

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Heft 136

Dezember 1969



Neuere Ergebnisse der Nematodenforschung

Vorträge gehalten auf der
3. Arbeitstagung über Gegenwartsfragen
der Nematodenforschung vom 25. bis 27. Februar 1969
in Münster (Westf.)

Berlin 1969

*Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
1 Berlin 61, Lindenstr. 44—47 (Westberlin)

Inhalt

	Seite
Behringer, P., Feststellung zystenbildender Nematoden mit dem Biotest im Vierkammergefäß	5
Dern, R., Eindringungsgeschwindigkeit und Kontaktwirkung einiger nematizider Granulate im Boden	8
Hirling, W., Erfahrungen bei der Bekämpfung von Blattälchen an Erdbeeren	15
Kemper, A., Erfahrungen beim Einsatz eines Carbamoyloxim-Granulates zur Bekämpfung pflanzenschädigender Nematoden	19
Köhler, H., <i>Aphelenchoides ritzemabosi</i> an Gebirgshängenecken	30
Kort, J., Der Einfluß resistenter Kartoffeln auf Mischpopulationen von <i>Heterodera rostochiensis</i> Woll. 1923	32
Kort, J., Resistenzprüfung von <i>Solanum vernei</i> -Neuzüchtungen	39
Lücke, E., Untersuchungen zum Hafernematodenproblem (5. Mitteilung)	41
Rössner, J., Populationsentwicklung pflanzenparasitärer Nematoden unter Koniferen	50
Ross, H., Züchtung von Kartoffelsorten mit Resistenz gegen <i>Heterodera rostochiensis</i> Woll.	59
Sprau, F., Schwere Schäden an Pfefferminze (<i>Mentha piperita</i> L.) und Petersilie (<i>Petroselinum sativum</i> Hoffm.) durch einige freilebende Nematoden	65
Steudel, W., Untersuchungen zur Wirkung einiger Nematizide auf <i>Trichodorus</i> spp.	77
Sturhan, D., Das Rassenproblem bei <i>Ditylenchus dipsaci</i>	87
Thomas, E., Ein Spülverfahren zur Gewinnung frischer <i>Heterodera</i> -Zysten	99
Weischer, R., Selektive Wirkung bei pflanzenverträglichen Nematiziden	104
Wys, U., Untersuchungen über das Schadauftreten wandernder Wurzelnematoden an Erdbeerkulturen in Niedersachsen	110

P. BEHRINGER,

Bayer. Landesanstalt, Neuburg (Donau)

Feststellung zystenbildender Nematoden mit dem Biotest im Vierkammergefäß

Bayern hat im Jahre 1967 seine gesamte Kartoffelnematodenuntersuchung auf den Biotest im Vierkammergefäß umgestellt. Zur Aufnahme der Untersuchungserde und der Testpflanzen werden hierzu durchsichtige, vierkammrige und auseinandernehmbare Plastikgefäße verwendet (Behringer 1967 a und Behringer 1967 b). Es liegen bisher Erfahrungen von etwa 350 000 untersuchten Bodenproben vor. Bei Beachtung gewisser Regeln ließ sich stets ein gutes Larvenschlüpfen erzielen. Darüberhinaus spricht für diesen Test, daß nur Zysten mit lebensfähigem Inhalt erfaßt werden. Auf diese Weise ist der Nachweis eines Bekämpfungserfolges bei Einhaltung langjähriger Fruchtfolge-technik, nach Bodenentseuchungsmitteln und dem Anbau von resistenten Sorten möglich.

Sprau 1966 hat durch Vergleich verschiedener Verfahren zur Feststellung des Kartoffelnematoden nachgewiesen, daß die biologischen Methoden — hier wurden Tontöpfe und Reagenzgläser verwendet — etwa die gleiche Arbeitssicherheit besitzen, wie die bisherige Auswaschung mit nachfolgender Spezialuntersuchung. Die Aufteilung einer Bodenprobe in mehrere Einzelkammern beim Biotest ermöglicht auch noch ein sehr gutes Beobachten der Wurzeln und eine Aussage über den Verseuchungsumfang bei einem schwachen Befall. Die Untersuchungskosten liegen mit etwa DM 1,— je Probe aufgrund des geringen Arbeitsaufwandes sowie der optimalen Ausnützung des Gewächshausraumes verhältnismäßig niedrig.

Neben der Untersuchung von Bodenproben auf Kartoffelnematoden, die zahlenmäßig selbstverständlich an erster Stelle steht, wurde der Biotest in Bayern auch eingesetzt zur Ermittlung von Grundstücken mit Pathotypenverdacht bei Kartoffelnematoden sowie zur Feststellung des Getreidezystenälchens und des Rübenematoden.

Ermittlung von Grundstücken mit Pathotypenverdacht

Der Anbau von resistenten Sorten zur Gesundung nematodenbefallener Flächen gewinnt in Bayern immer mehr an Bedeutung. Bisher waren insgesamt etwa 600 ha Befallsflächen mit resistenten Sorten bestellt; im Jahre 1969 werden weitere 500 ha angebaut. Das eventuelle Auftreten neuer Pathotypen des Kartoffelnematoden muß in erster Linie auf Grundstücken befürchtet werden, die bereits einmal oder wiederholt mit resistenten Sorten bebaut waren.

Seit 1967 unterliegen diese Feldstücke in Bayern einer strengen Kontrolle. Wird nach einem gewissen Gesundungszeitraum eine Nachuntersuchung auf lebensfähige Zysten des Kartoffelnematoden vorgenommen, so werden grundsätzlich auch einige Bodenproben im Biotest mit der Sorte „Cobra“ oder einer anderen A-resistenten Sorte angesetzt. Finden sich an den Wurzeln dieser Testpflanzen neugebildete Zysten in größerer Zahl, so ist jedenfalls der Verdacht nicht auszu-

schließen, daß unter Umständen hier Pathotypen des Kartoffelnematoden — besonders wenn sich diese Erscheinungen wiederholen — vorliegen. Bisher konnten aufgrund dieser einfachen Untersuchungen einige Grundstücke ermittelt werden, bei denen die Sorte „Cobra“ als Testpflanze im Biotest wiederholt Zystenneubefall aufwies.

Es könnten darüberhinaus bei der Vielzahl der vorliegenden Nematodenbefallsflächen auch Grundstücke vorhanden sein, die zwar noch nicht mit resistenten Sorten bestellt waren, bei denen aber die dort vorkommenden Kartoffelnematoden eine von der Norm abweichende Charakteristik aufweisen. Aus allen sichtbaren Nematodenherden werden deshalb seit zwei Jahren Bodenproben gezogen und diese ebenfalls im Biotest mit der Sorte „Cobra“ angesetzt. Desgleichen werden diejenigen Bodenproben, bei denen im Biotest eine sehr starke Nematodenneubildung an den Wurzeln der anfälligen Testpflanzen nachgewiesen worden ist, nach einer mehrmonatlichen Pause noch mit der Sorte „Cobra“ angesetzt. Von den bis jetzt so unter Kontrolle stehenden etwa 500 Grundstücken schälten sich einige heraus, bei denen an den Wurzeln der resistenten Sorte „Cobra“ und später wiederholt auch an den Wurzeln anderer A-resistenten Sorten und Stämme neugebildete Zysten vorkamen. Bei einem Grundstück im Donaumoos-Randgebiet zeigten sich bei drei Testuntersuchungen bei den nur A-resistenten Sorten und Stämmen jeweils ein stärkerer Zystenneubesatz, während die Wurzeln der AB-resistenten Stämme völlig zystenfrei waren.

Mit diesen Untersuchungen sollen zunächst lediglich Grundstücke auf Pathotypenverdacht bei Kartoffelnematoden ermittelt werden. Der Anbau von nematodenresistenten Sorten, die bisher alle nur A-resistent sind, wird hier sofort untersagt. Wenn schon bei den verhältnismäßig geringen Bodenmengen (125 ccm je Gefäß), die hier zur Untersuchung kommen, bis zu zehn Zysten je Pflanze gezählt worden sind, so ist bei einmaligem oder gar wiederholtem Großflächenanbau natürlich das Vielfache an neugebildeten Zysten zu erwarten. Die Verwendung der durchsichtigen, vierkammrigen und auseinandernehmbaren Untersuchungsgefäße für diese Prüfungen erscheint wegen der guten Beobachtungsmöglichkeit der Wurzeln besonders vorteilhaft.

U n t e r s u c h u n g e n a u f G e t r e i d e z y s t e n ä l c h e n u n d R ü b e n n e m a t o d e n

Bereits seit 1945, verstärkt aber seit 1965, liegen aus einigen Gebieten Bayerns Beobachtungen über Schäden vor, die durch das massierte Auftreten des Getreidezystenälchens verursacht worden sind. Um einen Überblick über die tatsächliche Verseuchung zu bekommen, wurden im Frühjahr 1968 stichprobenartig von 650 Grundstücken Bodenproben gezogen und diese auf Vorkommen des Getreidezystenälchens im Biotest untersucht. Die zur Prüfung anstehende Erde hat man vor dem Einfüllen in die Vierkammergefäße mit Einheitserde etwas aufgemischt. Als Testsorte diente „NOS-Fichtelstolz“; diese Sorte hatte sich bei vorausgehenden Versuchen als sehr anfällig erwiesen.

Die Verseuchung der Proben mit dem Getreidezystenälchen war wider Erwarten hoch. Folgende Befallssituation wurde ermittelt:

Reg.-Bezirk	Untersuchte Grundstücke	Prozent der Grundstücke	
		schwach befallen	stark befallen
Oberbayern	77	8	10
Niederbayern	107	16	7
Oberpfalz	65	22	24
Oberfranken	104	15	21
Mittelfranken	92	21	28
Unterfranken	113	17	24
Schwaben	92	14	3
insgesamt:	650	Ø 17	Ø 18

Die stärkste Verseuchung zeigten die Proben aus den Regierungsbezirken nördlich der Donau, während die Proben südlich der Donau im allgemeinen geringer befallen waren. Umfangreiche Ermittlungen im Zusammenhang mit der Untersuchung ergaben, daß das Getreidezystenälchen in Gegenden mit feuchter und kühler Frühjahrswitterung und starker Flurzersplitterung sowie in Betrieben mit einem hohen Sommergetreideanteil und durchlässigen, tätigen Böden vermehrt auftritt.

Bei der Untersuchung der Bodenproben auf Rübennematoden diente „Liho-Sommerraps“ als Testpflanze. Die Verseuchung der geprüften 650 Grundstücke mit Rübennematoden war sehr gering; sie wurde in erster Linie in den Zuckerrübenanbaugebieten Unter- und Mittelfrankens nachgewiesen.

Summary

During the last 2 years in Bavaria about 350 000 soil samples were tested for the presence of cyst-forming nematodes and particularly for the occurrence of pathotypes of *Heterodera rostochiensis* by means of the biotest in the so-called „Vierkammergefäß“. *H. avenae* proved to be widely distributed whereas *H. schachtii* was found in a few places only.

Literatur

- Behringer, P., Lebenduntersuchung auf Kartoffelnematoden in Einweggefäßen. -- Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 19. 1967 a, 21–23.
- , Der Biotest — Nematodennachweis mit Zukunft. — Kartoffelbau 18. 1967b, 170 bis 172.
- Sprau, F., Vergleich verschiedener Methoden zur Feststellung des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Wolln.) im Boden. — Meded. Rijksfac. Landbouwetensch. Gent, 31. 1966, 572–600.

R. DERN,

Pflanzenschutzamt Frankfurt (Main)

Eindringungsgeschwindigkeit und Kontaktwirkung einiger nematizider Granulate im Boden

Im Frühjahr 1967 angelegte Nematodenbekämpfungsversuche haben erkennen lassen, daß auf 15 cm tief gefrästem, humosen Sandboden außer Terracur P in einer Aufwandmenge von 30 g/m² auch Temik in Aufwandmengen von 25 g und 40 g/m² sehr gute nematizide Kontaktwirkungen im Verlauf von drei Monaten zeigt. Diese sowohl auf unbepflanztem als auch auf mit Sellerie bepflanzten Parzellen gleich guten Abtötungserfolge lassen sich mit der guten Nematizidwirkung der Präparate Ditrax und Basamid durchaus vergleichen. Nach drei Monaten ist der Unterschied in der Nematodenabtötung gering. Nach vier Monaten kann kein gesicherter Unterschied mehr festgestellt werden. Auf dem gut gelockerten, besonders mit *Pratylenchus*- und *Tylenchorhynchus*-Arten stark verseuchtem Boden, hatte auch das von uns versuchsweise eingesetzte Präparat Birlane-Granulat bereits mit nur 5 g/m² einen Rückgang der Nematodenverseuchung um 36–43 % bewirkt.

Die daraufhin vom 8. November 1967 bis April 1968 durchgeführten Versuche auf einem angrenzenden Acker mit nahezu gleicher Nematodenfauna mit 5 g und 40 g Birlane-Granulat m² im Vergleich zu 5 g, 25 g und 35 g Temik-Granulat m² und 30 g und 40 g Terracur-P/m² brachten die in Tab. 1 dargestellten Ergebnisse.

Auch hier zeigte sich die nematizide Wirkung von Birlane-Granulat. Wie ebenfalls aus den Ergebnissen ersichtlich ist, kann man aber nicht durch Verdoppelung oder Vervielfachung der Aufwandmengen auch den entsprechenden

% Abtötung nach

Präparat g/m ²	8 Tagen	70 Tagen	5 Monaten
Birlane	5	24,1	32,2
	40	67,8	43,0
Temik	5	73,8	57,2
	25	94,2	64,3
	35	93,6	69,0
Terracur-P	30	--	57,0
	40	74,8	76,8
Basamid 40	100	100	71,0

Tab. 1. Wirkung der Nematizide in leichtem, gelockertem Boden. Berechnung des Wirkungsgrades nach Henderson & Tilton.

Abtötungserfolg erzielen. Auf diesem Acker waren vor der Behandlung Sellerieknollen geerntet worden. Danach wurde er gepflügt und 15 cm tief gefräst und nach dem Ausstreuen der Granulate nochmals 10 cm tief gefräst. Nach fünf Monaten waren die Wirkungsgrade, mit Ausnahme von B i r l a n e - Granulat, bei den verschiedenen Granulaten nicht mehr sehr unterschiedlich.

Wir hielten es daher für die spätere praktische Beratungs- und Versuchsarbeit für erforderlich, die unterschiedliche Eindringungsgeschwindigkeit der verschiedenen nematiziden Granulate zu untersuchen.

Normalerweise werden für die Untersuchung auf freilebende Nematoden Erdmischproben (50 Einzelproben/Parzelle) aus 0–25 cm oder aus 0–30 cm Tiefe entnommen. Bei unterschiedlicher Eindringungsgeschwindigkeit verschiedener Präparate kann jedoch auch bei guter nematizider Wirkung je nach Zeitpunkt der Probeentnahme ein außerordentlich verschiedener Abtötungsprozentsatz der Nematoden festgestellt werden. Während ein Wirkstoff, der relativ schwer wasserlöslich ist, in vier Wochen erst die Nematoden der oberen 10 cm tiefen Bodenschicht abgetötet hat und nur langsam tiefer eindringt, kann ein leicht wasserlöslicher Wirkstoff eines anderen Granulates bereits nach wenigen Tagen bis in 30 cm Tiefe eingedrungen sein. Die Persistenz des Wirkstoffes im Boden ist ebenfalls von Bedeutung. Bei schneller Zersetzung können aus tiefer liegenden, nicht mehr entseuchten Schichten Nematoden wieder in die obere Erdschicht eindringen und sich dort vermehren. Andererseits wird bei relativ langer Haltbarkeit eines Wirkstoffes im Boden eine schnelle Wiederbesiedlung der oberen Bodenschicht vermieden bzw. verzögert. Dies kann z. B. für die Anzucht von flachwurzelnden Forst- oder Zierpflanzen sehr günstig sein. Selbstverständlich ist zu beachten, daß andererseits bei schnellwachsenden Gemüse- und Obstsorten die Gefahr einer Aufnahme von Nematizidrückständen durch die Pflanze besteht. Hier wird man daher schnell abbauende Nematizide verwenden. Außerdem sollte geprüft werden, ob nicht bei möglichst frühzeitiger Anwendung auch persistenterere Nematizide eingesetzt werden können.

In unseren am 27. August 1968 angelegten Versuchen wurden jeweils 10⁰/oige Granulate von T e r r a c u r P (Fensulfothion), B i r l a n e (Chlorfenvinfos), T e m i k (Aldicarb) und N e m a f o s (Zinophos) im Vergleich zu B a s a m i d (Dazomet), 98⁰/oiges G r a n u l a t, eingesetzt. Auf quadratischen Kleinparzellen von 1,5 m Seitenlänge erfolgten je vier Wiederholungen.

Von angrenzenden Parzellen wurde Erde für Versuche in PVC-Röhren entnommen. Der humose Sandboden war sehr stark verdichtet. Weder nach der Ernte (Sellerie) im Herbst 1967 noch im Frühjahr 1968 wurde der Acker gepflügt. Nur die Oberfläche war 8 Tage vor Anlage des Versuchs 10 cm tief gefräst, durch heftige Regenfälle jedoch wieder eingeschwemmt worden. Auf diesen Boden streuten wir je 30 g/m² der genannten Granulate auf und arbeiteten sie mit einer leichten Sternwalze nur etwa 1 bis 2 cm tief ein, um ein Abspülen oder Abwehen durch Wasser und Wind möglichst auszuschließen. Im Spätherbst verunkrauteten die Parzellen allmählich mit Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora*), Kleiner Brennessel (*Urtica urens*) und Vogelmiere (*Stellaria media*) mit Ausnahme der B a s a m i d - Parzellen, die bis zum Januar 1969 fast unkrautfrei blieben.

Zur Probeentnahme wurden jeweils aus dem mittleren Quadratmeter, der nicht betreten wurde, 6 Einstiche pro Parzelle aus 0—24 cm Tiefe mit einem Bohrstock entnommen. Diese 6 Proben unterteilten wir in Abschnitte aus 0—8 cm, 8—16 cm und 16—24 cm Tiefe. Aus je 6 Proben gleicher Tiefe wurden von jeder Parzelle Mischproben hergestellt, von denen jeweils 250 ml auf parasitische Nematoden nach der Filtermethode untersucht wurden. Die erste Probeentnahme erfolgte unmittelbar vor der Granulatbehandlung zur Feststellung des Vorkbefalles. Die erste Kontrolle fand nach 9, die zweite nach 23, die dritte nach 63, die letzte nach 149 Tagen statt (s. Tab. 2).

Als Präparat mit dem schnellsten Eindringungsvermögen und dem größten kontaktnematiziden Effekt muß Temik bezeichnet werden. Es folgen die Präparate Basamid, Nemafox und Terracur P. In dem stark verdichteten, humosen Sandboden zeigt Birlane keine stärkere Wirkung.

Tab.2 % Abtötung nach Tagen

		9	23	63	149
Kontrolle	a	35.6	52.5	55.6*	8.0
	b	10.0*	39.4	16.0	25.0
	c	22.0	14.8	18.5	26.0
	d	16.5	36.6	10.5*	18.3
Terracur P	a	23.3	72.2	31.0	49.5
	b	23.0*	19.8	3.2	23.0
	c	36.2*	14.0*	10.3*	45.0
	d	8.0*	29.8	10.0	38.6
Basamid	a	94.0	96.7	91.5	89.7
	b	81.2	88.7	81.1	95.2
	c	14.0	28.7	31.6	75.4
	d	65.2	72.9	69.0	87.7
Birlane	a	19.7	11.3	58.2*	22.0*
	b	11.2	59.6	8.1	16.5
	c	21.3*	12.8	16.5	12.3
	d	3.5	27.3	7.0*	1.3*
Temik	a	81.3	94.5	96.3	98.3
	b	82.9	82.7	97.1	99.2
	c	77.5	85.5	97.7	99.3
	d	80.6	86.8	97.1	98.9
Nemafox	a	66.0	84.5	26.3	35.5
	b	30.7	57.1	53.3	38.0
	c	15.0	9.5	6.5	10.8
	d	35.2	49.4	31.6	28.8

Tab. 2. Tiefenwirkung der Nematizide im Parzellenversuch.

a = 0—8 cm; b = 8—16 cm; c = 16—24 cm; d = Gesamtwirkung in 0—24 cm Tiefe.
Zahlen mit * geben die Zunahme des Befalles in % zum Vorkbefall (= 100 %) an.

Neben der sehr guten und schnellen nematiziden Wirkung von *Temik* und *Basamid* ist eine gute Wirkung von *Nemafos* (nach 23 Tagen) in der oberen Bodenschicht (a) von 0–8 cm Tiefe festzustellen. *Terracur P* zeigt eine Abtötung zwischen 75–50 %, wobei gesagt werden muß, daß die Anwendungsbedingungen für dieses Präparat nicht der Vorschrift der Gebrauchsanweisung entsprechen, da eine Einarbeitung und gründliche Vermischung mit der oberen 0–10 cm tiefen Bodenschicht unterblieb und eine vorherige Bodenbearbeitung (Pflügen, Eggen) bzw. Lockerung des Untergrundes absichtlich nicht erfolgte. *Birlane* zeigt in der oberen Erdschicht eine schwächere Wirkung als in der anschließenden 8–16 cm tiefen Schicht. Ob evtl. eine zu schnelle Auswaschung aus der oberen Schicht dabei von Bedeutung sein kann, wäre noch zu prüfen.

In 8–16 cm Tiefe (b) sehen wir wiederum das schnelle Eindringungsvermögen von *Temik*, aber auch von *Basamid*. Nach nur 9 Tagen waren bei beiden Präparaten bereits 80 % der Nematoden abgetötet. Nach 149 Tagen betrug die Abtötung bei *Temik* sogar 98 %, bei *Basamid* 95 %. *Birlane* und *Nemafos* zeigen nach zwei Monaten ihre günstigste Wirkung mit 60 bzw. 55 % Abtötung. Bei beiden Präparaten erfolgt nach drei Monaten eine Zunahme der Nematodenpopulation, wahrscheinlich durch Zuwanderung aus der darunter liegenden Erdschicht von 16–24 cm Tiefe. *Terracur P* ist nur wenig in den Boden eingedrungen.

Temik und *Basamid* sind auch noch in 16–24 cm Tiefe sehr wirksam. Hier muß ebenfalls ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, daß *Basamid* nicht entsprechend der Gebrauchsanweisung mit 40 g/m² 10–15 cm tief eingearbeitet, sondern wie die anderen Präparate mit 30 g/m² und nur 1–2 cm tief festgelegt wurde.

Unter diesen Verhältnissen konnten bei dem stark verdichteten Boden *Terracur P*, *Nemafos* und *Birlane* kaum eindringen.

Wenn wir die bisherigen Ergebnisse zusammenfassen, so können wir feststellen:

1. In den obersten 8 cm ist die schnellste und gründlichste Abtötung durch *Basamid* und *Temik* bereits nach 23 Tagen erfolgt. Danach kommen *Nemafos* und *Terracur P*.
2. In 8–16 cm Tiefe ergibt sich die gleiche Reihenfolge, wenn auch der Abtötungsprozentsatz von *Basamid* und *Temik* um etwa 10 % niedriger liegt. Bei *Nemafos* ist eine 55 %ige, bei *Birlane* dagegen eine 60 %ige Abtötung festzustellen, während *Terracur P* keine gesicherte Abtötung zeigt.
3. In 16–24 cm Tiefe erreicht unter den gewählten Versuchsbedingungen nur *Temik* eine 85 %ige Abtötung, die sich nach 149 Tagen noch auf 98 % erhöht hat. Bei *Basamid* werden nach 23 Tagen 30 %, nach 149 Tagen 75 % erreicht. Nach dieser Zeit ist in den *Terracur P*-Parzellen eine 45 %ige Abtötung feststellbar.

Werden allein die Wirkungsgrade für die Abtötung von *Pratylenchus*- und *Tylenchorhynchus*-Arten in der Bodentiefe 0–24 cm betrachtet, so ergibt sich, daß die schnellste Wirkung wiederum Basamid und Temik zeigen, doch wird der höchste Abtötungsprozentsatz erst nach 93 Tagen erzielt (Basamid 93,5 %, Temik 99 %).

Weitere Versuche mit Erde des gleichen Ackers sind am 9. September 1967 im Pflanzenschutzamt in PVC-Röhren angestellt worden. Die gründlich gemischte Erde wurde mit gleichmäßigem Druck 30 cm hoch in PVC-Röhren von 33 cm Länge eingefüllt. Der Querschnitt der Röhren betrug 45 mm. Die Röhren ragten 2–3 cm über die Erdfüllung, außerdem wurde ein Kunststoffgewebe (Maschenweite 0,5 mm) auf die Erdoberfläche gelegt, um ein Abspülen der Granulate und Verluste durch den Wind zu vermeiden.

Unmittelbar nach der Behandlung (64 mg/Röhre, entsprechend 40 g/m²) wurden je 6 ml Wasser zugegeben. Um eine Einwanderung von Nematoden aus dem Untergrund zu vermeiden, waren die aufgestellten Betonröhren, die zur Aufstellung der PVC-Röhren dienten, mit gewaschenem Quarzsand gefüllt worden. Eine Abwanderung von Nematoden aus den Röhren in den Untergrund konnte hier ebensowenig verhindert werden wie bei den Kleinparzellenversuchen. Es wurden je 20 mit gleichem Granulat behandelte Röhren eingesetzt.

Die Probeentnahme, bei der je 4 Röhren pro Mittel und Kontrolle entnommen wurden, erfolgte im Abstand von 9, 21, 39 und 135 Tagen. Die Ergebnisse der beiden ersten und dem letzten Termin lassen sich also mit denen des Kleinparzellenversuches vergleichen. Allerdings unterscheidet sich der Röhrenversuch durch die um $\frac{1}{4}$ höhere Granulatmenge und die vorherige Bodenlockerung bei der Durchmischung der verseuchten Erde wesentlich von dem Kleinparzellenversuch. Tageshöchst- und -tiefsttemperaturen an beiden Versuchsorten waren fast gleich. Gering sind die Unterschiede der Niederschlagsmengen im Gesamtzeitraum der Versuche (bei Röhrenversuch 190 mm, bei Parzellenversuch insgesamt 221 mm Niederschlag).

Zur Untersuchung wurde die Erde aus jeder Röhre herausgeschoben, was bei den glatten PVC-Röhren leicht möglich ist, in Abschnitte aus 0–10 cm, 10–20 cm und 20–30 cm Tiefe unterteilt und getrennt nach dem gleichen Verfahren wie oben untersucht.

Die Ergebnisse der Röhrenversuche bestätigen im wesentlichen die Ergebnisse der Kleinparzellenversuche.

Es läßt sich erkennen, daß infolge der lockeren Erde in den Röhren auch Terracur P, Birlane und Nemafos ein gutes Eindringungsvermögen besitzen, obwohl auch hier Basamid und Temik an der Spitze liegen (bei 0–10 cm Tiefe).

In 10–20 cm Tiefe hat Basamid bereits nach 9 Tagen die schnellste Wirkung gezeigt (73,6 %), während bei Temik erst nach 135 Tagen die höchste Abtötung (98,4 %) erreicht wurde. Bei Terracur P, Birlane und Nemafos finden wir eine Abtötung zwischen 90 und 95 % nach 135 Tagen. Leider werden diese Ergebnisse beeinträchtigt, weil die Anzahl der Nematoden auch in den Kontrollröhren z. B. nach 34 Tagen um 40,6 % zurückgegangen ist. Die gleiche Erscheinung hat sich in der Erdschicht von 20–30 cm Tiefe (c) beobachten lassen.

Die Gesamtabtötung in 0–30 cm Tiefe ist bei Temik (98,9 %) und Birlane (96,6 %) besonders gut, bei Terracur P (92,2 %) und Nema-fos (95,2 %) nach 135 Tagen ebenfalls recht gut, doch läßt sich aus diesen Zahlen über die unterschiedliche Eindringungsgeschwindigkeit und Abtötung in den verschiedenen Tiefenzonen nichts ersehen.

Die Berechnung des Wirkungsgrades (nach der Formel von Henderson und Tilton) ist für die Gattung *Pratylenchus* getrennt durchgeführt worden. Die höchsten Abtötungsprozentsätze erreichen mit Ausnahme von Basamid (nach 9 Tagen 72,6 %) alle übrigen Präparate erst nach 39 (Temik 89,6 %) bzw. 135 Tagen (z. B. Nema-fos 66,7 %, Birlane 70,0 %).

Von den vielen möglichen Schlußfolgerungen sollen hier nur wenige hervorgehoben werden:

Tab. 3		% Abtötung nach Tagen			
		9	21	34	135
Kontrolle	a	22,7	35,7	13,4	33,7
	b	50,0	44,3	37,8	79,1
	c	63,8	59,0	70,5	91,2
	d	45,5	50,8	40,6	68,0
Terracur P	a	56,5	69,2	65,4	98,1
	b	51,8	46,5	30,8	89,0
	c	31,8	64,7	70,5	89,3
	d	46,8	60,1	55,6	92,2
Basamid	a	96,9	94,3	90,5	94,3
	b	73,6	81,2	60,0	91,1
	c	71,2	74,6	66,2	91,2
	d	78,1	83,4	72,2	92,2
Birlane	a	35,2	70,3	56,9	94,7
	b	40,8	85,7	67,4	96,4
	c	55,3	89,8	86,7	98,7
	d	43,8	82,0	70,1	96,6
Temik	a	68,0	81,5	91,2	98,6
	b	28,4	84,3	87,3	98,4
	c	24,2	90,9	90,2	99,5
	d	40,2	85,6	89,6	98,9
Nema-fos	a	43,2	83,3	70,2	94,5
	b	40,8	65,7	62,8	94,1
	c	45,7	81,3	69,8	97,0
	d	43,3	76,8	67,6	95,2

Tab. 3. Tiefenwirkung der Nematizide im Röhrenversuch.

a = 0–10 cm; b = 10–20 cm; c = 20–30 cm; d = Gesamtwirkung in 0–30 cm Tiefe.

