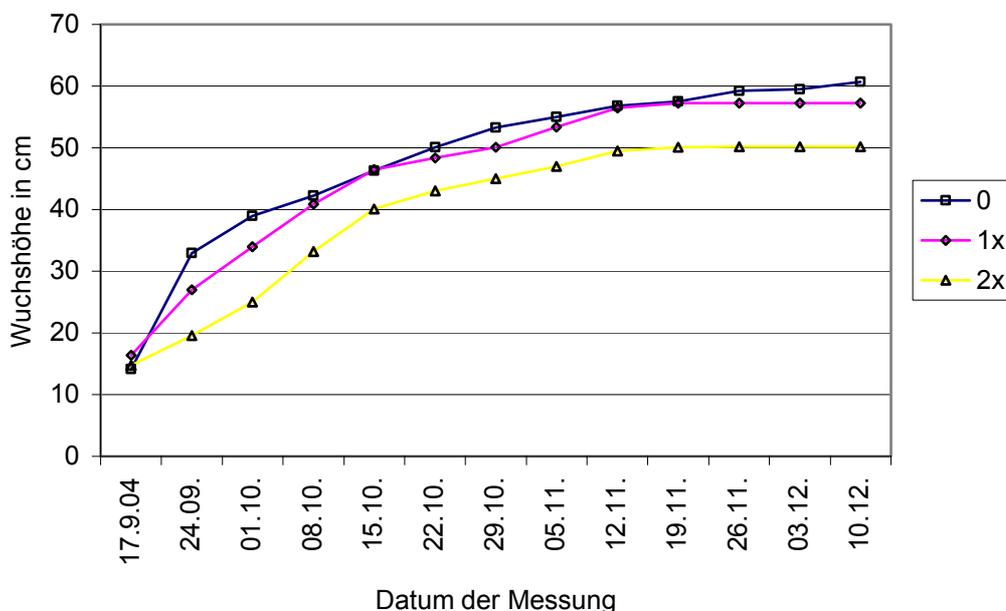


Abb. 37: Entwicklung des Längenwachstums von Winterweizen, Sorte "Dekan" unter dem Einfluss von *P. neglectus*; 0- Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

Die ausgewählten für die jeweilige Variante typischen Pflanzen zeigten eine abgestufte Wuchshöhe (Abb. 38).



Abb. 38: Längenwachstum von Winterweizen bei Befall mit *P. neglectus*; von links nach rechts: Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

### 3.2.2.2. Wurzelfrischmasse

Wenn im Vorangegangenen schon häufiger auf die starken individuellen Schwankungen in der Ausprägung der beobachteten Faktoren hingewiesen wurde, trifft dies noch stärker für die Wurzelfrischmassen zu. So wurden beispielsweise bei Gerste Wurzelfrischmassen zwischen 0,32 und 11,21g ermittelt. Da die Nematoden aus den Wurzeln für die Ermittlung der Vermehrungsraten extrahiert werden sollten, konnten die entsprechenden Trockenmassen zur sichereren Erfassung von Tendenzen nicht hinzugezogen werden. Trotzdem zeigte der Vergleich der Wurzelmassen nach Verseuchungsstufen zusammen mit den anderen ermittelten Faktoren eine bestimmte Tendenz im Unterschied zu den Siemitzer Varianten im ersten Gefäßversuch (Abb. 39). Winterweizen reagierte als einzige Fruchtart, wie schon beim Längenwachstum mit signifikanten Unterschieden, in diesem Fall zwischen der Kontrolle und der Verseuchungsstufe 2x. Die Wurzelmasse von "Dekan" erreichte in der Stufe 1x nur 81,8% und in der Stufe 2x sogar nur 46,4% der Kontrolle. Eine Anregung des Wurzelwachstums für Futtererbsen in den Verseuchungsstufen, immerhin auf 200,3 bzw. 205,8% gegenüber der Kontrolle, war ebenso wie beim Raps statistisch nicht gesichert. "Trabant" erreichte in

der Verseuchungsstufe 1x 126,8% und in der Stufe 2x 124,2% der Kontrolle. Somit waren auch für diese beiden Fruchtarten Parallelen zum Längenwachstum vorhanden. Für Kartoffeln wie für Wintergerste wurde keine Beeinflussung des Wurzelwachstums festgestellt.

Neben der Wurzelmasse wurde für Kartoffeln auch die Anzahl und die Masse der in den Töpfen gebildeten Knollen ermittelt. Bei durchschnittlich 4,6 Knollen in der Kontrolle waren es in den Verseuchungsstufen nur 2,6 (1x) bzw. 3,4 Knollen (2x). Diese Relation für die Knollenzahl spiegelte sich mit 22,9g bei der Kontrolle und 25,6g und 24,3g in den Stufen 1x und 2x nicht in der Masse wider.

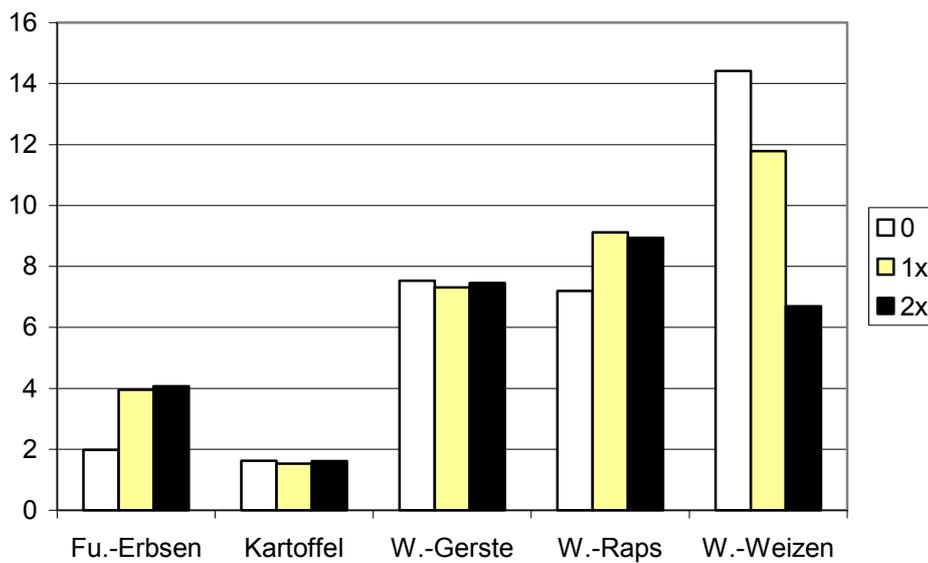


Abb. 39: Beeinträchtigung der Wurzelfrischmassen (g) bei Befall mit *P. neglectus* 0- Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

Für diese zusätzlichen Merkmale wurde keine Signifikanz errechnet.

Sehr starke Unterschiede bei der Entwicklung des Wurzelsystems am Beispiel je eines Topfballens von Winterweizen der Varianten Kontrolle und 2x zeigt Abb. 40.



Abb. 40 durch *P. neglectus* geschädigtes Wurzelsystem von Winterweizen: links- Kontrolle; rechts- 2x-verdoppelte Verseuchung

An "Dekan" waren in beiden Verseuchungsstufen, besonders an den älteren Wurzeln, Läsionen erkennbar (Abb. 41), im Gegensatz zu allen Varianten des Versuches 2002 und zu den anderen Fruchtarten des Versuches 2004.



Abb. 41: Durch *P. neglectus* hervorgerufene Läsionen am Wurzelsystem von Winterweizen

### 3.3.2.3. Oberirdische Frisch- und Trockenmasse

Nach der Frischmasse unterschieden sich die Varianten nur bei Weizen signifikant voneinander. In der höchsten Verseuchungsstufe bildete "Dekan" gesichert weniger Frischmasse als in der Kontrolle, während die Stufe 1x von keiner Variante abgegrenzt werden konnte. Eine ähnliche Tendenz war insofern auch für die Kartoffeln zu beobachten, dass beide Verseuchungsstufen gegenüber der Kontrolle geringere Massen aufwiesen. Betrachtet man allerdings dazu die Wintergerste, bei der die größte Masse in der Stufe 2x gemessen wurde, können auch die Unterschiede bei der Kartoffel zufällig entstanden sein (Abb. 42).

Wie schon beim Längenwachstum und bei der Wurzelmasse war teilweise im natürlich verseuchten Boden und stets in der Variante mit verdoppelter Nematodenkonzentration ein positiver Effekt auf Wintererbsen und Futtererbsen erkennbar. Bei Raps traf dies nur für die Stufe 2x zu, während die Förderung bei Erbsen durch beide Verseuchungsstufen etwa gleich stark war.

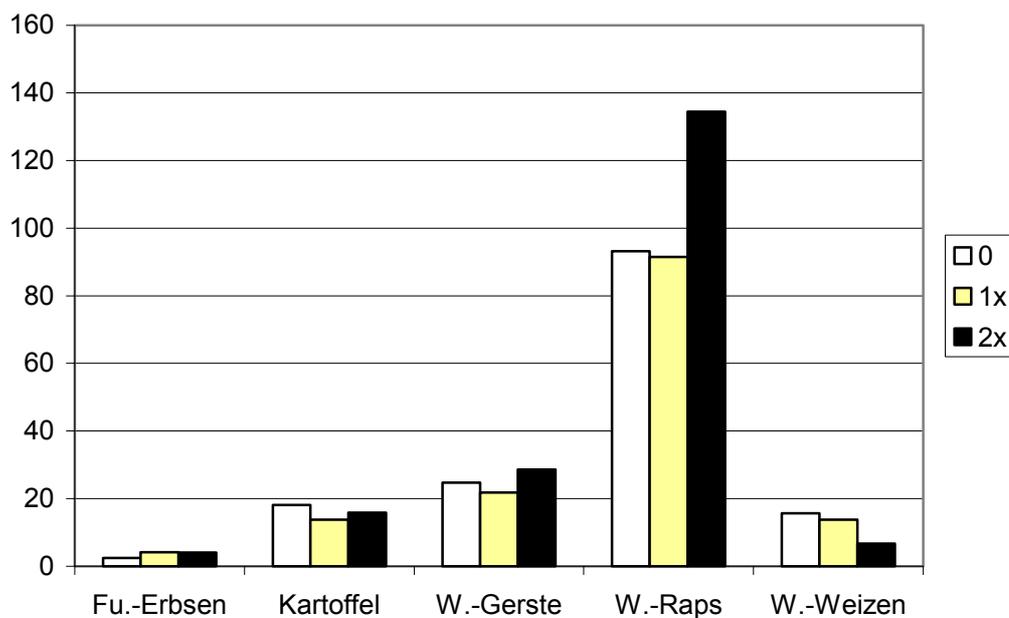


Abb. 42: Beeinträchtigung der oberirdischen Frischmassen (g) bei Befall mit *P. neglectus* 0- Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

Eine schlechte Entwicklung der Weizenpflanzen in der hohen Verseuchungsstufe im Vergleich zur Kontrolle wurde durch Abb. 43 dokumentiert. Allerdings ist auf dem Foto auch die bereits mehrfach angesprochene Problematik der großen individuellen Schwankungsbreite zwischen den Pflanzen derselben Variante zu sehen.

Während die vier ersten Pflanzen der Stufe 2x auf der linken Seite des Bildes deutlich schwächer und kleiner sind als die der Kontrolle, erscheint die hinten stehende Pflanze bei gleicher Verseuchung

gänzlich unbeeinflusst. Tatsächlich war deren Masse mit 18,04g vergleichbar mit den kräftigsten Pflanzen der Kontrolle. Die Pflanzen der Kontrolle schienen relativ homogen, aber die Einzelwerte schwankten zwischen 10,39 und 19,18g.



Abb. 43: Beeinträchtigung der oberirdischen Frischmasse von Winterweizen; links: Verseuchungsstufe 2x- verdoppelte Verseuchung, rechts: Kontrolle

Die Ermittlung der Trockenmassen bestätigte mit einer Ausnahme die bereits für die Frischmassen getroffenen Aussagen. Diese Ausnahme betraf die Kartoffeln, wo zwischen Kontrolle und Verseuchungsstufen keine Unterschiede mehr zu erkennen waren (Abb. 44). Nur für Weizen wurden signifikante Unterschiede ermittelt. Im Gegensatz zur Frischmasse war für die Stufe 2x nicht nur die Differenz zur Kontrolle gesichert, sondern auch die zur Stufe 1x, die mit der Kontrolle eine homogene Gruppe bildete.

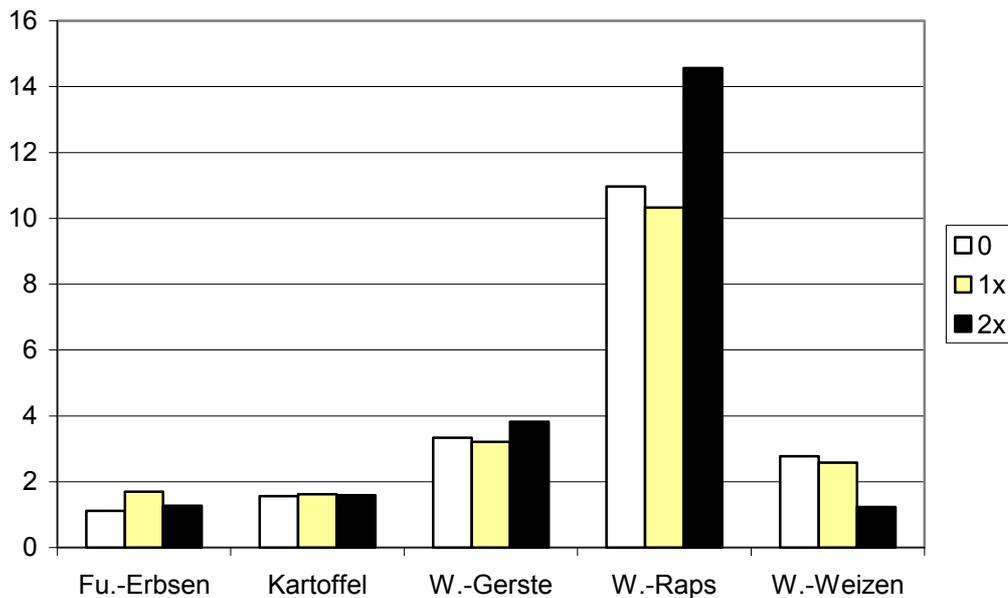


Abb. 44: Beeinträchtigung der oberirdischen Trockenmassen (g) bei Befall mit *P. neglectus* 0- Kontrolle, 1x- natürliche Verseuchung, 2x- verdoppelte Verseuchung

### 3.3.2.4. Vermehrungsraten

Auch bei der gegenüber dem ersten Gefäßversuch deutlich höheren Ausgangsverseuchung mit *Pratylenchus neglectus* waren nach Fruchtarten und Verseuchungsstufen unterschiedliche Anteile der aus Boden und Wurzeln extrahierten Pratylenchen auffällig (Tab. 9). Weil nur zwei Verseuchungsstufen vorhanden waren, konnte die Signifikanz von Differenzen zwischen den Verseuchungsstufen nur anhand der Parameterschätzung beurteilt werden. Danach unterscheiden sich die Verseuchungsstufen nur bei Kartoffeln gesichert voneinander.

Nach Fruchtarten war das Wurzel/Boden- Verhältnis bei Erbsen signifikant größer als bei Weizen, und nochmals gesichert kleiner war es für Gerste, Raps und Kartoffeln, die im Ergebnis der Varianzanalyse eine homogene Gruppe bilden.

Bei Betrachtung des Wurzel/Boden- Verhältnisses nach den Verseuchungsstufen, fiel auf, dass bei Weizen, Gerste und Raps bei der künstlich erhöhten Anfangskonzentration in der Stufe 2x der relative Anteil der in den Wurzeln nachgewiesenen Tiere sank. Bei Erbsen und in geringerem Maße auch bei Kartoffeln war es umgekehrt. Bei letzteren Fruchtarten veränderte sich nicht nur das Verhältnis zugunsten der Wurzeln, sondern die Individuenzahl sank absolut mit erhöhter Ausgangsverseuchung, und dies sowohl in den Wurzeln als auch im Boden. Letzteres galt auch für Gerste und Raps, nicht jedoch für Weizen.

Tab. 9: Zweiter Gefäßversuch- Kritzkow Verteilung von *P. neglectus* in Boden bzw. Wurzeln nach 12 Wochen

Fruchtart/ Verseuchungsstufe	Anzahl Tiere in den Wurzeln	Anzahl Tiere im Boden	Verhältnis Wurzeln/Boden
W.-Gerste 1x	4220	680	6,21
W.-Gerste 2x	1816	600	3,03
<b>W.-Gerste Summe</b>	<b>6036</b>	<b>1280</b>	<b>4,72</b>
W.-Weizen 1x	1590	120	13,25
W.-Weizen 2x	1804	360	5,01
<b>W.-Weizen Summe</b>	<b>3394</b>	<b>480</b>	<b>7,07</b>
W.-Raps 1x	1522	420	3,62
W.-Raps 2x	668	420	1,59
<b>W.-Raps Summe</b>	<b>2190</b>	<b>840</b>	<b>2,61</b>
Fu.- Erbsen 1x	2092	220	9,51
Fu.- Erbsen 2x	1724	100	17,24
<b>Fu.- Erbsen Summe</b>	<b>3816</b>	<b>320</b>	<b>11,92</b>
Kartoffeln 1x	1316	900	1,46
Kartoffeln 2x	1100	700	1,57
<b>Kartoffeln Summe</b>	<b>2416</b>	<b>1600</b>	<b>1,51</b>

Diese Beobachtungen wiesen auf eine Abhängigkeit der Wirtseignung der Fruchtarten von der Ausgangsverseuchung hin. Aus diesem Grunde wurden die Vermehrungsraten der vorkommenden Nematodenarten in den Abb. 45 und 46 für beide Verseuchungsstufen getrennt dargestellt.

In der Stufe 1x, also der natürlichen Bodenverseuchung (Abb. 45), erreichte *P. neglectus* nur bei Wintergerste mit 1,70 eine Vermehrungsrate über 1,0. Alle anderen Fruchtarten führten zu einer Minderung der Population, wobei die Abstufungen mit Raten zwischen 0,59 und 0,80 gering waren. Ähnliches war für *P. crenatus* bereits im ersten Gefäßversuch zu beobachten. Auch bei *P. neglectus* dürfte die geringe Reproduktion auf hoch gewählte Ausgangsverseuchungen im Zusammenhang mit ungünstigen Bedingungen zurückzuführen sein. Anders als im ersten Versuch waren davon auch die weiterhin vorkommenden Arten betroffen. Die stärkere Vermehrung von *P. neglectus* an Gerste gegenüber den statistisch untereinander gleichen anderen Fruchtarten war in Kombination mit dieser Verseuchungsstufe gesichert. Bemerkenswert war, dass an Weizen mit 0,59 in dieser Verseuchungsstufe die geringste Vermehrungsrate aller Fruchtarten erreicht wurde.

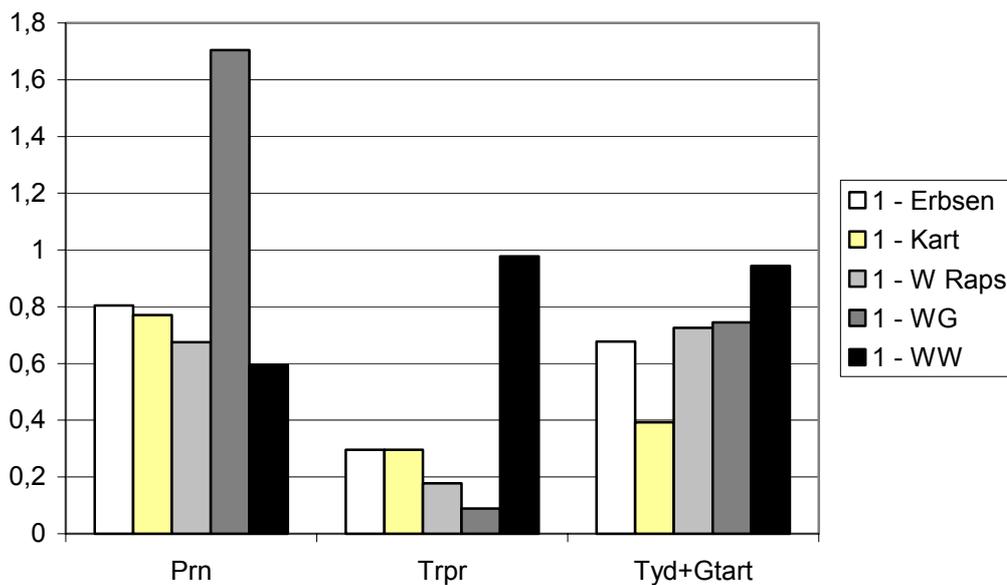


Abb.45: Vermehrungsraten von *Pratylenchus neglectus* (Prn), *Trichodorus primitivus* (Trpr) sowie *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* (Tyd+Gtart) in der Verseuchungsstufe 1x- natürliche Verseuchung nach Fruchtarten

*Trichodorus primitivus* hielt sich bei der geringeren Verseuchung, statistisch gesichert, am besten an Winterweizen, wo eine Vermehrungsrate von 0,98 erreicht wurde. Bei Kartoffeln und Erbsen betrug die Vermehrungsrate noch 0,3, bei Raps nur 0,18 und bei Wintergerste wurde die Anzahl der Tiere sogar um 91% vermindert.

Für *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* bestanden gesicherte Unterschiede mit einer Ausnahme nur zwischen den Verseuchungsstufen, nicht jedoch zwischen den Fruchtarten. Die Ausnahme betraf die Kartoffeln in der Stufe 1x. Mit 0,39 war die Vermehrungsrate deutlich geringer als die von Erbsen, Raps oder Gerste mit 0,68; 0,73 und 0,74. Noch etwas höher, jedoch nicht signifikant in Bezug auf die drei zuvor genannten Fruchtarten, war sie bei Weizen mit 0,94.

Bei der erhöhten Verseuchung (Abb. 46) hatte *P. neglectus* ebenfalls an Gerste die höchste Vermehrungsrate, die mit 0,43 gegenüber der Stufe 1x ungefähr halbiert war. Damit war der Unterschied zu den anderen Fruchtarten nicht mehr so deutlich. Insbesondere der Weizen hielt mit einer Rate von 0,40 eine annähernd gleich hohe Population aufrecht. Deutlich weniger Tiere waren es bei Raps, der Durchschnittswert für die Vermehrungsrate betrug 0,2.

Eine völlig andere Reihenfolge im Vergleich zur niedrigeren Verseuchungsstufe zeigte sich für *T. primitivus*. Nicht mehr der Weizen, sondern die Futtererbse wies mit 0,6 die größte Vermehrungsrate auf. Auch Raps, in der Stufe 1x erst an vierter Stelle, bewirkte mit 0,33 eine relativ geringe Minderung. Diese war wieder bei der Gerste mit einer Vermehrungsrate von 0,14 am deutlichsten.

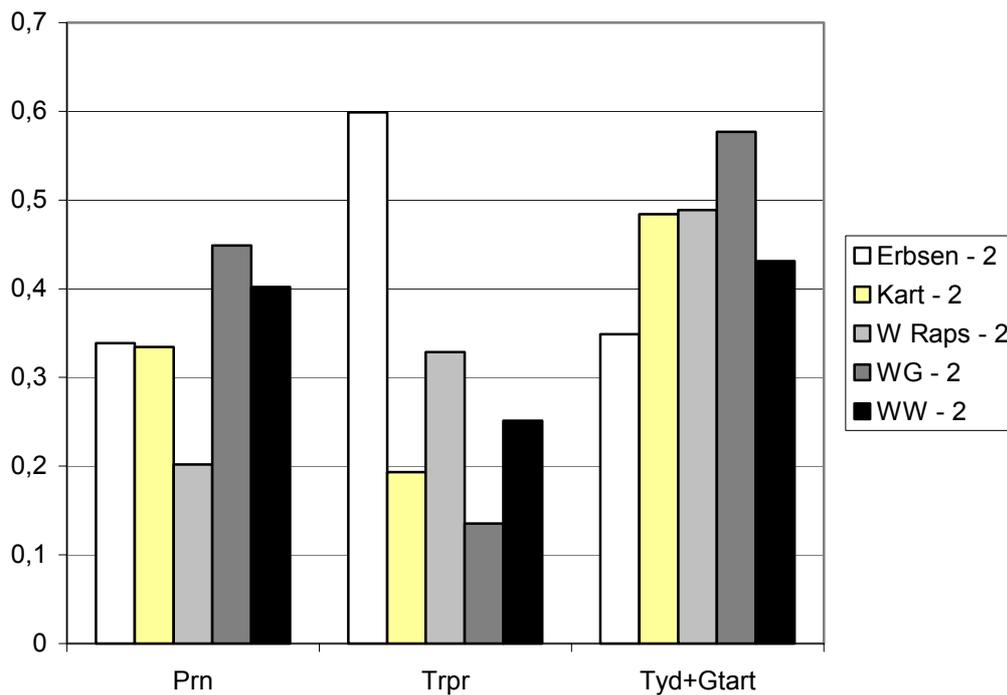


Abb.46: Vermehrungsraten von *Pratylenchus neglectus* (Prn), *Trichodorus primitivus* (Trpr) sowie *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* (Tyd+Gtart) in der Verseuchungsstufe 2x- verdoppelte Verseuchung nach Fruchtarten

*Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* konnten mit einer Minderung um nur 42% die stärkste Population an Wintergerste aufrechterhalten. Die Unterschiede zwischen den Fruchtarten waren in der Verseuchungsstufe 2x bei *T. dubius* und *G. tartuensis* am geringsten. So betrug an Erbsen die geringste Vermehrungsrate 0,35, was einer Minderung der Populationsdichte um 65% entsprach. Die Kartoffeln, bei denen die Nematodenzahl in der geringeren Verseuchungsstufe besonders stark reduziert wurde, hatten bei der verdoppelten Konzentration einen für *T. dubius* und *G. tartuensis* günstigeren Einfluss.

Über beide Verseuchungsstufen betrachtet war die Vermehrungsrate von *P. neglectus* an Wintergerste signifikant höher als an den anderen Fruchtarten, die sich untereinander nicht signifikant unterschieden. Mit 1,08 war dies die einzige Fruchtart, die unter den gegebenen Bedingungen im Durchschnitt überhaupt die Vermehrung einer Nematodenart zuließ, während sonst stets eine mehr oder weniger deutliche Populationsminderung erfolgte (Abb. 47). Für *P. neglectus* war diese am Raps mit 56% am stärksten.

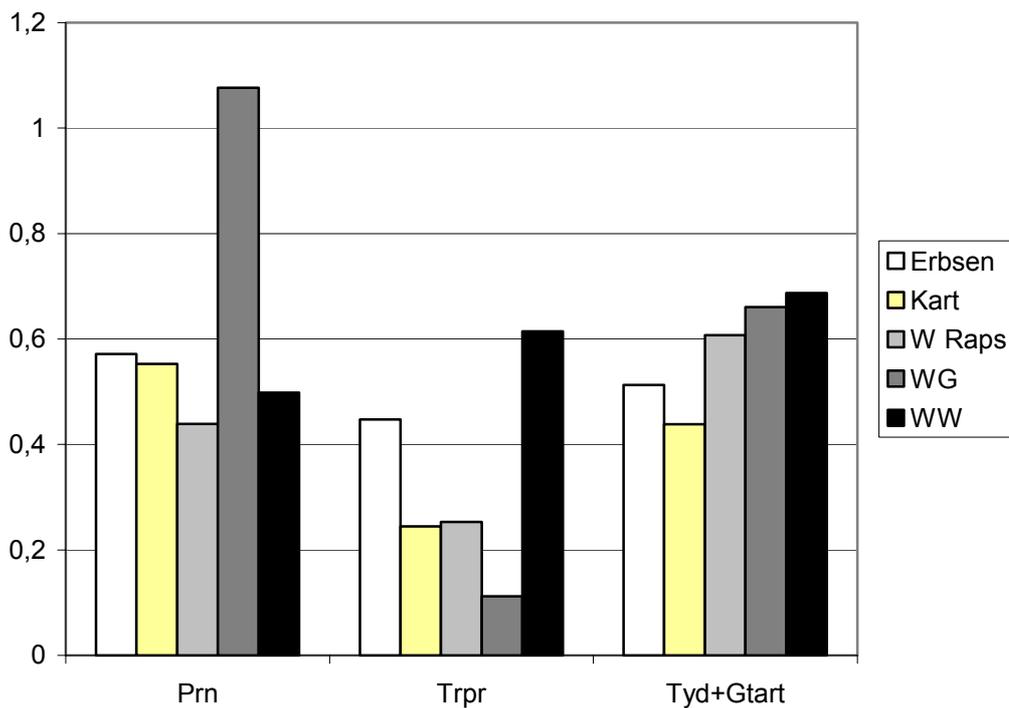


Abb. 47: Vermehrungsraten von *Pratylenchus neglectus* (Prn), *Trichodorus primitivus* (Trpr) sowie *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* (Tyd+Gtart) über beide Verseuchungsstufen nach Fruchtarten

*Trichodorus primitivus* erreichte am Weizen mit 0,61 insgesamt die höchste Vermehrungsrate, gefolgt von den Erbsen mit 0,45. Am stärksten reduzierte Wintergerste die Anzahl von Trichodoren. Raps und Kartoffeln unterschieden sich in ihrer Wirkung auf *T. primitivus* nicht voneinander und ermöglichten mit 0,25 bzw. 0,24 mittlere Vermehrungsraten. Die Unterschiede zwischen Weizen und Gerste, aber auch zwischen Weizen und Raps sowie Kartoffeln waren signifikant. Weiterhin war die Differenz zwischen Erbsen und Gerste signifikant.

Die Gramineen waren für *T. dubius* und *G. tartuensis* die relativ besten Wirte mit Raten von 0,69 beim Weizen und 0,66 bei der Gerste. Aber auch am Raps wurde mit 0,61 eine ähnliche Vermehrungsrate erreicht. Etwas schlechter war über beide Stufen die Vermehrung an Erbsen (0,51) und an Kartoffeln (0,44). Keiner dieser Unterschiede war jedoch signifikant.

## 4. Diskussion

### 4.1. Bewertung der angewandten Methoden

Für wandernde Wurzelnematoden bewirken Unterschiede hinsichtlich des Zustandes der Wurzeln, d.h. deren physiologisches Alter oder ihre Besiedlung mit Viren, Bakterien, Pilzen oder auch tierischen Organismen, eine Änderung der Attraktivität des Wirtes (DREWS, 1971; MÜLLER, 1977; KRAUSE, 1978). Dies kann z.B. durch erschwertes Durchstechen von verhärteten Zellwänden, durch Nahrungskonkurrenz oder Änderungen der Zusammensetzung des Pflanzensaftes der Fall sein. Daher, aber auch infolge von abiotischen Faktoren, wie vor allem der Bodenfeuchte, werden die Nematoden entweder im Boden oder in bzw. an der Wurzel in größerer Zahl gefunden. UREK (1999) erwähnt beispielsweise die reduzierende Wirkung trockener Sommer auf die Populationsdichte von Pratylenchen im Boden, wobei gleichzeitig ein signifikanter Einfluss der Wirtspflanzen zu verzeichnen war.

Sowohl bei der Schadfalldiagnostik, als auch im Rahmen der Dauerbeobachtungen zur Populationsentwicklung und schließlich auch für die Ermittlung der Vermehrungsraten in den Gefäßversuchen wurden stets Wurzel- und Bodenproben untersucht. Als Untersuchungseinheit wurden die am häufigsten verwendeten Bezugsgrößen  $100\text{cm}^3$  (=100ml) Boden bzw. 10g Wurzeln gewählt. Für Untersuchungen im Freiland ist eine unterschiedliche Bewertung der Zahlen der aus  $100\text{cm}^3$  Boden bzw. aus 10g Wurzeln gewonnenen Tiere aus folgendem Grund anzuraten: Das von 10g Wurzeln durchdrungene Bodenvolumen entspricht, wenn überhaupt, nur zufällig  $100\text{cm}^3$ , da es stark variiert. Bei der Dauerbeobachtung war die Fläche für die Entnahme der Wurzeln in fast allen Fällen größer als die für die möglichst dicht an den Markierungen entnommenen Bodenproben. Die Ermittlung eines einheitlichen Faktors, selbst mit höherer Irrtumswahrscheinlichkeit als 5%, für die Berechnung der aus Ein- bzw. Abwanderung der Nematoden in die bzw. aus den Wurzeln resultierenden Bodenverseuchung oder des bei einer bestimmten Bodenverseuchung zu erwartenden Wurzelbefalls, war offensichtlich nicht möglich. DECKER (1969) gibt aus diesem Grund der Bodenverseuchung zu Vegetationsbeginn den Vorrang für die Beurteilung der Schadwirkung. Um der Tatsache gerecht zu werden, dass im Zeitraum eines Monats Wanderbewegungen zwischen Boden und Wurzel stattfinden und um in den Abbildungen eine möglichst übersichtliche, vergleichbare Darstellung zu erreichen, wurden die Werte für 10g Wurzeln und  $100\text{cm}^3$  Boden willkürlich addiert.

Somit sind die für die Freilandbeobachtungen festgestellten Individuenzahlen nicht als exakt reproduzierbare quantitative Angaben, sondern als Vergleichsbasis zu verstehen. Dies wird auch aus den starken Schwankungen in der Abundanz zwischen den einzelnen Entnahmepunkten (siehe S. 31 u. 32) deutlich.

Für die Erfassung der Populationsentwicklung von Pratylenchen in Schadherden sind in Anlehnung an DECKER u. DOWE (1978) 5 Kontrollstellen für die Entnahme von  $100\text{cm}^3$  Boden und 10g Wurzeln je

Fläche ausreichend, auch wenn für andere Fragestellungen, z.B. für den qualitativen Nachweis aufgrund der inhomogenen Verteilung unter Umständen wesentlich höhere Bodenmengen untersucht werden müssen. Das trifft insbesondere bei geringen Populationsdichten zu.

Nach Untersuchungen von ZEISE u. HOFFMANN (1986) ist eine Wuchsdepression als Symptom der Schädigung von Getreide im Jugendstadium der Pflanzen besonders ausgeprägt. Der Rückstand in der Pflanzenentwicklung kann in späteren Entwicklungsstadien kompensiert werden.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse aus dem Bereich des Überganges von „geschädigt“ zu „nicht geschädigt“ mit einer außerhalb des Schadherdes gelegenen Kontrolle, wie z.B. durch HESSELBARTH (2004) empfohlen, hat sich für die Beurteilung der Schadwirkung wandernder Wurzelnematoden in der Praxis durchgesetzt. Welches Verhältnis zwischen den einander gegenübergestellten Bereichen mindestens vorliegen muss, um die vorhandenen Schadsymptome anteilig oder ausschließlich Nematoden zuordnen zu können, hängt allerdings von vielen Parametern ab. Sicher spielen dabei die Höhe der Ausgangsverseuchung des Bodens und weitere, möglicherweise ebenfalls nur räumlich begrenzt wirkende Stressfaktoren für Pflanzen, wie z.B. ein niedriger pH- Wert, eine Rolle. Das Zusammentreffen ungünstiger abiotischer Faktoren mit hohen Abundanzen der Nematoden ist auf von der Bodenstruktur oder -textur her inhomogenen Flächen wahrscheinlich. Beispielsweise können auf solchen Flächen oft Nährstoffmangel, ein niedriger pH-Wert und eine hohe Populationsdichte von *P. crenatus* zunächst in den Bereichen mit höherem Sandanteil des Bodens erwartet werden. Zu dieser Thematik besteht Bedarf für weitere Untersuchungen.