1. Eine gute Bodenbearbeitung vor Anwendung der Mittel bis in 25–30 cm Tiefe kann wesentlich dazu beitragen, die Wirkung der in den Versuchen geprüften granulierten Nematizide Terracur P, Basamid, Birlane, Temik und Nemafos zu beschleunigen und zu verbessern.
2. Von den geprüften, weitgehend pflanzenverträglichen Nematiziden ist nur Temik auf unbearbeitetem, stark verdichteten, humosen Sandböden, von den phytotoxischen Nematiziden Basamid-Granulat gut wirksam, auch wenn die Granulate nur oberflächlich in den Boden eingearbeitet werden (1–2 cm).
3. Birlane und Nemafos haben auf gelockertem Boden eine gute nematizide Wirkung.
4. Neben dem Preis für die Bodenbehandlung ist zu berücksichtigen, ob es ausreicht, nur eine Entseuchung der oberen 10–20 cm tiefen Bodenschicht durchzuführen. Dabei kann dann unter Umständen auf eine tiefere Bodenbearbeitung verzichtet werden. Gelegentlich wird es zweckmäßig sein, die Granulatbehandlung nach 3–4 Monaten zu wiederholen.
5. Ferner haben die Versuche gezeigt, daß nicht nur im Frühjahr, sondern auch im Winterhalbjahr die kontaktnematizide Wirkung der geprüften Granulate erhalten bleibt.
6. Bei der Auswahl eines nematiziden Granulates wird man neben den Rückstandsfragen mehr als bisher der verschiedenen Eindringungsgeschwindigkeit und der Bodenbearbeitung Rechnung tragen müssen, ebenso einer ausreichenden Bewässerung. Ob z. B. eine Anwendung von Temik Rückstände in den Pflanzen hinterläßt, wenn sie 4–6 Monate vor der Bestellung einer verseuchten Fläche mit Gemüse, Kartoffeln, Mais, Tabak und anderen Kulturen durchgeführt wird, sollte überprüft werden.

Summary

With microplot experiments and trials in PVC-pipes the nematicidal granulates of Terracur P (Fensulfothion), Basamid (Dazomet), Birlane (Mevinphos), Temik (Aldicarb, earlier Carbamoyloxim) and Nemafos (Zinophos), using the same application — 30 g/m² in the microplot, 40 g/m² in the pipe experiment — were examined for their speed of penetration and their nematicidal effect on species of the genera *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Aphelenchoides* and *Tylenchus*. On untilled compact organic sandy soils Temik and Basamid showed the fastest penetration and the best killing rate whereas the other granulates hardly showed any effect. With trials in PVC-pipes the same soil was used, however well mixed. Here also the fastest effect in different depths (from 0–10, 10–20 and 20–30 cm) was observed for Basamid, the best effect for Temik even in 20–30 cm depth still after 135 days. Some practical conclusions for the choice and the appropriate application of the nematicidal granulates as well as for the soil treatment and watering are drawn.

W. HIRLING,

Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart

Erfahrungen bei der Bekämpfung von Blattälchen an Erdbeeren

Das brennendste Problem im Erdbeeranbau ist z. Z. die Bekämpfung von zwei Blattälchen, *Aphelenchoides fragariae* (Erdbeerälchen) und *A. ritzemabosi* (Chrysanthemenälchen). Das Zusammenwirken dieser Älchen mit einem Bakterium, *Corynebacterium fascians*, erzeugt schwere Mißbildungen an den Erdbeeren, blumenkohllartige Verwachsungen, Verdickungen und Veränderungen von Blatt- und Blütenstielen und von ganzen Blütenständen (Strümpel 1968). Wenn es auch ab und zu vorkommen soll, daß ganze Erdbeerbefelder von solchen schweren Verwachsungen heimgesucht sind, so bleiben solche Schäden doch Einzelfälle. Verbreitet sind dagegen Schäden an Erdbeeren, die durch die Älchen allein hervorgerufen werden. Ohne Bakterien ist das einzelne Schadbild nicht so kraß. Die Blattentwicklung ist gehemmt, die Zähnung der Blattränder ist verändert oder fehlt ganz. Die Blätter bleiben klein, z. T. entfalten sie sich nicht. Die Pflanzen kümmern, die Blütenstiele bleiben kurz, und ein Teil der Pflanzen geht ein. Bestockt sich die Pflanze, so erscheint oft der Austrieb aus den neuen Rosetten gesund, während aus den inneren Herzen eines Erdbeerstockes nur kranke Blätter hervorkommen. Bei schwachem Älchenbefall treten oft keine Befallszeichen auf (Strümpel 1968). Der Praktiker erkennt den Befall schon an der blaugrünen Farbe der Blätter kranker Pflanzen. Auch Decker und Dowe (1962) beobachteten diese Farbänderung als Folge des Befalls durch *Aphelenchoides* spp.

Massenvermehrung der Älchen auf der Erdbeere

Die Erdbeere ist nur eine der zahlreichen Wirtspflanzen dieser beiden einheimischen, weit verbreiteten Schädlinge (Burrckhardt 1967). Durch die fort-dauernde vegetative Vermehrung der Erdbeere verstärkt sich nach einer einmal erfolgten Infektion einer Erdbeersorte die Verseuchung von Vermehrungs- zu Vermehrungsanbau. Es existieren daher große Unterschiede im Verseuchungsgrad verschiedener Erdbeersorten. Neue Infektionen aus dem Boden oder von anderen Pflanzen spielen im praktischen Erdbeeranbau keine Rolle (Strümpel 1968). Sie treten erst nach mehrmaligem Vermehrungsanbau in Erscheinung. Die Ursache starken Befalls einer neu angelegten Kultur ist immer verseuchtes Pflanzgut.

Beobachtungen über den Befall von Erdbeerbeständen in der Umgebung von Stuttgart

Im letzten Jahr habe ich ab Februar Erdbeerkulturen in der Umgebung von Stuttgart auf Blattälchen untersucht. Die Sorten „Senga Sengana“, „Senga Precosa“ und „Senga Precosana“ waren unabhängig von Nemafofos-Behandlungen im vorausgegangenen Herbst am stärksten befallen. Der Anbau der Sorte „Senga Precosana“ ging in der Umgebung von Stuttgart wegen der starken Verseuchung dieser Sorte zurück. Zuerst hielt man den „eigenartigen Blattwuchs“ für eine Sorteneigentümlichkeit (Hirling 1968).

Bekämpfung und Selektion

In einer Gemeinde wurde mir als Besonderheit ein vollständig gesunder „Senga-Precosa“-Erdbeerbestand gezeigt. Der Anbauer vermehrt zugekauftes Pflanzengut getrennt von seinen anderen Erdbeeren und unterwirft den Nachbau einer strengen Selektion. Pflanzen mit den geringsten Verdachtszeichen auf irgend eine Krankheit werden vernichtet. Auf diese Weise hat dieser Erdbeeranbauer im Gegensatz zu seinen Kollegen gesunde Erdbeerbestände. Ein Erdbeer vermehrer pflanzte im Herbst 1967 die erhaltenen „Senga Precosa“ – Elitepflanzen in Töpfe, behandelte sie dreimal mit Nemafofos und pflanzte dann nur die guten, gesund aussehenden Setzlinge aus. Trotzdem wurden im Frühjahr noch kranke Pflanzen gefunden. Der Befall, 304 Älchen je 20 g Blattherzen, war gering, wenn man berücksichtigt, daß es sich nicht um den Durchschnittsbefall des ganzen Feldes, sondern um den Befall ausgesuchter, schlechter Pflanzen handelte. Diesen schwachen Befall sehe ich als Erfolg der Selektion und nicht als den der Nemafofos-Behandlung an. Die Kommission, die im Juni die Pflanzung zur Erzeugung von Hochzucht pflanzgut anerkannte, lobte diesen „Senga Precosa“-Bestand als den besten, den sie bisher gesehen habe. Auf dem Feld legte ich nach der Anerkennung einen Versuch an. Hochzuchtjungpflanzen aus unbehandelten Parzellen enthielten beim Verkauf im Durchschnitt 208 Älchen je 20 g Blattherzen. Ein noch laufender Versuch soll zeigen, ob dieser Befall als schwer anzusehen ist oder ob er unter der kritischen Schadensschwelle liegt.

Nemafofos

Im Sommer und Herbst 1967 wurden sehr viele Erdbeerbestände mit Nemafofos gespritzt. Bei Untersuchungen im Frühjahr konnten keine Unterschiede zwischen Behandelt und Unbehandelt gefunden werden. Bei der Auswertung eines Versuches eines Erdbeeranbauers ergaben sich große Befallsschwankungen zufälliger Art. Die Befallsstärke wechselte in diesem zweijährigen „Senga Sengana“-Bestand von Pflanze zu Pflanze, ja sogar innerhalb einer Pflanze von Blattrosette zu Blattrosette sehr stark. Von drei Pflanzen wurden die Herzen jeder Rosette einzeln untersucht. Bei der ersten Pflanze schwankte der Befall der einzelnen Herzen zwischen 0 und 40 Tieren (jeweils auf 20 g Blattmasse umgerechnet). Der Befall der 2. und 3. Pflanze schwankte zwischen 0 und 19 350 bzw. 33 und 16 640 Tiere je 20 g Blattherzen. Die erste der drei untersuchten Pflanzen, eine offensichtlich kranke, war schon so geschädigt, daß sie dem Schädling keine starke Vermehrung mehr erlaubt hatte. Die anderen beiden Pflanzen waren kräftig. Pflanzen dieses Aussehens brachten einen vollen Beerenenertrag. Die Untersuchung zeigt: Kräftige, zweijährige Pflanzen ermöglichen dem Schädling eine starke Vermehrung, ohne selbst geschädigt zu werden. Bei der Auswertung von Versuchen in zweijährigen Beständen müssen mehrmals 20 g Blattherzen untersucht werden, um gesicherte Ergebnisse zu erhalten. Nemafofos-Spritzungen im Frühjahr senken die Befallshöhe. Eine Anlage wurde im Frühjahr gestaffelt 1-, 2- und 3mal mit Nemafofos (0,2 %ig) gespritzt. Am 9. Mai, 5 Wochen nach der letzten Behandlung, ergab die Untersuchung der drei Teilstücke 1 765, 718 bzw. 627 Älchen je 20 g Blattherzen. In einem Extraversuch ging der Befall der behandelten Parzellen nach der letzten Spritzung für 3 bis 4 Wochen auf 50 % von Unbehandelt zurück. Danach verschwand der Unterschied langsam. Nach 8 Wochen waren Behandelt und Unbehandelt wieder gleich stark befallen. Praktiker behaupten, daß die im

Herbst 1967 mit Nemafofos behandelten jungen Erdbeerpflanzen besser gewachsen seien als unbehandelte auf Nachbarfeldern. Sie führen die gute Fruchtternte im Sommer 1968 auf die Nemafofosspritzung im Herbst zurück. Es ist möglich, daß die vorübergehende Befallssenkung nach einer Nemafofos-Behandlung den jungen Pflanzen über eine kritische Anwachs- und Entwicklungszeit hilft. Eine nur zeitweilige Befallssenkung genügt jedoch für den Vermehrungsanbau nicht. Setzlinge aus im Laufe des Sommers mehrmals mit Nemafofos behandelten Vermehrungsbeständen zeigten nach dem Pflanzen stark die bekannten Befallssymptome.

Terracur P und Temik

Ich habe über drei abgeschlossene und einen noch laufenden Versuch zu berichten.

Im ersten Versuch wurden am 13. März 1968 50 kg/ha Terracur P oder 50 kg/ha Temik auf die Reihen der Erdbeersorte „Senga Precosa“ gestreut. Bei der Bonitierung nach Augenschein nach zwei Monaten, am 14. Mai, waren auf den unbehandelten Parzellen 30 % der Pflanzen offensichtlich befallen. Auf den behandelten Parzellen konnte nur eine des Befalls verdächtige Pflanze gefunden werden. Die behandelten, nach Augenschein gesunden Pflanzen waren jedoch nicht vollständig befallsfrei. Terracur P hatte den Befall um 84 % und Temik um 98,5 % gesenkt. Es gelang somit, durch Reihenbehandlung im zeitigen Frühjahr mit Terracur P oder mit Temik aus stark verseuchten Elitepflanzen praktisch befallsfreie Hochzuchtmutterpflanzen zu erzeugen (Hirling 1968).

Die Versuchsfläche lag an einem Südhang auf Sandboden. Die Humus- und Sandschicht bedeckt hier den Fels stellenweise nur 25 cm, an anderen Stellen über 1 m. Dünger wird hier schnell in den Untergrund gespült. In diesem Boden hatten Terracur P und Temik eine deutliche Tiefenwirkung auf freilebende Nematoden (*Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus* und *Paratylenchus* spp.) und auf *Aphelenchoides fragariae*. Die Zahl der freilebenden Nematoden wurde in 0–15 cm Tiefe auf etwa 20 %, in 15–30 cm Tiefe auf 60 % (Terracur P) bzw. 12 % (Temik) und in 30–50 cm Tiefe auf rund 20 % vermindert. *A. fragariae* wurde in 0–15 und 15–30 cm Tiefe auf 1–20 % reduziert. Die Aufbewahrungstemperatur der Erdproben beeinflusste das Untersuchungsergebnis bei *A. fragariae*. Nach zweitägiger Aufbewahrung der Erdproben im Kühlschrank wurden aus Proben aus 0–15 cm Tiefe unbehandelter Parzellen im Durchschnitt 197, aus 15–30 cm Tiefe 493 und aus 30–50 cm Tiefe 25 *A. fragariae* extrahiert. Nachdem die restliche Erde 3 weitere Tage bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden war, wurden nur noch 2, 0 bzw. 1 *A. fragariae* aus den Proben gewonnen. Es besteht bestimmt ein Zusammenhang zwischen der kurzen Lebensdauer dieses Äldchens, wenn es sich frei im Boden aufhält (Strümpel 1968), und seiner Empfindlichkeit in Bodenproben gegen hohe Temperaturen.

In einem zweiten Versuch wurde die Wirkung von Terracur P bei später Anwendung im Mai auf den Befall von „Senga Precosa“-Mutterpflanzen verfolgt. Terracur P hat bei später Anwendung keine dauernde und ausreichende Wirkung auf die Mutterpflanzen mehr.

In einem dritten Versuch wurden am 10. Juni 1968 Terracur P und Temik breitwürfig in der vierfachen Aufwandmenge, 200 kg/ha, ausgestreut, damit sich die jetzt bildenden Ausläufer in behandelter Erde bewurzeln. Temik hatte auf die

Mutterpflanzen trotz der späten Anwendung eine gute Wirkung. Bei Terracur P zeigte es sich auch hier, daß es bei später Anwendung auf die Mutterpflanzen keine Wirkung mehr hat. Auf die Jungpflanzen hatten beide Mittel eine gute Wirkung. Am 17. 9. 1968 wurden für einen 4. Versuch jeder Parzelle eine größere Zahl von Setzlingen entnommen. Ein Teil davon wurde untersucht und der andere Teil am nächsten Tag in einer Nachbargemeinde ausgepflanzt. Mit dem Pflanzgut aus den 16 Parzellen des 3. Versuchs wurden 16 Pflanzenreihen mit durchschnittlich je 75 Pflanzen im 4. Versuch angelegt. Der Befall schwankte von Parzelle zu Parzelle im 3. Versuch und somit von Reihe zu Reihe im 4. Versuch bei den 8 unbehandelten Parzellen von 51 bis 633, bei den 4 Terracur P-Parzellen von 0 bis 20 und bei den 4 Temik-Parzellen von 0 bis 3 Älchen je 20 g Blattherzen. Der 4. Versuch soll zeigen, wie sich der unterschiedliche Befall auf das Wachstum und den Befall im Jahre 1969 auswirkt.

S c h l u ß

Bei allen Pflanzenschädigern anerkennt man eine Schadensschwelle, unter der kein Schaden auftritt oder unter der der Schaden so gering ist, daß sich eine Bekämpfung nicht lohnt. Es ist nicht anzunehmen, daß die Blattälchen bei Erdbeeren eine Ausnahme machen und daß man hier absolut befallsfreie Setzlinge verlangen muß, um Schäden zu vermeiden. Es gilt bei den Erdbeeren, mit möglichst gesunden Setzlingen eine kräftige Jugendentwicklung zu erreichen. Stark befallene Setzlinge kümmern. Der Schaden liegt im ersten Anbaujahr. Im zweiten Anbaujahr überwachsen die gesunden Pflanzen und die gesunden Rosetten einer Pflanze die kranken. Blattälchenbefall wirkt sich oft auf den Ertrag nicht mehr aus. Wie die Versuche gezeigt haben, gelingt es mit Terracur P und mit Temik auf einfache Weise, praktisch befallsfreie Setzlinge zu erzeugen. Für den Erdbeeranbauer, der dieses Pflanzgut verwendet, erübrigt sich die Bekämpfung der Blattälchen.

S u m m a r y

Leaf and bud eelworms (*Aphelenchoides ritzemabosi* and *A. fragariae*) are main pests in strawberry production. The main damage is done to young plants. It is possible to control the nematode and to produce healthy runners by the use of nematicides like Terracur P and Temik respectively.

L i t e r a t u r

- Burckhardt, F., Über das Vorkommen von Blattälchen an Unkräutern und anderen Wildpflanzen. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H. 121. 1967, 71—75.
- Decker, H. und Dowe, A., Beobachtungen über das Auftreten des Erdbeerälchens *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos. 1891) Christie, 1932 im Jahre 1961. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. N. F., Berlin, 16. 1962, 237—240.
- Hirling, W., Das Erdbeerälchen und seine Bekämpfung. — Obst und Garten, 87. 1968, 323—325.
- Strümpel, H., Zur Ätiologie der durch *Aphelenchoides fragariae* und *Corynebacterium fascians* verursachten Erdbeerkrankheit. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 20. 1968, 17—21.
- , Untersuchungen an mit Blattälchen (spez. *Aphelenchoides fragariae*) verseuchten Erdbeeren. Zeitschr. Pfl.krankh. 75. 1968, 129—142.

A. KEMPER,

Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster

Erfahrungen beim Einsatz eines Carbamoyloxim-Granulates zur Bekämpfung pflanzenschädigender Nematoden

Die Notwendigkeit einer Rationalisierung und Intensivierung führt in den mit der Produktion pflanzlicher Erzeugnisse befaßten Betrieben des Gartenbaues und der Landwirtschaft zu einer weitgehenden Spezialisierung. Das bedeutet, daß nur wenige Kulturpflanzenarten in dichter oder gar ununterbrochener Folge auf den gleichen Flächen zum Anbau gelangen und somit die Prinzipien des Fruchtwechsels notgedrungen vernachlässigt werden. Dadurch findet zwangsläufig eine Anreicherung von Krankheitserregern und Schädlingen im Boden statt. Als typische „Fruchtfolgeschädlinge“ sind auch die pflanzenparasitären Nematoden zu bezeichnen. Einige Arten unter ihnen findet man zwar in fast allen Kulturböden vor, jedoch ist eine stärkere, über eine bestimmte „kritische Grenze“ hinausgehende Vermehrung erst dann zu verzeichnen, wenn ihnen zusagende Wirtspflanzen in häufiger Folge angebaut werden. Derartige Beispiele sind aus der gartenbaulichen und landwirtschaftlichen Praxis insbesondere in jüngster Zeit genügend bekannt geworden.

Eine weitgehende Verhütung des Schadauftretens von Nematoden könnte theoretisch zumindest bei den Arten mit einem eng begrenzten Wirtspflanzenkreis durch eine entsprechende Umstellung der Fruchtfolge erreicht werden. Diese Maßnahme ist aber aus betriebs- und marktwirtschaftlichen Gründen in den meisten Fällen nicht bis zur letzten Konsequenz durchführbar, da sie unter Umständen tiefgreifende, nicht vertretbare Folgen in der gesamten Struktur und Wirtschaftsweise des Betriebes nach sich zieht.

Die Züchtung nematodenresistenter Sorten hat zwar in jüngster Zeit beachtliche Erfolge aufzuweisen, jedoch beschränken sich diese auf nur wenige Arten von Kulturpflanzen und in erster Linie auf einige weitgehend spezialisierte Nematodenarten.

Die Durchführung von Maßnahmen zur generellen Bodenentseuchung, sei es die Dämpfung des Bodens oder der Einsatz von chemischen Spezialpräparaten, ist auf Grund des relativ hohen Kostenaufwandes nur auf kleineren, besonders intensiv genutzten Flächen, wie beispielsweise im Zierpflanzenbau, im Gemüsebau unter Glas oder auf Saat- und Anzuchtbeeten von Baumschulen, wirtschaftlich vertretbar.

Für die Verhütung von Nematodenschäden im großflächigen Anbau von weniger wertvollen Kulturpflanzen mit einem entsprechend geringeren Reinerlös je Flächeneinheit, wie es in erster Linie für die Landwirtschaft und den Feldgemüsebau zutrifft, muß daher ein anderer Weg beschritten werden, um die Kosten solcher Maßnahmen in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen zu halten. Dabei ist es weniger von Bedeutung, die Nematoden abzutöten als vielmehr die Pflanzen so weit vor Befall zu schützen, daß spürbare Ertragsverluste vermieden werden.

Im Hinblick auf diese Zielsetzung sind in den vergangenen Jahren von der Pflanzenschutzmittelindustrie einige neue Wirkstoffe entwickelt worden. Dabei handelt es sich größtenteils um wasserlösliche Verbindungen, die gezielt und unmittelbar an die zu schützenden Pflanzen gebracht werden. Ein solches Produkt

ist das unter der Bezeichnung „Temik“ bekannt gewordene Carbamoyloxim-Granulat, das von der Union Carbide Corporation in den USA entwickelt wurde und über das Weiden und Mitarbeiter 1965 erstmalig berichteten. In ersten Versuchen zu Zierpflanzen zeichnete sich diese Verbindung durch eine gute insektizide und akarizide Wirkung aus (Baranowski, 1967). Todd und Nusbaum (1967) stellten eine gute nematizide Wirkung an Tabak fest. In Deutschland wurden 1965 die Entwicklungsarbeiten mit Carbamoyloxim-Granulat von der Aglukon-Gesellschaft, Düsseldorf, aufgenommen (Nölle und Schneider, 1968). Das Produkt wurde seither unter der Versuchsbezeichnung KSM 52, einer Granulatformulierung mit 10 % aktiver Substanz, in zahlreichen Versuchen erprobt. So berichteten Steudel und Thielemann (1967) über eine erfolgreiche Anwendung von Carbamoyloxim-Granulat gegen den Rüben nematoden (*Heterodera schachtii* Schmidt). Weischer (1968) erprobte den Wirkstoff gegen das Getreidezystenälchen (*Heterodera avenae* Filipj.). Dern (1967) berichtet über Erfahrungen beim Einsatz von Carbamoyloxim-Granulat zur Bekämpfung freilebender Nematoden.

Im folgenden sollen die Ergebnisse der vom Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster, in den Jahren 1966 bis 1968 mit Carbamoyloxim-Granulat durchgeführten Versuche zur Bekämpfung pflanzenschädigender Nematoden mitgeteilt werden.

Als Versuchspräparat fand in allen Fällen die Granulatformulierung mit 10 % Wirkstoffgehalt Verwendung. Das Präparat wurde unter anderem eingesetzt gegen:

1. Blattälchen (*Aphelenchoides ritzemabosi* Steiner) an Chrysanthenen.
2. Freilebende Nematoden der Gattung *Pratylenchus* und *Paratylenchus* an Möhren.
3. Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne* sp.) an Möhren.
4. Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.) an Kartoffeln.
5. Stockälchen (*Ditylenchus dipsaci* Filipj.) an Mais.

1. Versuche zur Bekämpfung von Blattälchen
(*Aphelenchoides ritzemabosi*) an Chrysanthenen.

Für die Versuche im Jahre 1967 stand eine 75 qm große Freilandfläche mit Chrysanthenen (Sorte: Gelbe Rayonnant) zur Verfügung. Die Jungpflanzen waren bereits beim Auspflanzen (am 15. 5.) von Blattälchen befallen; die jungen Herzblätter zeigten die für einen solchen Frühbefall typischen Deformierungen. Am 31. 5., also 16 Tage nach dem Auspflanzen, wurde mit der Behandlung begonnen. Das Präparat wurde in einer Aufwandmenge von 40 kg/ha breitwürfig ausgestreut. Ein Einarbeiten mußte auf dem schweren, zum Zeitpunkt der Behandlung sehr feuchten Boden unterbleiben und wurde auch bei späteren Anwendungsterminen nicht vorgenommen. In Abständen von etwa 14 Tagen wurde auf weiteren Parzellen das Präparat in gleicher Weise und Aufwandmenge sowie teilweise auch in verringerter Aufwandmenge (20 kg/ha) ausgebracht, während einige der zuvor behandelten Parzellen eine zusätzliche Gabe von 40 bzw. 20 kg/ha erhielten. Ziel dieses hinsichtlich Anwendungstermin und Aufwandmenge gestaffelten Behandlungsplanes war es, den günstigsten Zeitpunkt für die Ausbringung sowie die opti-

male Aufwandmenge und die Pflanzenverträglichkeit des Präparates zu ermitteln. Die einzelnen Behandlungsdaten sowie die Bonitierungsergebnisse sind in der Tabelle 1 wiedergegeben.

Die besten Ergebnisse wurden durch die frühzeitige Behandlung am 31. 5. erzielt. Die Pflanzen zeigten während der folgenden Wachstumszeit keine Schadsymptome mehr, auch bei der Untersuchung der Blätter (19. 7.) wurden keine Blattälchen gefunden. Bei den Pflanzen auf den am 15. 6. erstmalig mit 40 kg/ha behandelten Parzellen zeigten zu diesem Zeitpunkt die ältesten Blätter bereits deutliche Fleckenbildung und beginnende Nekrosen. Der Befall kam dann jedoch völlig zum Stillstand, so daß sich die Pflanzen in der Folgezeit normal entwickelten; am 19. 7. wurden in den ältesten Blättern trotz der leichten Schädigung keine Blattälchen mehr gefunden. Anders jedoch lagen die Verhältnisse auf den erstmalig am 26. 6. mit 40 kg/ha behandelten Parzellen. Die Pflanzen waren zum Zeitpunkt der Mittelanwendung bereits erheblich geschädigt; die unteren Blätter waren schon abgestorben. Durch diese verspätete Behandlung konnte zwar die weitere Ausbreitung des Befalls unterbunden werden, die bereits eingetretene Wachstumsdepression der Pflanzen konnte jedoch trotz der hier am 10. 7. erfolgten zusätzlichen Behandlung (20 kg/ha) nicht mehr ausgeglichen werden. In den schon bei der 1. Behandlung erheblich geschädigten Blättern wurden noch am 19. 7. lebende Blattälchen gefunden. Offensichtlich hatten diese lädierten Blätter nicht mehr genügend Wirkstoff aufnehmen können. Auf den erstmalig am 10. 7. mit 20 kg/ha behandelten Parzellen entwickelten sich die Pflanzen in der Folgezeit nicht wesentlich besser als in der Kontrolle; auch der Älchenbesatz in den Blättern wurde kaum noch beeinflusst.

Eine phytotoxische Wirkung des Präparates wurde in keinem Fall festgestellt, selbst nicht bei der zweimaligen Behandlung mit je 40 kg/ha.

Ein weiterer Versuch zur Bekämpfung von Blattälchen an Chrysanthenen mit Carbamoyloxim-Granulat wurde im Jahre 1968 durchgeführt, allerdings mit nur einer Aufwandmenge und nur einem Anwendungstermin. Es handelte sich in diesem Fall um Chrysanthenen (Sorte: Rayonnant) im Freiland, die unmittelbar vor sowie nach dem Auspenden (9. 5.) mit *A. ritzemabosi* infiziert und 13 Tage nach dem Auspenden (22. 5.) mit 50 kg/ha Carbamoyloxim-Granulat behandelt wurden. Während die Pflanzen der Kontrollparzellen in der Folgezeit starke Schäden zeigten, wurden an den behandelten Pflanzen bei der am 12. 8. durchgeführten Bonitur nur vereinzelt leichte Schadsymptome an einzelnen älteren Blättern festgestellt. In diesen wurden auch einzelne Exemplare von *A. ritzemabosi* gefunden.

2. Versuch zur Bekämpfung von freilebenden Nematoden und Wurzelgallenälchen an Möhren

Der Versuch wurde 1967 auf einer mit freilebenden Nematoden der Gattungen *Pratylenchus* und *Paratylenchus* sowie mit Wurzelgallenälchen verseuchten Fläche durchgeführt. Das Präparat wurde in einer Aufwandmenge von 40kg/ha als 5 cm breites Streuband auf die Möhrenreihen aufgebracht und leicht eingearbeitet. Eine Anwendung des Präparates zu verschiedenen Terminen war auf Grund einiger in voraufgegangenen Tastversuchen getroffenen Beobachtungen vor allen

Tabelle I

Versuch zur Bekämpfung von Blattlächen (*Aphelenchoides rizemabosi*) an Chrysanthemem mit Carbamoyloxim-Granulat; 1967

Versuchsort:

Gartenbaubetrieb in Drensteinfurt, Krs. Lüdinghausen

Versuchspflanze:

Chrysantheme (Freiland); Sorte: Gelbe Rayonnant; ausgepflanzt am 15. 5. 1967;

Jungpflanzen zeigten Blattlächenbefall

Bodenart:

Lehmboden

Parzellengröße:

2,5 m² (80 Pflanzen); 2 Wiederholungen

Art der Behandlung:

Präparat breitflächig ausgestreut, nicht eingearbeitet.

Lfd. Nr.	Behandlung		26. 6.	10. 7.	19. 7.	5. 9.	Befund +	Zustand der Blätter	Bemerkungen
	Datum	Aufwand- menge							
1.	31. 5. 67	40 kg/ha	0	0	0	0	—	Keine Schäden	
2.	31. 5. 67	40 kg/ha	0	0	0	0	—	Keine Schäden	
	15. 6. 67	40 kg/ha							
3.	15. 6. 67	40 kg/ha	2	1	0	0	—	Leichte Schäden	
4.	26. 6. 67	40 kg/ha	4 (v. d. 1. Beh.)	4	3	2	+	Leichte Nekrosen	
	10. 7. 67	20 kg/ha							
5.	10. 7. 67	20 kg/ha	4	4—5	4	3—4	++	Starke Nekrosen	Bereits abgestor- bene Blätter wurden nicht be- rücksichtigt
			(v. d. Beh.)	(v. d. Beh.)	5	5	++	Starke Nekrosen	
6.	Unbeh.	—	4	4—5	5	5	++	Starke Nekrosen	

+ : — = ohne Befall; + = einzelne Tiere; ++ = mittlerer Befall; +++ = starker Befall

Tabelle 2

Versuch zur Bekämpfung von freilebenden Nematoden und Wurzelgallenälchen an Möhren mit Carbamoyloxim-Granulat; 1967
 Versuchsort: Waltrop, Krs. Recklinghausen
 Versuchspflanze: Möhren; Sorte: Nantaise Spezial, Aussaat am 18. 5. 67; Reihenabstand 25 cm
 Bodenart: Humoser Sandboden, Rieselfeld, hoher Gehalt an Kohlenstaub
 Parzellengröße: 15 qm; 1 Wiederholung
 Art der Behandlung: Reihenbehandlung (ca. 5 cm Streuband); Präparat ausgestreut und leicht eingearbeitet.