Die Alternative zur vergleichenden Gegenüberstellung, das Erarbeiten von Schadschwellen und deren Anwendung wird durch zusätzliche Stressfaktoren beeinträchtigt. Ein weiterer Nachteil ergibt sich aus der Gültigkeit von Schadschwellen im Sinne von Populationsdichten, ab denen eine Schädigung zu erwarten ist. Solche Schadschwellen gelten für das Zusammentreffen des jeweils empfindlichsten Wirtes mit den am stärksten pathogenen Nematoden bei bestimmten, für die Pflanze ungünstigen Umweltbedingungen. Selbst bei konkreter Angabe von Fruchtart und Nematodenart bleiben Sortenunterschiede und die tatsächliche Prädisposition der Pflanzen häufig unberücksichtigt. Insofern sind die aus der Literatur bekannten Schadschwellen zwar wertvolle Hinweise darauf, welcher Befall von der Pflanze üblicherweise toleriert werden kann, aber für eine reale Beurteilung der Schadwirkung ist eine Überprüfung der im konkreten Schadfall wirkenden, das Wirt- Parasit- Verhältnis beeinflussenden Faktoren, wie Standort, Sortenwahl u.a., erforderlich.

Eine Schadschwelle für Pratylenchen an Getreide wird z.B. durch WEISCHER, (1964) mit 200 Individuen je 100cm<sup>3</sup> Boden angegeben. Eine relativ weit gefasste Spanne geben NYCZEPIR u. HALBRENDT (1993) mit 25-150 Pratylenchen für Kernobst und Walnüsse an. Sie verweisen auf die Abhängigkeit von der Bodentextur, dem Klima sowie weiteren Pathogenen und der Toleranz. Auch im folgenden Abschnitt, der sich mit der Schadwirkung befasst, werden einige weitere Schadschwellen aufgeführt.

Die Ergebnisse aus der Schadfalldiagnostik und aus der Langzeitbeobachtung von Problemflächen zeigen übereinstimmend, dass Unterschiede der Individuendichte von Pratylenchen zwischen

Schadherd und Kontrolle im Laufe der Vegetationsperiode häufig ausgeglichen werden. Oft, vor allem im Frühsommer, werden sogar höhere Populationsdichten in der Kontrolle gefunden, wo die Wurzelsysteme der besser entwickelten Wirtspflanzen eine stärkere Vermehrung gestatten. Damit bestätigt sich, dass während der frühen Entwicklungsphasen der Pflanzen die besten Bedingungen für die Beurteilung der Schadwirkung gegeben sind, nicht nur wegen der Symptomausprägung, sondern auch der Verteilung der pflanzenparasitären Nematoden. In diesem Sinne ist im Abschnitt Ergebnisse (3.1.; S. 21) von „Schadfällen, entstanden unter Beteiligung von wandernden Wurzelnematoden“ die Rede. Dabei wurde die Mindest- Populationsdichte für eine solche Einstufung mit 300 Pratylenchen je 100cm<sup>3</sup> Boden relativ hoch gewählt, um die Sicherheit der Aussage zu erhöhen.

DREWS u. HEIDE (1974) fanden im mitteldeutschen Raum die stärkste Besiedlung für *P. crenatus* in 20–40cm und für *P. neglectus* in 10–20cm Bodentiefe. Nach TAYLOR u. EVANS (1998) wurden leichtere Böden bis 60cm, tiefgründige Lehmböden bis 90cm durch *P. neglectus* und *P. thornei* besiedelt. Dabei waren 64-94% der Tiere in der obersten Bodenschicht bis 20cm. Da nach letzteren Beobachtungen besonders in Sandböden üblicherweise, mit Ausnahme von trockenen Perioden, die oberste Schicht die größte Populationsdichte aufweist, werfen die Autoren die Frage auf, ob trockene Böden vor der Probenahme angegossen werden sollten. Bei den eigenen Untersuchungen wurden Bodenproben aus der obersten, am stärksten durchwurzeltten Bodenschicht bis zu 25cm, bei Trockenheit bis 30cm entnommen, wobei ausgetrocknete Schichten gegebenenfalls abgetragen und verworfen wurden.

Für die Dauerbeobachtung im Freiland wurden Flächen ausgewählt, auf denen *P. crenatus* bzw. *P. neglectus* als jeweils einzige *Pratylenchus*- Art vorkamen. Auf Ackerflächen in Mecklenburg-Vorpommern sind jedoch Artengemische recht häufig, wie es die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, welche die Schadfalldiagnostik betreffen, bestätigen. Die Dynamik solcher Mischpopulationen unter verschiedenen Fruchtarten zu beurteilen, ist relativ schwierig. So weisen z.B. POURJAM u.a. (1999) auf eine hohe Variationsbreite in der Morphologie von *P. neglectus* und *P. thornei* hin. Dies führte, in diesem Fall im Iran dazu, dass mehrere Arten synonymisiert wurden. Die Erfolge von ORUI u. MIZUKUBO (1999) mit der RFLP (Restriktionsfragment- Längen- Polymorphismus)- Analyse, mit der es ihnen gelang, 7 Arten zu unterscheiden, deuten auf eine mögliche Lösung dieses Problems bei Routineuntersuchungen hin, soweit die Ergebnisse solcher biochemischen Methoden quantifizierbar sind.

Eine Ergänzung zu den Freilandbeobachtungen sind Gefäßversuche, bei denen entsprechend der Fragestellung, z.B. bei Resistenzprüfungen, mit reinen Arten gearbeitet werden kann. Für die Zucht von Pratylenchen wird die Massenvermehrung auf Möhrenkallus nach MOODY u.a. (1972) angewandt.

Bei den eigenen Versuchen im 500ml- Tontopf stand die Frage nach der Beeinträchtigung der Fruchtarten durch pflanzenparasitäre Nematoden bei möglichst ähnlichen Bedingungen wie auf den Dauerbeobachtungsflächen im Vordergrund. Weiterhin sollten eventuelle Auswirkungen der Fruchtarten auf die Vermehrungsraten unter annähernd natürlicher Konkurrenz beobachtet werden, ohne Antagonisten auszuschalten. Abweichend von den Verhältnissen auf dem Feld standen in

diesen Versuchen Nährstoffe und Wasser kontinuierlich ausreichend zur Verfügung. Es wurde auch mit erhöhten, von Praxisflächen bisher nicht bekannten Populationsdichten gearbeitet.

Beide angewandten Verfahren, die eine nicht verseuchte Kontrollvariante und definierte Ausgangsverseuchungen anstreben, haben sowohl Vorzüge als auch Nachteile: Bei einer Dämpfung des Bodens wird die Verfügbarkeit bestimmter Nährstoffe verbessert, was die Überschätzung der Kontrollvariante verursachen kann, in diesem Fall aber beim zweiten Gefäßversuch zu einer phytotoxischen Mangankonzentration geführt hätte. Das Sterilisieren des gesamten Bodens und anschließendes Hinzugeben der Nematoden ermöglicht eine genauere „Einstellung“ einer gewünschten Ausgangsverseuchung, erfordert aber einen vergleichsweise großen Aufwand bei der Extraktion der Nematoden aus dem Boden.

Phytotoxizität ist auch der Grund für eine erforderliche Wartezeit von mindestens drei Wochen bis zum Ansatz der Versuche nach der Applikation von Metam-Fluid 510 g/l BASF. Dadurch, dass eine der Verseuchungsstufen natürlich verseuchter Boden war, während in der etwa auf das Doppelte höher verseuchten Variante nur die Suspension freier Nematoden, jedoch keine zusätzlichen Zysten von *H. avenae* hinzugefügt wurden, konnte auch bei Winterweizen und Wintergerste, also Wirtspflanzen von *H. avenae*, bei eventuellen Unterschieden zwischen beiden Verseuchungsstufen auf die Wirkung von *P. neglectus* geschlossen werden.

Der Einfluss der Nematoden auf das Längenwachstum war, ähnlich wie im Freiland, gegebenenfalls in den ersten zwei bis vier Wochen der Pflanzenentwicklung am stärksten. Je nach Nematodenart scheint entweder nur die gebildete Wurzelmasse bzw. die oberirdische Frisch- und Trockenmasse oder auch beide Parameter bei empfindlichen Fruchtarten stärker beeinträchtigt zu werden.

Eine große Rolle spielt bei der Durchführung solcher Gefäßversuche offensichtlich auch die Temperaturwahl. So ermittelte DAO (1970), der Boden mit einer natürlichen Population von *P. crenatus*, *T. dubius* und *Rotylenchus robustus* (de Man, 1876) Filipjev, 1936 im Gewächshaus bei verschiedenen Temperaturen mit Mais bepflanzt, ein Optimum für die Nematodenvermehrung zwischen 10 und 15°C. Nach 98 Tagen bei 25-30°C dagegen verminderte sich die Anzahl der Nematoden zwischen 50-95% gegenüber der Variante mit 10-15°C trotz besseren Wurzelwachstums der Pflanzen bei der höheren Temperatur. Bei Gefäßversuchen durch DICKERSON u.a. (1964) reduzierten 25 *P. penetrans*/100cm<sup>3</sup> das Wurzelwachstum von Mais signifikant bei 20 und 24°C, nicht jedoch bei 16 und 28°C. Das oberirdische Wachstum wurde dagegen nur bei 20°C signifikant beeinträchtigt. UMESH u. FERRIS, (1994) stellten fest, dass 150/100cm<sup>3</sup> *P. neglectus* die Wurzelmasse von Wintergerste bei 20°C, nicht jedoch bei 15 oder 25°C signifikant reduzierten. Oberirdische Pflanzenteile blieben unbeeinträchtigt. 150/100cm<sup>3</sup> *P. neglectus* reduzierten signifikant die Wurzelmasse, nicht jedoch das Knollengewicht von Kartoffeln bei 15°C, darüber auch die Wurzelmasse nicht. Ob die für die eigenen Untersuchungen gewählten Temperaturen von 18°C am Tag und 15°C in der Nacht in einem optimalen Bereich für jede der untersuchten Wirt- Parasit-Kombinationen lagen, könnte nur durch spezielle Untersuchungen zu dieser Frage geklärt werden. Nach Untersuchungen von BARKER u.a. (1975) wirken sich auch die Intensität und Qualität des

Lichtes auf die Reproduktion verschiedener pflanzenparasitärer Nematodenarten, darunter *P. penetrans*, aus.

Aufgrund der hohen Ausgangsverseuchungen, die für die Überprüfung einer eventuellen Schädigung auf verschiedene Fruchtarten notwendig waren, ließen sich für *P. crenatus* im ersten, bzw. *P. neglectus* im zweiten Gefäßversuch keine hohen Vermehrungsraten erwarten.

Die geringen Vermehrungsraten der in den Gefäßversuchen untersuchten *Pratylenchus*- Arten sind weiterhin auf die schlechte Durchlüftung des Bodens zurückzuführen. Obwohl Tontöpfe verwendet wurden, die eine bessere Luftzufuhr als Plastikgefäße von außen gewährleisten, war es beim Gießen der Pflanzen zur Verschlammung gekommen. Eine Auflockerung kam wegen der Gefahr der Zerstörung von Wurzeln und wegen der möglichen Übertragung von Tieren von einem in das andere Gefäß nicht in Frage.

Eine weitere methodische Erkenntnis aus der Auswertung der Gefäßversuche bestand darin, dass auch das Verhältnis von in den Wurzeln bzw. im Boden nach Ablauf des Versuches aufgefundenen Nematoden von der Fruchtart abhängig ist. Somit könnten sich auch Hinweise auf die Wirtseignung ergeben. Die Fruchtarten beeinflussten dieses Verhältnis nach der statistischen Berechnung sogar stärker als die Verseuchungsstufen.

## 4.2. Schädigung von wandernden Wurzelnematoden

Schäden durch wandernde Wurzelnematoden sind besonders häufig für die Gattung *Pratylenchus* dokumentiert. DECKER (1969) zählt Pratylenchen zu den „gefährlichsten und schädlichsten pflanzenparasitären Nematoden“. Neben der mechanischen Beeinträchtigung im Wurzelgewebe zieht er auch die biochemische Aktivität der Tiere als Ursache für das Absterben größerer Gewebepartien in Betracht. Diese These bestätigen jüngere Untersuchungen z.B. durch UEHARA u.a. (2001) für die Art *P. penetrans*.

Auch wenn diese Art gegenüber Gramineen nach den eigenen Ergebnissen der Schädigungdiagnostik, übereinstimmend mit Beobachtungen von DECKER (1969), nicht besonders pathogen zu sein scheint, finden KIMPINSKI u.a. (1989) Verluste von 10-19% durch *P. penetrans* an Weizen in Kanada. Von einer Reihe von Autoren wird über ein großes Spektrum durch *P. penetrans* geschädigter Kulturpflanzen berichtet. So beobachtete MILLER (1978) an Erbsen bei Befall mit *P. penetrans* Minderwuchs und sehr schwere Nekrosen an den Wurzeln nach nur drei Wochen. Das frühe Zurückbleiben im Wachstum wurde auch bei den eigenen Gefäßversuchen mit *P. neglectus*, insbesondere bei Winterweizen beobachtet.

Auch andere Leguminosen wurden bei Experimenten mit *P. penetrans* stark geschädigt. Bei einer Verseuchungsdichte in Kleinparzellen von 167 *P. penetrans* /100cm<sup>3</sup> in Kleinparzellen wurde der Ertrag von Luzerne um 83%, von Serradella um 50%, und von Weißklee um 93% reduziert (WILLIS u. THOMPSON, 1969). Auch bei Rotklee wurden bei 194 *P. penetrans* /100cm<sup>3</sup> Ertragsdepressionen beobachtet (WILLIS, 1976). ELLIOT u. BIRD (1985) wiesen nach, dass bei Verseuchungsdichten oberhalb von 50 *P. penetrans* /100cm<sup>3</sup> Boden der Ertrag, das Spross- und das Wurzelgewicht von Gartenbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) signifikant beeinträchtigt waren. Über Schäden durch

*P. crenatus* oder *P. neglectus* an Leguminosen finden sich nur wenige dokumentierte Versuchsergebnisse. COOK u. YEATES (1993) erwähnen beispielsweise Berichte über Schäden durch *P. crenatus* an Klee in Kanada und Polen sowie durch *P. neglectus* an Klee in Polen. Bei den eigenen Untersuchungen rief eine Verseuchung von 500 *P. neglectus*/100cm<sup>3</sup> im Freiland zur Aussaat von Futtererbsen keine Symptome an dieser Fruchtart hervor. Selbst bei 1077 *P. neglectus*/100cm<sup>3</sup> wurden Erbsen im Gefäßversuch nicht geschädigt.

Neben Leguminosen kommen in Mecklenburg-Vorpommern gegebenenfalls auch Kartoffeln zur Auflockerung der häufigen Fruchtfolge Winterweizen-Wintergerste-Winterraps bei Nematodenproblemen in Frage. Schon dadurch, dass der Kartoffelanbau eine Unterbrechung der Dauerbegrünung einer Fläche erforderlich macht, ist dieser Gedanke nahe liegend. Aus diesem Grund gilt einer eventuellen Schädigung der Kartoffel durch Pratylenchen an dieser Stelle besondere Aufmerksamkeit.

In Bezug auf Kartoffeln stellt bereits SEINHORST (1960) eine Verminderung des Ertrages durch *P. penetrans* fest. OLTHOF u. POTTER (1973) beziffern den Verlust bei Kartoffeln durch *P. penetrans* mit 35% bei 67 und 43% bei 1800 Tieren je 100g Boden. Später beobachtet OLTHOF (1983) eine unterschiedliche Empfindlichkeit verschiedener Kartoffelsorten. In einem Parzellenversuch mit 185 *P. penetrans* /100g Boden wurde der Knollenertrag (Marktware) bei „Russet Burbank“ um 15,7% signifikant reduziert, „Norchip“, „Kennebec“, „Superior“, „Yukon Gold“ wiesen dagegen keine signifikanten Unterschiede zur Kontrolle auf. Bei weiteren Versuchen von OLTHOF (1990) reduzierten 19-188 *P. penetrans* /100g Boden Knollengewicht und Marktwareanteil von „Russet Burbank“ um 19-25%. Bei Parzellenversuchen von BERNARD u. LAUGHLIN (1976) reduzierten 38-211 *P. penetrans*/100cm<sup>3</sup> den Knollenertrag der Kartoffelsorten „Kennebec“ und „Superior“ signifikant, nicht jedoch den von „Russet Burbank“.

Eine Erklärung für die Gegensätzlichkeit der Aussagen bei einzelnen Sorten könnte eine Beobachtung von HAFEZ u.a. (1998) sein. Diese Autoren weisen darauf hin, dass verschiedene Herkünfte von *P. neglectus* an Kartoffeln ein unterschiedliches biologisches Verhalten hinsichtlich Reproduktionsrate und Einfluss auf den Ertrag zeigen. Eine andere Erklärung sind Wechselwirkungen mit anderen Schadorganismen. PSCHIEDT (1997) hält die erhöhte Empfindlichkeit gegen den Befall mit *Verticillium dahliae* Klebahn und *Erwinia carotofora* ssp *carotovora* für die wichtigste Wirkung von *P. neglectus* auf den Ertrag von Kartoffeln. LA MONDIA (2003) berichtet über eine Wechselwirkung von *P. penetrans* mit einem pilzlichen Schaderreger: Durch *P. penetrans* hervorgerufene Zellschädigungen begünstigten *Rhizoctonia* spp. bei der Entstehung der Schwarzen Wurzelfäule der Erdbeere. Über die Wechselwirkung von Pratylenchen an der Kartoffel mit anderen pflanzenparasitären Nematoden berichten AL-REHIANYANI u.a. (1999). Die Anwesenheit von *P. neglectus* reduzierte die Knolleninfektionen durch *M. chitwoodi*.

BRODIE u.a. (1993) nennen *P. crenatus* und *P. neglectus* als an Kartoffeln parasitierend. *P. neglectus* soll auch an Knollen, wie es von der Art *P. scribneri* Steiner, 1934 bekannt ist, jedoch nicht durch pustelförmige Auftreibungen (DECKER, 1969), sondern in Form von Läsionen bis zu 0,5mm Größe schädigen. Bei den Untersuchungen im Rahmen der vorliegenden Arbeit traten im Feldversuch bei

Ausgangsverseuchungen von 492-700 *P. crenatus*/100cm<sup>3</sup> Boden im April bzw. bis zu 6200 *P. crenatus*/10g Wurzeln im August keine Schäden an der Kartoffelsorte „Bonanza“ auf. Bei Gefäßversuchen mit *P. neglectus* schien bei einer Ausgangsverseuchung von 575 und 1077 Tieren/100cm<sup>3</sup> das Längenwachstum der Sorte „Karlana“ beeinträchtigt worden zu sein, was jedoch statistisch nicht gesichert werden konnte. Nicht gesichert waren auch Unterschiede in der oberirdischen Grünmasse. Die Wurzelfrischmasse, die Knollenzahl und -masse sowie die oberirdische Trockenmasse zeigten auch der Tendenz nach keine Schädigung. Insofern deuten die erzielten Ergebnisse auf eine hohe Toleranz gegenüber *P. crenatus* und *P. neglectus* hin.

Besonders empfindlich auf *P. penetrans* scheint unter den Solanaceen die Tomate zu reagieren. Bei Gefäßversuchen von MILLER (1975) reduzierten bereits 8-55 *P. penetrans* /100g Boden das spätere Wachstum von Tomatensämlingen um 20 bis 66% nach 2 Monaten.

Wie BRZESKI (1998) resümiert, gibt es für die Ertragsminderung durch *P. neglectus* nur einige und besonders durch *P. crenatus* kaum experimentelle Nachweise. Allerdings zeigen Beeinträchtigungen, wie Nekrosen an den Wurzeln die Pathogenität beider Arten. Diese Läsionen wurden bei den eigenen Gefäßversuchen nur an den Wurzeln von Weizen bei stärkerem Befall mit *P. neglectus* gefunden. Schwere Schäden durch *P. crenatus* sind von Möhren bekannt (NICKLE, 1991). Als schädlich an Hafer, Gerste, Roggen und etwas weniger an Mais findet DECKER (1969) *P. crenatus*. UREK u.a. (1998) wiesen für Mais eine signifikante Reduktion von Nitrat- und Ammonium- Ionen im Pflanzengewebe bei Befall durch *P. crenatus* nach.

Über die Auswirkungen von *P. crenatus* bzw. *P. neglectus* auf Raps ist nur sehr wenig bekannt. HESSELBARTH (2004) berichtet allerdings aus Schleswig-Holstein, wo Winterraps bereits seit den 80iger Jahren eine hohe Anbaukonzentration hat, über Schäden durch Pratylenchen, nicht nur an Wintergerste und Winterweizen, sondern auch an Winterraps. Auf unserer Dauerbeobachtungsfläche in Siemitz wurde im März 2004 für Winterraps Minderwuchs bei 660 *P. crenatus*/100cm<sup>3</sup> Boden in Verbindung mit niedrigem pH- Wert beobachtet, während bei der Schadfalldiagnostik minderwüchsiger Winterraps nie in Verbindung mit Pratylenchen zu bringen war. In Kritzkow zeigte die Rapsorte „Mohican“ im Frühjahr 2003 ebenfalls eine Schädigung. Da jedoch die Populationsdichte von *P. neglectus* im Schadbereich nicht höher als in der Kontrolle war, konnte der vergleichsweise zur Kontrolle niedrigere Wuchs nicht, bzw. nicht ausschließlich auf *Pratylenchus* zurückgeführt werden.

Für die Wechselwirkungen von *P. crenatus* mit Winterraps, Sorte „Talent“, waren im Gefäßversuch mit Ausnahme des Längenwachstums keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten nachweisbar. Neben den großen Schwankungen der Einzelwerte ist das auch dadurch begründet, dass sich die höchste Verseuchungsstufe nicht in eine Tendenz einordnete, sondern eine geringere Beeinträchtigung, besonders der oberirdischen Frischmasse aufwies als die beiden niedrigeren Verseuchungsstufen. Ein früher Populationszusammenbruch durch das deutliche Überschreiten der wirtsspezifischen Verseuchungsdichte könnte den geringeren Einfluss der Nematoden bei der stärksten Ausgangsverseuchung bewirkt haben. Somit deutet sich eine Empfindlichkeit von Winterraps gegen *P. crenatus* an, was jedoch einer weiteren Prüfung bedarf. Durch *P. neglectus* wurde die Winterrapsorte „Trabant“ im Gefäßversuch nicht beeinträchtigt.

Besonders häufig werden Schäden durch *P. crenatus* und *P. neglectus* an Gramineen gefunden. Nach DECKER u. DOWE (1978) finden sich Nekrosen durch *Pratylenchus* bereits an jungen Wurzeln im Herbst. CHRISTIE (1959) berichtet über schwere Schäden durch *P. minyus* = *P. neglectus* an Roggen, ebenso wie an Mais und Tabak in Ontario, Kanada. Auch THORNE (1961) erwähnt Schäden durch *P. minyus* an Mais und Tabak, darüber hinaus auch an Rotklee, Obstbäumen und Dattelpalmen.

Während in Verbindung mit wärmeren Klimaten *P. thornei* als schädlichste Art an Weizen gilt (TAYLOR u.a., 1999), dürfte diese Art, die schwere Böden bevorzugt, in Mecklenburg-Vorpommern mit bisher nur einem Nachweis kaum eine Rolle spielen. TAYLOR u. MCKAY (1993) nennen neben *P. thornei* die Arten *P. neglectus* und *P. penetrans* als an Weizen schädigend mit der Einschränkung einer vergleichsweise etwas geringeren ökonomischen Bedeutung. VANSTONE u. a. (1995) beziffern mögliche Verluste an Weizen in Australien durch *P. neglectus* mit immerhin 16 bis 23%. KLEYNHANS u.a. (1996) brachten in Südafrika auch *P. crenatus* in Verbindung mit Wuchsdepressionen an Weizen. MOJTAHEDI u.a. (1988) berichten darüber, dass 667 *P. thornei*/100cm<sup>3</sup> im Gefäßversuch Wuchsdepressionen und Chlorosen an „Stephens Weizen“ verursachten. MOJTAHEDI u. SANTO (1992) stuften *P. neglectus* dagegen als relativ schwachen Pathogen an derselben Sorte ein.

Nach DREWS (1971) schädigt *P. neglectus* Weizen eher als Gerste, während es bei *P. crenatus* umgekehrt ist. Dazu gäbe es allerdings widersprüchliche Angaben, wobei im Zusammenhang mit *P. crenatus* Schadkomplexe häufig sind. Er weist auf die Abhängigkeit von Schäden vom Entwicklungsstadium und dem physiologischen Zustand der Pflanze, der Höhe der Ausgangsverseuchung ( $\rho_i$ ), der Textur, der Wirtseignung und von ökologischen Faktoren hin.

Unter einer Reihe von Autoren erwähnen RIVOAL u. COOK (1993), dass *P. crenatus* und *P. penetrans* besonders auf Böden mit niedrigem pH-Wert schädigen. Eine Begünstigung von *P. crenatus* durch pH- Werte unter 4,5 wurde bei den eigenen Untersuchungen bestätigt. Dieselben Autoren stellten eine Schädigung von Wintergerste durch *P. neglectus* fest. Bei 150 Tieren/100cm<sup>3</sup> zur Aussaat wurde das Korngewicht von Wintergerste um 9% reduziert.

In Mecklenburg-Vorpommern treten gegenwärtig in der landwirtschaftlichen Praxis am häufigsten Schäden an Wintergerste bei Befall mit *P. crenatus* auf (Tab. 5), oft in Kombination mit weiteren Schadfaktoren. Winterweizen wird dagegen zumindest ebenso oft durch *P. neglectus* geschädigt, wobei diese Art nicht so häufig vorkommt wie *P. crenatus*. Gelegentlich trat bei Schäden an Winterweizen auch *P. penetrans* in hohen Populationsdichten auf, häufiger vergesellschaftet mit *P. crenatus*. Einzelne Nachweise an Getreide gab es für *P. fallax*. Die Dauerbeobachtungsflächen in Siemitz und Kritzkow wurden u.a. nach der Häufigkeit der vorkommenden Arten und den dort beobachteten Schäden ausgewählt. Neben der Schädigung von Wintergerste durch *P. crenatus* und von Winterweizen durch *P. neglectus* traten lediglich an Winterraps, wie zuvor beschrieben, Schäden

auf. Wintergerste blieb, ebenso wie Futtererbsen, durch *P. neglectus* und Triticale durch *P. crenatus*, wie auch Kartoffeln, unbeeinträchtigt.

Im Gefäßversuch wurde eine hohe Toleranz von Wintergerste gegenüber *P. neglectus* demonstriert. Winterweizen war die einzige Fruchtart mit signifikant reduzierter oberirdischer Frisch- und Trockenmasse, Wurzelfrischmasse und signifikant geringerem Längenwachstum. Durch *P. crenatus* wurde nur das Längenwachstum von Winterraps signifikant beeinträchtigt. Für Wintergerste war eine Tendenz zu verminderter Frisch- und Trockenmasse vorhanden. Bei optimaler Wasser- und Nährstoffversorgung war diese Verminderung jedoch nicht signifikant.

Die für Pratylenchen von BRZESKI (1998) getroffene Feststellung über die geringe Anzahl der experimentellen Nachweise zu ihrer Schädwirkung trifft in noch stärkerem Maße für die ektoparasitären *Belonolaimidae* und *Trichodoridae* zu. LÜTH (1985) fand an Weizen Ertragsverluste durch verringerte Wurzelmasse und Bestockung bei einer Ausgangsverseuchung von 2322 *Tylenchorhynchus dubius*/100cm<sup>3</sup>. Wintergerste wurde erst bei noch höherer Verseuchung geschädigt. SMILEY u.a. (1999) konnten dagegen bei einem Fruchtfolgeversuch keinen Ertragseffekt durch *Tylenchorhynchus* spp. auf Weizen feststellen. Bei Inokulationsversuchen mit *T. dubius* berichtet SHARMA (1971) über Wuchsdepressionen an Weidelgras (*Lolium multiflorum* L.), Weizen, Wasserrüben und tropischen Fruchtarten. Auch Erbsen wurden in Wechselwirkung mit dem Pilz *Phoma medicaginis* Mal. et Roum. geschädigt. Eine Erkrankung war nur bei Anwesenheit beider Schaderreger nachzuweisen. Auf der Versuchsfläche Kritzkow könnte die beobachtete Schädigung von Winterraps unter anderem im Zusammenhang mit einer hohen Populationsdichte von *T. dubius* gestanden haben, wobei *Trichodorus primitivus* im Schadherd ebenfalls in größerer Zahl als in der Kontrolle vorkam. Beim Gefäßversuch mit hohen Bodenverseuchungen von 1500 und 2500 *Tylenchorhynchus dubius*/100cm<sup>3</sup> wurden das Längenwachstum, die oberirdische Frisch- und Trockenmasse und die Wurzelfrischmasse von Winterraps der Sorte „Talent“ signifikant reduziert.

Signifikante Unterschiede des Längenwachstums kamen auch bei den Fruchtarten Winterweizen und Wintergerste vor. Bei den niedrigen Verseuchungsstufen mit 500 bzw. 1500 Tieren/100cm<sup>3</sup> wurde bei mehreren Messungen eine Förderung des Längenwachstums gegenüber der Kontrolle ermittelt. Erst bei einer Ausgangsverseuchung von 2500 war das Längenwachstum der Kontrolle stärker.

Direktschäden an Raps, ebenso wie an Getreide, die eindeutig auf Trichodoren zurückzuführen waren, wurden in Mecklenburg-Vorpommern nicht beobachtet. Aber an Kartoffeln, wo durch *Trichodorus*- und *Paratrichodorus*- Arten TRV (Tobacco Rattle Virus) übertragen wird, war in einigen Jahren durch das Auftreten der „Stängelbunt- Krankheit“, wie die oberirdischen durch TRV hervorgerufenen Symptome bezeichnet werden, die Selektion auf Viruskrankheiten bei Pflanzgut erschwert. Auch bei Futtererbsen ist eine Schädigung durch das ebenfalls durch Trichodoriden übertragene PEBV (Pea Early Browning Virus) möglich. Beobachtungen dazu gibt es in Mecklenburg-Vorpommern nicht.

Gelegentliche Berichte über die Stockkrankheit durch *Ditylenchus dipsaci* an Winterroggen bzw. Hafer, wie z.B. durch DECKER (1969), sind gegebenenfalls auch künftig zu beachten. Mit dem

Rückgang der Anbaufläche dieser Fruchtarten ist diese Art gegenwärtig aber von untergeordneter Bedeutung. *D. dipsaci* ist nach SIKORA (1988) von wirtschaftlicher Bedeutung für Roggen und Hafer, jedoch nicht an Weizen und Gerste. Schäden an Zuckerrüben, wo dieser Schaderreger eine so genannte Kopffäule hervorrufen kann, sind in den letzten Jahren aus Süddeutschland bekannt geworden, wurden für Mecklenburg-Vorpommern jedoch noch nicht nachgewiesen.

### 4.3. Populationsentwicklung an verschiedenen Hauptfruchtarten

Wie von DECKER (1969) dargelegt, ist die Wirtseignung der Pflanzen für bestimmte Nematodenarten nicht an ihre Empfindlichkeit gegenüber diesen Parasiten gekoppelt. Auch wenn an einer Fruchtart keine Schäden durch wandernde Wurzel nematoden zu bemerken sind, kann sie von der Vermehrung der Nematoden her eine ungünstige Vorfrucht für empfindliche Pflanzen sein. Die Wirtseignung für auf der Fläche als schädigend erkannte wandernde Wurzel nematoden, d.h. insbesondere die an der Fruchtart erreichte Vermehrungsrate, sollte neben der Empfindlichkeit ein Kriterium für die Entscheidung über deren Anbau auf Problemflächen sein.

Aufgrund der Häufigkeit der Beobachtungen von Schäden soll auch in diesem Abschnitt zunächst besonders auf die Wirtseignung von Kulturpflanzen für Pratylenchen eingegangen werden.

Für die Beurteilung der Wirtseignung einer Pflanze für endoparasitäre Nematoden wird neben der Ermittlung der Vermehrungsrate als Quotient aus Ausgangs- und Endverseuchung des Bodens häufig die beobachtete Besiedlung der Wurzeln als Kriterium angegeben. Auch eine Häufung ektoparasitärer Nematoden an bestimmten Wurzelabschnitten, oft am meristematischen Gewebe, wird, wie z.B. durch LÜTH (1985) für *T. dubius*, gelegentlich beschrieben.

MILLER (1978) wies für *Pratylenchus penetrans* in Gefäßversuchen in den Wurzeln von Luzerne sortenabhängig, resultierend aus einer Ausgangsverseuchung von 33 *P. penetrans*/100g Boden, 1080-1200 Tiere/g Wurzel nach 3 Monaten nach. Bei Rotklee waren es 440 und bei Roggen im Vergleich dazu nur 220 *P. penetrans*/g Wurzeln. Dabei fand er an den Rotkleewurzeln leichte und an denen von Roggen schwere Nekrosen. In einem weiteren Gefäßversuch dieses Autors führte bei Erbsen eine Ausgangsverseuchung von 45 *P. penetrans* /100g Boden zu einer Besiedlung der Wurzeln mit 500-1000 Tieren/g Wurzel. Neben der bereits festgestellten Empfindlichkeit gegen einen Befall durch *P. penetrans* scheinen die meisten Leguminosen somit auch eine gute Wirtseignung für diese Nematodenart zu besitzen. DECKER (1969) hält aufgrund ihrer guten Wirtseignung für *P. penetrans* Gramineen bei starkem Auftreten dieser Nematodenart für schlechte Vorfrüchte für empfindliche Pflanzen, wie z.B. Baumschulgewächse.

Teilweise widersprüchliche Beobachtungen gibt es zur Wirtseignung verschiedener Pflanzenarten für *P. crenatus* und *P. neglectus*. DECKER, (1969) gibt als Wirte von *P. crenatus* Gramineen, Erbse, Rotklee, Weißklee sowie eine Reihe von Gemüse- und Zierpflanzen- Arten an. Nach NICKLE (1991) sind Getreide, Gräser, Kruziferen, Leguminosen, Erdbeeren, Tabak und Pfefferminze Wirte für *P. neglectus*; wobei Schäden an Getreide, und zwar im Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen,

besonders an Gerste auftreten. Als Wirte für *P. crenatus* werden Getreide, Gräser und Möhren erwähnt. Unstrittig ist in der Regel die Präferenz von Gramineen durch diese beiden Arten, aber nach COOK u. YEATES (1993) sind z.B. *Lolium*- Arten schlechte Wirte für *P. neglectus*. Auch Untersuchungen von SIKORA u.a. (1972) zeigen, dass mit *Agrostis palustris* L. auch unter den Gräsern schlechte Wirte für *P. neglectus* vorkommen. DREWS (1971) hält Weizen im Vergleich zur Gerste für die bessere Wirtspflanze für *P. neglectus*. Darüber hinaus berichtet er über eine sehr schwache Besiedlung von Kartoffeln und Luzerne und eine schwache an Rotklee, Ackerbohnen und Raps. SMILEY u.a. (1999) fanden interessanterweise nicht nach der Selbstfolge von Weizen die höchste Nematodenzahl für *P. neglectus* und die niedrigsten Erträge, sondern wenn Weizen auf eine andere Fruchtart, insbesondere Raps und Gerste folgte.