Lfd. Nr.	Behandlung		Anzahl Nemat. in 250 cem Boden (☉ von 2 × 250 cem)						Zahl d. Gallen pro Pfl. (φ von 2 × 200 marktff. Möhren)		kg marktff. Möhren auf 2 m ² (φ von 2 × 2 m ²)	
			Am 31. 3. 67		Am 29. 6. 1967 +		Zahl des Vorbe- falls	Zahl des Vorbe- falls	%	%		
			Pratyl. sp.	Paratyl. sp.	Zahl	Zahl					Zahl	Zahl
1.	18. 5. 67	Zur Aussaat	500	1200	175	35,0	410	34,2	0,06	1	9,22	261,9
2.	18. 5. 67 8. 6. 67	Zur Aussaat Bildung erster Fiederblätter	450	2300	150	33,3	375	16,3	0,1	1,7	9,00	255,7
3.	8. 6. 67	Bildung erster Fiederblätter	750	2050	135	18,0	310	15,1	0,1	1,7	4,90	139,2
4.	Unbeh.	—	650	1860	500	76,9	1700	91,4	6	100	3,52	100

+ Proben in den Möhrenreihen entnommen.

Dingen im Hinblick auf die Verhütung von Schäden durch Wurzelgallenälchenbefall von besonderem Interesse. Die Behandlungen wurden wie folgt durchgeführt:

- a) zur Saat (18. 5.)
- b) Nach Bildung der ersten Fiederblätter bei den Möhren (8. 6.)
- c) In geteilter Gabe zu dem unter a) und b) genannten Zeitpunkt (18. 5. und 8. 6. je 20 kg/ha)

Zur Ermittlung einer eventuellen Kontaktwirkung des Präparates wurden am 29. 6. aus den Möhrenreihen, also unmittelbar aus den mit dem Mittel behandelten Streifen, Bodenproben entnommen und auf freilebende Nematoden der Gattungen *Pratylenchus* und *Paratylenchus* untersucht. Wie aus den in der Tabelle 2 wiedergegebenen Ergebnissen hervorgeht, ist in den behandelten Parzellen die Populationsdichte auf 35 % bis maximal sogar 15 % des Vorbefalls vermindert, während sie in den Kontrollparzellen nahezu unverändert geblieben ist. Die Ergebnisse entsprechen der bereits von D e r n (1967) getroffenen Beobachtung, daß Carbamoyloxim-Granulat nicht nur als systemisches Nematizid wirkt, sondern gleichzeitig auch eine Kontaktwirkung besitzt.

Die Auswertung des Versuches hinsichtlich der Wirkung des Präparates gegen Gallenälchen erfolgte in Anlehnung an das bei der Mittelprüfung übliche Verfahren. Es wurden von jeder Parzelle 2 qm geerntet und nur die marktfähige Ware gewichtsmäßig erfaßt. An jeweils 200 marktfähigen Möhren pro Parzelle wurde die durchschnittliche Anzahl der Gallen je Pflanze festgestellt.

Im Hinblick auf die pro Pflanze ermittelten Gallen wurden in allen behandelten Parzellen annähernd gleiche Ergebnisse ermittelt. Während in den Kontrollparzellen 6 Gallen pro Pflanze gefunden wurden, zeigten die Möhren in den behandelten Parzellen einen Besatz von 0,06 bzw. 0,1 Gallen je Pflanze.

Wesentliche Unterschiede ergaben sich dagegen bei dem Ertrag an marktfähigen Möhren. In den zur Saat mit der vollen Aufwandmenge behandelten Parzellen wurden auf 2 qm durchschnittlich 9,22 kg marktfähige Möhren geerntet gegenüber 4,9 kg auf den spät behandelten Parzellen und 3,52 kg auf den Kontrollparzellen. Bei der nicht marktfähigen Ware handelte es sich größtenteils um deformierte und stumpfe Möhren, wie sie bekanntlich besonders nach einem Frühbefall durch Wurzelgallenälchen gebildet werden.

In dem vorliegenden Versuch hat der spätere Anwendungstermin zwar eine gleich gute Wirkung gegen freilebende Nematoden erbracht wie die Behandlung zur Saat. Auch wurde hier in gleicher Weise die Bildung von Wurzelgallen an den Möhren unterbunden. Der Ertrag an marktfähigen Möhren war dagegen bei der spät erfolgten Behandlung erheblich geringer als auf den früh (zur Saat) behandelten Parzellen und überstieg den der Kontrollparzellen nur unwesentlich. Das ist so zu erklären, daß hier zum Zeitpunkt der Behandlung die Nematoden bereits in die Pflanzenwurzeln eingewandert waren und die Hauptwurzel der Möhrenpflanzen schon in stärkerem Maße geschädigt hatten. Trotz der nach der Behandlung einsetzenden Wirkung des Präparates war hinsichtlich der Verhütung von Schäden an den Möhren kein wesentlicher Effekt mehr zu erzielen.

3. Versuch zur Bekämpfung des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis*) an Kartoffeln

Von den in den Jahren 1967 und 1968 mit Carbamoyloxim-Granulat durchgeführten Versuchen zur Bekämpfung des Kartoffelnematoden an Kartoffeln sollen nachstehend nur die Ergebnisse eines Versuches aus dem Jahre 1967 mitgeteilt werden.

Der Versuch wurde auf einem stark verseuchten Feld durchgeführt bei einem Vorbefall von rund 7000 Eiern und Larven pro 100 ccm Boden. Am 27. 4. wurden die Kartoffeln (Sorte Grata) ausgepflanzt. Unmittelbar nach dem Pflanzen wurde nach Abdecken der Kartoffeln mit Erde das Präparat in einer Aufwandmenge von 50 kg/ha als etwa 8 cm breites Streuband auf die Pflanzreihen aufgebracht und leicht eingearbeitet.

Die Kartoffeln auf den behandelten Parzellen zeichneten sich während der gesamten Wachstumsperiode durch eine gesunde Entwicklung aus, während sich in den Kontrollparzellen bereits kurze Zeit nach dem Auflaufen erhebliche Wachstumsdepressionen infolge Nematodenbefalls zeigten und ein Teil der Stauden später sogar abstarb. Am 10. 7. wurden von jeder Parzelle 10 × 100 ccm Rhizosphärenerde auf Besatz mit frischen Zysten untersucht. In den behandelten Parzellen wurden durchschnittlich 4,2 frische Zysten je 100 ccm Rhizosphärenerde gefunden gegenüber 522 in den Kontrollparzellen. Legt man einen Besatz von 300 Eiern und Larven je Zyste zugrunde, so beträgt der Neubefall auf den behandelten Parzellen 19,5 % des Vorbefalls. Einem natürlichen Rückgang des Verseuchungsgrades im Laufe einer Vegetationsperiode von erfahrungsgemäß etwa 40 % steht hier somit eine Neuverseuchung von 19,5 % gegenüber, so daß insgesamt gesehen der Verseuchungsgrad des Bodens um rund 20 % vermindert wurde.

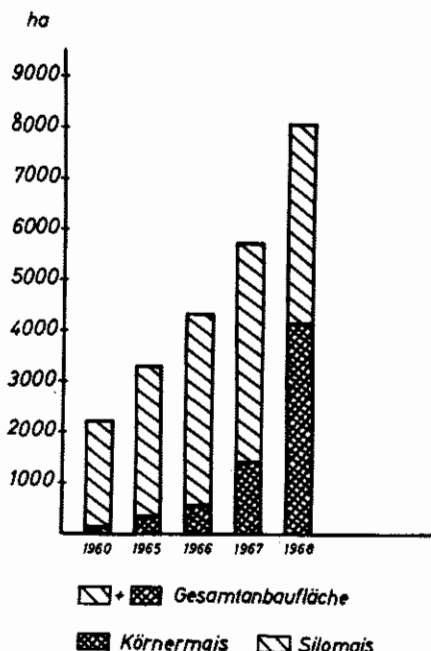
Die Beerntung des Versuches erfolgte am 22. 8. 1967. Während auf den behandelten Parzellen 20 Stauden einen Ertrag von 14,8 kg Kartoffeln brachten, wurde in den Kontrollparzellen ein solcher von nur 1,8 kg erzielt.

4. Versuch zur Bekämpfung des Stockälchens (*Ditylenchus dipsaci*) an Mais

Das Schadauftreten von *Ditylenchus dipsaci* an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen hatte auf Grund des stark verminderten Anbaues des von diesem Schädling besonders gefährdeten Winterroggens in Westfalen-Lippe vorübergehend etwas an Bedeutung verloren. Durch den seit einigen Jahren erheblich gesteigerten Anbau von Mais, der ebenfalls in starkem Maße von *D. dipsaci* befallen wird, ist nunmehr dieser Schädling hier wieder von großem Interesse. Der Maisanbau ist in Westfalen-Lippe von rund 2000 ha im Jahre 1960 auf über 8000 ha im Jahre 1968 angestiegen. Im Hinblick auf das Ausmaß der Schädigung durch *D. dipsaci* an Mais ist weiterhin der sprunghaft angestiegene Anteil des Körnermaises bemerkenswert, der 1960 rund 8 %, 1968 dagegen über 50 % der Gesamtanbaufläche betrug (Abb.). Erfahrungsgemäß kann nämlich ein leichter Befall durch *D. dipsaci*, der bei Silomais keine nennenswerten Ertragseinbußen bewirkt, im Körnermaisbau zu erheblichen Ernteverlusten führen.

Maisanbaufläche in Westfalen-Lippe

Zeitraum von 1960-1968



Im Jahre 1968 wurden zwei Versuche mit Carbamoyloxim-Granulat zur Bekämpfung von *D. dipsaci* an Mais durchgeführt; ein Versuch konnte jedoch infolge zu geringen Befalls in den Kontrollparzellen nicht ausgewertet werden. Das Präparat wurde als etwa 8 cm breites Streuband auf die Saatreihen ausgebracht und leicht eingearbeitet. In einem Fall wurde die volle Aufwandmenge von 40 kg/ha unmittelbar nach der Saat (18. 4.) gegeben, im anderen Fall wurden je 20 kg/ha nach der Saat und vor dem Auflaufen des Mais (27. 4.) verabreicht.

Die Ergebnisse der Befallsermittlungen und der Ertragsfeststellung sind in der Tabelle 3 wiedergegeben.

Am 28. 6. wurden auf 5 qm je Parzelle die Pflanzen entnommen und auf Schadenssymptome bonitiert; in allen zweifelhaften Fällen erfolgte eine Untersuchung der Pflanzen auf Stockälchenbefall. In den Kontrollparzellen waren durchschnittlich 27 % der Pflanzen erkrankt gegenüber 0,8 % in den mit geteilter Gabe, und 1,9 % in den unmittelbar nach der Saat mit der vollen Aufwandmenge behandelten Parzellen.

Im Vergleich zu Unbehandelt (= 100 %) wurde in den mit geteilter Gabe behandelten Parzellen ein Kornertag von 224,4 %, in den unmittelbar nach der Saat mit der vollen Aufwandmenge behandelten Parzellen ein solcher von 195,5 % erzielt.

Tabelle 3

Versuch zur Bekämpfung des Stockkähdens (*Ditylenchus dipsaci* Filipjev) an Mais mit Carbamoyloxim-Granulat; 1968

Lfd. Nr.	Behandlung mit Carbamoyloxim-Granulat		Teilstück	Anzahl Pflanzen/m ² am 28. 6. 1968 (\bar{x} von 5 m ²)			Kolbenentrag (Kolben einschl. Lieschen; Feuchtigkeit ca. 40 %) Ernte am 16. 10. 1968		
	Datum	Aufwandmenge		Gesamt	Gesund	Krank	% Befall	kg/10 m ²	Unbeh. = 100 %
1.	Unbehandelt	—	a)	21,0	18,6	2,8		4,4	
			b)	15,5	9,4	6,2		5,0	
			c)	14,5	10,2	4,4		5,3	
			d)	12,0	8,6	3,4		3,3	
			ϕ)	15,8	11,6	4,2	27	4,5	100
2.	18. 4. 68 (zur Saat)	20 kg/ha (Reihenbehandlung)	a)	12,4	12,4	0		10,0	
			b)	12,8	12,6	0,25		9,7	
			c)	16,2	16,2	0		9,5	
			d)	11,2	11,0	0,25		11,3	
			ϕ)	13,2	13,1	0,1	0,8	10,1	224,4
3.	18. 4. 68 (zur Saat)	40 kg/ha (Reihenbehandlung)	a)	14,0	13,8	0,20		8,1	
			b)	22,4	21,6	0,80		10,3	
			c)	13,2	13,2	0		8,3	
			d)	12,4	12,4	0,20		8,6	
			ϕ)	15,5	15,2	0,30	1,9	8,8	195,5

Versuchsdaten: Düngung: Grunddüngung P u. K; 160 kg/ha N als Kalkammonsalpeter

Mais, Sorte Velox

Aussaat: 18. 4. 1968; Drillweite 75 × 10 cm

Unkrautbek.: 2 kg/ha Gesaprim

Ernte: 16. 10. 1968

Diskussion der Ergebnisse

Carbamoyloxim-Granulat zeigte in allen durchgeführten Versuchen eine gute Wirkung gegen die jeweiligen Nematodenarten. Für den Erfolg des Einsatzes dieses Präparates zur Verhütung von Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden ist es jedoch sehr entscheidend, daß der Wirkstoff während des besonders kritischen Entwicklungsstadiums der Pflanzen zur Verfügung steht und diese somit möglichst weitgehend vor einer Schädigung durch Nematoden geschützt werden. Das allerdings setzt eine genaue Kenntnis der in erster Linie gefährdeten Entwicklungsphase der jeweiligen Kulturpflanzenarten voraus. Am Beispiel der Bekämpfung von freilebenden Nematoden und Wurzelgallenälchen an Möhren hat sich außerdem gezeigt, daß das im Hinblick auf eine Schädigung durch Nematoden als kritisch zu bezeichnende Entwicklungsstadium selbst bei der gleichen Pflanzenart in Abhängigkeit von der jeweiligen Nematodenart sehr verschieden sein kann.

Bei den Versuchen zur Bekämpfung von Blattälchen an Chrysanthemen hat sich hinsichtlich des zweckmäßigen Behandlungstermins für Carbamoyloxim-Granulat ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ergeben. Es hat sich nämlich gezeigt, daß in den zum Zeitpunkt der Mittelanwendung bereits stärker geschädigten Pflanzenteilen das Präparat nicht mehr hinreichend wirkt. Dies dürfte in erster Linie für die Bekämpfung von Blattälchen an Zierpflanzen allgemein von Bedeutung sein.

Die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Carbamoyloxim-Granulat ist unter den derzeitigen Verhältnissen vor allem im Zierpflanzenbau gegeben. Die relativ hohen Präparatekosten sind hier in Anbetracht der guten Wirkung und der guten Pflanzenverträglichkeit des Mittels durchaus vertretbar, zumal das Präparat außer Nematoden ebenfalls verschiedene andere, im Zierpflanzenbau häufig auftretende tierische Schädlinge erfaßt.

Bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, wie beispielsweise bei der Bekämpfung des Stockälchens an Mais, bleibt in weiteren Versuchen noch zu klären, ob durch Verringerung der Aufwandmenge dieses Verfahren auch hier wirtschaftlich zu gestalten ist.

Im Gemüsebau ist eine Anwendungsmöglichkeit für dieses Präparat trotz der guten Wirkung gegen die hier verbreitet auftretenden pflanzenschädigenden Nematoden aus toxikologischen Gründen zunächst nicht gegeben. Die hier durchgeführten Versuche dienten in erster Linie nur zur Klärung einiger Fragen hinsichtlich der Wirkungsweise von Carbamoyloxim-Granulat gegen verschiedene Nematodenarten.

S u m m a r y

Carbamoyloxim-granulate had a good effect against the following plant-parasitic nematodes:

Aphelenchoides ritzemabosi on chrysanthemums; *Pratylenchus* spp, *Paratylenchus* spp. and *Meloidogyne* sp. on carrots; *Heterodera rostochiensis* on potatoes; and *Ditylenchus dipsaci* on maize. The problems of the best time and means of application and of concentration are discussed in respect to phytotoxicity and to possible residues toxic to men.

Literatur

- Baranowski, R. M., Systemische Insektizide lösen die besonderen Probleme bei der Insektenbekämpfung im Zierpflanzenbau. — Union Carbide Corporation, Agric. Chem. Digest, 8. 1967, (3).
- Dern, R., Die phytoparasitären Nematoden an *Ribes nigrum* und *R. rubrum* in Hessen-Nassau. — 9. Int. Symp. Nematologie, Warschau Sept. 1967. (im Druck).
- Nölle, H. H., und Schneider, A., Wirkungsbreite und Wirkungsweise von Temik (Erfahrungen aus Deutschland). Pflanzenschutz-Berichte, Wien, 38. 1968, 33—45.
- Steudel, W., und Thielemann, R., Zur Frage der Wirkung eines Carbamoyloxim-Granulates auf die Vermehrung des Rüben nematoden (*Heterodera schachtii* Schmidt) und den Ertrag von Zuckerrüben. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 19. 1967, 129—135.
- Todd, F. A., und Nusbaum, C. J., Experiments indicate TEMIK shows promise for nematode control in tobacco. — Union Carbide Corporation, Agric. Chem. Digest, 9. 1967, (1).
- Weiden, M. H. J., Moorefield, H. H., and Payne, L. K., O-(methylcarbamoyl) oximes: A new class of Carbamate Insekticide-Acaricides. — J. econ. Ent. 58. 1965, 154—155.
- Weischer, B., Nematodenschäden an Getreide. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 20. 1968, 83—85.

H. KÖHLER,

Landespflanzenchutzamt Mainz

Aphelenchoides ritzemabosi an Gebirgshängenelken

Im Jahre 1965 wurden in einer kleinen Gärtnerei im Gebiet des Hunsrücks an einigen Gebirgshängenelken (*Dianthus caryophyllus*) Schadsymptome gefunden, die Befall durch *Ditylenchus* vermuten ließen. Die genaue Untersuchung ergab jedoch das Vorhandensein von *Aphelenchoides ritzemabosi*. Da über diesen Pflanzen auf einem Hängetablett stehende Chrysanthemen ebenfalls starken Blattälchenbefall zeigten, waren die Nematoden vermutlich durch Tropfwasser auf die Hängenelken gelangt. Wegen des geringen Umfanges wurde dem Schaden keine weitere Bedeutung beigemessen.

Im Jahre 1968 traten in einem Gärtnereibetrieb in Rheinhessen ebenfalls Schadsymptome in erheblichem Maß an einem größeren Bestand von Gebirgshängenelken auf. Die Pflanzen zeigten einen sehr gestauchten Wuchs und kümmernten. (Abb.). Auch hier war *A. ritzemabosi* die Schadursache.

Ursprung der Verseuchung schienen im vorliegenden Fall einige Erdbeersorten zu sein, deren Jungpflanzen im gleichen Haus angepflanzt waren. Diese waren sowohl von *A. ritzemabosi* als auch von *A. fragariae* befallen.

Nelken, vor allem Gebirgshängenelken, sind bisher als Wirtspflanzen von *A. ritzemabosi* noch nicht bekannt geworden.



Abb.: Blattälchenschäden an Gebirgshängenelken

Summary

Carnations (*Dianthus caryophyllus*) are recorded as new hosts of *Aphelenchoides ritzemabosi*. The nematodes caused heavy damage.

Literatur

Goodey, J. B., Franklin, M. T., and Hooper, D. J., T. Goodey's the nematode parasites of plants catalogued under their hosts. — 3. Ed. Commonwealth Bur. Helminth. Techn. Comm. 30. 1965, Farnham Royal. 214 p.

J. KORT,

Plantenzieltenkundige Dienst, Wageningen

Der Einfluß resistenter Kartoffeln auf Mischpopulationen von *Heterodera rostochiensis* Woll. 1923

Wenn hier über Mischpopulationen des Kartoffelnematoden gesprochen wird, ist damit das Vorkommen verschiedener Pathotypen dieses Nematoden in einer Population gemeint. Die einfachste Vorstellung von dieser Situation ist die, daß die einzelnen Zysten entweder dem einen oder dem anderen Pathotyp angehören. Überdies könnte man annehmen, daß die Vermehrung verschiedener Pathotypen an jeder anfälligen Kartoffelsorte gleich sei. In diesem Falle wäre die Ermittlung des Anteils der sog. Resistenzbrecher und die Vorhersage der Populationsverschiebungen sehr einfach. Leider stimmen beide Annahmen nicht mit der Wirklichkeit überein, denn 1. kommen die Pathotypen nicht immer in getrennten Zysten vor und 2. hängt die Vermehrung des Älchens hauptsächlich von der anfälligen Kartoffelsorte ab und nur wenig von der resistenten.

Schon im Jahre 1962 wurde eine Methode zur Feststellung des Prozentsatzes an Resistenzbrechern in einer Feldpopulation beschrieben (K o r t 1962). Der zu prüfenden Population werden 100 gut aussehende Zysten entnommen und einzeln an einer A-resistenten Kartoffel vermehrt. Die Anzahl der Zysten, bei denen eine deutliche Vermehrung eintritt, ist dann gleichzeitig der Prozentsatz der Resistenzbrecher. Auf diese Weise wird allerdings nur die Tatsache der Vermehrung berücksichtigt, nicht aber der Vermehrungsgrad. Es läßt sich also wohl feststellen, wieviele von 100 Zysten resistenzbrechende Larven enthalten, aber nicht, wieviele Larven an der Vermehrung teilgenommen haben. Die Vermehrungsmöglichkeit an resistenten Kartoffelsorten ist also abhängig von der Anzahl resistenzbrechender Larven innerhalb einer Zyste. Das bedeutet, daß der Inhalt einer Zyste hinsichtlich der genetischen Zusammensetzung heterogen sein kann.

Seit 1965 werden Versuche durchgeführt, bei denen verschiedene Kartoffelsorten aus den Arten *S. tuberosum* und *S. andigenum* mit den verschiedenen Pathotypen des Kartoffelnematoden infiziert werden, um deren Vermehrung zu ermitteln. Für die Versuche werden Töpfe von 15 cm Durchmesser mit unverseuchtem lehmigen Sandboden gefüllt. Jede Kombination von Pathotyp und Testpflanze wird in zehn Wiederholungen untersucht.

Dabei wurde festgestellt, daß Kartoffelsorten mit identischen Eigenschaften als Wirte für bestimmte Pathotypen hinsichtlich der Vermehrung dieser Typen signifikante Unterschiede aufweisen. Die Wahl der Testpflanze und damit die Zusammensetzung der Nematodenpopulation sind deshalb für die Beziehungen zwischen Parasit und Pflanze maßgebend. Sobald aber resistente Kartoffelsorten (*andigenum*-Hybriden) mit einem Pathotyp infiziert werden, der sich an diesen Sorten nicht vermehren kann (Typ A), treten solche signifikanten Unterschiede in der Vermehrung nicht auf. Die Variation in der Vermehrung, hier vielleicht besser definiert als Zystenbildung, ist so gering, daß keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden können. Alle A-resistenten Kartoffelsorten sind hinsichtlich ihrer Resistenz gegenüber Pathotyp A praktisch als gleichwertig anzusehen.

Die beiden eingangs genannten Tatsachen schränken die Aussagekraft von Versuchen zur Feststellung der Vermehrung und der Populationsveränderung ein. So ist es nicht möglich, auf Grund unterschiedlicher Vermehrungsfaktoren an zwei verschiedenen Testpflanzen den Anteil von Pathotypen in einer Nematodenpopulation zu ermitteln (Goffart 1960, Jones 1967). Bei Verwendung anderer Testpflanzen hätten die genannten Autoren ganz andere Ergebnisse erhalten. Ferner ist zu berücksichtigen, daß auch an resistenten Sorten immer eine wenn auch geringe Anzahl neugebildeter Zysten auf Pathotyp A zurückzuführen ist. Untersuchungen über den Vermehrungsgrad werden auch durch die Heterogenität der Larven beeinträchtigt, weil hierfür im Prinzip reine Populationen erforderlich sind. Derartiges Material steht aber noch nicht zur Verfügung.

In den Niederlanden ist das Vorkommen mehrerer Pathotypen innerhalb einer Feldpopulation des Kartoffelnematoden eine normale Erscheinung. Zur Feststellung ihrer Identität werden Testpflanzen benutzt, von denen jede eine bestimmte Resistenz gegenüber den Pathotypen besitzt. Es wäre ideal, wenn Testpflanzen mit Resistenz gegenüber nur einem Pathotyp zur Verfügung ständen. Solche Pflanzen könnten zeigen, welche Pathotypen in einer gegebenen Population nicht vertreten sind. Das ist mit den heutigen Testpflanzen in keinem Falle so. Wenn z. B. *S. kurtzianum* befallen wird und *S. vernei* nicht, kann man annehmen, daß Pathotyp C vertreten ist und D nicht. Die Frage, ob noch Typ A und B dabei sind, bleibt unentschieden.

Deshalb ist eine solche Nematodenpopulation korrekter als eine „Typ C enthaltende Population“ zu beschreiben und nicht nur als „Typ C“, wie es in der Praxis üblich ist.

Die Existenz von Mischpopulationen kann auch indirekt festgestellt werden. Meines Erachtens kommen mit Ausnahme der meisten A-Populationen fast immer Mischpopulationen vor. Schon bevor resistente Kartoffelsorten der Praxis zur Verfügung standen, erhob sich die Frage, ob und in welchem Umfang die Mischpopulationen durch den Anbau resistenter Kartoffelsorten verändert werden. Wie bekannt sind Larven von *H. rostochiensis* potentiell fähig, Männchen oder Weibchen zu werden. Ob das eine oder das andere geschieht, wird durch Umweltfaktoren bestimmt. Jones und Parrot (1968) haben die Hypothese aufgestellt, daß die Eigenschaft einer Larve, sich an resistenten Pflanzen zu einer normalen Zyste entwickeln zu können, d. h. die Bildung von Riesenzellen induzieren zu können, genetisch verankert und dieses Merkmal rezessiv (aa) oder dominant (AA, Aa) ist. Im Falle einer Dominanz würden die Genotypen AA und Aa sich zu einer normalen Zyste entwickeln. Weil die Genotypen AA und Aa in einer Mischpopulation häufiger vertreten sind als Genotyp aa, wäre eine starke Vermehrung an resistenten Sorten und eine spontane Verschiebung in der Richtung zur Resistenzbrechung zu erwarten. Das ist bis heute aber noch nicht nachgewiesen worden. Es gibt sichere Anzeichen dafür, daß nur Genotyp aa (rezessiv) potentiell in der Lage ist, sich völlig bis zu einer Zyste zu entwickeln. Das bedingt eine nur langsame Verschiebung.

Die Resistenz der Pflanzen übt keinen Einfluß auf die Entwicklung der Männchen aus, sodaß diese nach Jones und Parrot (1968) genotypisch AA, Aa oder aa sein können. In einer Mischpopulation mit einem sehr kleinen Anteil an „Resistenzbrechern“ sind die Männchen daher vorwiegend heterozygot. Die

Chance der aa-Weibchen, von AA- oder Aa-Männchen befruchtet zu werden, ist viel größer als die Chance, sich mit homozygoten aa-Männchen zu paaren. Dadurch wird eine rasche Verschiebung in Richtung der Resistenzbrechung gehemmt. Außerdem darf bei diesen Überlegungen das Vorhandensein einer unvollständigen Resistenz nicht übersehen werden. Eine geringe Neubildung von A-Zysten an resistenten Pflanzen kann auch eintreten. Selbst wenn es sich unter diesen Umständen nur um geringe Zahlen von z. B. 5–10 neuen Zysten pro Pflanze handelt, können sich diese doch in der Populationsänderung auswirken.

Soweit bisher über Populationsveränderungen beim kontinuierlichen Anbau resistenter Kartoffeln berichtet worden ist (H u i j s m a n 1961, 1963, N o l l e n 1968), ist eine deutliche Verschiebung erst im siebten Jahr erkennbar. Daraus ist zu folgern, daß in der ursprünglichen Population in geringer Häufigkeit Gene vorkamen, die in bestimmter Kombination (nach Kreuzung?) zur Resistenzbrechung führten. Entsprechende Verschiebungen können beim Anbau resistenter Kartoffeln in einer 3- oder 4-jährigen Fruchtfolge erst nach vielen Jahren erwartet werden. Zur Untersuchung dieser Frage wurden ab 1964 zwei Feldversuche durchgeführt auf Flächen mit einer bekannten Mischpopulation von *H. rostochiensis*. Dort werden *S. tuberosum*, *S. andigenum* und *S. vernei* in 1-, 2-, 3-, und 4-jähriger Fruchtfolge angebaut. Im Herbst jedes Jahres wird von jeder der vier Wiederholungen die Verseuchung aus 200 ccm Boden ermittelt. Daneben werden je Versuchsglied 100 wahllos entnommene Zysten in 8 cm Töpfen einzeln an einem *andigenum*-Abkömmling vermehrt, um den Prozentsatz der resistenzbrechenden Zysten festzustellen. Die bis 1967 gewonnenen Ergebnisse in den 1-, 2- und 3-jährigen Fruchtfolgen sind in den Tabellen I–IV dargestellt.

Bei den Monozystenkulturen läßt sich die Vermehrung je Zyste feststellen. Es bleibt dabei fraglich, bei welchem Vermehrungsgrad man Resistenzbrechung annehmen soll. Wo man die Grenze zieht ist solange gleichgültig, wie man vergleichend verfährt, was bei unseren Untersuchungen der Fall ist. Die Tabellen III und IV zeigen die Gesamtneubildung von 100 Einzelzysten, sowie in Klammern die Anzahl der Zysten, aus denen sie entstanden. Die Anzahl der Zysten, die nicht an der Vermehrung teilgenommen haben, erhält man durch Subtraktion der Zahlen in Klammern von 100.

Die bisherigen Untersuchungen erlauben noch keine klare Aussage darüber, ob und inwieweit Populationsveränderungen auftreten werden. Betrachtet man die einjährige Fruchtfolge der drei *Solanum*-Arten, so lassen sich nach vier Jahren ununterbrochenem Anbau resistenter Kartoffeln noch keine bleibenden Veränderungen in der bekannten Ausgangsmischpopulation erkennen. Bemerkenswert ist, daß sich weder die Zahl der produktiven Zysten pro 100, noch ihre Gesamtvermehrung in einer Aufwärtskurve bewegen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß in diesen Feldversuchen an der *tuberosum*-Sorte mehr Zysten und Larven gebildet werden als an der *andigenum*-Sorte und hier wieder mehr als an der *vernei*-Hybride. Vergleicht man damit die Ergebnisse der Monozystenkulturen, so folgt einer Zunahme der Feldpopulation nicht immer ein steigender Anteil von „aggressiven“ Zysten und umgekehrt. Wenn eine Steigerung der Feldpopulation von einer Erhöhung des Anteils „aggressiver“ Zysten begleitet wird, besteht zwischen beiden Zahlen kein Zusammenhang. Dasselbe gilt für eine Abnahme beider Zahlen.

Tabelle I. Populationsverlauf des Kartoffelzystenälchens beim Anbau verschiedener *Solanum* spp. Zahlen von Zysten und Larven pro 200 g trockenen Boden; Durchschnitt von 4 Wiederholungen.

Versuchsfeld De Krim.

Fruchtfolge	1964 Frühj.			1964 Herbst			1965			1966			1967		
	Z	L	L	Z	L	L	Z	L	L	Z	L	L	Z	L	L
S. tub.	1134	9928	9928	1444	35618	35618	—	—	—	835	19027	19027	1729	25975	25975
"	894	3884	3884	569	12982	12982	—	—	—	848	22013	22013	—	—	—
"	952	1993	1993	443	5632	5632	—	—	—	—	—	—	1226	18436	18436
S. and.	985	10772	10772	1190	17573	17573	—	—	—	746	11023	11023	1436	19971	19971
"	796	2151	2151	559	2296	2296	—	—	—	769	19121	19121	—	—	—
"	776	1240	1240	308	4140	4140	—	—	—	—	—	—	1384	35180	35180
S. ver.	1094	7414	7414	1324	9841	9841	—	—	—	723	5346	5346	1546	724	724
"	836	1818	1818	594	3410	3410	—	—	—	644	4371	4371	—	—	—
"	1130	1550	1550	364	4906	4906	—	—	—	—	—	—	1280	445	445

Tabelle II. Populationsverlauf des Kartoffelzystenwädhens beim Anbau verschiedener *Solanum* spp. Zahlen von Zysten und Larven pro 200 g trockenen Boden; Durchschnitt von 4 Wiederholungen.
Versuchsfeld Erica.

Fruchtfolge	1964 Fröhj.		1964 Herbst		1965		1966		1967	
	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L
S. tub.	1 : 1	65	128	5133	182	1977	267	14866	511	11689
"	1 : 2	183	131	3060	---	---	327	20080	---	---
"	1 : 3	257	33	4766	---	---	---	---	509	19460
S. and.	1 : 1	163	16	45	91	151	3917	3934	300	8226
"	1 : 2	80	15	29	110	---	---	1686	---	---
"	1 : 3	164	62	34	132	---	---	---	173	1297
S. ver.	1 : 1	119	22	29	82	105	487	2435	168	2821
"	1 : 2	139	61	88	331	---	---	236	---	---
"	1 : 3	158	98	41	224	---	---	---	108	559

Tabelle III. Monozystenkultur an *S. andigenum*, durchgeführt nach jedem Anbau von Kartoffeln.

Gesamtneubildung von 100×1 Zyste; Prozentsatz von Zysten, die sich vermehrt haben, in Klammern.

Versuchsfeld De Krim.

Fruchtfolge	1964 Fröhj.		1964 Herbst		1965		1966		1967	
	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L	Z	L
S. tub.	1 : 1	44 (26)	58 (19)	---	22 (18)	---	369 (76)	---	490 (67)	---
"	1 : 2	31 (14)	145 (21)	---	---	---	215 (60)	---	---	---
"	1 : 3	7 (7)	1610 (94)	---	---	---	---	---	133 (36)	---
S. and.	1 : 1	26 (17)	74 (16)	---	12 (10)	---	179 (47)	---	160 (51)	---
"	1 : 2	8 (6)	512 (43)	---	---	---	339 (64)	---	---	---
"	1 : 3	20 (4)	57 (27)	---	---	---	---	---	387 (59)	---
S. ver.	1 : 1	41 (11)	224 (33)	---	10 (9)	---	401 (68)	---	188 (59)	---
"	1 : 2	4 (4)	37 (11)	---	---	---	508 (61)	---	---	---
"	1 : 3	14 (9)	4046 (89)	---	---	---	---	---	104 (39)	---

Tabelle IV. Monozytenkultur auf *S. andigenum*, durchgeführt nach jedem Anbau von Kartoffeln.

Gesamteubildung von 100×1 Zyste; Prozentsatz von Zysten, die sich vermehrt haben, in Klammern.

Versuchsfeld Erica.

Fruchtfolge	1964 Frühj.	1964 Herbst	1965	1966	1967
S. tub. 1 : 1	16 (11)	221 (34)	15 (8)	226 (53)	165 (36)
” 1 : 2	22 (13)	4813 (78)	—	272 (67)	—
” 1 : 3	6 (6)	4562 (75)	—	—	294 (49)
S. and. 1 : 1	4 (4)	1158 (76)	31 (13)	853 (78)	1046 (92)
” 1 : 2	45 (8)	659 (37)	—	116 (38)	—
” 1 : 3	3 (3)	341 (45)	—	—	86 (31)
S. ver. 1 : 1	12 (3)	36 (11)	35 (34)	820 (63)	154 (42)
” 1 : 2	6 (6)	96 (39)	—	156 (45)	—
” 1 : 3	5 (5)	127 (35)	—	—	70 (28)
tub./ver. 1 : 1	24 (14)	64 (23)	21 (17)	299 (51)	61 (21)
and./ver. 1 : 1	5 (5)	76 (14)	16 (15)	493 (50)	109 (45)

Weil Populationsveränderungen nur nach dem Anbau von Kartoffeln eintreten können, ist zu erwarten, daß der Prozeß bei einem dreijährigen Anbau resistenter Kartoffelsorten, wie er in den Niederlanden üblich ist, bedeutend verzögert wird.

Summary

Influence of resistant potatoes on mixed pathotype populations of *Heterodera rostochiensis* Woll. 1923.

It has been observed that the different pathotypes of the potato cyst nematode do not reproduce equally upon tuberosum varieties and resistant clones of *S. tuberosum* subsp. *andigenum*. On the other hand, reproduction upon different potato varieties belonging to one of the above mentioned groups varies significantly for each pathotype. Therefore, total reproduction figures of nematode populations upon a susceptible and a resistant test plant are unfit in estimating the percentage of resistance-breaking individuals.

In single cyst cultures it was found that larvae inside full-grown females, collected from a resistant clone, only partly inherit the resistance-breaking character.

The hypothesis advanced by Jones & Parrott that only recessive females (aa) can mature in roots of resistant plants seems to be confirmed by results of field experiments and supporting single cyst cultures, as described in this article.

Literatur

- Goffart, H., Populationsveränderungen des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.) beim Anbau nematodenresistenter und nematodenanfälliger Kartoffelsorten unter Berücksichtigung des Auftretens aggressiver Biotypen. — *Nematologica*, Suppl. II. 1960, 76—83.
- Huijsman, C. A., The influence of resistant potato varieties on the soil population of *Heterodera rostochiensis* Woll. — *Nematologica* 6. 1961, 177—180.
- , The influence of resistant potato varieties on the soil population of *Heterodera rostochiensis* Woll. II. — *Nematologica* 9. 1963, 354—356.
- Jones, F. G. W., Resistance-breaking biotypes of the potato root eelworm, (*Heterodera rostochiensis* Woll.). — *Nematologica* 2. 1957, 185—193.
- Jones, F. G. W., and Parrot, Diana M., Potato production using resistant varieties on land infested with potato cyst-eelworm, *Heterodera rostochiensis* Woll. — *Outlook on agriculture* 5. 1968, 215—222.
- Kort, J., The estimation of the proportion of resistance-breaking biotypes in a potato cyst eelworm population. — *Versl. Meded. Plantenziektenk. Dienst* 138. 1962, 190—193.
- Nollen, H. M. in: Jahresübersicht der Arbeitsgruppe Bekämpfung des Kartoffelnematoden, T. N. O., 1968.

J. KORT,

Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen

Resistenzprüfung von *Solanum vernei*-Neuzüchtungen

Seit 1962 werden an unserem Institut Abkömmlinge von *Solanum vernei* auf Resistenz gegenüber den Pathotypen A und C des Kartoffelnematoden untersucht. Weil nach Huijsman (pers. Mitt.) Resistenz gegenüber Typ C mit Resistenz gegen B gekoppelt ist, kann auf eine Prüfung mit Typ B verzichtet werden. Im Gegensatz zu *S. andigenum*-Abkömmlingen ist die Resistenz von *S. vernei*-Nachkommen schwer festzustellen. Der Züchter bemerkt selbstverständlich, daß es bestimmte Klone gibt, an denen verhältnismäßig wenig Zysten gebildet werden, aber die amtliche Prüfung muß genormt und reproduzierbar sein. Wegen des einfachen Resistenzmodells der *S. andigenum*-Bastarde (ein dominantes Hauptgen) sind bei der Prüfung zwei deutlich voneinander getrennte Gruppen zu unterscheiden: resistente und anfällige Pflanzen. Bei *S. vernei*-Abkömmlingen ist die Situation viel komplizierter. Es kommt vor, daß bestimmte Klone gegen Pathotyp C resistent sind, aber gleichzeitig anfällig gegen A und umgekehrt. Infolgedessen ist die Grenze zwischen resistent und nicht-resistent in der Prüfung undeutlich und muß willkürlich festgelegt werden. Wir haben 30 neue Zysten je Pflanze als Mittelwert von drei Wiederholungen als maximal zulässig angenommen.

Seit zwei Jahren sind wir darauf aufmerksam geworden, daß dieselbe Neuzüchtung in einem Jahr als resistent beurteilt wurde, in einer neuerlichen Prüfung jedoch als anfällig angesehen werden mußte. Dieser Lauf der Dinge ist weder für den Prüfungsleiter noch für den Züchter befriedigend. Weiterhin gibt es zwischen den Wiederholungen oft große Unterschiede in der Anzahl neugebildeter Zysten, woraus zu folgern ist, daß es eine gewisse Variabilität der Resistenz innerhalb der Pflanzen derselben Neuzüchtung gibt, eine Tatsache, die kaum mit dem Begriff „Klon“ übereinstimmt.

Im Jahre 1968 wurde ein Topfversuch durchgeführt mit 18 *S. vernei*-Bastarden, die in zwei aufeinanderfolgenden Prüfungen weniger als 30 neue Zysten produziert hatten. Sie wurden in zehnfacher Wiederholung mit Pathotyp C geprüft, um die Variabilität der Resistenz näher zu untersuchen. Die Ergebnisse haben das Vorhandensein dieser Variabilität eindeutig bestätigt. Sie ist sogar größer als erwartet. Dadurch ist verständlich geworden, wie aufeinanderfolgende Prüfungen entgegengesetzte Resultate ergeben können. Diese Erkenntnis bietet vorläufig jedoch noch keine Lösung zur Verbesserung der Prüfungstechnik. Vor einer endgültigen Entscheidung werden 1969 mit einem Teil der im erwähnten Topfversuch untersuchten *S. vernei*-Hybriden Feldversuche auf mit Pathotyp C verseuchten Parzellen durchgeführt, um den Einfluß auf die Feldpopulation festzustellen. Wir erwarten, daß die Ergebnisse brauchbare Hinweise für die Abänderung der Prüfmethode im Labor liefern werden.

Summary

Testing *S. tuberosum* × *S. vernei* hybrids for resistance to the pathotypes A and C of the potato cyst nematode.

Each clone is tested for resistance to the pathotypes A and C only, since resistance to B and C is joined. Tests are carried out with a known number of initials cysts and newly formed cysts are counted from each replicate. Because of a gradual change-over from resistance to susceptibility in this plant material, a maximum number of 30 new cysts per plant as an average is arbitrarily handled.

This method has appeared to be non-significant. In pot experiments a great variation in cyst formation between the replicates has been established for each clone tested. In 1969 field experiments will be executed to investigate these clones on their ability of reducing a field population, in order to find possibilities for revising the laboratory testing method.

E. L Ü C K E,

Pflanzenschutzamt Hannover

Untersuchungen zum Hafernematodenproblem (5. Mitteilung)

Einleitung

In den vorangegangenen 4 Mitteilungen (vgl. L ü c k e und W e b e r 1966, 1967 a u. b, L ü c k e 1969) sind das Schadaufreten, die Befallsgebiete, die wirtschaftliche Bedeutung und die Möglichkeiten zur Bekämpfung des Hafernematoden erörtert worden. Die Befallseindämmung und -minderung können durch eine geeignete Sortenwahl erreicht werden. Die Ergebnisse der hierfür erforderlichen Sortenprüfungen auf Resistenz- und Ertragsunterschiede sind eingehend in der 4. Mitteilung behandelt worden.

Diesen Ergebnissen kann man durchaus entgegenhalten, daß sie lediglich eine regionale, auf das Untersuchungsgebiet begrenzte Bedeutung haben, da bei uns die Biotypenfrage noch nicht hinreichend gelöst ist. Dagegen liegen z. B. aus Dänemark (A n d e r s e n 1959), England (G a i r, P r i c e and F i d d i a n 1962, F i d d i a n and K i m b e r 1964), den Niederlanden (K o r t, D a n t u m a und v. E s s e n 1964), Ostdeutschland (N e u b e r t 1967) und Wales (C o t t e n 1963 u. 1967) etliche Nachweise von Biotypen vor.

Biotypenuntersuchungen 1966–1968

In Anlehnung an die ausländischen Ergebnisse und Erfahrungen begannen wir im Jahre 1966 mit Versuchen, um auch bei uns das Vorkommen von Biotypen zu klären, und zwar sowohl in Gefäß- als auch in Feldversuchen. Während die Gefäßversuche nach der von A n d e r s e n (1961) entwickelten Methode in Drainröhren durchgeführt wurden, erfolgte die Versuchsanlage und -auswertung der Feldprüfungen nach dem bereits in den Mitteilungen 2 und 4 beschriebenen Verfahren.

Die Zusammenstellung der Testsortimente wurde im Sinne von A n d e r s e n (1961) sowie K o r t, D a n t u m a und v. E s s e n (1964) vorgenommen, wobei uns alljährlich in dankenswerter Weise vom Pajbjergfonden (Børkop, Dänemark) Sorten und Stämme mit definierten Resistenzen zur Verfügung gestellt wurden. Dieses Sortiment wurde in jedem Jahr durch einige deutsche Hafer- bzw. So.-Gerstensorten ergänzt, und zwar durch unsere einzigen Resistenzsorten Silva (Weißhafer) und Amsel (So.-Gerste) sowie durch anfällige Vergleichssorten.

Diese Sortimente wurden vornehmlich in den Feldversuchen benutzt, aber auch in den Gefäßprüfungen mit Drainröhren. Bei den Röhrenversuchen wurde zusätzlich eine größere Zahl von Hafer-, So.-Gersten- und So.-Weizenstämmen und -sorten geprüft, deren Resistenz in Dänemark und den Niederlanden bereits den verschiedenen Biotypen zugeordnet werden konnten. Im Jahre 1968 waren es z. B. zusätzlich 60 Stämme.

Zur Klärung der unterschiedlichen Biotypenspektren in anderen Befallsgebieten wurden seit 1967 die Biotypenversuche über das Bundesgebiet ausgedehnt. An diesen Gemeinschaftsversuchen, die sowohl als Feld- als auch als Röhrenversuche angelegt werden, beteiligen sich die in der Tab. I aufgeführten Dienststellen. Es versteht sich von selbst, daß diese Prüfungen auf Bundesebene nach

TAB.1: BIOTYPEN-GEMEINSCHAFTSVERSUCH 1968

RESISTENZ GEG.DIE DÄN RASSENTU.II SOWIE GEG.D. NIEDERLÄND. RASSEN A-D	FELDVERSUCHE								RÖHRENVERSUCHE					
	HORSTEDT	HASSELHORST I	HASSELHORST II	GLIENEITZ	WAAKE	SÜDERWALDE	PA MÜNSTER	AUF. WÜRZBURG	HORSTEDT	HASSELHORST	WAAKE	LPA MAINZ	BEZ. KAPPELN	PA FRANKFURT
SO.-GERSTE:	ZYSTENBESATZ PRO								PFLANZE					
ELBO I A B D	19	1,1	-	0,0	2,6	0,1	0,2	0,0	0,2	0,3	29,4	4,3	0,0	0,0
AMSEL	0,6	0,1	-	0,1	3,2	0,0	0,2	0,0	-	0,3	18,4	16,9	0,8	0,0
S-28-3 I II A B C D	0,4	11,8	-	16,1	0,7	0,5	0,1	0,0	-	5,6	0,0	0,0	0,1	0,0
62-6/6-4 I II A B C D	0,4	3,3	-	5,8	1,5	0,2	0,0	0,0	4,9	3,6	0,3	0,0	0,0	0,0
VOLLA	4,6	9,7	-	17,6	4,7	5,1	1,1	0,2	-	-	-	10,1	8,3	1,5
WISA	5,4	11,8	-	17,9	11,5	7,4	4,2	0,4	-	12,3	71,0	9,2	2,2	1,4
HAFER:														
US 4575 I II A B C D	13,2	0,4	13,0	7,3	1,8	1,1	2,0	0,8	0,6	3,2	0,1	2,0	0,0	0,0
SILVA	1,4	1,4	5,8	0,3	3,0	1,0	1,8	0,0	-	2,2	8,7	3,2	0,0	0,6
FLÄM.PERLE	-	-	46,5	42,9	41,3	-	-	-	-	-	-	-	6,4	-
FLÄM.KRONE	4,3	5,4	4,7	3,6	3,2	1,6	2,6	4,0	-	13,2	15,6	2,7	2,4	0,8
SONNENHAF. B D	28,3	22,1	23,9	14,9	28,4	9,5	1,9	1,8	-	11,4	67,9	18,1	33,0	3,6

den eigens für die Resistenzprüfung von Getreidesorten und -stämmen erarbeiteten Richtlinien und an allen Prüferten mit demselben Sortiment durchgeführt werden, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

Versuchsergebnisse

Im Jahre 1966 wurde das Biotypen-Testsortiment an insgesamt 11 weit voneinander entfernt liegenden Orten des Rotenburger Raumes, also im Hauptbefallsgebiet, sowie in der Nähe von Dorfmark und Walsrode zum ortsüblichen Saattermin ausgesät, und zwar — wie bei allen unseren Getreidenematodenversuchen — in vierfacher Wiederholung. Bei diesen Prüfungen ergaben sich keine Anhaltspunkte für das Vorkommen von Biotypen (vgl. L ü c k e u. W e b e r 1967a).

In den beiden folgenden Jahren wurden die Biotypenversuche darüber hinaus auf weite Teile unseres Dienstgebietes ausgedehnt, z. B. kamen Hasselhorst (Kreis Celle), Glieneitz (Kreis Uelzen) und Waake (Kreis Göttingen) als neue Versuchsorte hinzu. Bereits 1967 ergaben sich in Hasselhorst durch den dänischen So.-Gerstenstamm S-28-3 die ersten Hinweise auf das Auftreten von Biotypen. Der im Jahre 1968 auf derselben Fläche wiederholte Versuch bestätigte die Ergebnisse des Vorjahres vollauf (s. Abb. 1), und die auf den übrigen Versuchsflächen erzielten Resultate lieferten uns weitere Beweise für das Biotypen-Vorkommen in unserem Dienstgebiet (s. Abb. 2 u. 3). In Anlehnung an die von Andersen (1961, S. 72) und Kort, Dantuma u. v. Essen (1964, S. 11) angegebenen Biotypen-Definitionen treten bei uns sowohl die dänischen Biotypen I und II als auch die niederländischen Rassen A, B, C und D auf. Dabei stehen freilich

ZYSTENBESATZ / PFLANZE UND ERTRÄGE BEIM BIOTYPEN-TESTSORTIMENT

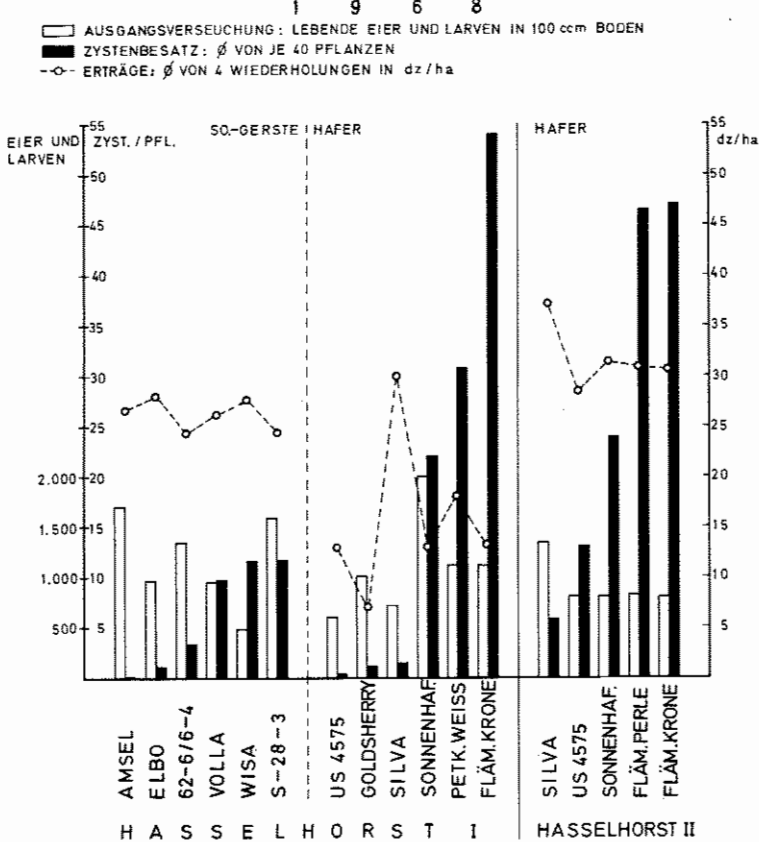


Abb. 1

die Identitätsnachweise noch aus; nach K o r t (mündl. Mitteilung) sind I und A sowie II und C identisch. Da in unseren Versuchen an Stämmen mit Resistenzen gegenüber allen bisher beschriebenen dänischen und niederländischen Biotypen an mehreren Orten relativ hohe Zystenbesatzzahlen nachgewiesen wurden (vgl. Tab. 1), bedeutet dies mit Sicherheit, zumal es sich um 2jährige Ergebnisse handelt, das Vorkommen zumindest eines weiteren Biotyps über das genannte Spektrum hinaus. Die hohen Besatzzahlen am US 4575 in Horstedt 1968 (Tab. 1) sind als Hinweis auf einen zweiten neuen Biotyp zu werten, weil auf diesem Standort und in anderen Versuchen die Stämme mit I-II-ABCD-Resistenz unterschiedlich befallen werden.

Auch in den Röhrenversuchen, bei denen je Stamm in 5 Drainröhren je 3 Pflanzen angezogen und zur Zeit der Zystenreife ausgewertet wurden, wiederholten sich die Resultate aus den Feldprüfungen. Insgesamt gesehen gilt die Existenz von 5 Biotypen im hannoverschen Raum als erwiesen, das Vorkommen eines 6. Biotyps ist nahezu sicher.

ZYSTENBESATZ / PFLANZE UND ERTRÄGE BEIM BIOTYPEN-TESTSORTIMENT 1968

H A F E R

VERSUCHSORTE: 1 HORSTEDT 4 WAAKE
 2 HASSELHORST I 5 SÜDERWALSEDE
 3 GLIENEITZ 6 HASSELHORST II

□ AUSGANGSVERSEUCHUNG: LEBENDE EIJER UND LARVEN IN 100 ccm BODEN
 ■ ZYSTENBESATZ: \bar{x} VON JE 40-80 PFLANZEN
 ○ ERTRÄGE: \bar{x} VON 4 WIEDERHOLUNGEN IN dz/ha

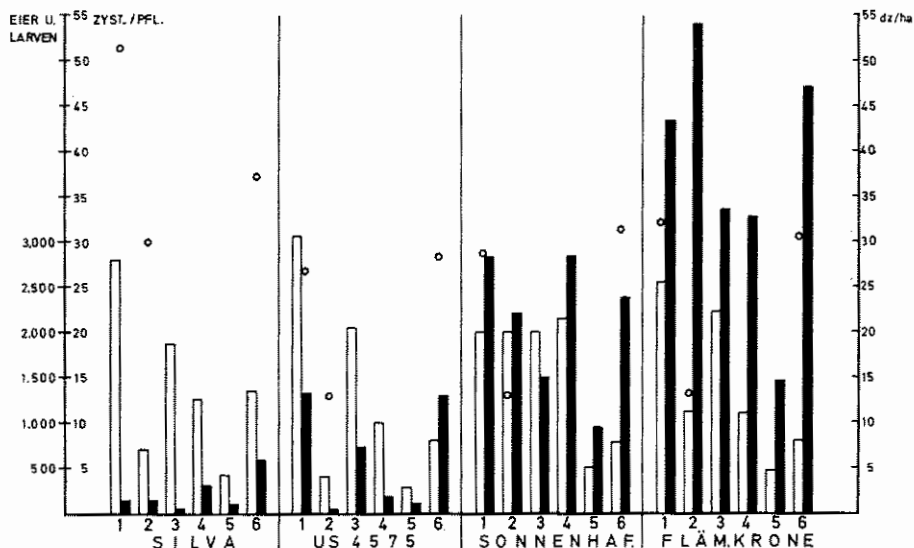


Abb. 2

Saatzeitenversuche

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, durch Saatterminverschiebungen den Befall und die Schädigung des Getreidenematoden zu vermindern (s. z. B. Hesling 1959, Dieter 1960). Da jedoch auch diese Ergebnisse nicht ohne weiteres auf unsere Verhältnisse übertragen werden können, haben wir zur Klärung dieser Frage in den Jahren 1966 und 1968 Saatzeitenversuche angelegt, und zwar an 4 Saatterminen in 4facher Wiederholung. Die Saattermine verschoben sich jeweils in etwa 10tägigem Abstand von Mitte März bis Mitte April.

Die Versuche des Jahres 1966 mit der Hafersorte Flämingskrone ließen keine eindeutige Tendenz erkennen. Auch die Ergebnisse des Saatzeitenversuches 1968 mit dem resistenten Weißhafer Silva und dem anfälligen Gelbhafer Flämingskrone (s. Abb. 4) erbrachten nicht die erwarteten Unterschiede zwischen den einzelnen Saatterminen im Hinblick auf den Zystenbesatz und den Ertrag. Wesentliche Abweichungen im Zystenbesatz konnten bei der resistenten Sorte Silva ohnehin nicht erwartet werden; und die Ertragsschwankungen hielten sich in dem Rahmen, wie sie bei der vorliegenden Saatzeitverschiebung auch unter normalen Verhältnissen, also ohne Nematodeneinwirkung, eintreten würden. Auffällig ist im Falle der Flämingskrone, daß statt des erwarteten Befallsanstiegs bei den

ZYSTENBESATZ / PFLANZE UND ERTRÄGE BEIM BIOTYPEN-TESTSORTIMENT 1968
SOMMER-GERSTE

VERSUCHSORTE: 1 HORSTEDT 4 WAAKE
2 HASSELHORST I 5 SÜDERWALSEDE
3 GLIENEITZ

□ AUSGANGSVERSEUCHUNG: LEBENDE EIER UND LARVEN IN 100 cm³ BODEN
■ ZYSTENBESATZ: \bar{x} VON JE 40-80 PFLANZEN
○ ERTRÄGE: \bar{x} VON 4 WIEDERHOLUNGEN IN dz/ha

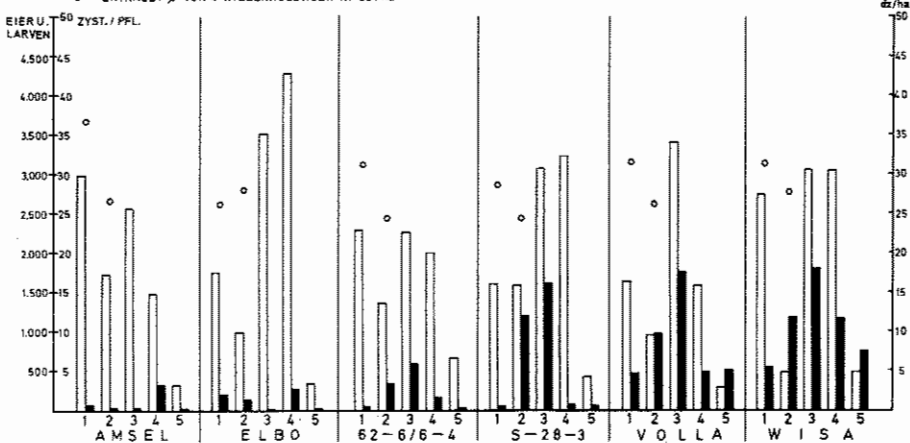


Abb. 3

späteren Saatterminen eine Abnahme der Zystenbesatzzahlen festzustellen war. Wenn auch die Ertragsminderungen durch den starken Hafernematodenbefall offensichtlich sind, so verschiebt sich das Ertragsniveau von Termin zu Termin nur geringfügig.

Dies gilt in gleicher Weise auch für die zur Zeit der Bestellung gewalzte Flämingskrone (s. Abb. 4). Dem Anwalzen liegt die vielfache Beobachtung zugrunde, daß auf den Befallsflächen das Getreide in den Fahrspuren weniger geschädigt wird als zwischen den Spuren (s. auch Köhler 1967). Die Ursachen für diese Erscheinung sind offensichtlich in den ungünstigeren Befallsbedingungen in den Fahrspuren zu suchen (vgl. dazu Fidler and Bevan 1963 u. s. dort weitere Lit.). Obwohl das Andrücken mit einer normalen Ackerwalze nicht mit dem eines Schleppers verglichen werden kann, folgten wir bei unserem Nebenversuch einer Praxisanregung, daß man u. U. durch den Einsatz der Walze eine Befalls- und Schadminderung erreichen könne. In dem Versuch ergab sich zwar bei den gewalzten Parzellen ein geringerer Zystenbesatz als bei den ungewalzten Vergleichsparzellen, jedoch lag der Ertrag bei der gewalzten Flämingskrone niedriger.