Auch nach den eigenen Versuchen sind Fruchtarten nach ihrer Wirtseignung nicht immer eindeutig in eine bestimmte Reihenfolge einzuordnen. Für *P. crenatus* wurden auf der Versuchsfläche in Siemitz bei Wintergerste und Kartoffeln sehr hohe Populationsdichten nachgewiesen. Für die Triticalesorte „Ego“ nach Wintergerste im Jahre 2001 war die Besiedlung der Wurzeln deutlich geringer. Bei weitem nicht so deutlich war der Unterschied zu Gerste und Kartoffeln bei der Sorte „Lamberto“ 2003. Eine Ursache dafür könnte eine unterschiedliche Wirtseignung bei unterschiedlicher Ausgangsverseuchung sein. Sie war im Herbst 2002 nach Kartoffeln höher als nach Wintergerste im Herbst 2000. Der Sommer 2003 war zudem besonders warm, was nach den unter 4.1. erwähnten Ergebnissen wie z.B. von DAO (1970) die Wirtseignung ebenfalls beeinträchtigen kann. Schließlich können aber auch Sortenunterschiede, auf die bei den Empfehlungen im Abschnitt 4.4. näher eingegangen wird, eine erhebliche Rolle spielen.

Die Anteile von sich zu einem bestimmten Zeitpunkt im Boden und in Pflanzenwurzeln befindenden Pratylenchen sind für Gefäßversuche in Relation zu Parzellen- oder Feldversuchen exakter ermittelbar. Dieses Verhältnis und seine Veränderung bei steigender Ausgangsverseuchung ergaben zwischen den Varianten der Gefäßversuche unerwartet deutliche Unterschiede. Diese können so interpretiert werden, dass sie bei entsprechender Versuchsanordnung in künftigen Untersuchungen möglicherweise nicht nur Rückschlüsse auf die Wirtseignung der geprüften Fruchtart, sondern auch auf den Grad ihrer Schädigung zulassen.

Das Verhältnis zwischen den aus Wurzeln und dem Boden extrahierten Tieren deutete auf eine Präferenz von *P. crenatus* für den Aufenthalt in den Wurzeln des Winterweizens (Tab. 7) und von *P. neglectus* bei niedriger Ausgangsverseuchung (Tab. 8) in denen der Wintergerste hin. Die höchste Vermehrungsrate für *P. neglectus* wurde im Gegensatz dazu bei der niedrigsten Ausgangsverseuchung (Abb. 31) für Winterweizen ermittelt. Bei den relativ hohen Ausgangsverseuchungen von *P. crenatus* wurden nach 12 Wochen in den mit Winterraps bepflanzten Gefäßen die meisten Tiere nachgewiesen, während die Vermehrungsrate bei Weizen deutlich geringer war (Abb. 27). Daher könnte im letzteren Fall die Verteilung der Nematoden bessere Hinweise auf die Wirtseignung gegeben haben als die ermittelte Vermehrungsrate. Bei höherer Ausgangsverseuchung von *P. neglectus* wurde die stärkste Endpopulation für die Gefäße mit

Wintergerste ermittelt, was die Vermehrungsrate zeigt (Abb. 45). Dagegen hielten sich bei Futtererbsen, aber auch bei Winterweizen relativ viele Tiere in den Wurzeln auf (Tab. 9).

Die bei der Langzeituntersuchung im Freiland beobachtete gute Vermehrung von *P. neglectus* an Raps im Gegensatz zu der im Gefäßversuch ermittelten Vermehrungsrate kann auch durch das Wurzel-Boden-Verhältnis nicht erklärt werden. Möglicherweise spielen Sortenunterschiede eine große Rolle. Der Gefäßversuch mit *P. crenatus* zeigte nach der Vermehrungsrate eine im Vergleich mit Winterweizen und Wintergerste bessere Wirtseignung von Winterraps, was aber der Beobachtung auf der Fläche Siemitz im Jahre 2004 widerspricht. In demselben Gefäßversuch war der Anteil der Pratylenchen in den Rapswurzeln besonders gering. Die im Gefäßversuch für Winterraps im Vergleich zu Wintergerste und Winterweizen beobachtete höhere Vermehrungsrate, also einer geringeren Reduktion von *P. crenatus* relativiert sich dadurch, dass in keinem Fall eine Rate über 1,0 ermittelt werden konnte.

Ein umgekehrt proportionales Verhältnis zwischen Vermehrungsrate und der "Wurzel/Boden- Rate", wie mehrfach im Gefäßversuch beobachtet, könnte bei sehr hohen Ausgangsverseuchungen und daraus resultierender Schädigung des Wurzelsystems zustande kommen, indem die Nematoden aus der Wurzel verstärkt auswandern. Hinweise darauf kann die Veränderung des Wurzel/Boden-Verhältnisses mit veränderten Verseuchungsstufen geben. Eine solche Schädigung der Wurzeln wurde durch *P. crenatus* hinsichtlich der Wurzelmasse aber nicht bewirkt. Besonders für Weizen fiel jedoch eine starke Staffelung nach Verseuchungsstufen auf, indem der Anteil der am Versuchsende in den Wurzeln nachgewiesenen Nematoden mit zunehmender Gesamtzahl sank. Eine andere Ursache für solche gegensätzliche Beobachtungen könnte in der häufig höheren Ausbeute bei der Extraktion von Nematoden aus Bodenproben gegenüber der aus Wurzeln liegen. Bei einem hohen Anteil von Tieren in den Wurzeln kann dadurch bei unvollständiger Extraktion eine zu geringe Vermehrungsrate ermittelt werden.

In diesem Zusammenhang muss aber auch die Möglichkeit der Verschiebung der Wirtseignung bei geänderter Ausgangsverseuchung beachtet werden, die sich bei den Gefäßversuchen abzeichnete (siehe S.70).

Mit dem in den vergangenen Jahren in den USA und einigen europäischen Ländern, vor allem den Niederlanden, zunehmenden Problem von wurzelgallenbildenden Nematoden im Kartoffel- und Gemüseanbau (*Meloidogyne chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo u. Finley, 1980 und *M. fallax* Karssen, 1996) und den entsprechenden Arbeiten zu dieser Problematik wurde auch die Auswirkung bestimmter Fruchtarten und -folgen auf wandernde Wurzelnematoden, darunter besonders Pratylenchen, zusätzlich beobachtet. So führten HAFEZ u. SUNDARARAY (2000) Versuche zum Einfluss von Zwischenfrüchten auf *Meloidogyne chitwoodi* und *Pratylenchus neglectus* in Gewächshäusern und im Freiland durch. Die Gründüngungswirkung von Buchweizen, Gerste, Ölrettich und der in den Tropen und Subtropen beheimateten, zu den Leguminosen gehörenden Samtbohne (*Mucuna deeringianum* (Bort) Merr.) wurde anhand der Erträge der Kartoffelsorte „Russet Burbank“ als nachfolgender Fruchtart beurteilt. Der Höchstertrag wurde nach Gerste im Vergleich zur Brache erzielt; die geringste Endverseuchung für beide Nematoden- Arten ergab sich nach der

Samtbohne. AL-REHIANYANI u. HAFEZ (1998) bezeichnen Raps und Mais als schlechte oder Nichtwirte für den Wurzelgallennematoden, jedoch als gute Wirte oder zumindest Überhälter für *P. neglectus*. Auch der Anbau von Örettich als Zwischenfrucht zur Gründüngung bewirkte eine signifikante Senkung von *M. chitwoodi*, jedoch nicht von *P. neglectus*. Die auf dem Standort Kritzkow beobachtete Populationsentwicklung spricht für eine gute Wirtseignung von Raps für *P. neglectus*.

HEIDE (1975a) stellt die Begünstigung für *P. neglectus* durch häufigen Getreidebau heraus. *Tylenchorhynchus*-Arten werden nach Meinung dieses Autors durch eine hohe Getreidekonzentration nicht begünstigt, was aber durch spätere Gefäß- und Freilandversuche von LÜTH (1985) widerlegt wurde. Ebenfalls HEIDE (1975b) erwähnt, dass Roggen die Vermehrung von *P. neglectus* hemmt. An Körnermais beobachtete er eine starke Vermehrung von *P. neglectus* u. *P. crenatus*. Ackerbohnen und Erbsen wirkten auf Bodenverseuchungen mit *P. neglectus* ähnlich reduzierend wie Roggen. Auf Schwarzerde hatte *P. neglectus* keine Auswirkung auf den Ertrag von Getreide.

Interessant im Zusammenhang mit der auf der Versuchsfläche Kritzkow beobachteten Verminderung der Abundanz von *P. neglectus* beim Anbau von Futtererbsen sind Ergebnisse aus Gefäßversuchen von TALAVERA u. NAVAS (2002). Diese Autoren fanden für *P. thornei* und *P. neglectus* eine bessere Wirtseignung von Gräsern gegenüber Futterleguminosen. Bei den eigenen Gefäßversuchen erreichte die Vermehrungsrate von Futtererbsen über beide Verseuchungsstufen ca. 70% der von Wintergerste und lag damit höher als bei Kartoffeln, Winterweizen und Raps. DI VITO u.a. (2002b) stuften Durumweizen, Gerste, Tomaten, Gartenbohne und Ackerbohne als sehr gute Wirte für *P. neglectus* ein. Gute Wirte waren nach diesen Autoren Luzerne, Sonnenblume, Zuckerrübe, Linsen und die Erbse, während Pfeffer, Kichererbse, Erdnuss eine schlechte Wirtseignung hatten. TROCCOLI u. DI VITO (2002) beobachteten in Tunesien und Marokko ein verbreitetes Vorkommen von *P. penetrans* und *P. neglectus* an Ackerbohnen. RIGGS u. NIBLACK (1993), die u.a. das Vorkommen von *P. crenatus* und *P. neglectus* an Sojabohne erwähnen, fanden für letztere Art an Gartenbohnen in 4 Monaten einen Anstieg von 50 auf 30000 Tiere je Gefäß.

Neben der bereits erwähnten Wirkung der Samtbohne auf *P. neglectus* (HAFEZ u. SUNDARARAY, 2000) und der Feststellung von HEIDE (1975b) lässt sich als Beispiel für eine von Leguminosen bewirkte Populationsminderung von Pratylenchen die Beobachtung von SUTHERLAND u. WEBSTER (1993) anführen, dass der Zwerg- Schneckenklee (*Medicago minima* [L.]) nach 3 Monaten die Individuendichte von *P. thornei* im Boden senkte.

Im Allgemeinen dürften Leguminosen aber überwiegend gute Wirte für Pratylenchen sein. Auch wenn im Gefäßversuch aufgrund der Nichtverfügbarkeit des Saatgutes nicht mit der gleichen Erbsensorte gearbeitet werden konnte, die in Kritzkow zum Anbau kam, ist die bei *P. neglectus* auf dem Feld in Kritzkow beobachtete Populationsminderung wahrscheinlich zum einen auf die gegenüber Getreide bei Erbsen geringere Durchwurzelung des Bodens zurückzuführen, zum anderen auf die mehrmonatige Brache und Bodenbearbeitung vor Aussaat der Erbsen. Aufgrund der im Gefäß- und Feldversuch verwendeten unterschiedlichen Sorten, kann die Wirtspflanzen- Frage jedoch nicht eindeutig beantwortet werden.

Nach DECKER (1969) nimmt beim Anbau von *Beta*- Rüben die Populationsdichte von Pratylenchen im Boden ab, auch wenn in deren Wurzeln in geringer Zahl diese Nematoden nachweisbar sind. POTTER u. OLTHOF (1993) fanden *P. neglectus* an *Beta*- Rüben, Grünkohl, Tomate und Kohlrübe. Wie der Gefäßversuch mit der Beeinträchtigung von Winterraps durch *Tylenchorhynchus dubius* und *Geocenamus tartuensis* gezeigt hat, ist die unterschiedliche Reaktion einer Kulturpflanze auf endoparasitäre Pratylenchen und ektoparasitäre Nematodenarten einzukalkulieren. Übereinstimmend zeigte sich für *T. dubius*, z.T. zusammen mit *G. tartuensis*, eine stärkere Entwicklung an den Getreidearten und an Raps im Vergleich mit Kartoffeln und Erbsen. Weizen wirkte sich auf *T. dubius* am stärksten fördernd aus. LÜTH (1985) ermittelte im Gefäßversuch mit *T. dubius* bei einer Ausgangsverseuchung von 2322 Tieren je 100cm<sup>3</sup> für Winterweizen 2340, Wintergerste 3476 und Hafer 4613 Individuen/100cm<sup>3</sup> als Endverseuchung. Im Freiland wurde eine ähnliche Förderung der Tylenchorhynchen durch Getreide und Raps beobachtet. Lediglich in Kritzkow erfolgte nach den Erbsen, ähnlich wie bei *Pratylenchus*, an Wintergerste nur ein geringer Populationsanstieg. Auf *Trichodorus primitivus* wirkte im Gefäßversuch Winterweizen besonders fördernd, während im Freiland an Winterraps der stärkste Populationsanstieg beobachtet wurde. An den Erbsen war auch die Vermehrung dieser Art nur schwach. Bemerkenswert ist die Minderung von *Paratrichodorus pachydermus* durch Kartoffeln in Siemitz, und zwar bis auf Populationsdichten unterhalb der Nachweisgrenze. Während über die Wintermonate bei der letzten Untersuchung im Dezember 2001 die Individuenzahl im Boden nur geringfügig sank, hatten die Brache und die in Vorbereitung auf den Kartoffelanbau erfolgte Bodenbearbeitung eine so negative Wirkung auf die Population, dass Gefäßversuche unter Einschluss dieser Art nicht mehr möglich waren.

#### **4.4. Empfehlungen und Aussichten für die landwirtschaftliche Praxis zur Vermeidung von Schäden durch wandernde Wurzelnematoden**

Diejenigen pflanzenparasitären Nematoden, die hoch spezialisiert und somit an einen engen Wirtspflanzenkreis angepasst sind, können im Rahmen von Fruchtfolgen bekämpft werden. Kartoffelnematoden (*Globodera spp.*) z.B., die in Mitteleuropa von den Kulturpflanzen nur an Kartoffeln und Tomaten parasitieren, können für diese Fruchtarten in der Regel schon durch Anbaupausen von vier Jahren unter der ökonomischen Schadschwelle gehalten werden. Wandernde Wurzelnematoden können ohne Wirtspflanzen zwar nicht so lange im Boden überdauern wie zystenbildende Arten, haben dafür aber häufig einen größeren Kreis von Wirtspflanzen. Eine Strategie zur Vermeidung von Schäden durch solche polyphagen Schaderreger kann darauf beruhen, dass vor besonders empfindlichen Fruchtarten eine Feind-, Neutral- oder zumindest eine schlechte Wirtspflanze in der Fruchtfolge steht. Als Feindpflanze gegen mehrere Nematodenarten und besonders gegen Pratylenchen zeigt Tagetes eine gute Wirkung (DECKER, 1969; DOWE u.a., 2001). Allerdings ist aus ökonomischer Sicht ein großflächiger Einsatz im Bereich der Landwirtschaft unter

den Bedingungen Mecklenburg-Vorpommerns nicht zu empfehlen, unter anderem auch deshalb, weil das Risiko der Verunkrautung eines Tagetes- Bestandes relativ hoch ist, was die entseuchende Wirkung erheblich beeinträchtigt. In speziellen Bereichen des Gartenbaus dagegen kann die Nutzung der populationsmindernden Wirkung von Tagetes eine Alternative zur chemischen oder thermischen Bodenentseuchung darstellen. Eine als Neutralpflanze, also in gleicher Weise wie Brache wirkende Fruchtart, die auf den leichteren Böden für die Bekämpfung von *P. crenatus* vor der empfindlichen Wintergerste in Frage kommt, konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht gefunden werden. Kartoffeln gestatten nach den Beobachtungen in Siemitz eine starke Vermehrung von *P. crenatus*. Zudem liegt der Höhepunkt der Populationsentwicklung, bedingt durch die spätere Vegetationsperiode, um zwei Monate nach der des Getreides, so dass die Folgekultur mit einer besonders hohen Populationsdichte konfrontiert ist. Winterraps vermehrte *P. crenatus* im Gefäßversuch etwas stärker als Getreide, auch wenn dies nach den Übersichtsproben von der Siemitzer Fläche im Jahre 2004 zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und nach der Ernte von Raps sich nicht bestätigte. Nach RIVOAL u. COOK (1993) bekämpft Raps *P. crenatus* und *P. thornei* POTTER u.a. (1999; 2000) erklären die Populationsminderung von *P. neglectus* durch Raps mit der Wirkung von Isothiozyanaten, insbesondere 2-Phenyl-Glukosinolat in Rapswurzeln. Somit können Unterschiede je nach dem Gehalt an Glukosinolat der Sorte zustande kommen, was die unterschiedlichen Beobachtungen zur Wirkung dieser Fruchtart erklären könnte.

Mit Ausnahme des gezielten Anbaus von Rapssorten bzw. kruziferen Zwischenfrüchten mit hohem Glukosinolatgehalt, deren Eignung gegebenenfalls zu prüfen wäre, ergeben sich im Rahmen der Fruchtfolge kaum Möglichkeiten der Beeinflussung von *P. crenatus*. Bei Flächenstilllegungen, wo Probleme mit Pratylenchen festgestellt wurden, sollte neben der Schwarzbrache auch die Möglichkeit der aktiven Begrünung mit Pflanzen, die für die vorherrschende Nematodenart eine schlechte Wirtseignung haben, z.B. mit bestimmten Kruziferen, geprüft werden. RIVOAL u. COOK (1993) stellten bei Rüben und Hafer gegen *P. crenatus* zwar Toleranz, jedoch ebenfalls keine Resistenz fest. Dennoch weist auch der Wirtspflanzenkreis von Pratylenchen nach Meinung von THORNE (1961) darauf hin, dass gelegentlich die Fruchtfolge für ihre Bekämpfung in Frage kommt. CHRISTIE (1959) erscheint besonders die Bekämpfung von *P. minyus* = *P. neglectus* durch Fruchtfolge möglich. RILEY u. KELLY (2002) fanden in Westaustralien einen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Getreideanbaus und dem Vorkommen von *P. neglectus*.