Nematizidversuche

Wenn auch bisher der Einsatz von Nematiziden zur Bekämpfung des Hafernematoden aus rein wirtschaftlichen Erwägungen unterbleiben mußte, so wurden doch wiederholt Versuche angelegt, insbesondere im Zusammenhang mit der Erprobung verminderter Aufwandmengen. Unsere bisherigen Versuche mit verschiedenen Nematiziden führten stets zu dem Ergebnis, daß die preislich inter-

SAATZEITENVERSUCH HORSTEDT

SAATTERMINE: 1: 19. 3. 1968 3: 8. 4. 1968
 2: 29. 3. 1968 4: 18. 4. 1968

□ AUSGANGSVERSEUCHUNG : LEBENDE EIER UND LARVEN IN 100 ccm BODEN
 ■ ZYSTENBESATZ : \bar{x} VON JE 80 PFLANZEN
 -○- ERTRÄGE : \bar{x} VON 4 WIEDERHOLUNGEN IN dz/ha

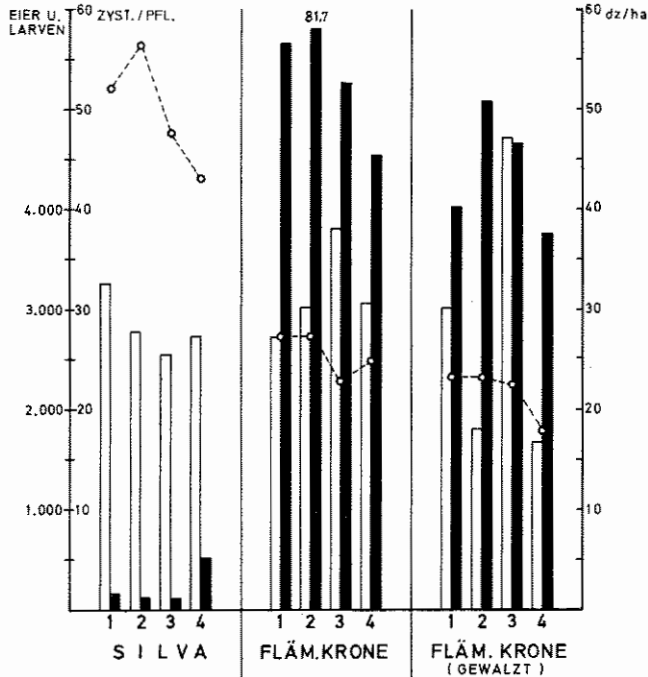


Abb. 4

essanten Dosierungen in ihrem nematiziden Effekt nicht genügten. In unserem relativ gleichmäßig verseuchten Versuch 1968 wurde Di-Trapex in 3 Aufwandmengen (10, 20 u. 30 ccm/qm) eingesetzt, und zwar im Herbst 1967 in 4facher Wiederholung. Im Frühjahr wurden auf den Parzellen resistente (Silva, Amsel) und anfällige So.-Getreidesorten (Flämingskrone, Wisa) ausgedrillt. Augenscheinlich war zwischen den Parzellen der 3 Dosierungen kein Wuchsunterschied während der ganzen Vegetationsperiode festzustellen. Leider fielen die unbehandelten und die 10 ccm-Parzellen bei den Sorten Amsel und Wisa wegen eines Abdriftschadens für die Auswertung aus; dennoch ist es auch bei diesen Sorten evident, daß die Erträge bei der höchsten Aufwandmenge abfallen (vgl. Abb. 5). Dies dürfte auf den noch nicht vollständigen Abbau des Präparates zurückzuführen sein, zumal durch die höhere Dosis die Mikroorganismen des Bodens stärker in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Aufwandmenge von 20 ccm/qm führt zwar zu den höchsten Erträgen, jedoch erhebt sich auch hier sogleich wieder die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes in der breiten Praxis. Seitdem bekannt ist,

NEMATIZID-VERSUCH HORSTEDT 1968

DI-TRAPEX: 10, 20, 30 ccm/qm (BEHANDLUNG: 28. 9. 1967, AUSSAAT: 21. 3. 1968)
 ▨ ERTRÄGE IN dz/ha
 ■ ZYSTENBESATZ: β VON 60 PFLANZEN (NUR FLÄMINGSKRONE)

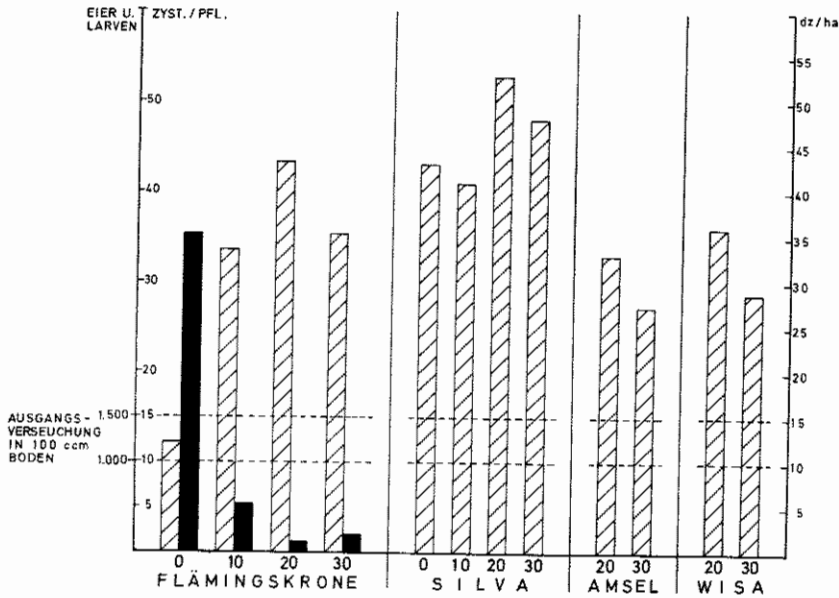


Abb. 5

daß für das Ausmaß der Schäden die ersten 2–3 Wochen nach der Saat entscheidend sind (Weischer 1968), mag es zunächst als aussichtsreich erscheinen, durch niedrige Mittelmengen eine Ertragssicherung zu erzielen. Die Abb. 5 zeigt aber auch beim Vergleich Flämingskrone–Silva, daß diese Ertragssicherung auf einfachere und billigere Weise durch den Anbau von Resistenzsorten zu erreichen ist.

Schlußbesprechung

Durch den Nachweis von Biotypen in unseren Befallsgebieten wachsen naturgemäß die Schwierigkeiten zur Befallseindämmung und -minderung des Getreidenematoden. Zur Zeit ist jedoch noch kein Anlaß zur Dramatisierung dieses Problems gegeben, zumal die Praxis – selbst in den Befallsgebieten – erst allmählich auf den Resistenzsortenanbau übergeht. Auch durch den Anbau von Winter- und Sommerroggen- sowie Wintergerstensorten kann die Gefahr eines Selektierens und einer Massenvermehrung von Biotypenpopulationen bedeutungslos werden, da die genannten Sorten nicht zur Nematodenvermehrung beitragen, sondern zu einer Befallsminderung führen (Lücke 1969). Darüber hinaus existieren bereits etliche Sorten und Stämme mit Resistenz gegenüber den dänischen und niederländischen Biotypenspektren (s. o.), so daß die Resistenzzüchtung z. Z. einen beruhigenden Vorsprung im Wettlauf mit den Biotypen hat.

Es ist gewiß nicht verwunderlich, daß die Saatzeitenversuche keine eindeutigen Hinweise ergaben, inwieweit durch Verschiebungen des Saattermines der Befall und die Schädwirkung des Hafernematoden vermindert werden können. Das Schadauftreten dieses Nematoden ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig (s. dazu auch Dieter 1960) und kann bekanntlich allein schon durch Witterungseinflüsse von Jahr zu Jahr außerordentlich variieren. Das Erfassen des gesamten Faktorenkomplexes übersteigt jedoch unsere Möglichkeiten. Dies gilt auch im Zusammenhang mit dem Problem des Anwalzens der Getreideflächen zur Zeit der Bestellung. Somit müssen wir uns mit den Tendenzen begnügen, welche sich aus unseren praxisorientierten Versuchen ergaben.

Wenn sich auch in unseren Nematizidversuchen zeigte, daß durch den Einsatz von Nematodenmitteln in stark verminderter Aufwandmenge eine Ertragssicherung möglich ist, so erhebt sich dennoch sogleich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit einer solchen Maßnahme. Dieselben Versuche zeigten gleichzeitig, daß die Ertragssicherung wesentlich einfacher und billiger durch den Anbau von Resistenzsorten zu erreichen ist. Da die Wintergersten-, Winter- und Sommerroggen-sorten unter Befallsbedingungen im Hinblick auf die Nematodenvermehrungsrate und die Ertragsleistung wie Resistenzsorten zu beurteilen sind, besteht durch dieses relativ große Sortenangebot die Möglichkeit, die Hafernematodenbekämpfung ohne chemische Präparate durchzuführen.

S u m m a r y

1. In field and clay pipe trials, which lasted 3 years, the occurrence of biotypes of the cereal root eelworm (*Heterodera avenae* Woll.) was examined in Lower Saxony using biotype test-varieties. The test-varieties were spring cereal strains and varieties with defined resistance to the Danish biotypes I and II as well as to the Dutch biotypes A, B, C and D in various combinations. In these investigations the presence of at least 5 biotypes could be proved, in every case the identical biotypes I and A as well as II and C can be regarded as one type. Furthermore the occurrence of a sixth biotype seems to be certain.

2. The sowing time trials did not give any certain indication that the attack and the damage of the cereal root eelworm could be decreased by changing the sowing time.

On light soils only an unessential decrease of the attack was obtained by rolling the soil. This method however resulted in a decrease of the yield.

3. Using nematicides in lower doses a normal yield can be obtained. This however can be reached by easier and cheaper means through the cultivation of resistant and other suitable varieties (winter barley, winter rye and spring rye varieties).

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- Andersen, S., Resistance of barley to various populations of the cereal root eelworm (*Heterodera major*). — *Nematologica* 4. 1959, 91—98.
—, Resistens mod havreåål, *Heterodera avenae*. — *Med. Kgl. Vet.-Landb. Højsk. København*, 68, 1961. 179 p.

- C o t t e n, J., Resistance in barley and oats to the cereal root eelworm *Heterodera avenae* Wollenweber. — *Nematologica* 9. 1963, 81—84.
- , Cereal Root Eelworm Pathotypes in England and Wales. — *Plant Pathology* 16. 1967, 54—59.
- D i e t e r, A., Beobachtungen über *Heterodera major* O. Schm. an Hafer. 2. Mitteilung. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. N. F.*, Berlin, 14. 1960, 43—48.
- F i d d i a n, W. E. H., and K i m b e r, D. S., A study of biotypes of the cereal cyst-nematode (*Heterodera avenae* Woll.) in England and Wales. — *Nematologica* 10. 1964, 631—636.
- F i d l e r, J. H., and B e v a n, W. J., Some soil factors influencing the density of cereal root eelworm (*Heterodera avenae* Woll.) populations and their damage to the oat crop. — *Nematologica* 9. 1963, 412—430.
- G a i r, R., P r i c e, T. J. A., and F i d d i a n, W. E. H., Cereal root eelworm (*Heterodera avenae* Woll.) and spring barley varieties. — *Nematologica* 7. 1962, 267—272.
- H e s l i n g, J. J., Some observations on the cereal root eelworm population of field plots of cereals with different sowing times and fertilizer treatments. — *Ann. Appl. Biol.* 47. 1959, 402—409.
- K ö h l e r, H., Zehnjährige Beobachtungen über das Auftreten des Hafernematoden in Rheinhessen und der Pfalz. — *Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem*, H. 121. 1967, 62—65.
- K o r t, J., D a n t u m a, G., and v a n E s s e n, A., On biotypes of the cereal-root eelworm (*Heterodera avenae*) and resistance in oats and barley. — *Neth. J. Plant Path.* 70. 1964, 9-17.
- L ü c k e, E. und W e b e r, H., Untersuchungen zum Hafernematodenproblem. — *Gesunde Pflanzen* 18. 1966, 168—170.
- , —, (2. Mitteilung). — *Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem*, H. 121. 1967 a, 66—70.
- , —, (3. Mitteilung). — *Gesunde Pflanzen* 19. 1967 b, 167—169.
- L ü c k e, E., (4. Mitteilung). — *Zeitschr. Pfl.krankh.* 76. 1969, 269—276.
- N e u b e r t, E., Über das Vorkommen von Biotypen des Haferzystenälchens (*Heterodera avenae* Wollenweber, 1924) im Norden der DDR. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. N. F.*, Berlin, 21. 1967, 66—68.
- W e i s c h e r, B., Nematodenschäden an Getreide. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.*, Braunschweig, 20. 1968, 83—88.

J. RÖSSNER,

Institut f. Phytopathologie der Justus Liebig-Universität Gießen

Populationsentwicklung pflanzenparasitärer Nematoden unter Koniferen

Es wird immer wieder über Schäden berichtet, die wandernde Wurzelnematoden an jungen Koniferen in Forstpflanzgärten verursachen oder verursachen sollen. Solche Angaben sind nur zum Teil durch Infektionsversuche mit den als pathogen angesehenen Nematodenarten belegt und beruhen häufig auf Auswertungen von einmalig entnommenen Bodenproben auf ihren Besatz an pflanzenparasitären Nematoden. Hohe Populationsdichten bestimmter Arten, deren Pathogenität an anderer Stelle bereits nachgewiesen wurde, werden dann häufig als Ursache für den auf manchen Flächen beobachteten schlechten Pflanzenwuchs angesehen, selbst wenn kein Boden aus Quartieren mit gesund wirkenden Pflanzen als Vergleich zur Verfügung stand.

Um nun von Ergebnissen, die an nur einem Termin gewonnen wurden, auf den potentiellen Nematodenbesatz schließen zu können, muß man auf alle Fälle die Auswirkung bestimmter Wirtspflanzen und auch die zu erwartende Populationsentwicklung der als Schädlinge in Frage kommenden Nematodenarten im Laufe einer Vegetationsperiode genauer kennen. Aber auch der Einfluß abiotischer und biotischer Faktoren wie Witterung, Boden und Mikroflora und -fauna ist von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung der Nematoden an den Pflanzen. Solche Wechselbeziehungen lassen sich jedoch nur durch umfangreiche, über lange Zeiträume hinweg durchgeführte Untersuchungen näher charakterisieren und können an dieser Stelle leider nicht behandelt werden.

Das Hauptanliegen der durchgeführten Versuche war es daher, Beispiele für den Einfluß verschiedener Wirtspflanzen und der Jahreszeit auf die Populationsentwicklung mehrerer pflanzenparasitärer Nematodenarten zu liefern. Deutliche Anzeichen für eine Pathogenität der einzelnen Arten ließen sich in den Versuchen, von denen berichtet werden soll, nicht erkennen, selbst wenn zeitweise erhebliche Populationsdichten festgestellt wurden. Die Untersuchungsergebnisse der Jahre 1965 und 1966 werden bereits an anderer Stelle veröffentlicht (R ö s s n e r, 1969). Im folgenden soll ein Teil der Versuche von 1967 besprochen werden.

In dem Forstpflanzgarten Königstädten bei Rüsselsheim wurden im April 1966 auf einer recht gleichmäßig mit den pflanzenparasitären Nematoden *Pratylenchus penetrans*, *Rotylenchus robustus*, *Trichodorus aequalis* und *T. pachydermus* verseuchten Fläche 16 jeweils 1 m × 2,5 m große Parzellen mit Fichte (*Picea abies* L.), Kiefer (*Pinus silvestris* L.), Lärche (*Larix decidua* Mill.) und Douglasie (*Pseudotsuga taxifolia* (Poir.) Britt.) in der Anordnung eines „Lateinischen Quadrates“ bepflanzt. Im Abstand von jeweils einem Monat wurden mit einem Erdbohrstock (innerer Ø 15 mm) Bodenproben bis zu einer Tiefe von 30 cm entnommen (je Parzelle 12 Einstiche) und die Nematoden nach einem abgewandelten Baermann-Trichter-Verfahren (je Parzelle 2 × 25 cm der gründlich gemischten Probe) isoliert. Die Auszählung erfolgte bei fünfzigfacher Vergrößerung unter dem Mikroskop.

Im Jahre 1966 hatte es sich bei den Untersuchungen gezeigt, daß die Popula-

tionsentwicklung von *Pratylenchus penetrans*, *Rotylenchus robustus* und *Trichodorus* spp. durch die vier Koniferenarten deutlich beeinflußt wurde. Es interessierte nun, ob sich die festgestellten Unterschiede noch weiter verstärken, oder ob sie wieder verschwinden würden. Außerdem erhob sich die Frage, inwieweit der deutliche Populationsanstieg der untersuchten Nematodenarten unter den für sie anscheinend günstigsten Koniferenarten anhalten würde. Zur Veranschaulichung dieser Beziehungen werden in den grafischen Darstellungen auch noch einmal die bereits beschriebenen Entwicklungstendenzen (Rössner 1969) aus dem Jahre 1966 aufgezeigt.

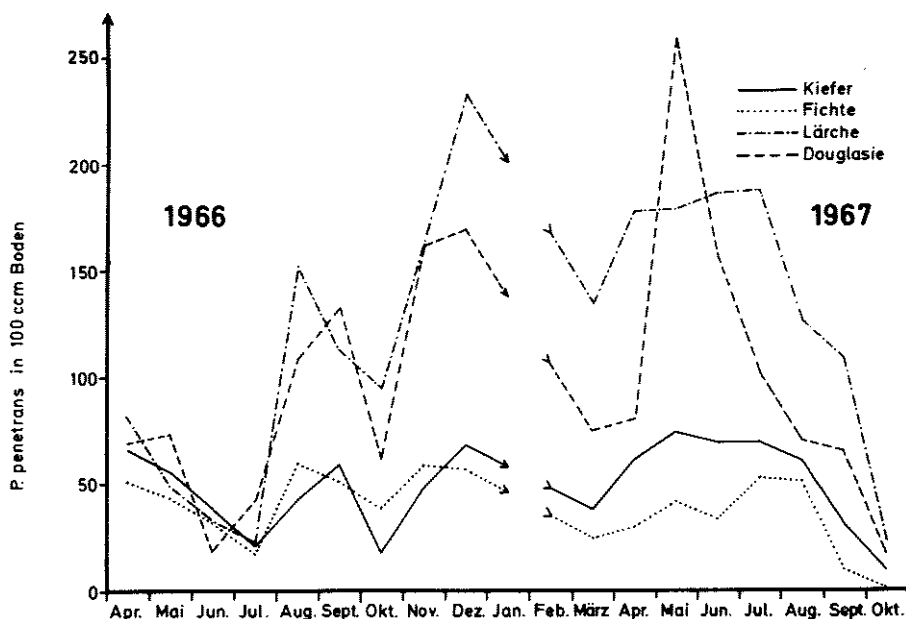


Abb. 1. Populationsentwicklung von *Pratylenchus penetrans* unter 4 verschiedenen Koniferenarten (im Januar und Februar 1967 keine Bodenprobenentnahme)

Bei *Pratylenchus penetrans* (Abb. 1) liegt die Populationsdichte in den Bodenproben unter allen 4 Koniferenarten im März 1967 niedriger als im Dezember 1966. Dieser Abfall wird möglicherweise durch ein verstärktes Einwandern in die Wurzeln erklärt, deren Wachstum im Gegensatz zu den oberirdischen Pflanzenteilen bereits im Spätwinter oder zeitigen Frühjahr einsetzt. Wurzelproben konnten wegen technischer Schwierigkeiten leider nicht entnommen werden. Andererseits kann der Populationsrückgang natürlich auch auf eine Abnahme der ursprünglich vorhandenen Nematodenzahl zurückzuführen sein, wobei die Auffassung von Sturhan (1963) wohl am stichhaltigsten ist, daß nicht der unmittelbare Einfluß der Temperatur, sondern die weitgehende Inaktivierung und Entwicklungshemmung während der Wintermonate eine relativ höhere Absterberate zur Folge hat.

Im weiteren Verlauf des Jahres 1967 zeigt sich im Boden ein Populationsanstieg von April an. Die Werte im Oktober liegen relativ niedrig, deutlich unter denen des gleichen Monats im Vorjahr, so daß man mit einiger Vorsicht einen Rückgang der Population vermuten kann, selbst wenn man einen Anstieg der Pratylenchen im Boden ähnlich wie im November und Dezember 1966 annimmt. Die Koniferen auf den Versuchsflächen wurden übrigens Ende Oktober 1967 gerodet, so daß keine weiteren Bodenproben entnommen werden konnten.

Auch 1967 wurden unter Lärchen und Douglasien deutlich höhere Populationsdichten als unter Kiefern und Fichten festgestellt.

Bei anderen Pflanzenparasiten, *Trichodorus* spp. (*T. aequalis* und *T. pachydermus*), war unter Fichten im Vergleich zu den drei übrigen Koniferenarten keine so eindeutige Tendenz wie im Vorjahr festzustellen. Im Juni und Juli 1967 lag die Populationsdichte unter den 4 Koniferenarten am höchsten. Zwar wurden aus den Fichtenparzellen im allgemeinen noch immer die meisten Trichodoren isoliert – ähnlich wie im Vorjahr, doch war im Oktober gerade unter der 1966 als Wirtspflanze gut geeigneten Fichte die Nematodenpopulation beinahe auf Null abgesunken. Eine Erklärung für diese auffällige Erscheinung liegt nicht vor. Auch wenn man den Begriff „Überpopulation“ zu Hilfe nimmt, bleiben die Ursachen des plötzlichen Populationszusammenbruchs weiter unklar.

Die Populationsentwicklung von *Rotylenchus robustus* (Abb. 2) zeigt über das ganze Jahr 1967 hinweg eine abnehmende Tendenz. Im April wurde im allgemeinen ein deutlicher Rückgang festgestellt. Die Überlegenheit von Kiefern und Fichten als Wirtspflanzen gegenüber Lärchen und Douglasien blieb bestehen, obwohl die im Herbst 1967 unter ihnen ermittelte Populationsdichte nur noch in der Größenordnung der Ausgangswerte vom Frühjahr 1966 lag.

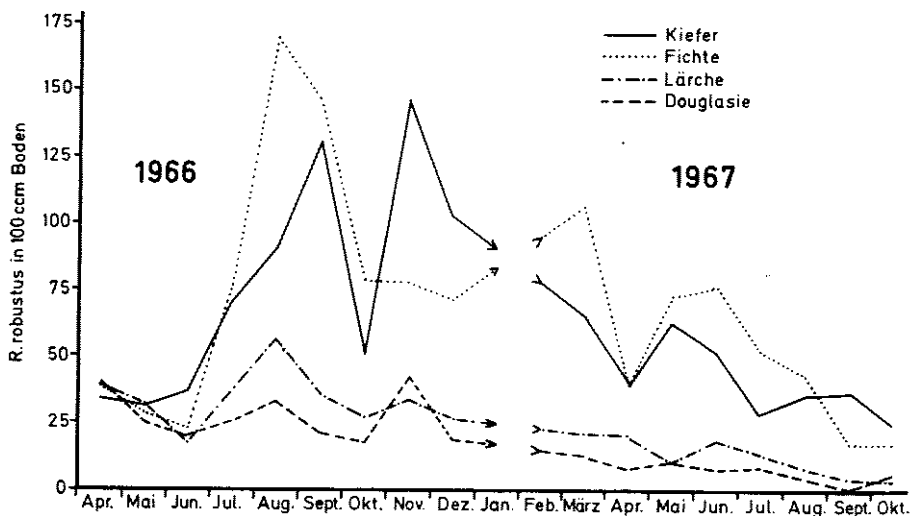


Abb. 2. Populationsentwicklung von *Rotylenchus robustus* unter 4 verschiedenen Koniferenarten (im Januar und Februar 1967 keine Bodenprobenentnahme)

Eine Unstimmigkeit fällt aber ins Auge. Im März 1967 wurde nämlich gegenüber Dezember 1966 unter Fichten eine wesentlich höhere *Rotylenchus*-Zahl als unter den drei übrigen Koniferenarten festgestellt.

In Abb. 3 ist der Populationsverlauf von *Rotylenchus robustus* nochmals veranschaulicht, wobei aber adulte Tiere (= Männchen + Weibchen) und Larven getrennt wiedergegeben sind. Man erkennt hier ohne weiteres, daß der Anstieg im März auf eine Erhöhung der Larvenzahl zurückzuführen ist. Es sei darauf hingewiesen, daß diese Tendenz in jeder der vier Fichtenparzellen deutlich wird, daß es sich also nicht um das durch einen Einzelwert verfälschte Durchschnittsergebnis handelt (auch bei der Kiefer, der anderen relativ günstigen Wirtspflanze für *Rotylenchus robustus*, entsprechen die Einzelwerte im großen und ganzen dem Durchschnitt, wie er in Abb. 2 dargestellt ist).

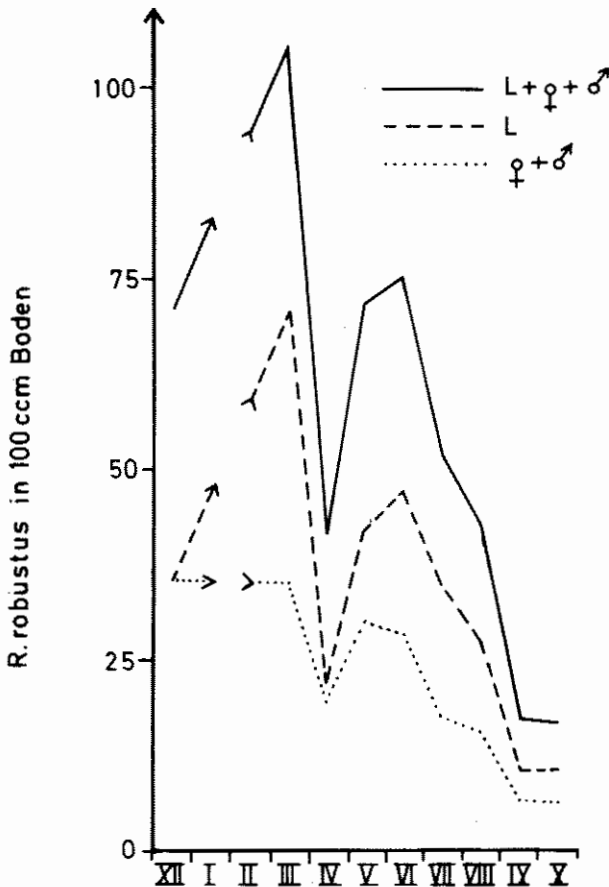


Abb. 3. Massenwechsel von *Rotylenchus robustus* unter Fichte von Dezember 1966 bis Oktober 1967 (im Januar und Februar 1967 keine Bodenprobenentnahme)

Nun finden sich aber einige Angaben in der Literatur, daß Larvenstadien im Winter und Frühjahr teilweise besonders stark vertreten sein sollen (mehrere Autoren zit. bei Sturhan 1963, Yuen 1966 usw.), während im allgemeinen von einem relativen Larven-Rückgang während dieser Zeit berichtet wird. Yuen fand z. B. im Januar und Februar 1964 deutlich mehr Larven von *Rotylenchus pumilus* als in den vorhergehenden und nachfolgenden Monaten. Bei *Helicotylenchus vulgaris* dagegen trat unter den gleichen Bedingungen diese Erscheinung nicht auf. Möglicherweise spielt die große Temperaturdifferenz zwischen Freiland- und Raumtemperatur während der Auswaschung der Bodenproben eine schlüpf- oder aktivitätsfördernde Rolle, wie es von Huhtha et al. (1967) vermutet wird. Dadurch wird aber noch immer nicht erklärt, weshalb gerade unter Fichte ein

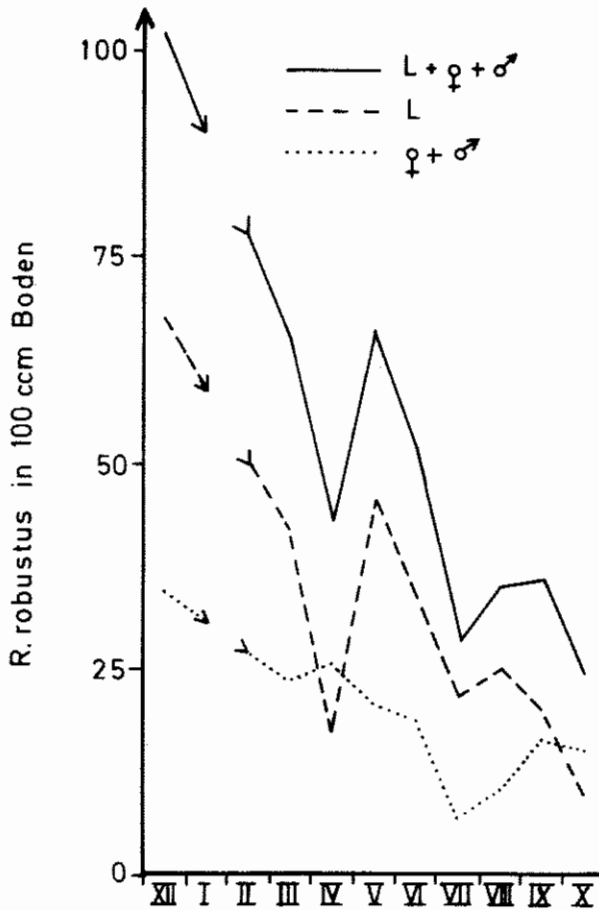


Abb. 4. Massenwechsel von *Rotylenchus robustus* unter Kiefer von Dezember 1966 bis Oktober 1967 (im Januar und Februar 1967 keine Bodenprobenentnahme)

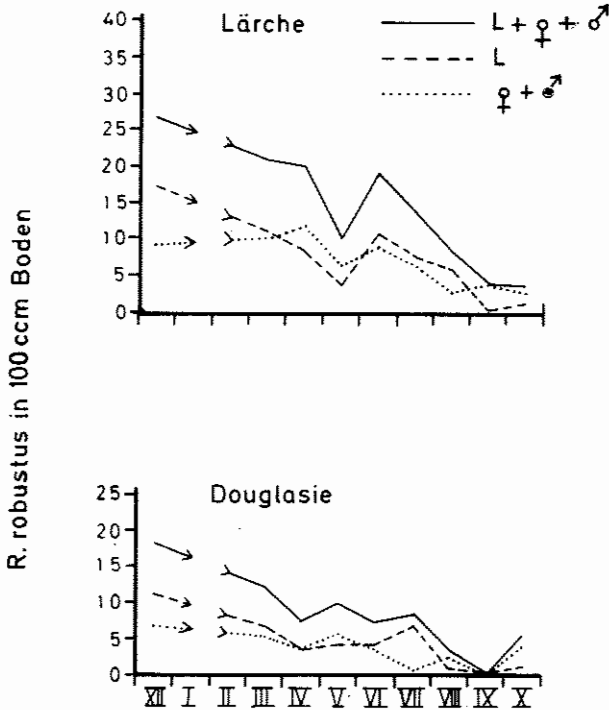


Abb. 5. Massenwechsel von *Rotylenchus robustus* unter Lärche und Douglasie von Dezember 1966 bis Oktober 1967 (im Januar und Februar 1967 keine Bodenprobenentnahme)

Anstieg der *Rotylenchus*-Larven von Dezember zu März erfolgt. Es bleibt die Vermutung, daß vielleicht die bessere Bodenbedeckung durch die Fichtenpflanzen, ein anderer Wachstumsrhythmus und/oder gewisse Wurzelabscheidungen direkt oder indirekt für die abweichende Populationsentwicklung verantwortlich gemacht werden können.

Aus Abb. 3 läßt sich aber auch ablesen, daß das Verhältnis Adulte : Larven im April (etwa 1 : 1) deutlich enger ist als während der folgenden Monate. Der Anstieg im Mai kann zu einem großen Teil auf eine Zunahme von L_1 und L_2 zurückgeführt werden.

Ähnlich sieht die Entwicklung unter Kiefern aus (Abb. 4). Hier wurden im April sogar mehr erwachsene Tiere als Larven festgestellt. Nach dem relativen (und auch absoluten) Larvenanstieg im Sommer zeigt sich im Herbst wieder ein engeres Verhältnis von Adulten : Larven.

In Abb. 5 schließlich wird der Populationsverlauf von *Rotylenchus robustus* unter Lärchen und Douglasien gezeigt. Man kann deutlich erkennen, daß das Verhältnis Erwachsene : Larven wesentlich enger ist. Auch während der Sommermonate kann von einem relativen Anstieg der Larvenzahl nicht gesprochen werden.

Dafür gibt es folgende Erklärungen:

- 1) Die Ausgangspopulation im März 1967 lag unter den beiden genannten Koniferenarten wesentlich niedriger als unter Kiefern und Fichten. Wenn man sich den Ausführungen von Seinhorst (1968) anschließt, kann man bei einer niedrigen Populationsdichte einen geringeren Prozentsatz befruchteter Weibchen annehmen („Unterpopulation“).
- 2) Lärche und Douglasie sind anscheinend wenig geeignete Wirtspflanzen für *Rotylenchus robustus*. Deshalb muß eine relativ geringe Vermehrungsrate angenommen werden.

Die folgende Übersicht gibt eine Zusammenfassung der Relationen zwischen Männchen und Weibchen und zwischen Adulten und Larven im Mittel der Untersuchungsergebnisse von Dezember 1966 bis Oktober 1967 unter den verschiedenen Koniferenarten.

Koniferenart	♂ + ♀ + L Gesamtzahl	♂ : ♀	(♂ + ♀) : L
Kiefer	902	42 : 58	38 : 62
Fichte	987	37 : 63	39 : 61
Lärche	249	45 : 55	48 : 52
Douglasie	153	35 : 65	46 : 54

Die Sexualrelation (♂ : ♀) deutet auf keine großen Unterschiede im Einfluß der vier Wirtspflanzen hin. Ähnliche Beziehungen wurden übrigens auch für *Xiphinema diversicaudatum* festgestellt (Goodey et al. 1960, Sturhan 1963). Der prozentuale Anteil der Adulten unter Lärchen und Douglasien war dagegen deutlich höher als unter Kiefern und Fichten, was vermutlich auf die bereits erwähnten Ursachen zurückzuführen sein kann.

Auffällig an der Zusammenstellung ist das — selbst bei Fichten und Kiefern — enge Verhältnis von Adulten : Larven. Nach Yuen (1966) wurde auch bei *Rotylenchus pumilus* ein relativ niedriger Larvenanteil im Durchschnitt eines Jahres beobachtet. Das Verhältnis von Adulten : Larven ist dagegen bei *Paralongidorus maximus*, *Longidorus elongatus* und *Xiphinema diversicaudatum* wesentlich weiter, wie es unter anderem Sturhan (1963) feststellen konnte. Möglicherweise ist dies durch die ungewöhnlich lange Entwicklungsdauer und die sehr kurze Zeit der Eiablage bedingt, wie sie nach Sturhan (1963) und Flegg (1968) bei einigen *Xiphinema*- und *Longidorus*-Arten angenommen werden kann. Bei *Rotylenchus* spp. dagegen dürfte der Entwicklungszyklus wesentlich kürzer und die Zeit der Eiablage auch unter Freilandbedingungen nicht auf wenige Wochen beschränkt sein. Bei anderen Tylenchiden wird z. B. eine Dauer von etwa drei bis sieben Wochen für die Entwicklung vom Ei zum erwachsenen Tier angegeben (s. bei Wallace 1963).

Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß die Zeit von 48 Std. bei der Gewinnung zum Auswandern aus der Probe für einen Teil von *Rotylenchus*-Larven nicht ausreicht. Wir konnten verschiedentlich beobachten, daß der relative Anteil der durch die Filter gewanderten Larven zwischen 48 und 96 Stunden größer war als während der ersten 48 Stunden und dadurch das Gesamtverhältnis Adulte : Larven geändert wurde. Eine sehr langsame Auswanderung wurde ja auch schon bei

anderen Nematodengattungen wie *Criconemoides* festgestellt, die in manchen Fällen nach dem Saccharose-Zentrifugierverfahren von Jenkins (1964) in weit größeren Zahlen isoliert werden. Um die bei *Rotylenchus robustus* getroffenen Beobachtungen verallgemeinern zu können, müssen aber noch umfangreiche Untersuchungen erfolgen, da bisher lediglich Stichproben ausgewertet werden konnten.

Als Vergleich zu den Ergebnissen unter Koniferen mögen die prozentualen Anteile von Adulten und Larven der Art *R. robustus* dienen, die 1968 in unserem Gewächshaus unter Sommergerste bei einer Temperatur von 22–24 °C ermittelt wurden. Sie lagen im Durchschnitt der Monate Mai bis August (wöchentliche Entnahme von Bodenproben) bei 25 % : 75 % und im Extrem bei 17 % : 83 %, was wahrscheinlich auf die relativ günstige Wirtspflanze Sommergerste und/oder das ausgeglichene Gewächshausklima zurückgeführt werden kann. Jedoch wurde auch hier bei der Gewinnung ein verhältnismäßig langsames Auswandern von Larven beobachtet, was aber ebenfalls wegen der zu geringen Zahl der Stichproben noch nicht als allgemeingültig angesehen werden kann.

Wenn man nun, um auf die Einleitung zurückzukommen, die Ergebnisse unserer Untersuchungen auf die einmalige Entnahme von Bodenproben in Forstpflanzgärten bezieht, muß man zu folgender Erkenntnis gelangen:

Die Auswertung von an nur einem Termin gezogenen Bodenproben läßt nur sehr unsichere Schlußfolgerungen auf die weitere Populationsentwicklung und auf möglicherweise auftretende Schäden zu.

Die für landwirtschaftliche Kulturen häufig empfohlene Probenentnahme im Frühjahr ist äußerst unsicher, weil nach unseren Erfahrungen bei einigen Nematodenarten gerade von März bis Mai große Schwankungen in der Populationsdichte unter Koniferen auftreten können.

Selbst wenn unter der gleichen Kulturpflanze an verschiedenen Terminen nahezu gleiche Populationsdichten festgestellt wurden, läßt sich nichts Endgültiges über die weitere Vermehrung der Nematoden aussagen. In einem Fall kann die Entwicklung progressiv, im anderen regressiv verlaufen, wie deutlich an dem Beispiel von *Rotylenchus robustus* unter Koniferen-Verschulppflanzen gezeigt werden konnte.

Es ließen sich noch weitere Punkte anführen, die gegen die Überbewertung der quantitativen Ergebnisse aus einmalig entnommenen Bodenproben sprechen, doch mag das bisher Erwähnte genügen, um die Schwierigkeit der Interpretation von Einzeluntersuchungen zu veranschaulichen.

S u m m a r y

The investigations are a continuation of experiments already reported.

1. The accelerating effect of *Larix* sp. and *Pseudotsuga* sp. in comparison to *Pinus* sp. and *Picea* sp. on the population of *Pratylenchus penetrans* persisted while *Pinus* sp. and *Picea* sp. continued to be more suitable host plants for *Rotylenchus robustus* than *Larix* sp. and *Pseudotsuga* sp. *Picea* sp. led to the build up of a relative high density of *Trichodoros* spp. but in September and October 1967 a sudden breakdown of the population occurred.

2. In 1967 the population development of *Rotylenchus robustus* was regressively as compared to 1966. The number of *P. penetrans* in the soil was remarkably small in September and October of the same year.
3. A significant increase of the number of larvae of *R. robustus* from December 1966 to March 1967 under *Picea* sp. was noticed.
4. During May and the summer months the proportion of adults : larvae in the species *R. robustus* under *Pinus* sp. was smaller than during fall and early spring. Under *Picea* sp. the relative number of larvae increased after the April investigation.
5. In the average of the year the proportion of adults : larvae was smaller under *Pinus* sp. and *Picea* sp. than under the less suitable host plants *Larix* sp. and *Pseudotsuga* sp. where the relative distribution was nearly 1 : 1.

Literatur

- Flegg, J. J. M., Life-cycle studies of some *Xiphinema* and *Longidorus* species in Southeastern England. — *Nematologica* 14. 1968, 197—210.
- Goodey, J. B., Peacock, F. C., and Pitcher, R. S., A redescription of *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky, 1923 & 1927) Thorne, 1939 and observations on its larval stages. — *Nematologica* 5. 1960, 127—135.
- Huhta, V., Karppinen, E., Nurminen, M., and Valpas, A., Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil. — *Annal. Zool. Fenn.* 4. 1967, 87—143.
- Jenkins, W. R., A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. — *Plant. Dis. Repr.* 48. 1964, 692.
- Rössner, J., Phytoparasitäre Nematoden in Forstpflanzgärten. — *Zeitschr. angew. Zool.*, 56. 1969, 1—64.
- Seinhorst, J. G., Underpopulation in plant parasitic nematodes. — *Nematologica* 14. 1968, 549—553.
- Sturhan, D., Der pflanzenparasitische Nematode *Longidorus maximus*, seine Biologie und Ökologie, mit Untersuchungen an *L. elongatus* und *Xiphinema diversicaudatum*. — *Zeitschr. angew. Zool.* 50. 1963, 129—193.
- Wallace, H. R., The biology of plant parasitic nematodes. — Edward Arnold (Publishers) LTD, London 1963, 280 S.
- Yuen, P. H., The nematode fauna of the regenerated woodland and grassland of Broadbalk Wilderness. — *Nematologica* 12. 1966, 195—214.

H. ROSS,

Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Köln-Vogelsang

Züchtung von Kartoffelsorten mit Resistenz gegen *Heterodera rostochiensis* Woll.

Vor 14 Jahren wurde mit der Züchtung nematodenresistenter Sorten begonnen. Heute gibt es in der Bundesrepublik 8 resistente Sorten. Dieser im Vergleich mit anderen Zuchtzielen schnell erreichte Erfolg beruht auf der Entdeckung einer Resistenzquelle mit besonders günstiger Vererbung. Huijjsman und Toxopeus entdeckten in einer indianischen Primitivsorte, in *S. tuberosum* subsp. *andigena* CPC 1673, ein dominantes Gen für Nematodenresistenz (H_1). Dieses Gen ist ein Hauptgen, denn seine Wirkung ist so penetrant, daß die Cystenbildung von mehreren hundert bei einer anfälligen Sorte auf sehr wenige, meistens zwischen 0 und 10 herabgedrückt wird. Die Larven wandern zwar auch in die resistente Pflanze ein, unterliegen dann aber einer Entwicklungshemmung.

An sich ist die Kartoffel ein genetisch nicht ganz einfaches Objekt. Sie ist eine Autotetraploide, und in der Meiosis konjugieren daher vier statt zwei homologe Chromosomen. Dennoch verläuft die Vererbung bei simplex-Formen, mit denen wir es meistens zu tun haben, unkompliziert: bei Kreuzung einer resistenten und einer anfälligen Form sind meistens 50 % resistente Nachkommen zu erwarten, eine Situation, wie sie für den Züchter nicht günstiger sein kann.

Das große Problem, mit dem nahezu jede Resistenzzüchtung zu kämpfen hat, ist der Umfang des Wirkungsbereichs des Resistenzgens. Die Lösung ist dann gefunden, wenn das Resistenzgen rassenunspezifisch ist und sich seine Wirkung auf den Parasiten als Gesamtart richtet und nicht nur auf einige Rassen.

Das Gen H_1 erwies sich leider als rassenpezifisch. Es wurden Rassen von *H. rostochiensis* gefunden, die sich in resistenten Sorten vermehren konnten. Zunächst fand sich eine solche Rasse in der Nähe von Lima, dann in Holland, und heute gibt es kaum ein Land, in dem diese „B-Rassen“ nicht nachgewiesen sind. Es handelt sich dabei nicht um Formen, die durch mehrmaligen Anbau resistenter Sorten selektiert worden sind, sondern sie wurden bereits beim ersten Anbau auf Feldern nachgewiesen, auf denen bis dahin nur anfällige Sorten gewachsen waren. Die größte Verbreitung haben die B-Rassen im nördlichen England und im Süden Norwegens, wo sie auf über 50 % der von *H. rostochiensis* befallenen Felder gefunden werden. In Schottland wird der Anteil mit 10 % beziffert, in Holland mit 15 %, in der DDR mit 5 %. Auch in der Schweiz sind B-Rassen häufig. In der Bundesrepublik fehlen systematische Untersuchungen. Mir sind fünf B-Vorkommen in der Bundesrepublik bekannt: die Populationen Harmerz, Frenswegen, Winsen, Lüneburg und Pont bei Geldern. Die letztgenannte Rasse ist noch nicht näher untersucht.

Die genannten Zahlen betreffen Felder, auf denen B-Rassen beim Erstanbau resistenter Sorten nachgewiesen wurden. Diese B-Felder liegen zwischen Feldern mit der A-Rasse verstreut. Es ist mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die Nematoden-Population nicht nur dieser Felder, sondern ganz allgemein aus jeweils verschiedenen Anteilen A- und B-Rassen zusammengesetzt ist. Eine Beimischung von nur wenigen Prozenten von B-Cysten wird beim ersten Anbau nicht erkannt.

denes spezifisches Wirtspektrum zugeordnet und fast jedem Wirt ein spezifisches Rassenspektrum. Das wichtigste Ergebnis war die Feststellung, daß wenigstens drei Arten eine Resistenz gegen alle Rassen zeigten und damit den Besitz rassenspezifischer Gene vermuten ließen. Die Rassen unterschieden sich nicht nur in der Spezifität ihres Wirtspektrums, sondern auch im Umfang, d. h. in der Zahl ihrer Wirte. Aus dem Verhältnis der Zahl der Wirte mit und ohne Vermehrungshemmung für *H. rostochiensis* können für jede Rasse Aggressivitätszahlen errechnet werden, die in Tabelle 2 wiedergegeben sind.

Tab. 2. Aggressivität der Rassen.
(Zahl der anfällig reagierenden Arten : Gesamtzahl der geprüften Arten \times 100)

Rassen	Cha	Du	Fr	AB	Wi	GL	Ha	A
Aggressivitätszahl	13.6	13.8	30.4	38.1	41.8	51.0	53.2	56.5

Parallel zu diesen Differenzierungsarbeiten begann die Züchtung. *S. oplocense* ist tetraploid und die Verbindung dieser Art mit *S. tuberosum* daher nicht schwierig. Die Arten *S. spegazzinii* (früher *S. famatinae*) und *S. vernei* sind diploid. Hier mußten zunächst mittels Colchizin Tetraploide erzeugt werden, die dann mit *S. tuberosum* gekreuzt, fertile Bastarde ergaben. In einigen Fällen verhalten auch unreduzierte Eizellen zu einer tetraploiden Nachkommenschaft.

Die anzuwendenden Züchtungsmethoden werden weitgehend durch die Penetranz der Gene bestimmt. Finden sich Hauptgene für die Rassenresistenz, wie etwa das von H u i j s m a n gefundene Gen H_1 in *S. andigena* CPC 1673 oder die von mir (1962) in *S. spegazzinii*-Rückkreuzungslinien isolierten Gene Fa und Fb, dann erhält man eindeutige Spaltungszahlen. In den Kreuzungen zur notwendigen Kombination des Resistenzgens mit Genen für Sorteneigenschaften braucht nur der eine Kreuzungspartner das Gen für Resistenz zu tragen, der andere kann anfällig sein. Wird die Resistenz aber durch zahlreiche Gene mit je für sich nur schwachen Wirkungseffekten, d. h. durch Polygene determiniert, dann ist die Züchtung weit langwieriger. Bei dem Kreuzungsschema resistent \times anfällig kommt es zu einer „Verdünnung“ der Resistenz in den Rückkreuzungsgenerationen. Die Kombination von resistent mit Sortencharakter gelingt nur bei Kreuzungen resistent \times resistent. Die Zahl der resistenten Nachkommen übersteigt selbst dann selten 5–10 %. Dieser Zuchtgang erfordert mindestens den doppelten Zeitaufwand.

Es kam also zunächst auf die Feststellung an, welchen Anteil Haupt- und Polygene an der Vererbung haben. Sind nur Polygene beteiligt, kann die Zahl der resistenten Nachkommen bereits in der F_1 unter 50 % sinken und sinkt in den folgenden Rückkreuzungsgenerationen weiter ab. Bei Vererbung durch Hauptgene aber müssen Spaltungszahlen auftreten, die in den Rückkreuzungsgenerationen entweder beibehalten werden oder auf der Basis weniger mendelnder Faktoren interpretiert werden können.

Auf die zahlreichen Schwierigkeiten der genetischen Analyse, u. a. bedingt durch die Beschränkung in der Zahl der Tests, die ja weitgehend auf dem freundlichen Entgegenkommen der auswärtigen Kollegen beruht, will ich nicht eingehen. Nur hinweisen möchte ich darauf, daß Tiere differenziertere Organismen sind als pflanzliche Parasiten und Viren. Sie legen in den Tests eine „Launenhaftigkeit“ an den Tag, die zu zahlreichen Wiederholungen zwingt.

Es muß noch erwähnt werden, daß die Hemmung in der Entwicklung der Nematoden durchaus nicht bei jedem Resistenzgen und bei jeder Rasse zu derart starker Cystenreduktion zu führen braucht, wie es im System *S. andigena* CPC 1673 (Gen H₁) und Rasse A der Fall ist. Alle Abstufungen der Resistenz sind auch bei Hauptgenvererbung grundsätzlich möglich.

Tabelle 3 bringt die Befunde über die Determinierung der Resistenz durch Haupt- und Polygene bei den drei resistenten *Solanum*-Arten und den 10 *Heterodera*-Rassen. Sie beruht auf den Beobachtungen der Spaltungszahl und des Verdünnungseffektes in den Rückkreuzungslinien. Hiernach heben sich fast überall Hauptgene heraus. Nur bei der Rasse 57/187 und z. T. bei der Rasse Chavornay konnten Hauptgene nicht ausfindig gemacht werden. Ich weise nochmals darauf hin, daß alle 3 Wildarten eine ausreichende Resistenz auch gegen Chavornay und 57/187 aufwiesen. Auch in der F₁ war sie vorhanden, aber in den F₂-Familien traten nur mehr vereinzelt resistente Sämlinge auf. Nun spricht das nicht sicher gegen eine Hauptgenvererbung, denn bei letzteren spalten stets 50 % anfällige Sämlinge heraus, die natürlich eine 100 %ige anfällige Nachkommenschaft liefern müssen. Aber es sind acht verschiedene F₁-Eltern in ihrer Nachkommenschaft verfolgt worden, und darunter hätten sich mit großer Wahrscheinlichkeit die Hauptgeneträger finden müssen, wenn sie vorhanden gewesen wären. Es ist daher damit zu rechnen, daß die Resistenz, die die Wildarten gegen die Rasse 57/187 aufweisen, nur durch Polygene determiniert ist.

Tab. 3. Die Determinierung der Resistenz in den drei Wildarten *S. oplocense*, *S. spegazzinii* und *S. vernei* durch Haupt- und Polygene.

	A	Ha	Cha	Fr	Lü	Os	AB	Du	Wi	57/187
<i>S. spegazzinii</i>	P+H ±	P+H	P(+H?)	P+H±	P+H	P(+H?)	P+H±	P+H±	P+H	P
<i>S. vernei</i>	P+H	P+H	P	P+H	P+H	P+H	P+H	P+H±	P+H	P
<i>S. oplocense</i>	P+H	P+H	P	P+H	P+H	P+H	P+H	P+H	P+H	P

H = Hauptgen(e); P = Polygene; ± = Hauptgen(e) vererben eine für die Praxis nicht ausreichende Resistenz.

Von den Hauptgenen, die in den Arten gefunden wurden, wirkt fast jedes gegen mehrere Rassen gleichzeitig. Das ist von großer praktischer Bedeutung, erlaubt es doch, aus der Testung mit einer einzigen Rasse auf das Verhalten einer ganzen Rassengruppe zu schließen.

Ich möchte Ihnen jetzt zeigen, wie weit heute die Kombination der Resistenzgene mit Sortengenen gelungen ist. Der Gang der Züchtung ist der, daß einige F₁-Pflanzen, deren Zahl aus praktischen Gründen beschränkt ist, mit verschiedenen anfälligen Sorten gekreuzt werden. Die Auswahl der F₁-Pflanzen richtet sich nach dem Umfang des Resistenzspektrums und nach den Sorteneigenschaften. Der Umfang des Resistenzspektrums des resistenten Elters ist vor der Kreuzung nicht vollständig bekannt. Erst die Analyse der Nachkommenschaft bringt weitere Aufklärung. Von ein- und derselben Wildart erhält man auf Grund dieser Zufälligkeit Erblinien mit unterschiedlichem Gehalt an Resistenzgenen.

In Tabelle 4 sind die Rassenspektren der in den Rückkreuzungen verfolgten Linie wiedergegeben, die von den drei Wildarten ausgingen. Bei *S. spegazzinii* liegen jetzt die Daten der 4. und 5. Rückkreuzung vor, bei *S. vernei* handelt es sich ebenfalls um die 4. und 5. und bei *S. oplocense* um die 2. Die *S. spegazzinii*-Rückkreuzungslinien besitzen Resistenz gegen alle vier Rassen der Bundesrepublik, wobei aber die Resistenz gegen Winsen nicht ausreicht.

Tab. 4. Rassenspektren der *Heterodera*-Resistenz in Rückkreuzungslinien.

Linie Nr.	A	Ha BRD	Wi BRD	Fr BRD	Lü BRD	Os Norw.	Cha Schweiz	AB Holld.	Du Schottld	57/187 DDR
<i>S. spegazzinii</i> × <i>S. tuberosum</i> ^{4 u. 5}										
5828	res.	res.	a.	res.	—	a.	a.	a.	a.	a.
8527	res.	res.	±	res.	res.	a.	res.?	±	±	a.
8531	res.	res.	a.	—	res.	a.	res.?	±	±	a.
1343	res.	res.	a.	res.	res.	—	—	res.	±	a.
<i>S. vernei</i> × <i>S. tuberosum</i> ^{4 u. 5}										
6041	res.	res.	res.	a.	res.	a.	a.	res.	±	a.
8721	res.	res.	a.	res.	—	res.	a.	—	a.	a.
8724	res.	res.	—	res.	—	—	a.	res.	—	a.
H × H × <i>S. vernei</i> 218	a.	a.	res.	res.	res.	—	a.	—	—	—
<i>S. vernei</i> × <i>S. tuberosum</i> ^{4 u. 5}										
1786	res.	res.	res.	res.	res.	res.	a.	res.	res.	a.

Die *S. vernei*-Rückkreuzungslinien ergänzen sich zu ausreichender Resistenz gegen ebenfalls alle vier Rassen der Bundesrepublik. Es kommt außerdem ausreichende Resistenz gegen die Rasse Oslo vor, nicht ausreichend gegen Duddingston, während gegen Chavornay und 57/187 keine Resistenz vorliegt. Wir haben *S. vernei* auch mit einer dihaploiden Kartoffelform gekreuzt. Der als Elter benutzte *S. vernei*-Sämling war gegen A und Harmerz resistent, auch z. T. noch die F₁, aber alle F₂-Familien waren gegen A und Harmerz anfällig. Auch hier dürfte es sich um polygen bedingte Resistenz gehandelt haben. Die Resistenz gegen Winsen, Frenswegen und Lüneburg ist dagegen, weil vermutlich hauptgenbedingt, erhalten geblieben.

Die dritte Art, *S. oplocense*, verspricht bis jetzt am meisten. Auch nach zweimaliger Einkreuzung mit anfälligem *S. tuberosum* tritt ausreichende Hauptgenresistenz auch gegen die Rasse Duddingston auf, die den anderen Linien fehlte. Zuchteltern auf der Basis von *S. spegazzinii* wurden bereits vor 3 Jahren zum ersten Mal in die Kartoffelzüchtung gegeben. In diesem Jahr erfolgt wahrscheinlich die Abgabe von *S. vernei*-Bastarden, während die *S. oplocense*-Bastarde noch 2–3 Jahre weiter beobachtet und vervollkommen werden müssen.

Damit habe ich den derzeitigen Stand der Züchtung in Deutschland kurz skizziert. Mit dem bisherigen Ansatz, d. h. mit den auf der Basis der Wildarten vor-

handenen Zuchtlinien kann eine Resistenz gegen alle 4 B-Rassen der Bundesrepublik und gegen 5 ausländische erreicht werden. Die Inkorporierung von Resistenz gegen die Rasse 57/187 und vielleicht auch gegen Chavornay ist mit diesem Ansatz nicht möglich.

Eine vollständige Analyse der Resistenzgene in den 3 Arten durchzuführen, ihre Rassenspektren vollständig zu entwirren, verbietet sich wegen der Beschränkung in der Zahl der Teste. Wir werden daran arbeiten, Zuchteltern mit einfacher genetischer Grundlage zu schaffen, d. h. solche, in denen nicht mehr als 1—2 Gene die Resistenz gegen die 9 Rassen determinieren. Das läßt sich durch Kombination von *S. spegazzinii*- und *S. oplocense*-Linien erreichen. Die Nachkommen solcher Zuchteltern brauchten in der praktischen Züchtung nur mit 2 Einzelrassen auf die Gegenwart von sich ergänzenden Genen mit Gruppenresistenz geprüft zu werden.

S u m m a r y

Although very few populations of *Heterodera rostochiensis* with a remarkable percentage of trophotypes others than A have been found in Fed. Rep. of Germany it must be assumed that they are more frequent than known at present. 63 wild *Solanum* species have been tested for resistance against the known trophotypes of the nematode. *Solanum oplocense*, *S. spegazzinii* and *S. vernei* proved to be resistant against all trophotypes tested. The resistance of *Solanum* spp. can depend on single major genes or on polygenes. Starting from 3 wild species the monogenic resistance of 9 breeding lines in hybrids with *S. tuberosum* was studied. No line was resistant against all trophotypes. But intercrosses of hybrid lines stemming from *S. spegazzinii* and *S. oplocense* probably can give resistance to all trophotypes except 57/187.

L i t e r a t u r

- K o r t, J., Der Einfluß resistenter Kartoffeln auf Mischpopulationen von *Heterodera rostochiensis* Woll. 1923. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H. 135. 1969, 32—38.
- R o s s, H., Über die Vererbung der Resistenz gegen den Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.) in Kreuzungen von *Solanum famatinae* Bitt. et Wittm. mit *Solanum tuberosum* L. und mit *S. chacoense* Bitt. — Züchter 32. 1962, 74—80.
- R o s s, H., und H u i s m a n, C. A., Über die Resistenz von *Solanum* (*Tuberarium*)-Arten gegen die europäischen Rassen des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.) — Theoret. Appl. Genetics 39. 1969, 113—122.

F. SPRAU,

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz,
München

Schwere Schäden an Pfefferminze (*Mentha piperita* L.) und Petersilie (*Petroselinum sativum* Hoffm.) durch einige freilebende Nematoden *)

In Bayern wird seit längerer Zeit in einigen Gebieten auf Mineralböden, insbesondere aber auf Niederungsmoorböden, in größerem Maße Pfefferminze angebaut; neuerdings hat auf diesen Böden auch der Anbau von Petersilie eine Ausbreitung erfahren. Bei Pfefferminze handelt es sich um die Sorte „Mitcham“ (*Mentha piperita* var. Mitcham), während von der Petersilie (*Petroselinum sativum* Hoffm.) eine Art angebaut wird, von der lediglich das Kraut und zwar in getrocknetem Zustand Verwendung findet. Seit mehreren Jahren werden an einigen Anbaustellen in den Niederungsmooren an diesen Kulturen, insbesondere an Pfefferminze, Wachstumsstörungen beobachtet, die in letzter Zeit zu größeren Ertragsausfällen geführt haben. Untersuchungen von Pflanzen und Boden ergaben, daß die Schäden wahrscheinlich sowohl durch freilebende als auch wurzelbewohnende Nematoden verursacht werden.

U n t e r s u c h u n g e n a n P f e f f e r m i n z e

Da über Schäden an Pfefferminze durch Nematoden nur wenig bekannt ist — nur in den USA wurde über solche durch *Longidorus elongatus* in Oregon von Horner und Jensen (1954), Konicek und Jenkins (1961) und in den Niederlanden von Hijink und van Rossen (1968) berichtet — wurde mit eingehenderen Untersuchungen über die an den geschädigten Pfefferminzkulturen auftretenden pflanzenparasitären Nematoden begonnen. Erste Untersuchungen hatten bereits gezeigt, daß die in größeren Mengen vorkommenden Nematodenarten *L. elongatus* Thorne u. Swanger (217–632 Tiere/100 cm³ Boden) und *Pratylenchoides laticauda* (230–335 Tiere in 100 cm³ Boden) wahrscheinlich für die Schäden verantwortlich zu machen sind. Daneben wurde an manchen Schadstellen jedoch auch *Pratylenchus penetrans* in größeren Mengen gefunden, und es kann daher nicht ausgeschlossen werden, daß die Art dort, wo sie auftritt, ebenfalls an den Schäden beteiligt ist. Die geschädigten Pflanzen zeigen häufig eine gelbliche Verfärbung, bleiben im Wuchs zurück und können schließlich ganz absterben. Wurden sie sorgfältig mit den anhängenden unterirdischen Teilen ausgegraben, so zeigten die unterirdischen und weißen Teile des Triebes sowie auch die Wurzeln braune Verfärbungen oder waren sogar gänzlich verbräunt und abgestorben (Abb. 1). Es handelt sich hier um die gleiche Beobachtung, die auch Hijink und Rose (l. c.) bei starkem Befall durch *P. laticauda* machten. Um nun das Verhalten der Nematoden im Zusammenhang mit der Entwicklung der Pfefferminze zu untersuchen und evtl. Schädigungen durch diese Nematoden nachzuweisen, wurden eingehende Felduntersuchungen und Kulturversuche durchgeführt.