Die Freilandbeobachtung von SHARMA u.a. (2002) zur gegenüber anderen Fruchtarten signifikant geringeren Vermehrung von *P. neglectus* an Futtererbsen und auch Ackerbohnen stimmt mit den eigenen Ergebnissen bei Futtererbsen in Kritzkow überein. Diese Autoren halten des weiteren neben dem Anbau von Kichererbsen (*Cicer arietinum* L.) auch Hafer und speziell für die Speiseölherstellung in Nordamerika gezüchtete Rapssorten, die unter der Bezeichnung „canola“ zusammengefasst werden, für in der Praxis geeignete Pflanzen gegen *P. neglectus* in Westaustralien. DI VITO u.a. (2002a) fanden 2 von 99 untersuchten Ackerbohnen- Linien (FRYT 98-6, FRYT 98-60), deren Wurzeln nach Inokulation komplett frei von *P. neglectus* waren. Auch die Aussage von HEIDE (1975b) über die

schlechte Vermehrung von *P. neglectus* an Roggen fügt sich in das Gesamtbild von im Vergleich mit *P. crenatus* besseren Möglichkeiten des Fruchtwechsels ein.

Dass der Einsatz von synthetischen chemischen Wirkstoffen gegen wandernde Wurzelnematoden z.Zt. von untergeordneter Bedeutung ist, liegt nicht nur an einer gegenwärtig ungünstigen Zulassungssituation bei Nematiziden in Deutschland. Ein weiterer Grund dafür, dass deren Applikationsumfang sich in absehbarer Zukunft nicht erhöhen wird, sind wirtschaftliche und ökologische Bedenken. So sind aufgrund des großen Durchwurzelungsraumes der Pflanzen hohe Aufwandmengen an Wirkstoff und Wasser erforderlich. Außerdem ist die nachhaltige Wirkung solcher Maßnahmen fraglich durch die Wiederbesiedlung des Durchwurzelungsraumes der Pflanzen mit wandernden Wurzelnematoden aus tieferen Bodenschichten heraus. Auch die bislang hohe Ökotoxizität nematizider Wirkstoffe spricht gegen eine Ausweitung ihrer Anwendung.

Als eine weitere Möglichkeit, pflanzenparasitäre Nematoden unter der Schadschwelle zu halten, wird von vielen Autoren die Förderung von Antagonisten oder deren gezieltes Ausbringen auf Problemflächen erwogen. Beispiele dafür sind Untersuchungen von SAYRE (1980), der eine gute Wirksamkeit von *Bacillus penetrans* Mankau, 1975 gegen *Meloidogyne*- Arten feststellt, sowie CRUMP u.a. (1983), die sich mit der Wirkung verschiedener Pilze, wie *Nematophthora gynophila* Kerry u. Crump, *Catenaria auxiliaris* (Kühn) Tribe und *Verticillium chlamydosporium* Goddard gegen *Heterodera avenae* und andere zystenbildende Arten befassten. Auch SIKORA u.a. (1990) haben zur Bekämpfung von Nematoden, in diesem Fall *Globodera pallida*, geeignete Pilze an Kartoffelwurzeln isoliert, die die Eier der Nematoden parasitieren. Eipathogene Antagonisten richten sich in erster Linie gegen Nematoden mit sedentären Stadien, wie *Meloidogyne*- und zystenbildende Arten.

Zum antagonistischen Potential in den Böden zählen jedoch auch nematodenfangende Pilze, die vorwiegend freibewegliche Nematodenstadien, besonders auch wandernde Wurzelnematoden parasitieren. Bei ihnen handelt es sich häufig um Arten mit fakultativer Ernährung, die sich nicht nur an Nematoden, sondern auch an toter organischer Substanz vermehren können. Nach DOWE (1987) sind das abgesehen von einigen Arten, die an jeder Stelle ihres Myzels Klebsubstanz bilden können, Pilze, die Fangorgane in Form von dreidimensionalen Fangnetzen, Fanghyphenfortsätzen oder Fangknoten, die mit einer klebrigen Substanz überzogen sind, sowie kontrahierbare und nicht kontrahierbare Fangringe bilden können. Das Einbringen von organischer Substanz in den Boden, um solche fakultativen Antagonisten zu fördern, erscheint daher besonders aussichtsreich. Derartige Versuche waren aber nicht in jedem Fall erfolgreich. WIDMER u.a. (2002) ermittelten, dass das jährliche Einbringen von organischer Substanz zwar Populationen von *Meloidogyne*- Arten, nicht jedoch *P. neglectus* reduzierte.

INSUNZA u.a. (2002) fanden 4 von 16 Isolaten von Bakterien aus dem Wurzelraum von Kartoffeln, welche die Nematodendichte von *P. pachydermus* und *T. primitivus* um 50-100% reduzierten und keine negative Wirkung auf Pflanzen hatten. Auf diese Weise wirkende Antagonisten könnten neben der mechanischen Beeinträchtigung eine andere mögliche Erklärung für den überraschenden Populationszusammenbruch von *P. pachydermus* auf der Dauerbeobachtungsfläche Siemitz während des Kartoffelanbaus 2002 sein. Trotz langjähriger Forschung auf dem Gebiet der Antagonisten gibt es

weltweit nur wenige und unter den klimatischen Bedingungen Mecklenburg-Vorpommerns keine entsprechenden Verfahren, die Eingang in die landwirtschaftliche Praxis gefunden haben.

Ähnliches muss auch für den Einsatz von Naturprodukten mit nematizider Wirkung festgestellt werden. Stellvertretend für viele Bemühungen in dieser Richtung sollen Versuche zur Nutzung von Extrakten des Neem- Baumes (*Azadirachta indica* L.) und die von MORRIS u. WALKER (2002) entdeckte Wirkung von Indigo auf *M. incognita* genannt sein.

Resistenzzüchtung gegen pflanzenparasitäre Nematoden hat sich bisher vor allen Dingen gegen zystenbildende Arten und auch gegen einige der wurzelgallenbildenden *Meloidogyne*- Arten etabliert. So erfolgte schon in den Jahren 1958/59 in Deutschland der erste gezielte Einsatz von resistenten Sorten gegen *Globodera rostochiensis* (LAUENSTEIN, 1991).

Zunehmend gibt es auch Hinweise darauf, dass Resistenz gegen wandernde Wurzelnematoden künftig als ein Instrument der Populationsminderung zur Verfügung stehen wird. COOK u. YEATES (1993) erwähnen gegen *P. neglectus* und *P. penetrans* resistente *Poa*- Arten. Bei Untersuchungen auf Böden mit starker Abundanz von *P. neglectus* beobachteten SMILEY u.a. (2004), dass resistent/tolerante Sommerweizensorten vergleichsweise zu anfälligen Sorten in einer Aldicarb-behandelten Kontrolle höhere Erträge erzielten und niedrigere Verseuchungsdichten in den Wurzeln auswiesen. Aldicarb führte nur bei Bewässerung zu Mehrerträgen. WALLWORK (2000) hält die Bekämpfung von *P. neglectus* und *P. thornei* durch resistente Getreidearten oder -sorten ebenso für möglich wie durch Lupinen, Futtererbsen und Ackerbohnen. MCINTOSH u.a. (2001) fanden in Fruchtfolgeversuchen Resistenz gegen *P. neglectus* und *P. thornei* in Triticale- und Gerstensorten. Auch bei diesen Sorten war Toleranz mit Resistenz gekoppelt. Die gegen *P. neglectus* monogen verankerte Resistenz konnte auf dem Chromosom 7AL lokalisiert werden; das Gen trägt die Bezeichnung *Rlnn1*. WILLIAMS u.a. (2002) fanden dieses Resistenzgen in der Weizensorte „Excalibur“. VANSTONE u.a. (2002) stuften die Triticalesorte „Abacus“ als resistent gegen *P. neglectus* und *P. thornei* ein. Weiterhin waren vier von neun ebenfalls geprüften Gräsern resistent, aber nicht immer gegen beide Nematodenarten.

TAYLOR u.a. (2000) gelangen zu der Meinung, dass resistente Sorten allein nicht ausreichen werden, um *P. neglectus* und *P. thornei* unter der wirtschaftlichen Schadschwelle zu halten. LASSERRE u.a. (1994) weisen darauf hin, dass z.B. Resistenz gegen *H. avenae* andere Nematodenarten, wie *Pratylenchen* in den Vordergrund treten lassen kann. Auch das spricht neben der Möglichkeit der Bildung von Pathotypen, die von mehreren zystenbildenden Arten her bekannt ist, dafür, Resistenz als eines von mehreren Instrumenten der Kontrolle von *Pratylenchen* anzusehen.

Für die Arten von wandernden Wurzelnematoden, für die bisher keine Aussichten auf die Nutzung von Resistenz bestehen und deren Wirtspflanzenkreis so groß ist, dass auch Umstellungen der Fruchtfolge wenig Erfolg versprechen, bleiben Maßnahmen der Bestandesführung die wichtigsten Instrumente zur Vermeidung von Schäden. Eine solche Nematodenart ist für die Landwirtschaft Mecklenburg-Vorpommerns *Pratylenchus crenatus*.

DOWE u.a. (2001) weisen auf die Notwendigkeit hin, Stressfaktoren für die Wirtspflanze zu minimieren, indem Maßnahmen wie die Kalkung zur Anhebung niedriger pH- Werte, Düngung,

Bodenbearbeitung u.a. guter fachlicher Praxis entsprechend vorgenommen werden. In Bezug auf die Bodenreaktion spricht KEMPER (1966) davon, dass durch einen niedrigen pH-Wert geschädigte Pflanzen besonders stark durch Pratylenchen besiedelt werden. Auch Untersuchungen von UREK (1998) bestätigen eine Förderung von *P. crenatus* und anderen pflanzenparasitären Nematoden durch saure Böden.

Über seit den 1980iger Jahren zunehmende Probleme mit wandernden Wurzelnematoden in Schleswig-Holstein berichtet SCHLÜTER (2001). Eine Verringerung der Schäden an Gerste war dort häufig nach Mangan- Blattdüngung zu beobachten. So könnten zusätzliche Düngergaben Schäden teilweise kompensieren. Über ein verbessertes Wurzelwachstum kann so aber auch die Vermehrung von Nematoden begünstigt werden. Für eine solche Annahme spricht die Beobachtung, dass bis zum Frühsommer, wenn in den Wurzeln die stärkste *Pratylenchus*- Besiedlung vorliegt, oft die Unterschiede zwischen Schadherd und nicht geschädigtem Bereich ausgeglichen wurden. Auch ein unveröffentlichter Versuch im Beratungsgebiet Schwerin des Pflanzenschutzdienstes zeigte einen positiven Effekt einer Mangan- Blattdüngung auf eine Population von *P. crenatus*.

Bei einer Fruchtfolge Winterweizen- Wintergerste- Winterraps stehen nahezu ununterbrochen gute Wirte für *P. crenatus* und *P. neglectus* zur Verfügung. Die Unterbrechung der Wirtskette für Nematoden kann für die Minderung der Pratylenchenzahl im Boden von Bedeutung sein. Dieser Unterbrechung stehen auch Fröhsaaten entgegen, auf die auf Flächen mit starkem *Pratylenchus*-Besatz daher verzichtet werden sollte. Eine möglichst lange Phase der Schwarzbrache wirkt auf alle wandernden Wurzelnematoden hemmend. Allerdings können Pratylenchen auch längere Phasen ohne Wirtspflanzen überstehen, wie DREWS (1971) beobachtete. Nach 22 Monaten ohne Wirt überlebten 8,8% der Ausgangspopulation von *P. neglectus*. Besonders in Wurzelresten scheint dieses langfristige Überdauern möglich zu sein. Ergebnisse von ORNAT u.a. (1999) zeigen, dass Brache mit mechanischer Wurzelzerstörung *Pratylenchus*- Populationen stärker reduziert als Brache allein. Andere Beobachtungen besagen allerdings, dass die Auswanderung der Pratylenchen aus den Wurzeln im Wesentlichen nach 3 bis 4 Wochen ab der Ernte erfolgt ist (HALLMANN, mndl. Mitt. 2005). Neben der Beseitigung von Ausfallgetreide, das während der Langzeitbeobachtung nach der Ernte mehrfach deutlich messbare Abundanzenerhöhungen bewirkte, ist auf Problemflächen auch die Unkrautbekämpfung wichtig. Bei einem Vergleich von Unkräutern mit Getreidearten nach der Vermehrungsrate ( $pf/pi$ ) von *P. neglectus* stufen VANSTONE u. RUSS (2001) Flug- Hafer (*Avena fatua* L.) als einen ebenso guten Wirt wie Weizen ein. Krauser Ampfer (*Rumex crispus* L.) und Hederich (*Raphanus raphanistrum* L.) waren ebenfalls gute Wirte für *P. neglectus*. Die Triticalesorte „Abacus“ war dabei Standard für eine moderat resistente, die Weizensorte „Machete“ für eine anfällige Pflanze. KORNOBIS (2000) untersuchte Änderungen in der Populationsdynamik von *P. neglectus* durch Herbizide. Eine Förderung von *P. neglectus* zeigte sich bei Raps, eine Unterdrückung bei Zuckerrüben. Andere Nematodenarten, u.a. *Tylenchorhynchus dubius*, wurden nicht beeinflusst.

Schließlich sei darauf hingewiesen, dass die Auswahl von Maßnahmen gegen bestimmte Arten von pflanzenparasitären Nematoden Auswirkungen auf ebenfalls auf der Fläche vorkommende Schaderreger, darunter auch andere Nematoden oder auch Krankheiten, haben kann. So hatte der

Anbau von Futtererbsen auf der Fläche in Kritzkow nicht nur eine reduzierende Wirkung auf *P. neglectus*, sondern auch auf *Tylenchorhynchus dubius* und *Trichodorus primitivus*. Bei gleichzeitigem Vorkommen von *P. penetrans* sind Erbsen dagegen nicht ohne weiteres zu empfehlen. In Australien erwiesen sich Futtererbsen, Roggen und Lupinen als schlechte Deckfrüchte für Apfelsämlinge, da sie Populationen von *P. penetrans* erhöhten (WHITEHEAD, 1998).

Die ebenfalls auf der Kritzkower Fläche vorkommende zystenbildende Art *Heterodera avenae* kann nach KORT (1972) auf leichten Böden ökonomischen Schaden bewirken, bzw. wenn der Getreideanbau eine bestimmte Häufigkeit überschreitet. FISHER u. HANKOCK (1991) präzisieren diese Aussage: Erst eine Häufigkeit von Nichtwirten oder resistenten Getreidesorten von 50%, auf leichten Böden 80%, hält *H. avenae* unter der Schadschwelle.

Einen Anstieg von *P. penetrans* und *Meloidogyne hapla* sowie *Globodera* spp. wiesen MOLENDIJK u.a. (1999) bei *M. fallax* reduzierenden Fruchtfolgen nach.

## 5. Zusammenfassung

Bereits in den 1960iger Jahren wurden in Mecklenburg-Vorpommern Schäden am Getreide beobachtet, die die Vermutung nahe legten, sie seien durch wandernde Wurzelnematoden, genauer Pratylenchen verursacht worden. Da in dem Gebiet, seit den 1990iger Jahren der Getreideanbau stetig zugenommen hat, ist es nötig geworden bei auftretenden Schäden wieder gezielt auf Nematoden zu testen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden zunächst die seit 1994 beobachteten Schäden erfasst und nach betroffenen Fruchtarten, Regionen und den diagnostizierten Nematodenarten geordnet. Darauf aufbauend wurden Flächen mit für Mecklenburg-Vorpommern typischen Nematodenproblemen ausgewählt und über einen Zeitraum von vier Jahren untersucht. Während der Vegetationsperioden wurden monatlich die Veränderungen der Populationsdichte der wichtigsten Nematodenarten auf den Schadflächen ermittelt und einer Kontrolle aus Flächen ohne Schäden gegenübergestellt. Im Zusammenhang mit Ergebnissen aus Gefäßversuchen lassen sich Empfehlungen ableiten, wie sich die Populationsdichte der Fadenwürmer langfristig auf ein „gesundes Maß“ senken lässt, bzw. welche Maßnahmen dazu beitragen die Schäden zu begrenzen.

Generell kommen in Mecklenburg-Vorpommern auf etwa einem Drittel der Flächen mit getreidebetonter Fruchtfolge Trichodoriden und fast überall Tylenchorhynchen und Pratylenchen vor. Aus der Gattung *Pratylenchus* führen die Arten *P. crenatus* und *P. neglectus* gelegentlich Schäden herbei. Betroffen sind besonders Wintergerste und Winterweizen. Die Untersuchungen zeigten, dass Wintergerste besonders anfällig gegenüber *P. crenatus* und Winterweizen gegen *P. neglectus* ist. Die Analyse der Schadfalldiagnostik, die Dauerbeobachtung und die Gefäßversuche zeigen übereinstimmend, dass offenbar die Art *P. neglectus* eine potenzielle Gefährdung für den Weizen in Mecklenburg-Vorpommern darstellt.

Aus den Feldversuchen ging hervor, dass lediglich zu Vegetationsbeginn im Frühjahr im Schaderd deutlich mehr pflanzenparasitäre Nematoden nachgewiesen werden können, als in den Kontrollbereichen ohne Pflanzenschäden. Im Juni, wenn in den Getreidewurzeln die stärkste Besiedlung mit den endoparasitären Pratylenchen erreicht wird, sind die Unterschiede nicht mehr so deutlich bzw. nicht mehr vorhanden. Ausgehend von den Ergebnissen aus dem Freiland wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Verseuchungsstufen der Feldpopulationen von diesen Flächen auf verschiedene Fruchtarten vertiefend in Gefäßversuchen überprüft. Um eine von pflanzenparasitären Nematoden freie Kontrolle und unterschiedliche Verseuchungsstufen zu erhalten, wurden verschiedene Methoden genutzt, deren Vor- und Nachteile in der vorliegenden Arbeit dargestellt werden. Zudem wurden die Vermehrungsraten der Nematoden an den verschiedenen Fruchtarten in Gefäßen ermittelt.