*) Meiner Mitarbeiterin, Frau Zelle, die durch die zahlreichen, oft schwierigen Untersuchungen die Arbeit erst ermöglicht hat, möchte ich an dieser Stelle für ihre Mithilfe besonders danken.



Abb. 1

Abb. 1. Durch starken Nematodenbefall gebräunte und z. T. bereits verrottete Wurzeln und unterirdische Triebteile von Pfefferminzpflanzen.

Felduntersuchungen

In den geschädigten Feldbeständen wurden zunächst Boden und Wurzeln, später auch Stolonen und Triebe auf Nematodenbefall untersucht. In einer Untersuchungsreihe wurde die Erde mit dem Bodenbohrer bis zu 40 cm tief entnommen, gut gemischt und 100 bzw. 200 cm³ davon zur Untersuchung verwendet. In anderen Fällen wurde die Erde bis zu 80 cm Tiefe in Partien von je 10 oder 20 cm Tiefe gezogen und diese getrennt untersucht. Die Untersuchungen wurden mit den üblichen Verfahren durchgeführt. Bei der Untersuchung der zerkleinerten Pflanzenteile hat sich gezeigt, daß diese ziemlich lange — bis zu 15 Tagen — auf dem Sieb verbleiben müssen, wenn die in ihnen lebenden Nematoden einigermaßen vollständig erfaßt werden sollen.

Einen interessanten Befund gibt das Diagramm in Abb. 2. Hier wurden an verschiedenen Stellen stark geschädigter Pfefferminzkulturen sowohl Bodenproben als auch Wurzeln entnommen und auf ihren Nematodenbesatz vergleichend untersucht. Betrachtet man zunächst den Besatz an Nematoden im Boden und zwar je 100 cm³, so ergibt sich folgendes Bild. Die Pratylenchen kommen im Boden nur in sehr geringen Mengen (4—40 Tiere) vor. Höher ist die Anzahl der Pratylenchoiden (48—345 Tiere), die in 4 Proben die höchste Zahl aufweisen. In zwei Fällen zeigt *Longidorus elongatus* (1—260 Tiere) die höchste Individuenzahl.

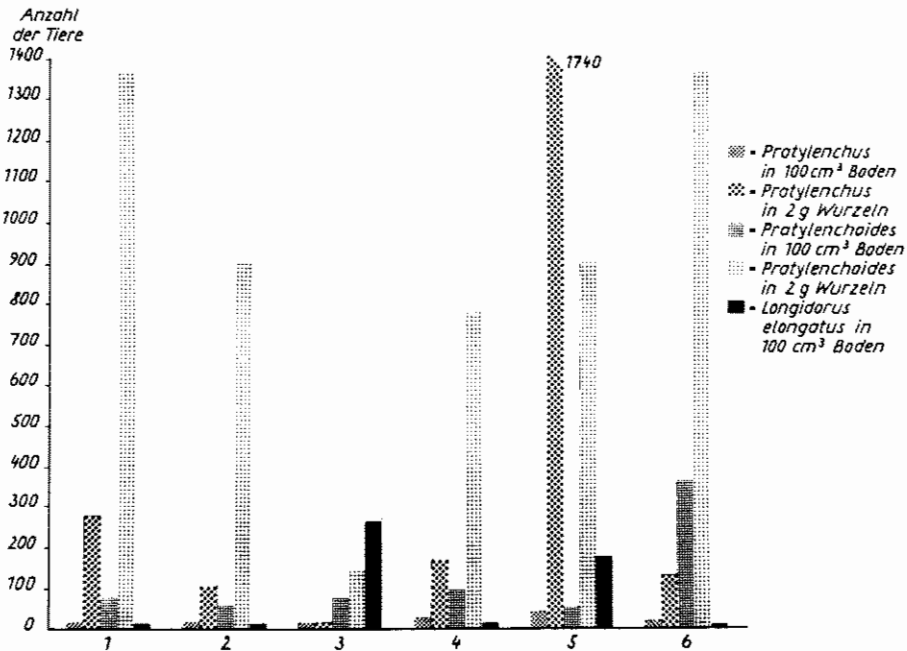


Abb. 2

Abb. 2. Nematodenbefall in Böden und Wurzeln von stark geschädigten Pfefferminz-kulturen; 1, 2, 3 und 4 verschiedene Stellen der gleichen Kultur, 5 und 6 andere Kulturen.

Wesentlich aufschlußreicher für die Abschätzung der möglichen Schädigung durch *Pratylenchus* und *Pratylenchoides* sind die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen, wobei die Zahl der Tiere in 2 g Wurzelmasse angegeben ist. Auf den untersuchten 6 Befallsstellen ist auf Stelle 5 der *Pratylenchoides*-Besatz (140–1380 Tiere) am höchsten. Die *Pratylenchen* (6–1740 Tiere) erreichen nur in einem Fall den höchsten Wert. Legt man — was allerdings nur mit Einschränkung geschehen darf — die Anzahl der Tiere für die mögliche Schädigung zugrunde, so geht aus den Ergebnissen hervor, daß, zumindest an den Stellen 1 und 5, die *Pratylenchen* am Schaden beteiligt sein können, wobei allerdings nur im Fall 5 die Schäden überwiegend durch sie hervorgebracht worden sein dürften. Auf den Befallsstellen 1, 2, 4 und 6 dürfte dagegen in erster Linie *P. laticauda* als Schaderreger verantwortlich sein. Auf Stelle 3 allerdings ist der Schaden wohl vor allem auf *Longidorus elongatus* zurückzuführen. Dabei ist nicht zu vergessen, daß die größeren *Longidorus*-Arten schon in wesentlich geringerer Populationsdichte als die beiden anderen Nematodenarten Schäden verursachen können.

Schlüsse aus der im Boden gefundenen Nematodenzahl von *Pratylenchus* und *Pratylenchoides* auf den Befall der Pflanzenwurzeln zu ziehen, ist, wie das Diagramm zeigt, nicht möglich. Bodenuntersuchungen allein sind daher im vorliegenden Fall für die Beurteilung einer möglichen Schädigung durch die beiden wurzelbewohnenden Nematodenarten nicht ausreichend.

Bei Untersuchungen, die im zeitigen Frühjahr noch vor dem Erscheinen der Pfefferminztriebe über der Erdoberfläche im Feld durchgeführt wurden, wurden neben dem Boden auch die Stolonen, Jungtriebe und deren Wurzeln auf ihren Nematodengehalt untersucht. Dabei stellte sich die interessante Tatsache heraus, daß auch diese Teile von Nematoden befallen waren. Zum Zwecke einer genauen Analyse wurden die unterirdischen Teile noch in verschiedene Abschnitte gegliedert: den weißen Jungtriebteil mit Blattanlagen (Abschnitt a), den weißen Jungtriebteil mit Wurzel (Abschnitt b) und den alten Stolontenteil (Abschnitt c). Diese Gliederung und die Ergebnisse sind aus Abb. 3/I und der Tabelle 1/I zu ersehen. Die angegebene Zahl der Tiere ist dabei stets auf 1 g Pflanzenmasse (Frischgewicht) bezogen.

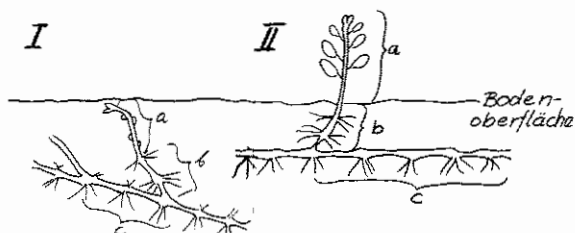


Abb. 3

Abb. 3. Nematodenbefall von Stolonen, Jungtrieben und Wurzeln von im Jahre 1967 stark geschädigten Pfefferminzkulturen. (Erklärungen siehe Tabelle).

Die gleichen Untersuchungen wurden an Trieben und Stolonen durchgeführt, die aus dem gleichen Feldbestand stammten und im Winter in Töpfe im Gewächshaus eingelegt worden waren. Dabei wurden die jungen Blättchen und Wurzeln, die unterirdischen Stengelteile des Jungtriebes und Stolonen untersucht und brachten ähnliche Ergebnisse (Abb. 3/II u. Tabelle 1/II).

Wie aus diesen Untersuchungen hervorgeht, werden bei der Pfefferminze neben den Wurzeln auch die jungen Triebe und zwar vorwiegend die weißen, noch unterirdischen Teile zusammen mit den Blattknospen von den beiden Nematodenarten befallen. Seltener finden sich allerdings auch vereinzelte Tiere in den bereits ergrüneten oberirdischen Trieben. Was aber besonders auffallend in Erscheinung tritt, ist die Tatsache, daß die Zahl von *Pratylenchoides laticauda* in den meisten Fällen, und zwar in allen untersuchten Pflanzenteilen, ganz wesentlich höher liegt als die von *Pratylenchus penetrans*, ja, daß von dieser Art in manchen Fällen in den noch weißen Stengeln überhaupt keine Tiere gefunden werden konnten. Die Befallsunterschiede zwischen *Pratylenchoides* und *Pratylenchus* können dabei sehr hoch sein, und das entsprechende Verhältnis der Tiere kann in Stengelspitzen und ihren Blattanlagen bis zu 255 : 0 und 885 : 0 betragen. Aber auch in den Wurzeln ist die Differenz zwischen *Pratylenchoides* und *Pratylenchus* recht groß. Bei einer Untersuchung im Winter betrug das entsprechende Verhältnis 60 : 1, während die sonstigen Werte z. B. bei 50 : 1, 34 : 1, 22 : 1 oder 2,5 : 1 lagen. Dieser starke Nematodenbefall macht auch die starke Bräunung und Verrottung der unterirdischen Organe stark geschädigter Pfefferminzpflanzen verständlich, wie sie eingangs in Abb. 1 gezeigt wurden.

Tabelle 1. Nematodenbefall von Stolonen, Jungtrieben u. Wurzeln von einer im Jahre 1967 stark geschädigten Pfefferminzkultur (in Verbindung mit Abb. 3).

Untersuchte Pflanzenteile	<i>Pratylenchoides</i> <i>laticauda</i>	<i>Pratylenchus</i> <i>penetrans</i>
I. Junger Trieb zur Zeit der Untersuchung (März 1968) noch unter der Erde und weiß (Pflanzen vom Feld)		
Spitze von a	255	0
Blattanlage von a	855	0
Trieb v. a + b	135	1
Stolonen c	39	4
Wurzeln a + b	2 496	96
II. Ein Teil des jungen Triebes zur Zeit der Untersuchung (Dezember 1968) über der Erde und ergrünt (Pflanzen aus Topfkultur im Gewächshaus)		
Trieb a grün	45	3
Trieb b weiß	943	44
Stolonen c	45	3
Wurzeln b	3 723	187
Wurzeln c	11 267	327

Die Zahlen geben die Anzahl der Nematoden in den verschiedenen Pflanzenteilen je 1 g Frischgewicht wieder.

Sowohl bei dem Nematodenbefall der Wurzeln von Pfefferminzpflanzen an verschiedenen Standorten, wie er aus Abb. 2 hervorgeht, als auch bei dem Befall der Wurzeln, Stolone und Triebe, wie ihn die Tabelle 1 zeigt, fällt auf, daß der Befall durch die einzelnen Nematodenarten sehr unterschiedlich ist. Dabei wird der Eindruck erweckt, als ob ein gewisser Antagonismus zwischen den einzelnen Nematodenarten vorliegen würde; denn in der Regel halten sich überall dort, wo der Besatz mit *Pratylenchoiden* in den Wurzeln oder anderen Organen der Pflanze sehr hoch ist, die Zahlen für *Pratylenchus* relativ niedrig. Das gleiche gilt auch für den Besatz des Bodens in der Nähe der Wurzeln mit *Longidorus*. Allerdings kommen gelegentlich auch Umkehrungen vor, wie bei Standort 5 in Abb. 2, wo der *Pratylenchus*-Besatz am höchsten ist. Hier liegen allerdings auch die Zahlen der beiden anderen Nematodenarten relativ hoch.

Verlauf der Nematodenpopulation im Boden in den verschiedenen Jahreszeiten und in verschiedenen Bodentiefen

Um über dieses Verhalten der Nematodenpopulation in den stark humushaltigen Böden (50–60 % Humus) Aufschluß zu erhalten, wurden in monatlichen Abständen Bodenproben in verschiedenen Tiefen – bis zu 80 cm – getrennt entnommen und auf die oben genannten drei Nematodenarten untersucht. Zur Untersuchung, die im November 1967 begonnen wurde, wurden drei stark geschädigte

Felder gewählt. Aus den Ergebnissen ist zunächst die interessante Tatsache zu entnehmen, daß, wie Abb. 4 zeigt, diese drei Felder sich im bezug auf die Befalls-
höhe der drei verschiedenen Nematodenarten ganz verschieden verhalten. Insbesondere zeichnet sich das Feld „Völbel“ durch einen sehr hohen Besatz mit Pratylen-
chen und einen relativ hohen Besatz mit Longidoren aus, aber auch Pratylen-
choiden sind in ziemlicher Zahl vorhanden. Bei dem Feld „Stangl“, auf dem die
Zahlenwerte des vorhergehenden Feldes in keinem Fall ganz erreicht werden, liegt
die Zahl der Pratylenchoiden deutlich höher als die der anderen beiden Nematoden-
arten. Im Feld „Brunner“, in dem die Zahl der Pratylenchen etwas niedriger
und die der beiden anderen Nematodenarten etwas höher als auf dem vorherge-
henden Feld liegt, ist ein deutliches Vorherrschen einer Nematodenart überhaupt
nicht festzustellen. Nur zu drei verschiedenen Zeiten zeigt jede der drei Nematoden-
arten einmal ein deutliches Übergewicht. Das starke Absinken der Nematoden-
zahlen auf dem Feld „Völbel“ ab Mai ist wohl damit zu erklären, daß die Pfeffer-
minze gerodet wurde und das Feld in dem Untersuchungsjahr brach lag.

Bei den Untersuchungen über den Verlauf der Population der drei Nematoden-
arten während des Jahres in verschiedenen Bodentiefen ergab sich in dem Feld
„Völbel“ folgendes Bild: Während bei *L. elongatus* und *P. laticauda* in den
obersten 20 cm die höchsten Werte zu verzeichnen sind, liegen bei *P. penetrans*
die Werte in den Bodenschichten zwischen 20 und 40 cm im allgemeinen höher.
Die Zahlen nehmen dann bei allen Nematodenarten mit zunehmender Tiefe

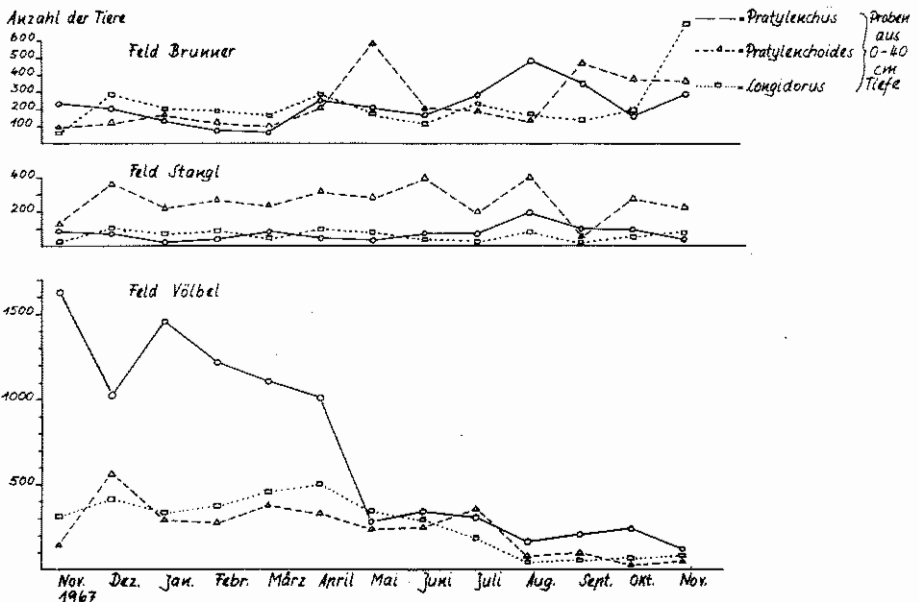


Abb. 4

Abb. 4. Monatliche Profiluntersuchungen (November 1967 bis November 1968) dreier Pfefferminzfelder mit starken Wuchsschäden 1967 auf Besatz mit *Longidorus elongatus*, *Pratylenchoides laticauda* und *Pratylenchus penetrans*.

deutlich ab. Interessant ist, daß bei allen Nematodenarten sogar noch in 60 bis 80 cm Tiefe z. T. noch bis über 100 Tiere der Art *Pratylenchus penetrans* und bis zu 20 und 15 Tiere der Arten *Pratylenchoides laticauda* bzw. *Longidorus elongatus* vorhanden sind. Eine Diskussion der jahreszeitlichen Schwankungen der Nematoden soll, da die Untersuchungen noch andauern, zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Versuche

Um festzustellen, ob *L. elongatus* an den Pfefferminzpflanzen sich zu vermehren und evtl. auch allein Schäden zu verursachen vermag, wurden Topfversuche angelegt. Dazu wurden Tontöpfe von etwa 12 cm Durchmesser mit Erde gefüllt, die frei von pflanzenschädigenden Nematoden war. Die Töpfe wurden in 5 Gruppen aufgeteilt und jeder mit einer steigenden Anzahl von *L. elongatus* — 50, 100, 200, 300 und 500 Tiere — infiziert. Anschließend wurden Pfefferminzstolonen in jeden Topf eingepflanzt. Um eine Einschleppung von *Pratylenchus*, *Pratylenchoides* und *Longidorus* zu verhindern, wurden alle Wurzeln entfernt und die Stolonen gründlich gewaschen. Zur Zeit der Anlage des Versuches war noch nicht bekannt, daß sowohl *Pratylenchus* als auch *Pratylenchoides* in den jungen Trieben und älteren Stolonen vorhanden sind und deshalb in diesem Fall unwissentlich neben den zugegebenen Longidoren in den Versuch aufgenommen wurden. Um zunächst die Entwicklung von *L. elongatus* bei künstlicher Infektion in diesen 5 Gruppen, von denen jede in mehrfacher Wiederholung angelegt wurde, zu beobachten, wurden mit Ausnahme der Kontrolle nach 3, 5, 6 und 7 Monaten Töpfe entnommen und der Boden auf die vorhandenen Nematoden untersucht. Das beigefügte Diagramm

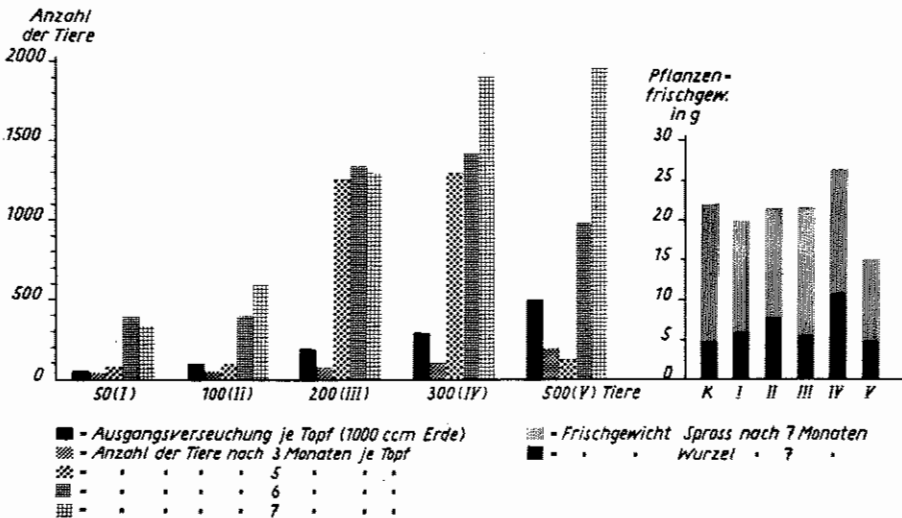


Abb. 5

Abb. 5. Topfversuche mit Pfefferminze und *Longidorus elongatus*. Entwicklung der Nematodenpopulation bei verschiedener Ausgangsverseuchung sowie Beziehungen zwischen Nematodenentwicklung und Frischgewicht.

K = Kontrolle in unverseuchter Erde.

in Abb. 5 zeigt, daß die Nematodenzahlen in allen Töpfen zunächst abnahmen und nach 3 Monaten bis auf $\frac{1}{3}$ der Anfangszahl gesunken sein konnten. Nach 5 Monaten hatten sich die Nematoden jedoch bereits so stark vermehrt, daß, mit Ausnahme der mit 500 Tieren besetzten Töpfe, die anfangs zugegebene Zahl bis um das 6-fache überschritten worden war. Nach 6 Monaten hatte sich die Zahl der Nematoden noch mehr erhöht und hatte nun auch in dem mit 500 Tieren besetzten Topf die Anfangsverseuchung um das Doppelte überboten. Nach 7 Monaten schließlich hatte sich die Anzahl der Nematoden in den mit 100, 300 und insbesondere in den mit 500 Tieren infizierten Töpfen nochmals etwas erhöht, in den beiden anderen war sie leicht gesunken. Sie hatte nun ihren absolut höchsten Wert in den ursprünglich mit 500 Tieren ausgestatteten Töpfen erreicht. Mit Ausnahme dieser Töpfe war die stärkste Erhöhung in der Zeit zwischen dem 3. und 5. Monat zu verzeichnen. Aus den Versuchsergebnissen geht zwar eindeutig hervor, daß die Pfefferminze *L. elongatus* als Wirtspflanze zu dienen vermag, doch gab die Entwicklung der Pflanzen, die nach dem Gewicht der Stolonen, der Wurzeln und der Triebe und nach dem allgemeinen Wachstumszustand beurteilt wurde, keinen sicheren Hinweis auf eine direkte Schädigung (Abb. 5). Allerdings ist dazu zu erwähnen, daß die eingebrachten Stolonen auch nach Abnahme der Wurzeln zumindest mit *P. laticauda* infiziert gewesen sein können, so daß das Bild dadurch verwischt worden sein kann. Da diese Tatsache zu Beginn des Versuchs nicht bekannt war, konnte sie auch später nicht mehr berücksichtigt werden. Versuche, die zum Ziele haben, die Schädigung durch *Longidorus* nachzuweisen, können daher nur mit Stecklingen von größeren Trieben angelegt werden, wobei nur deren oberste Teile verwendet werden dürfen, die nematodenfrei sind.

Das gleiche gilt für die Ergebnisse von Topfversuchen, die mit nematodenverseuchter Felderde durchgeführt wurden. Bei diesen Versuchen ist interessant, daß sich die Longidoren nur in einem Fall vermehrten, sonst sogar abgenommen haben. Wie schon die Ergebnisse früherer Versuche deuten auch die hier vorliegenden Beobachtungen auf eine Hemmung der Longidoren-Entwicklung durch die starke Entwicklung der beiden anderen Nematodenarten hin. Ein gewisser Antagonismus scheint aber auch hier wieder zwischen *Pratylenchus* und *Pratylenchoides* zu bestehen, worauf die starke Entwicklung der letzteren Art in der Kontrolle und das fast völlige Fehlen von *Pratylenchus* oder die sehr geringe Entwicklung bei sehr guter Entwicklung von *Pratylenchoides* in den übrigen Töpfen hinweist.

Bekämpfungsversuche

1968 wurden im zeitigen Frühjahr Nematodenbekämpfungsversuche mit chemischen Mitteln auf einem Moorboden angelegt. Verwendet wurden Terracur P (Thio-phosphorsäure -0,0-diäthyl-0-4-methylsulfenylester = Fensulfothion) 100 kg/ha, Nemafofos-Granulat (Zinophos) 50 kg/ha, Nemafofos-flüssig (Zinophos) 0,1 % 2 000 Ltr./ha und Temik 50 kg/ha. Auffallende Wuchsdifferenzen waren in den Parzellen nicht zu beobachten. Auch Erntemittlungen ergaben keine nennenswerten Unterschiede. Allerdings entwickelte sich die Pfefferminze in diesem Jahr infolge der günstigen Witterung ganz allgemein viel besser als im vergangenen Jahr, so daß dadurch wohl der Schaden ausgeglichen wurde. Dies deutet darauf hin, daß das Ausmaß der Schäden ganz wesentlich auch durch die

Witterungsverhältnisse beeinflusst wird. Auch die Boden- und Wurzeluntersuchung zeigte, daß ein nennenswerter Rückgang der Population von *P. penetrans*, *P. laticauda* und *L. elongatus* nicht allgemein eingetreten war. Eindeutige Bekämpfungserfolge dagegen hatte Jenkins in den USA mit Vapam (268,9 gal./acre), DD-Shell (50 gal./acre), Nemagon (3 gal./acre) und Formalin 30 gal./acre).

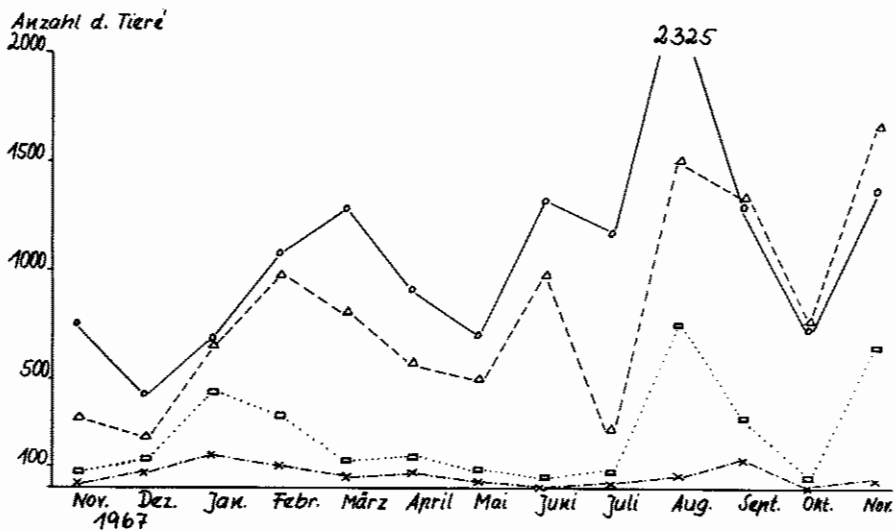
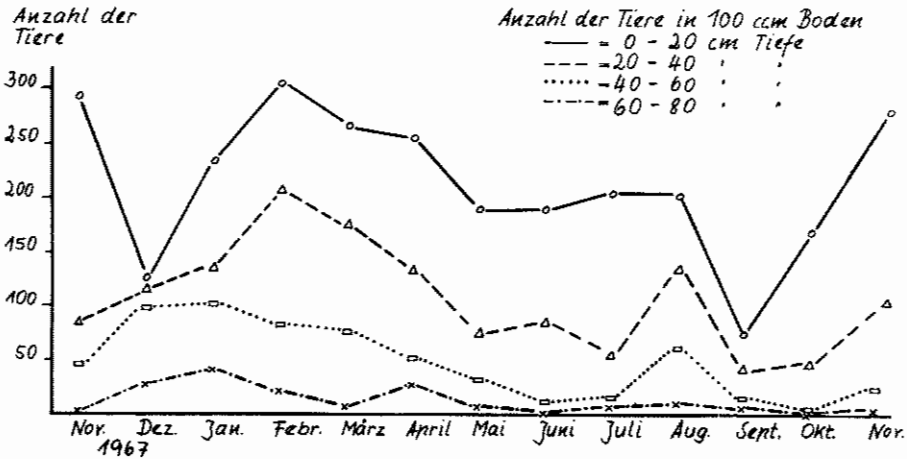


Abb. 6

Abb. 6. Monatliche Profiluntersuchungen (November 1967 bis November 1968) eines Petersilienfeldes mit starken Wuchsschäden 1967 auf Besatz mit *Paratylenchus hamatus* in verschiedenen Bodentiefen.

Oben: Adulte Tiere mit Mundstachel

Unten: Larven „ohne“; Mundstachel

Untersuchungen an Petersilie

Über Nematodenschäden an Petersilie ist bis jetzt wenig bekannt geworden. Auch hier ergaben unsere ersten Untersuchungen bereits einen Anhalt über die Nematodenart, die wahrscheinlich für die Schäden verantwortlich zu machen ist. In der Wurzel Erde der Petersilie wurde an den erkrankten Stellen eine *Paratylenchus*-Art, die zur *Paratylenchus hamatus*-Gruppe gehört und in hohen Zahlen auftrat, gefunden (500–1 500 Tiere/100 cm³ Boden). Diese Art ist bereits in den USA als schädigend an dem mit Petersilie nahe verwandten Sellerie (*Apium graveolens* var. *Dulce*) aufgetreten (L o w n s b e r y und L o w n s b e r y, 1952). Auch in Holland und Deutschland sind wiederholt Schäden an Sellerie und Möhren (*Daucus carota* ssp. *sativus* (Hoffm.) Thell.) durch *Paratylenchus* spec. — wahrscheinlich *P. hamatus* — beobachtet worden (O s t e n b r i n k, 1953, 1954; W e i s c h e r, 1959, 1961).