Es ergab sich, dass neben der Vermehrungsrate, dem Quotienten aus End- und Ausgangspopulation, auch das Verhältnis der Pratylenchen in den Wurzeln zu denen, die sich im Boden aufhielten, durch

Fruchtart und Verseuchungsstufe beeinflusst wird. Die Auswertung der Gefäßversuche ergab, dass das Längenwachstum, die Wurzelfrischmasse und die oberirdische Frisch- und Trockenmasse von Winterweizen durch 1077 *P. neglectus* pro 100 cm<sup>3</sup> Boden signifikant vermindert werden. Erste Anzeichen für ein gestörtes Wachstum sowie die für Pratylenchen typischen Läsionen waren jedoch schon bei einer Verseuchung mit 575 *P. neglectus* /100 cm<sup>3</sup> erkennbar.

Erhebliche Schäden an weiteren Hauptkulturen sind durch diese Art nicht zu erwarten. So wurden in der vorliegenden Arbeit beispielsweise an Kartoffeln keine Schäden durch Pratylenchen nachgewiesen. Einige Autoren berichten über die Schädigung von Kartoffeln durch *P. neglectus* in Kombination mit pilzlichen Schaderregern (*Verticillium dahliae*). An Raps bedarf es weiterer Untersuchungen über solche Wechselbeziehungen.

Eine wichtige Maßnahme, um Schäden durch *P. neglectus* vorzubeugen ist die Einführung einer sinnvollen Fruchtfolge. Neben Futtererbsen kommen nach Empfehlungen anderer Autoren auch Lupinen, Ackerbohnen und Winterroggen als phytosanitär günstige Fruchtarten in Betracht. Die Wirkung von Rapsorten und anderen Kreuzifern mit hohem Glukosinolatgehalt auf *Pratylenchus*-Arten ist noch zu prüfen. Ein neues Instrument, um *Pratylenchus*- Populationen im Boden zu kontrollieren, könnten resistente Sorten darstellen. Nach ihnen sollte im bestehenden Pflanzensortiment gezielt gesucht werden.

Am häufigsten wurden Schäden im Zusammenhang mit *P. crenatus* beobachtet. Oft traten sie jedoch gemeinsam mit weiteren Stressfaktoren auf. Etwa bei der Hälfte aller Bodenproben, wurde ein besonders für Wintergerste zu niedriger pH- Wert ermittelt. Aufgrund der stärkeren Entwicklung von *P. crenatus* in geschwächten Pflanzen stehen zur Vermeidung von Schäden durch diese Art vor allem Maßnahmen der Bestandesführung nach guter fachlicher Praxis im Vordergrund. Zu ihnen zählen das Aufkalken saurer Böden, die Bekämpfung von Unkräutern und Ausfallgetreide oder –raps, die Brache über Winter und das Vermeiden von Frühsaaten. Außer Brache gibt es im Rahmen der Fruchtfolge kaum Möglichkeiten der Populationsminderung. Resistenzen gegen *P. crenatus* sind nicht bekannt.

In Einzelfällen können auch *P. penetrans* sowie *P. fallax* an Gerste und Weizen eine Rolle spielen. Winterraps vermehrt in der Regel Pratylenchen, wird durch diese aber kaum geschädigt.

## Summary

Already in the 1960ties damages in grains in the area of Mecklenburg-Western Pomerania (a north-eastern state of Germany) occurred that were assumed to be caused by migratory root nematodes especially the genus *Pratylenchus*. At the beginning of the nineties the amount of grain fields in the area rose considerably. Therefore it became necessary to investigate the population-dynamics of nematodes in the soil more closely, in order to develop prevention strategies. At first data were collected about the areas where damages had occurred since 1994 and the types of crops and nematodes occurring were determined. Then fields with nematode problems were selected and observed for a time period of four years. The population density of the main nematode species was

determined monthly during the vegetation periods in the damaged areas as well as in unharmed control spots. In addition pot trials were conducted. On the basis of the results we were able to derive suggestions how to hold the population density of nematodes on a “healthy” level and which preliminary means could help to prevent future damages by the nematodes.

From the group of migratory nematodes Trichodorids were detected in a third of the samples from grain-stressed crop rotations. While Tylenchorhynchids and Pratylenchids seem to occur nearly everywhere in such soils, the genus *Pratylenchus*, especially the species *P. crenatus* and *P. neglectus*, only occasionally cause damage. Winter barley and winter wheat are the crops that particularly suffer from those nematodes. We found that winter barley shows a special susceptibility to *P. crenatus* and winter wheat to *P. neglectus*. The analysis of the damage-case data, the field observations and the pot trials show that *P. neglectus* is potentially the most dangerous nematode species for cultivated wheat in the area of Mecklenburg-Western Pomerania.

When comparing the nematode concentrations in the damaged spots with the unharmed control we found that only at the beginning of the vegetation period (March) higher amounts of plant parasitic nematodes are detectable in the damaged spots. In June, when the settlement with the endoparasitic *Pratylenchus* species reaches its peak in the grain roots the concentrations are not significantly different in the harmed areas and the control.

In addition to the results from the fields we examined the effects of different infestation levels more thoroughly in pot trials. For that purpose we used a nematode-population-mix from the selected damaged fields. In order to obtain a control that would be free of plant parasitic nematodes and to create different infestation levels we used a variety of methods. Their advantages and disadvantages are discussed in this thesis.

Also we determined the multiplication rates of the nematodes on the crops in the pots. We noticed that not only the multiplication rate (mathematically the initial population divided by the final population) but also the proportion of the Pratylenchids in the roots as compared to those in the soil is affected by the type of crop grown and the infestation level occurring.

In the pot trials with winter wheat a significant decrease of length growth, root fresh mass, aboveground fresh mass and dry weight was always detectable when the concentration reached 1077 *P. neglectus* per 100 ml soil. First signs of depleted growth and the typical lesions from Pratylenchids started to occur at a contamination level of 575 *P. neglectus* per 100ml.

However, substantial damage in other main crops may not be expected from this particular species, at least we found no damages in potatoes. Some authors claim that *P. neglectus* in connection with fungal pathogens (*Verticillium dahliae*) causes damages in potatoes. Further investigations on this kind of pathogen-interaction need to be conducted in rape cultures.

The results show, that in order to avoid damages caused by *P. neglectus* a proper crop rotation should be introduced. Based upon studies by various authors, we recommend to plant density-reducing crops such as fodder peas, lupines, field beans and winter rye. That rape cultivars and other cruciferous plants with a high content of glucosinolates have a noticeable effect on various *Pratylenchus* species has yet to be proven. One solution for the *Pratylenchus*-problem would be the introduction of new

resistant crops. Finding those in the existing assortment is a first step on the way to control the nematode-population in the soil.

Most of the damages we observed were caused by *P. crenatus*. But the nematodes often were not the only stress factor the plants had to deal with. Approximately in half of the cases we noticed that the pH value was too low. A condition winter barley is particularly sensitive to. Because *P. crenatus* develops a lot faster in weakened plants cropping management measures should be taken to avoid stress for the plants. Those measures are for instance the liming of acid soils, removal of weeds and loss grain or rape as well as the fallow over winter and the avoidance of early seed. Besides fallow the chances to reduce the nematode-population by means of the crop rotation are low. Resistant host-species for *P. crenatus* are not known yet. In some cases we observed damages caused by *P. penetrans* as well as *P. fallax* in barley and wheat. According to our findings winter rape generally promotes an increase of *Pratylenchus* species, but usually suffers no damage by this.

## 6. Literatuur

AGRIOS, G.N. (1988)

Plant Pathology

Sydney, Australia, Academic Press

AL-REHIANYANI, S.; HAFEZ, S. (1998)

Host status and green manure effect of selected crops on *Meloydogyne chitwoodi* race 2 and *Pratylenchus neglectus*

Nematotropica **28** (2) 213-230

AL-REHIANYANI, S.; HAFEZ, S. L.; THORNTON, M.; SUNDARAJ, P. (1999)

Effects of *Pratylenchus neglectus*, *Bacillus megaterium*, and oil radish or rapeseed green manure on reproductive potential of *Meloydogyne chitwoodi* on potato

Nematotropica **29** (3) 222-230

BARKER, K.R.; HUSSEY, R.S.; YANG, H. (1975)

Effects of Light Intensity and Quality on Reproduction of Plant Parasitic Nematodes

Journal of Nematology **7** 364-368

BARKER, K.R.; OLTHOF, T.H.A. (1976)

Relationships between nematode population densities and crop responses

Annual Review of Phytopathology **14** 327-353

BERNARD, E.C.; LAUGHLIN, C.W. (1976)

Relative susceptibility of selected cultivars of potato to *Pratylenchus penetrans*

Journal of Nematology **8** 239-242

BIRD, G.W.; JENKINS, W.R. (1964)

Occurrence, parasitism, and pathogenicity of nematodes associated with cranberry

Phytopathology **54** 677-680

BONGERS, A.M.T. (1988)

De nematoden van Nederland.

Pirola Schoorl, Bibliotheek uitgave KNNV **46** 408 pp.

BRENNAN, J. P.; MURRAY, G. M. (1998)

Economic importance of wheat diseases in Australia  
NSW Agriculture vi + 48 pp.

BRODIE, B.B. et al. (1993)

Nematode Parasites of Potatoes  
in EVANS, K.; TRUDGILL, D.,L.; WEBSTER, J.M.  
Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture 87-132  
CAB International, Wallingford, U.K.

BROWN, D.J.F.; DALMASSO, A.; TRUDGILL, D.L. (1993)

Nematode pests of soft fruits and vines  
in EVANS, K.; TRUDGILL, D.,L.; WEBSTER, J.M.  
Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture 305-350  
CAB International, Wallingford, U.K.

BRZESKI, M.W. (1998)

Nematodes of Tylenchina in Poland and temperate Europe  
Muzeum i Instytut Zoologii Polska, Akademia Nauk, Warszawa

BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. (1969)

The nature and properties of soils  
Macmillian, New York 653 pp.

CAVENESS, F.E.; JENSEN, H.J. (1955)

Modification of the centrifugal-flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue  
Proc. Helminth. Soc. Wash. **2** 87-89

CHRISTIE, J.R. (1959)

Plant Nematodes – Their Bionomics and Control  
The H. & W.B. Drow Company, Jacksonville, Florida, USA

COOK, R.; YEATES (1993)

Nematode Pests of Grassland and Forage Crops  
in EVANS, K.; TRUDGILL, D.,L.; WEBSTER, J.M.  
Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture 305-350  
CAB International, Wallingford, U.K.

CRUMP, D.H.; SAYRE, R.M.; YOUNG, L.D. (1983)

Occurrence of nematophagous fungi in cyst nematode populations  
Plant Disease **67** 63-64

DAO, F.D. (1970)

Climatic influence on the distribution pattern of plant parasitic and soil inhabiting nematodes  
WAU dissertation no. 461

DECKER, H. (1969)

Phytonematologie  
Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

DECKER, H., DOWE, A. (1978)

Möglichkeiten und Ergebnisse der Bestandesüberwachung von pflanzenparasitären Nematoden im  
Getreide  
Symposium Schaderreger in der industriemäßigen Getreideproduktion  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Wissenschaftliche Beiträge 1978/ **14**, 431-439

DICKERSON, O.J.; DARLING, H.H.; GRIFFIN, G.D. (1964)

Pathogenicity and population trends of *Pratylenchus penetrans* on Potato and corn  
Phytopathology **54** 317-322

DOWE, A. (1987)

Räuberische Pilze und andere pilzliche Nematodenfeinde.  
A. Ziemsen Verlag; Wittenberg

DOWE, A.; DECKER, H.; WALTER, A.-M.; LÜCKE, W. (1990)

Schäden durch wandernde Wurzel nematoden an Wintergerste  
Nachr.bl.Pfl.schutz DDR, **44** (4) 95-96

DOWE, A.; KRUSE, J.; WIEDOW, D. (2001)

Wurzel nematoden- eine Gefahr für unseren Getreidebau?  
Manuskript-Vortragstagung Agr.Fak.Univ.Rostock

DREWS, F.W. (1971)

Untersuchungen über wandernde Wurzel nematoden der Gattung *Pratylenchus* Filipjev, 1934  
(Nematoda) an Getreide  
Dissert. Univ. Halle-Wittenberg

DREWS, F.W.; HEIDE, A. (1974)

Beitrag zur Verbreitung und Populationsdynamik der Gattung *Pratylenchus* Filipjev, 1934 sowie ihre Bedeutung für eine industriemäßige Getreideproduktion

Symposium zur Schaderregerüberwachung in der industriemäßigen Getreideproduktion Halle (Saale)

Manuskriptdruck der Vorträge

ELLIOT, A.P.; BIRD, G.W. (1985)

Pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* to navy bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Journal of Nematology **17** 81-85

FILIPJEV, I.N.; SCUURMANS STEKHOVEN, J.H. JR. (1941)

A manual of Agricultural Helminthology

E. J. Brill, Leiden, Holland

FISHER, J.M.; HANKOCK, T.W. (1991)

Population dynamics of *Heterodera avenae* Woll. In South Australia

Austr. J. Agric. Res. **42** 53-68

GRIFFIN, G.D.; GRAY, F.A. (1990)

Biology and pathogenicity of *Pratylenchus neglectus* on alfalfa

Journal of Nematology **22** 546-551

GRIFFIN, G.D.; JENSEN, K.B. (1997)

Differential effects of *Pratylenchus neglectus* populations on single and interplantings of alfalfa and crested wheatgrass

Journal of Nematology **29** 82-89

HAFEZ, S. L.; SUNDARARAY, P. (2000)

Concomitant interaction of *Meloidogyne chitwoodi* and *Pratylenchus neglectus* in a potato cropping system.

Nematologica Mediterranea **28** (1) 89-92

HAFEZ, S. L.; SULOIMAN, A.; SUNDARARAY, P. (1998)

Genetic and biological characterization of two isolates of *Pratylenchus neglectus* from potato ecosystems of Ontario, Canada and Idaho, USA. In Nematology: challenges and opportunities in 21<sup>st</sup> Century. Proceedings of the Third International Symposium of Afro-Asian Society of Nematologists (TISAASN), Sugarcane Breeding Institute (ICAR), Coimbatore, India, April 16-19

HANTUSCH, W. (1993)

Auftreten und Schadwirkung wandernder Wurzelnematoden im Getreidebau im sächsischen Raum  
Vortrag 21. Tagung des AK Nematologie der DPG, Rostock, 16. u. 17. März

HEIDE, A. (1975a)

Untersuchungen zur Populationsdynamik wandernder Wurzelnematoden mit hoher  
Getreidekonzentration  
Arch. f. Phytopath. u. Pflanzenschutz Berlin **11** 2, 111-124

HEIDE, A. (1975b)

Untersuchungen über die Populationsdynamik wandernder Wurzelnematoden in  
Getreidemonokulturen sowie in alternierendem Getreideanbau  
Arch. f. Phytopath. u. Pflanzenschutz Berlin **11** 3, 225-232

HESSELBARTH, C.; GUDLOWSKI, J. (2000)

Untersuchungen zu „Freilebenden Wurzelnematoden“ in Ackerkulturen (Winterraps, Winterweizen,  
Wintergerste) in Schleswig-Holstein  
Vortrag 52. Deutsche Pflanzenschutztagung  
Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. **376** 369

HESSELBARTH, C. (2004)

Zur Situation freilebender Nematoden in engen Getreide-Raps-Fruchtfolgen in Schleswig-Holstein  
Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. **396** 564

HIRLING, W. (1971)

Die Wirkung von Wasserstoffperoxid bei der Isolierung von Nematoden  
Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. **78** 335-348

INGHAM, R.; MERRIFIELD, K. (1996)

A guide to nematode biology and management in mint  
IPPC Publication 996, September 1996, Oregon State University, Corvallis, OR 97331-2915

INSUNZA, V.; ALSTRÖM, S.; ERIKSSON, K.B. (2002)

Root bacteria from nematicidal plants and their biocontrol potential against trichodorid nematodes in  
potato  
Plant and Soil **241** (2)

KEMPER, A. (1966)

Beziehungen zwischen Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden und verschiedenen Umweltfaktoren unter besonderer Berücksichtigung des Schadauftritts von *Pratylenchus*-Arten in Abhängigkeit vom pH-Wert des Bodens

Mitt. BBA Land- und Forstw., **118**, 107-116

KIMPINSKI, J.; ANDERSON, R.V.; JOHNSTON, H.W.; MARTIN, R.A. (1989)

Nematodes and fungal diseases in barley and wheat on Prince Edward Island

Crop Prot. **8**, 412-416.

KLEYNHANS, D.; VAN DEN BERG, E.; SWART, A.; MARIAS, M.; BUCKLEY, N. (1996)

Plant nematodes in South Africa

Agricultural Research Council, South Africa

KNUTH, P.; LAUENSTEIN, G.; IPACH, U.; BRAASCH, H., MÜLLER, J. (2003)

Untersuchungsmethoden für pflanzenparasitäre Nematodenarten, die von Rechtsvorschriften betroffen sind

Berichte aus d. Biol. Bundesanst. f. Land- und Forstw. **121**, 29

KORNOBIS, S. (2000)

Effects of six year herbicides use on population dynamic of migratory plant parasitic nematodes in the field.

Journal of Plant Protection Research **40** (1) 68-72

KORT, J. (1972)

Nematode diseases of cereals of temperate climates

in WEBSTER, J.M. ed. Economic nematology 97-126

New York, USA, Academic

KRAUSE, W. (1978)

Zur Gattung *Pratylenchus* Filipjev, 1934- insbesondere zur Taxonomie, Morphologie, Biologie, dem Einfluß ökologischer Faktoren auf die Biologie und Pathogenität von *P. penetrans* (Cobb, 1917) chitwood & Oteifa, 1952 und *P. crenatus* Loof, 1960

Dissert. Univ. Rostock

LA MONDIA, J.A. (2003)

Interaction of *Pratylenchus penetrans* and *Rhizoctonia fragariae* in Strawberry Black Root Rot

Journal of Nematology **35** (1) 17-22

LASSERRE, F.; RIVOAL, R.; COOK, R. (1994)

Interactions between Heterodera and *Pratylenchus neglectus* on wheat  
Journal of Nematology **26** 336-344

LAUENSTEIN, G. (1991)

Zur Entwicklung eines Systems der Integrierten Bekämpfung der zystenbildenden  
Kartoffelnematoden *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) und *G. pallida* (Stone, 1973) am  
Beispiel des Anbaugesbietes für Stärkekartoffeln in Weser-Ems  
Habilitationsschrift Univ. Giessen

LÜTH, P. (1985)

Zur Pathogenität des ektoparasitären Wurzelnematoden *Tylenchorhynchus dubius* (Bütschli, 1873)  
Filipjev, 1936 an Getreide  
Manuskript-Druck des Vortrages auf der 10. Vortragstagung zu aktuellen Problemen der  
Phytonematologie, (Rostock) 57-67

MCINTOSH, R.A.; DEVOS, K.M.; DUBCOVSKY, D.; ROGERS, W.J. (2001)

Catalogue of gene symbols for wheat  
in SLINKARD, A.E., ed. Proc. 9th Wheat Genetics Symp., vol. 5. Saskatoon, Saskatchewan, Canada,  
University of Saskatchewan, University Extension Press

MILLER, P.M. (1975)

Effect of *Pratylenchus penetrans* on subsequent growth of tomato plants  
Plant Disease Reporter **59** 866-867

MILLER, P.M. (1978)

Reproduction, penetration, and pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* on tobacco, vegetables, and  
cover crops  
Phytopathology **68** 1502-1504

MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S. (1992)

*Pratylenchus neglectus* on dryland wheat in Washington  
Plant Disease **76** 323

MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S.; KRAFT, J.M. (1988)

First report of *Pratylenchus thornei* on dry land wheat in Washington state  
Plant Disease **72** 175

- MOLENDIJK, L.P.G. et al. (1999)  
Control strategy for nematodes works (example of Vredepeel)  
*PAV-Bulletin Akkerbouw* No. October, 4-8
- MOODY, E.H.; LOWNSBERRY B.F.; AHMED, J.M. (1972)  
Culture of the Root-Lesion Nematode *Pratylenchus vulnus* on Carrot Disks.  
*Journal of Nematology* **5**(3) 255-266
- MORRIS, J.B. and WALKER, J.T. (2002)  
Non-Traditional Legumes as Potential Soil Amendments for Nematode Control  
*Journal of Nematology* **34** (4): 258-361
- MÜLLER, J. (1977)  
Wechselwirkungen zwischen fünf *Pratylenchus*-Arten und *Verticillium albo-atrum*  
*Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **84** (4), 215-220
- NICKLE, W. R. (1991)  
Manual of Agricultural Nematology  
Marcel Dekker, Inc., New York
- NICOL, J.M. (1996)  
The distribution, pathogenicity and population dynamics of *Pratylenchus thornei* (Sher and Allen, 1954) on wheat in South Australia  
Ph. D. thesis, Adelaide, Australia, The University of Adelaide
- NYCZEPIR, A.P., HALBRENDT, J.M. (1993)  
Nematode pests of deciduous fruit and nut trees  
in EVANS, K.; TRUDGILL, D.,L.; WEBSTER, J.M.  
*Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture* 381-425  
CAB International, Wallingford, U.K.
- OLTHOF, H.A. (1983)  
Reaction of six potato cultivars to *Pratylenchus penetrans*  
*Canadian Journal of Plant Pathology* **5** 285-288
- OLTHOF, H.A. (1990)  
Reproduction and parasitism of *Pratylenchus neglectus* on potato  
*Journal of Nematology* **22** 303-308

OLTHOF, H.A.; POTTER, J.W. (1973)

The relationship between population densities of *Pratylenchus penetrans* and crop losses in summer-maturing vegetables in Ontario

Phytopathology **63** 577-583

ORNAT, C.; VERDEJO-LUCAS, S.; SORRIBAS, F.J.; TZORTZAKAKIS, E.A. (1999)

Effect of fallow and root destruction on survival of root-knot and root-lesion nematodes in intensive vegetable cropping systems

Nematotropica **29** (1) 5-16

ORUI, Y.; MIZUKUBO, T. (1999)

Discrimination of seven *Pratylenchus* species (Nematoda: Pratylenchidae) in Japan by PCR-RFLP analysis.

Applied Entomology and Zoology **34** (2) 205-211

PIETLER, K. (1978)

Untersuchungen über Verbreitung, Biologie und Ökologie der virusübertragenden Nematodengattungen *Longidorus*, *Xiphinema*, *Trichodorus* und *Paratrichodorus* im Bezirk Neubrandenburg

Diss. Landw. Fak. Univ. Rostock

POTTER, J.W.; OLTHOF, T.H.A. (1993)

Nematode Pests of Vegetable Crops

in EVANS, K.; TRUDGILL, D.,L.; WEBSTER, J.M.

Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture 171-208

CAB International, Wallingford, U.K.

POTTER, M.J. et al. (1999)

Reduced susceptibility of *Brassica napus* to *Pratylenchus neglectus* in plants with elevated root levels of 2-phenylethyl glucosinolate.

Journal of Nematology **31** (3) 291-298

POTTER, M.J. et al. (2000)

Breeding to increase the concentration of 2-phenylethyl glucosinolate in the roots of *Brassica napus*

Journal of Chemical Ecology **26** (8) 1811-1820

POURJAM, E.; KHEIRI, A.; GERAERT, E.; ALIZADEH, A. (1999)

Variations in Iranian population of *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* (Nematoda: Pratylenchidae).

Iranian Journal of Plant Pathology **35** (1/4) Pe67

PSCHEIDT, J.W., ED. (1997)

Pacific Northwest plant disease control handbook

Agricultural Communications, Oregon State University, Corvallis, OR 97331-2119

RIGGS, R.D.; NIBLACK, T.L. (1993)

Nematode Pests of Oilseed and Grain Legumes

in EVANS, K.; TRUDGILL, D.,L.; WEBSTER, J.M.

Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture 209-258

CAB International, Wallingford, U.K.

RILEY, I.T.; KELLY, S.J. (2002)

Endoparasitic nematodes in cropping soils of Western Australia

Australian Journal of Experimental Agriculture **42** (1) 49-56

RIVOAL, R.; COOK, R. (1993)

Nematode Pests of Cereals

in EVANS, K.; TRUDGILL, D.L.; WEBSTER, J.M.

Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture 259-304

CAB International, Wallingford, U.K.

SAYRE, R.M. (1980)

Biocontrol: *Bacillus penetrans* and related Parasites of Nematodes

Journal of Nematology **12** (4) 260-270

SCHLÜTER, K. (2001)

Untersuchungen zu frei lebenden Wurzelnematoden im Ackerbau Schleswig-Holsteins

<http://www.landbau.fh-kiel.de/Forschung/Ergebnisbericht%2520Nematoden.pdf>

SEINHORST, J.W. (1960)

Über die Bestimmung der durch Nematoden verursachten Ertragsverminderungen bei Kulturpflanzen

Meded. Landbouwhogeschool opzoekingsstations **25** (Gent) 3-4, 1025-1039

SHARMA, S.; KELLY, S.; LOUGHMAN, R. (2002)

Crop rotation options for management of *Pratylenchus neglectus* in cereal-based production systems in Western Australia

Poster, The Fourth International Congress of Nematology, Teneriffa, 8.-13. Juni

SHARMA; R.D. (1971)

Studies on the plant parasitic nematode *Tylenchorhynchus dubius*

WAU dissertation no. 479

SIKORA, R.A. (1988)

Plant parasitic nematodes of wheat and barley in temperate and temperate semi-arid regions - a comparative analysis

in SAXENA M.C.; SIKORA, R.A.; SRIVASTAVA J.P., eds.

Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions 46-48 Aleppo, Syria, ICARDA

SIKORA, R.A.; HIEMER, M. & SCHUSTER, R.P. (1990)

Reflections on the complexity of fungal infection of nematode eggs and the importance of facultative peritrophic fungal pathogens in biological control of *Globodera pallida*.

Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent **55** (2b) 699-712

SIKORA, R.A.; TAYLOR, D.P.; MALEK, R.B.; EDWARDS, D.I. (1972)

Interaction of *Meloidogyne naasi*, *Pratylenchus penetrans*, and *Tylenchorhynchus agri* on creeping bentgrass

Journal of Nematology **4** 162-165

SMILEY, R. et al (1999)

Effects of crop rotation and tillage on root lesion nematode and wheat yield,

Plant Diseases (2000) **15** 134

SMILEY, R.W.; WHITTAKER, R.G.; GOURLIE, J.A.; EASLEY, S.A. (2004)

Plant-parasitic nematodes associated with reduced wheat yield in Oregon: *Pratylenchus neglectus*

Journal of Nematology **36** 54-68

STIRLING, G.R.; NICOL, J.M.; REAY (1998)

Advisory services for nematode pests –operational guide

Rural Industries Research and Development Corporation Publication No. 99/41, Canberra 120 pp.

SUTHERLAND, J.R.; WEBSTER, J.M. (1993)

Nematode Pests of Forest Trees

in EVANS, K.; TRUDGILL, D.,L.; WEBSTER, J.M.

Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture 351-380

CAB International, Wallingford, U.K.

- TALAVERA, M.; NAVAS, A. (2002)  
Incidence of plant-parasitic nematodes in natural and semi-natural mountain grassland and the host status of some common grass species  
*Nematology* **4** (4) 541-552
- TAYLOR, S.P. et al. (1999)  
Measuring yield loss in cereals caused by root lesion nematode (*Pratylenchus neglectus* and *P. thornei*) with and without nematicide.  
*Australian Journal of Agricultural Research* **50** (4) 617-622
- TAYLOR, S.P.; EVANS, M.L. (1998)  
Vertical and horizontal distribution of and soil sampling for root lesion nematodes (*Pratylenchus neglectus* and *P. thornei*)  
*Australasian Plant Pathology* **27** (2) 90-96
- TAYLOR, S.P.; HOLLAWAY, G.J.; HUNT, C.H. (2000)  
Effect of field crops on population densities of *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* in southeastern Australia, Part 1: *P. neglectus*  
*J. Nemat.* **32**(4) 591-599
- TAYLOR, S.P.; MCKAY, A. (1993)  
Sampling and extraction methods for *Pratylenchus thornei* and *Pratylenchus neglectus* in Vanstone, V.A.; Taylor, S.P.; Nicol, J.M. eds.  
Proc. 9th Biennial Australian Plant Pathology Conf. *Pratylenchus* Workshop, Adelaide, Australia
- THORNE, G. (1961)  
*Principles of Nematology*  
McGraw-Hill Book Company, inc.; New York, Toronto, London
- TROCCOLI, A.; DI VITO, M. (2002)  
Root lesion and stem nematodes associated with faba bean in North Africa  
*Nematologia mediteranea* **30** (1) 79-81
- UEHARA, T.; KUSHIDA, A.; MOMOTA, Y. (2001)  
PCR-based cloning of two  $\alpha$ -1,4-endoglucanases from the root-lesion nematode *Pratylenchus penetrans*  
*Nematology* **3** 335-341

- UMESH, K.C.; FERRIS, H. (1994)  
Influence of temperature and host plant on the interaction between *Pratylenchus neglectus* and *Meloidogyne chitwoodi*  
*Journal of Nematology* **26** 65-71
- UREK, G. (1998)  
The influence of soil (pH) reaction on nematode population in soil  
*Research Reports – Biotechnical Faculty University of Ljubljana, Agricultural Issue* **71** 39-46
- UREK, G. (1999)  
Population dynamics of *Pratylenchus crenatus* Loof, 1960, in field soil and the influence of growth interruption of host plants on the relationship of the species *P.crenatus* in soil and roots  
*Sodobno Kmetijstvo* **32** (1) 2-7
- UREK, G.; MILEVOJ, L.; HRZIC, A. (1998)  
Influence of *Pratylenchus crenatus* Loof, *Fusarium graminearum* Schw. and *Rhizoctonia solani* Kühn. On the content of macro and micro elements in maize.  
*Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* **33** (1/2) 69-78
- VANSTONE, V.A.; RUSS, M.H. (2001)  
Ability of weeds to host the root lesion nematodes *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* I Grass weeds, II Broad-leafweeds  
*Australian Plant Pathology* **30** (3) 245-250, 251-258
- VANSTONE, V.A.; RUSS, M.H.; TAYLOR, S.P. (2002)  
Weeds as hosts to root lesion nematodes (*Pratylenchus neglectus* and *P. thornei*)  
Poster, The Fourth International Congress of Nematology, Teneriffa, 8.-13. Juni
- VANSTONE, V.A.; TAYLOR, S.P.; EVANS, M.L.; MCKAY, A.C.; RATHJEN, A.J. (1995)  
Resistance and tolerance of cereals to root lesion nematode (*Pratylenchus neglectus*) in South Australia  
in Proc. 10th Biennial Conf. Australian Plant Pathology Society, Lincoln, New Zealand, Aug. 1995 **40**
- VITO, M. DI et al. (2002a)  
Response of lines of faba bean to six populations of root lesion nematodes (*Pratylenchus spp.*) from the Mediterranean region  
*Nematologia Mediterranea* **30** (1) 107-109

- VITO, M. DI, CATALANO, F.; ZUCCHERO, G. (2002b)  
Reproductions of six populations of *Pratylenchus* spp. from the Mediterranean region on selected plant species  
*Nematologia Mediterranea* **30** (1) 103-105
- VITO, M. DI; ZACCHEO, G.; CATALANO, F. (2000)  
Effect of *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* on the growth of faba bean.  
*Nematologia Mediterranea* **28** (2) 261-265
- WALLWORK, H. (2000)  
Cereal root and crown diseases  
Grains Research and Development Corporation: Kingston, ATC, Australia
- WEISCHER, B. (1964)  
Über die Beziehungen zwischen Befallszahl und Schaden bei pflanzenparasitären Nematoden.  
*Mitt. BBA Berlin-Dahlem* **111**, 32-42
- WHITEHEAD, A. G. (1998)  
Plant Nematode Control  
CAB International, Wallingford, U.K.
- WIDMER, T.L.; MITKOWSKI, N.A. und ABAWI, G.S. (2002)  
Soil Organic Matter and Management of Plant-Parasitic Nematodes  
*Journal of Nematology* **34** (4): 289-295
- WILLIAMS, K.J. et al (2002)  
Mapping of the root lesion nematode (*Pratylenchus neglectus*) resistance gene *Rlnn1* in wheat  
*Theoretical and Applied Genetics* **104** (5) 874-879
- WILLIS, C.B.; THOMPSON, L.S. (1969)  
Effect of the root-lesion nematode on yield of four forage legumes under greenhouse conditions  
*Canadian Journal of Plant Science* **49** 505-509
- WILLIS, C.B. (1976)  
Effects of potassium fertilisation and *Pratylenchus penetrans* on yield and potassium content of red clover and alfalfa  
*Journal of Nematology* **2** 116-121

ZEISE, K.; HOFFMANN, H.-G. (1986)

Untersuchungen zu Populationsdynamik und Schadwirkung von wandernden Wurzelnematoden der Gattung *Pratylenchus* Filipjev, 1934 an Getreide

Dipl. arbeit, Univ. Rostock

ZEISE, K.; HOFFMANN, H.-G.; DECKER, H.; DOWE, A. (1987)

Untersuchungen zur Schadwirkung von wandernden Wurzelnematoden der Gattung *Pratylenchus* am Getreide

Manuskripte der Vorträge, 12. Vortragstagung zu aktuellen Problemen der Phytonematologie, Rostock 47-54



# Danksagung

Herrn Prof. Dr. Kogel danke ich für die die Annahme und Betreuung des Themas.

Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Lauenstein, der von der ersten Idee für das Thema an im Rahmen der Betreuung dieser Arbeit viele wertvolle Hinweise und Argumente gab.

Ganz besonders hat mich auch Herr Professor Dr. Dowe, der zu jeder Phase der Entstehung dieser Arbeit mit Rat und Tat zur Seite stand und von dem ich vieles lernen konnte, unterstützt. Dafür danke ich herzlich.

Frau Dr. Dittmann danke ich für ihre Unterstützung bei der statistischen Verrechnung der Versuchsdaten.

Auch weiteren Mitarbeitern der Universität Rostock, nämlich Frau Puff und Herrn Gliege sowie dem ehemaligen Studenten Herrn Wiedow, die über längere Zeiträume an der Probenahme bzw. der Untersuchung von Proben aus der Langzeitbeobachtung beteiligt waren, danke ich.

Meiner ehemaligen Kollegin im damaligen Landespflanzenschutzamt, nunmehr Bestandteil des Landesamtes für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei, Frau Fett, danke ich besonders für ihre Mitarbeit bei der praktischen Durchführung von Versuchen. Der Leitung dieses Hauses, welche die Durchführung der erforderlichen Versuche ermöglichte und weiteren Kollegen, die Hinweise zu bestimmten Aspekten gaben, gilt ebenfalls mein Dank.

Weiterhin bedanke ich mich bei Frau Pelikan, Frau Kwiatkowski sowie Frau Möller und Herrn Michelsen, die im Rahmen von zwei ABM-Projekten bei bestimmten in dieser Arbeit aufgeführten Versuchen technische Hilfestellung leisteten.

Frau Hahn, BBA Braunschweig, danke ich für ihre Unterstützung bei der Übersetzung der Zusammenfassung.

Auch Freunden und Verwandten, ganz besonders meinen Eltern, danke ich für die moralische Unterstützung meines Vorhabens.

Schließlich danke ich meiner Frau Evelin für ihre besonders liebevolle Unterstützung und Geduld in der Zeit der Entstehung dieser Arbeit und für die Ermutigung dazu. Ihren Söhnen Sebastian, Julien und besonders Dennis Hohenstein danke ich für Tipps und Vorschläge hinsichtlich der Möglichkeiten des Layouts am PC.



## Erklärung

Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe.

Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Rostock, 13.03.06

Jan Kruse

---



---