Zunächst wurden, um die Schädigung der Petersilie durch die Nematoden nachzuweisen, Topfversuche mit verseuchter und unverseuchter Erde durchgeführt. Während in der unverseuchten Erde, wie zu erwarten, auch später keine Nematoden auftraten und der Wuchs der Pflanzen sehr gut war, entwickelte sich in der verseuchten Erde eine ziemlich hohe Nematodenpopulation, die zu einer schweren Schädigung der Pflanzen führte. Auch hier wurden eingehende Untersuchungen über das Verhalten des Nematoden während des gesamten Jahres aufgenommen und — wie bei der Pfefferminze — monatlich Bodenuntersuchungen aus verschiedenen Tiefen durchgeführt. Auffallend ist zunächst das Vorkommen von adulten Tieren mit Mundstachel und Larven ohne oder doch ohne deutlich sichtbaren Mundstachel, wobei die Zahlen der letzteren bis um das 10-fache höher liegen können als die der adulten Tiere (Abb. 6). Die jahreszeitlichen Schwankungen der Zahl der stacheltragenden als auch der stachellosen Individuen und ihr Vorkommen in den verschiedenen Bodentiefen gibt Abb. 6 wieder. Dabei ist festzustellen, daß die höchsten Zahlen in den obersten 20 cm tiefen Bodenschichten zu finden sind und die Individuenzahl mit zunehmender Tiefe ständig abnimmt. Eine Ausnahme machen nur die stachellosen Individuen in den Monaten September bis November. In 60–80 cm Tiefe sind in bestimmten Monaten von den stachellosen Tieren noch bis über 100 und von den stacheltragenden bis über 40 Tiere zu finden. *Pratylenchus penetrans* ist ebenfalls vorhanden, doch in so geringer Menge, daß eine Schädigung durch diese Art hier nicht in Betracht zu ziehen ist. Wie bei der Pfefferminze ist die Zahl der Individuen in den Bodenschichten zwischen 20 und 40 cm Tiefe meist höher als in den oberen 20 cm. Eine Diskussion der jahreszeitlichen Schwankungen der Tiere soll, da die Untersuchungen noch laufen, einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Bekämpfungsversuche

Bei der Petersilie wurden Bekämpfungsversuche zunächst in Töpfen durchgeführt. Verwendet wurden wie bei der Pfefferminze Terracur P, Temik und Nemafofos und zwar in den gleichen Aufwandmengen wie bereits oben angegeben. Der Entwicklung und dem Gewicht nach standen obenan die Pflanzen in nematodenfreier Erde. Es folgen dann in der Reihenfolge abnehmender Entwicklung die mit Terracur P, Temik und Nemafofos behandelten Pflanzen und schließlich die

Pflanzen in unbehandelter Erde. Die Ergebnisse der Nematodenuntersuchung waren jedoch nicht so eindeutig. Zwar traten, wie zu erwarten, in der unverseuchten Erde auch später keine pflanzenpathogenen Nematoden auf, doch stiegen die Nematodenzahlen in den behandelten Töpfen mit verseuchter Erde gegenüber denen in den unbehandelten Töpfen mit verseuchter Felderde stark an, wogegen in letzteren die Nematodenzahl sogar noch abgesunken war. Einen Schlüssel zu diesem merkwürdigen Verhalten gibt u. U. die Ertragsfeststellung. In der unbehandelten Felderde zeigen die Pflanzen ein so geringes Wachstum, daß eine Vermehrung der Tiere unterbleibt, ja ihre Zahl sogar noch abnimmt. In der behandelten Erde dagegen waren zunächst wenig Tiere vorhanden. Es erfolgte deshalb eine rasche und gute Wurzelentwicklung und dementsprechend später beim Nachlassen der Wirkung des Mittels ein schneller Populationsanstieg.

S u m m a r y

Observations and experiments showed that the damage on peppermint is caused first of all by *Pratylenchoides laticauda* and *Longidorus elongatus* and on parsley by *Paratylenchus hamatus*. Some observations could not be explained till now. That is true above all for some investigations which suggest an antagonism between *L. elongatus*, *Pratylenchoides laticauda* and *Pratylenchus penetrans*, too. Where the number of the individuals of *P. laticauda* is very high in the roots of peppermint the number of the individuals of *P. penetrans* mostly is very low. The same is often true for the number of individuals of *L. elongatus* in the soil near the roots of peppermint. The heavy multiplication of *P. penetrans* sometimes observed allows the conclusion that at least this nematode participates in damaging peppermint. The investigations in 1968 further revealed that the amount of damage caused by nematodes also depends upon the climate conditions. The observation that besides the roots also the stolons and even the small young shoots are attacked by *Pratylenchus* and *Pratylenchoides* is important for the control of these nematodes. So the dispersal of these species can be considerably restricted firstly in taking the stolons used for propagation only from healthy fields and secondly in propagating the peppermint plants only by cuttings taken from the upper parts of older shoots. A control of the nematodes by the used nematicides seems to be not really successful at both peppermint and parsley. According to our experience this is true at least on peat soils.

L i t e r a t u r

- Braun, A. L., and Loof, P. A. A., *Pratylenchoides laticauda* n. sp., a new endoparasitic phytonematode. — Neth. J. Plant Path. 72. 1966, 241—245.
- Hijink, M. J., and Rossen van, H., Inoculaties met *Pratylenchoides laticauda* Braun & Loof bij Monarda hybride „Croftway Pink“ en *Mentha piperita* L. — Meded. Rijksfak. Landbouwetenschappen, Gent, 23. 1968, 729—737.
- Horner, C. E., and Jensen, H. J., Nematodes associated with mints in Oregon. — Plant Dis. Repr. 38. 1954, 39—41.
- Jensen, H. J., Nematodes affecting Oregon agriculture. — Bull. Oregon agric. Exp. Stat. 579. 1953, 1—34.
- Konicek, D. E., and Jensen, H. J., *Longidorus menthasolanus*, a new plant parasite from Oregon. — Proc. Helminth. Soc. Washington, 28. 1961, 216—218.

- L o w n s b e r y, B. F., and L o w n s b e r y, J. W., *Paratylenchus hamatus* Thorne and Allen associated with celery disease in Connecticut. — *Phytopathology* 42. 1952, 13.
- O o s t e n b r i n k, M., Schade by selderie door ectoparasitaire wortelaaltjes van het geslacht *Paratylenchus* Micoletzki 1922. — *Versl. Meded. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen*, 120. 1953, 175—180.
- , A note on *Paratylenchus* in the Netherlands, with the description of *P. goodeyi* n. spec. — *Tijdschr. Plantenziekten* 59. 1953, 207—216.
- , Over de betekenis van vrijlevende wortelaaltjes in land and tuinbouw. — *Versl. Meded. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen*, 124. 1954, 196—233.
- S p r a u, F., Über freilebende und einige andere wichtige Nematoden in Bayern. *Gesunde Pflanzen* 20. 1968, 242—246.
- T h o r n e, G., and A l l e n, M. W., *Paratylenchus hamatus* n. sp. and *Xiphinema* index, two nematodes associated with a note on *Paratylenchus anceps* Cobb. — *Proc. Helminth. Soc. Washington*, 17. 1950, 16—35.
- W e i s c h e r, B., Eine durch Nematoden verursachte Möhrenmüdigkeit. — *Verh. 6. Int. Pflanzenschutzkongr., Hamburg* 1957. I. 1959, 583—585.
- , Pflanzenparasitäre Nematoden im Möhrenbau. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig*, 13. 1961, 134—140.
- , und P a u c k, P., Auftreten und Bekämpfung pflanzenschädigender Nematoden im Möhrenbau. — *Rhein. Monatsschr. Gemüse-, Obst- u. Gartenbau* 49. 1961, 306 bis 308.

W. STEUDEL,

Biologische Bundesanstalt, Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung, Münster/Westf.

Untersuchungen zur Wirkung einiger Nematizide auf *Trichodorus* spp.

Die Bedeutung der Nematodengattung *Trichodorus* als Pflanzenparasiten wurde erst ziemlich spät erkannt, als Christie und Perry (1951) über Pflanzenschäden berichteten, die durch Arten dieser Gattung hervorgerufen worden waren. Noch größeres Interesse fanden weiterhin die Befunde von Sol, van Heuven und Seinhorst (1960), denen der Nachweis gelang, daß *T. pachydermus* fähig ist, das Rattle-Virus zu übertragen. Die Befunde wurden in den letzten Jahren bestätigt und erweitert. Zur Zeit sind bereits 9 *Trichodorus*-Arten als Überträger verschiedener Viren (Rattle-Virus, Pea early browning-Virus) bestätigt worden, ohne daß die Untersuchungen als abgeschlossen gelten können. Von diesen können allein 6 und zwar *T. pachydermus*, *T. similis*, *T. primitivus*, *T. allius*, *T. christiei* und *T. porosus* das Rattle-Virus übertragen (Weischer 1968). Auch aus Deutschland liegen seit einiger Zeit positive Befunde vor (Sänger 1961), auf Grund derer intensive Studien über die Biologie dieser Gattung eingeleitet wurden (Richter 1968), doch ist über die Wirtsspezifität, die Populationsdynamik und die Abhängigkeit von den Außenfaktoren der in der Bundesrepublik gefundenen Arten bisher noch verhältnismäßig wenig bekannt (Sturhan 1967).

Für unsere eigenen Arbeiten wurde die Gattung *Trichodorus* wichtig, als im Jahre 1967 auf dem Versuchsfeld des Instituts — ebenso wie in zahlreichen Betrieben der westfälischen Kreise Ahaus, Borken, Halle/Westf. und Warendorf — an Kartoffeln ein Krankheitsbild auftrat, welches in den großen Kreis der als Eisenfleckigkeit, Stippigkeit und Kringerigkeit bezeichneten Symptome eingeordnet werden mußte. Nach Untersuchungen von Bode (1968) steht dieser in Westfalen auftretende Symptomkomplex mit dem Rattle-Virus in Zusammenhang, dessen Nachweis in der Knolle allerdings auf größere Schwierigkeiten stößt, da es durch Nekrotisierung des befallenen Gewebes inaktiviert oder doch in seiner Konzentration reduziert wird. Der Nachweis des Rattle-Virus auf den befallenen Feldern gelang Bode an der Unkrautflora, insbesondere an *Stellaria media*, wo es in Wurzeln, Sproß und Blättern eine hohe Konzentration erreichte. Auf Grund dieser Befunde haben wir noch im Herbst 1967 eine Reihe von Feldern mit starkem Auftreten der Stippigkeit auf das Vorkommen von Arten der Gattung *Trichodorus* untersucht; die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.¹⁾

In allen untersuchten Fällen handelt es sich um einen recht gleichmäßigen humosen Sandboden, und die Proben wurden aus der Oberkrume bis in einer Tiefe von ca. 20–25 cm entnommen. Wie auch in früheren Untersuchungen von Sturhan (1967) war *T. pachydermus* die häufigste Art. Öfters fanden wir auch noch *T. similis* in größerer Zahl, während *T. nanus* und *T. viruliferus* selte-

¹⁾ Für die Bestimmung der gefundenen Arten danke ich Herrn Dr. D. Sturhan.

Tabelle 1. Ergebnisse der Untersuchungen auf *Trichodorus* spp. in Zusammenhang mit der Stüppigkeit der Kartoffeln

5. 10. 1967

Nr. Ort	Sorte	Bemerkungen	Befund je 250 cem Erde			
			<i>pachydermus</i>	<i>nanus</i>	<i>similis</i>	<i>viruliferus</i>
1 Beelen Krs. Warendorf	Cosima	mittel stüppig	++	—	—	++
2 Beelen "	Grata	mittel stüppig	+	—	+	+
3 Steinhagen Krs. Halle	Grata	mit Aresin nicht stüppig	—	—	+	—
4 Steinhagen "	Grata	ohne Aresin stüppig	++	++	+	—
5 Steinhagen "	Clivia	stark stüppig	++	++	++	—
6 Peckeloh "	Clivia	stark stüppig	+	—	+	—
7 Borken Krs. Borken	Grata	stark stüppig	++	—	—	—
8 Borken "	Grata	stark stüppig	++	+	+	—
9 Westenborken	Grata	stark stüppig	+	—	—	—
10 Grütlohn "	Grata Annett	stark stüppig	++	—	—	—

+ vereinzelt ++ zahlreich +++ sehr zahlreich — kein Befall

ner vertreten waren. In 6 von 10 Feldern wurden Mischpopulationen von 2 bis 3 Arten nachgewiesen. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Zahl der Trichodoren und der Stärke der Stippigkeit war nicht zu erkennen und auch kaum zu erwarten, weil die Untersuchungen überwiegend nach der Einsaat der Nachfrucht (Roggen) im Herbst durchgeführt werden mußten.

Da über die Wirkung von Nematiziden auf die Populationsdynamik von *Trichodorus* spp. bislang nur wenig Erfahrungen vorliegen, führten wir im Jahre 1968 auf dem unter Nr. 8 genannten Feld (Borken, Besitzer H. Große-Venhaus, Vorfrucht im Jahre 1967 Sorte „Grata“ mit praktisch 100 % Befall von Stippigkeit) einen Bekämpfungsversuch durch, um die Wirkung der Präparate auf *Trichodorus* spp. zu studieren und ggfs. einen Einfluß dieser Maßnahmen auf das Auftreten der Stippigkeit zu beobachten.

Das genannte Feld wurde gewählt, weil der Befund des Jahres 1967 bekannt war und nach den Untersuchungen von van Hoof (1964) bei *T. pachydermus* das Rattle-Virus bis zu 10 Monaten im Vektor nachgewiesen werden kann. Von dieser Seite her gesehen, war demnach die Möglichkeit eines relativ gleichmäßigen Wiederauftretens der Erkrankung im Jahre 1968 gegeben, wenn irgendwelche Zusammenhänge bestehen sollten. Zur Ausschaltung unerwünschten Unkrautwuchses wurde zusätzlich ein Herbizid in den Versuch mit eingebaut. Insgesamt bestand der Versuch aus 10 Versuchsgliedern:

- Versuchsglied Nr. 1 Kontrolle unbehandelt
- 2 Dazomet, 50 g AS/qm, gestreut am 2. 4. 1968
 - 3 Versuchspräparat Wac, 120 g/qm gestreut und eingefräst am 2. 4. 1968
 - 4 Metaphenamiphos¹⁾, 2 bzw. 4 g AS/qm gestreut und eingefräst am 3. 4. 1968
 - 5 Aldicarb, 5 g AS/qm, gestreut am 23. 4. 1968
 - 6 Kontrolle + Monolinuron 1,41 kg AS/ha
 - 7 wie 2 + „
 - 8 wie 3 + „
 - 9 wie 4 + „
 - 10 wie 5 + „
- } am 29. 4. 1968.
} gespritzt

Die Kartoffeln (Sorte „Grata“) wurden am 23. 4. gepflanzt. Jedes Versuchsglied mit Ausnahme der mit den 2 g/qm und 4 g/qm Metaphenamiphos behandelten war in 4 Wiederholungen vorhanden, von denen je zwei zusätzlich mit dem Herbizid gespritzt wurden. Da die Ergebnisse der mit 2 g bzw. 4 g AS/qm Metaphenamiphos behandelten Parzellen sich nicht signifikant unterschieden, wurden die Ergebnisse beider Aufwandmengen gemeinsam verrechnet.

Die Kartoffeln liefen normal auf — mit Ausnahme der Versuchsglieder Dazomet und Wac — bei denen der Aufgang erheblich verzögert war. Die Dazometparzellen blieben lückig, während sich bei Wac einige Zeit nach den übrigen Versuchsgliedern doch noch ein gleichmäßig voller Bestand bildete. Angesichts der zunächst sehr kühlen und später auch trockenen Witterung waren zum mindesten die Dazometschäden wohl unvermeidbar.

¹⁾ Bayer-Versuchspräparat; vorgesehener common name.

Auch die Wirkung des Herbizids war gut, denn die behandelten Parzellen blieben praktisch den ganzen Sommer über unkrautfrei, während in den Kontrollen und den nur mit Metaphenamiphos bzw. Aldicarb behandelten Parzellen das Unkraut sich üppig entwickelte und von Hand zum Teil entfernt werden mußte, um einen normalen Wuchs des Kartoffelbestandes zu ermöglichen. Beide Präparate bewirkten zunächst eine gegenüber der Kontrolle bessere Entwicklung des Unkrautes und fielen daher gegenüber dieser deutlich auf. Im Laufe der Zeit verloren sich die Unterschiede, deren Ursache uns noch nicht bekannt ist. Möglicherweise haben beide Wirkstoffe Keimlingsparasiten in der Oberkrume abgetötet, die ihrerseits die in der Kontrolle auflaufenden Unkräuter geschädigt haben (vgl. Mac el j s k i 1968).

Von der gesamten Nematodenpopulation wurden nur die Trichodorus-Arten zahlenmäßig erfaßt. Die Beobachtungen begannen am 24. April und wurden bis zum 5. August insgesamt viermal wiederholt. Dabei wurden von jeder Parzelle drei Proben (0–20 cm, 20–40 cm und 40–60 cm Tiefe) entnommen und getrennt untersucht. Zusätzlich entnahmen wir am 17. 7. und 5. 8. jeder Parzelle eine durchschnittlich gewachsene Pflanze und untersuchten die Verhältnisse in der Rhizosphäre. Eine Aufgliederung der gefundenen Trichodoren nach Arten war nicht möglich. Die Mittelwerte der Befunde wurden für die einzelnen Bodenzonen graphisch dargestellt (Abb. 1). Da sich zwischen den Parzellen mit und ohne Monolinuron keine Unterschiede ergeben hatten, wurden für diese Kurven die Resultate aller vier Wiederholungen herangezogen. Vergleichen wir zunächst die in den Kontrollen der einzelnen Tiefenzonen gefundenen Werte, so fällt auf, daß mit Ausnahme der Schicht von 40–60 cm keine deutliche Zunahme der Mischpopulation von *T. pachydermus*, *T. nanus* und *T. similis* stattgefunden hat. In den beiden oberen Zonen schwanken die Werte den ganzen Sommer über um ± 200 Tiere, während ihre Zahl in der Tiefe von ± 100 auf ± 200 zugenommen hat. Im Durchschnitt aller Beobachtungen fanden wir in der Zone

von 0–20 cm 39,8 %
 von 20–40 cm 32,7 %

und von 40–60 cm 27,5 % der Gesamtpopulation, was die Ergebnisse anderer Autoren (van Hoof, 1962, Kuiper und Loof, 1962, Sturhan, 1963, 1967) bestätigt, nach denen diese Gattung höhere Populationsdichten bzw. Populationsmaxima auch in größeren Tiefen erreichen kann.

Die eingesetzten Wirkstoffe haben die Population in sehr unterschiedlicher Weise beeinflusst, besonders deutlich in der Oberkrume. Während sich Wac von der Kontrolle nur unwesentlich abhebt, war die Zahl der Tiere nach Anwendung von Dazomet zunächst deutlich geringer und erreichte ihr Minimum im Juni, um dann kontinuierlich wieder auf einen Wert von 170 Tieren im August anzusteigen. Die beiden systemisch wirksamen Stoffe Metaphenamiphos und Aldicarb verringerten die Zahl der Tiere schnell und gegenüber der Kontrolle deutlich um $\pm 90\%$ auf ein Minimum in den Monaten Juni/Juli, und erst im August hatte die Population wieder etwas zugenommen. In der Zone 20–40 cm war dieses Bild schon weniger klar, doch ist auch hier die bessere Wirkung der beiden systemischen Präparate am Kurvenverlauf noch gut zu erkennen. In der Tiefe dagegen kann man von einem Effekt der Behandlung nicht mehr sprechen; es fällt lediglich auf,

Zahl von *Trichodorus* spp. je 250 ccm Boden
im Kartoffelversuch Borken 1968

Bodentiefe

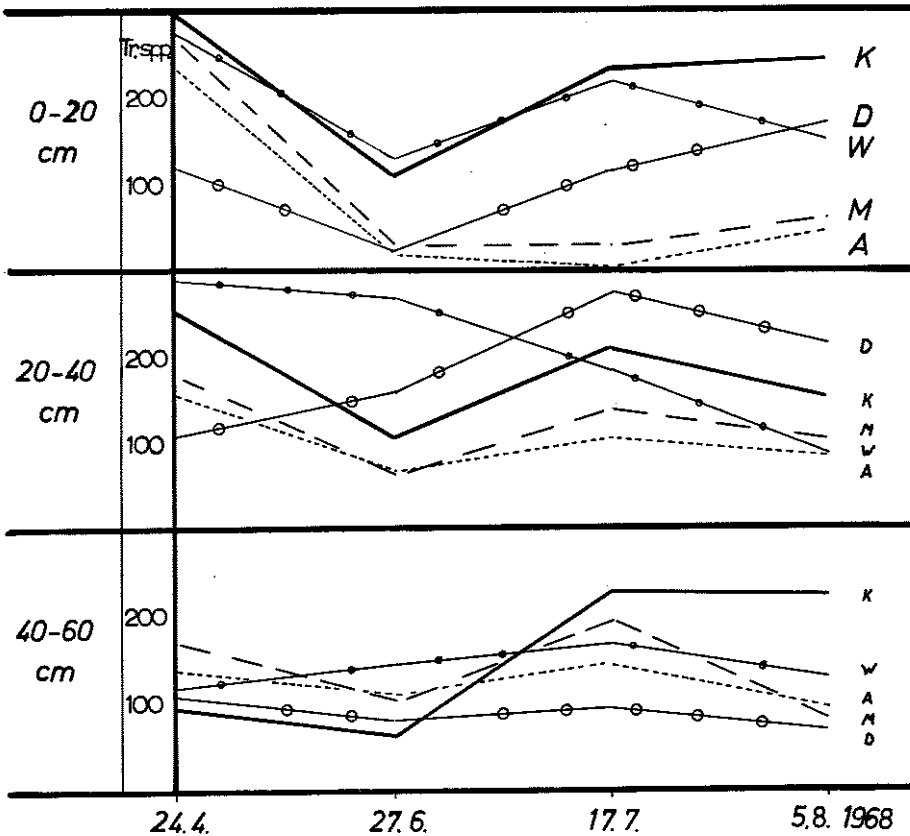


Abb. 1

- | | | |
|-------|---|-----------------------|
| ————— | K | Kontrolle unbehandelt |
| ○—○—○ | D | Dazomet |
| ●—●—● | W | Versuchsapparat Wac |
| | M | Metaphenamiphos |
| ----- | A | Aldicarb |

daß nur in der unbehandelten Kontrolle eine echte Vermehrung stattfand, während diese Tendenz bei allen anderen Versuchsgliedern fehlt.

Die in der Oberkrume gefundene Reihenfolge der Wirksamkeit der Präparate wird durch die am 17. 7. und 5. 8. zusätzlich in der Rhizosphäre durchgeführten Untersuchungen bestätigt. Im Mittel der beiden Versuchsreihen erhielten wir folgendes Ergebnis (Tabelle 2).

Tabelle 2. Zahl der *Trichodorus* spp. in der Rhizosphäre von Kartoffelpflanzen
Mittelwerte je 250 ccm Boden am 17. 7. und 5. 8.

Versuchsglied	Zahl der Tiere	
	absolut	relativ Ko = 100
Kontrolle	151,3	100
Wac	110,0	72,7
Dazomet	87,5	57,8
Metaphenamiphos	10,0	6,6
Aldicarb	10,0	6,6

Um das Ergebnis der Bodenuntersuchungen besser zu veranschaulichen, haben wir die durchschnittliche Anzahl der Tiere der einzelnen Versuchsglieder für die Zeit vom 27. 6. bis 5. 8. gemittelt und die Relativwerte zur Kontrolle zusammengestellt (Tabelle 3).

Tabelle 3. Die durchschnittliche Wirkung einiger Nematizide auf *Trichodorus* spp.
in Abhängigkeit von der Bodentiefe relativ; Kontrolle = 100

Versuchsglied	B o d e n t i e f e		
	0—20 cm	20—40 cm	40—60 cm
Kontrolle	100	100	100
Wac	84	106	86
Dazomet	52	137	47
Metaphenamiphos	20	64	73
Aldicarb	12	55	68

In der Oberkrume ergibt sich so die gleiche Reihenfolge der Wirkstoffe wie bei den Befunden in der Rhizosphäre; eine durchschlagende lang anhaltende Verringerung der *Trichodorus*-Population konnte in diesem Versuch nur in der Oberkrume erreicht werden, doch ist dieses Ergebnis auf keinen Fall zu verallgemeinern, weil die Wirkung von Bodenentseuchungsmitteln und pflanzenverträglichen systemischen Nematiziden bekanntlich sehr stark von der Witterung, der Art des Bodens und seinem Zustand beeinflußt wird (R ö ß n e r . 1968). Immerhin ergab

sich auf Grund dieser Resultate die Möglichkeit zur Prüfung, ob und inwieweit der unterschiedlich starke Einfluß der Wirkstoffe auf die *Trichodorus*-population sich auch auf das Auftreten der Stippigkeit ausgewirkt hatte.

Bei der Versuchsernte am 18. September wurden daher je Parzelle zufallsbedingt 200 Knollen entnommen, je 100 an Ort und Stelle geschnitten und auf das Auftreten der Stippigkeit ausgewertet. Die übrigen 100 wurden gesondert eingekellert und dann am 30. Dezember 1968 in gleicher Weise untersucht. Wir schnitten die Knollen der Länge nach einmal durch und bewerteten den Befund nach folgendem Schema: Keine Stippigkeit = 0
ein bis zwei Stippen = 1
mehrere Stippen = 2
starke Stippigkeit = 3

Die Nachuntersuchung erfolgte, weil nach Angaben in der Literatur sich das Krankheitsbild im Winter häufig noch verstärkt (Bode 1968). Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4. Auftreten der Stippigkeit im *Trichodorus*-Versuch Borken 1968.

Versuchsglied	Stippigkeit in %				Durchschnittliche Symptomstärke stippiger Knollen	
	am 18. 9. 68		am 30. 12. 68		am	
	abs.	rel. Ko = 100	abs.	rel. Ko = 100	18. 9.	30. 12.
Kontrolle	39,0	100	43,5	100	1,4	1,5
Kontrolle mit Herbizid	40,5	105	53,0	122	1,8	1,6
Wac	24,5	63	30,5	70	1,6	1,7
Wac mit Herbizid	19,5	50	23,5	53	1,5	1,6
Dazomet	12,0	31	25,0	57	1,3	1,5
Dazomet mit Herbizid	25,5	65	30,5	50	1,6	1,7
Metaphenami-phos	1,5	3	2,5	6	1,0	1,4
Metaphenami-phos mit Herbizid	7,0	18	6,0	14	1,4	1,2
Aldicarb	6,5	17	0	0	1,1	—
Aldicarb mit Herbizid	7,0	18	5,0	12	1,1	1,0

Der Tabelle kann entnommen werden, daß die Stärke der Stippigkeit von den Bedingungen des Versuchsjahres abhängt, denn auf dem gleichen Feld waren die

Kartoffeln im Vorjahr zu 100 % stippig, während der Befall 1968 40–50 % betrug. Der Einsatz der Nematizide hat den Befall reduziert und zwar offensichtlich parallel zu ihrer Wirkung gegen *Trichodorus* in der Oberkrume, während die Anwendung von Monolinuron das Auftreten der Stippigkeit nicht wesentlich geändert hat. Besonders deutlich wird diese Tendenz, wenn man die Nematizide entsprechend ihrer Wirkung auf *Trichodoren* in der Oberkrume und das Auftreten der Stippigkeit entsprechend ordnet (Tab. 5).

Tabelle 5. Einfluß verschiedener Nematizide auf *Trichodorus* spp. und Stippigkeit der Kartoffel; Borken, 1968.

Wirkstoff	Rangzahl	Wirkung			P-Wert 18. 9. 68
		gegen <i>Trichodoren</i>	auf das Auftreten der Stippigkeit		
		abs.	rel.	Gesamtmittelwert	
Aldicarb	1	4,6	10	2	> 0,1 %
Metaphenamiphos	2	4,3	10	1	> 0,1 %
Dazomet	3	23,3	53	3	> 5,0 %
Wac	4	24,4	55	4	> 5,0 %
Kontrolle	5	44,0	100	5	—

Die Septemberresultate wurden zusätzlich mit Hilfe des t-Testes variationsstatistisch verrechnet. Alle Differenzen zur Kontrolle waren gesichert; die der beiden systemischen Wirkstoffe sogar für eine Grenzwahrscheinlichkeit von < 0,1 %.

Die durchschnittliche Symptomstärke des Befalls nahm bei beiden Untersuchungsreihen mit abnehmendem prozentualen Befall ebenfalls etwas ab. Das wird klarer, wenn man den Anteil an den Befallsklassen zu beiden Terminen miteinander vergleicht (Tabelle 6).

Tabelle 6. Der Anteil einzelner Befallsklassen am Gesamtbefall mit Stippigkeit in %

Versuchsglieder	Befallsklasse 1		Befallsklassen 2 + 3	
	18. 9.	30. 12.	18. 9.	30. 12.
Kontrolle	59	53	41	47
Wac	59	53	41	47
Dazomet	58	51	42	49
Metaphenamiphos	82	82	18	18
Aldicarb	93	100	7	0

Bei der Kontrolle und den stärker befallenen Versuchsgliedern steigt im Lager der Anteil der Befallsklasse 2 + 3 etwas an. Bei den schwach befallenen ist er zu beiden Terminen deutlich niedriger als bei den übrigen.

Über die Ursache der in der Literatur unter den verschiedensten Namen erwähnten Stippigkeit der Kartoffel besteht noch keine völlige Klarheit. Eibner (1959) unterscheidet zwischen der durch das Rattle-Virus hervorgerufenen Kringerigkeit-Pfropfenbildung und der Eisenfleckigkeit, deren Auftreten vermutlich mit physiologischen Störungen in Zusammenhang stehen müsse (vergl. Braun und Nienhaus, 1962, Braun und Wilke, 1967).

Unsere Untersuchungen des Jahres 1968, die selbstverständlich noch der Bestätigung durch Ergebnisse weiterer Versuchsjahre bedürfen, haben ebenso wie die Ergebnisse von Köstlin (1962) mit der Kringerigkeit-Pfropfenbildung ergeben, daß mit Hilfe von Nematiziden das Auftreten der von uns beobachteten Krankheitssymptome stark verringert werden kann. Die Tatsache, daß der Behandlungserfolg gegen *Trichodorus* spp. und das Auftreten der Stippigkeit parallel verlaufen, läßt vermuten, daß es sich in diesem Falle um das Ergebnis einer mehr oder weniger vollständigen Ausschaltung von Arten dieser Gattung als Vektoren des Rattle-Virus handelt.

S u m m a r y

In a field experiment with various nematocides the non-phytotoxic compounds Aldicarb and Metaphenamiphos reduced the population of *Trichodorus* spp. in the upper 20 cm of soil very efficiently. In the deeper layers the effect was less. In 1967 100 % of the tubers showed the symptoms of the so called „Stippigkeit“ (brown dots) whereas in 1968 40 % of the tubers from untreated plots developed these symptoms. By the application of nematocides the percentage of diseased tubers could be reduced to ± 5 %. The differences between treated and untreated were highly significant and were still present at the end of December. It is suggested that the reduction of *Trichodorus* spp. as vectors of the tobacco rattle virus by the nematocides is responsible for these results.

L i t e r a t u r

- Bode, O., Viruskrankheiten der Kartoffel und ihre Bekämpfung, insbesondere Rattle- und M-Virus. — Kartoffelbau 19. 1968, 175—178.
- Braun, H., und Nienhaus, F., Untersuchungen über die Eisenfleckigkeit der Kartoffel. — Phytopath. Ztschr. 45. 1962, 97—123.
- , und Wilcke, D. E., Bodenprofile und ihre Beziehungen zum standortbedingten Auftreten der Eisenfleckigkeit der Kartoffel. — Phytopath. Ztschr. 59. 1967, 305—336.
- Eibner, R., Untersuchungen über die Eisenfleckigkeit der Kartoffel. — Diss. Justus Liebig Univ. Gießen, 111 S.
- Köstlin, H. H., Weitere Untersuchungen über das bodengebundene Rattle-Virus an Kartoffeln. — Diss. Justus Liebig Univ. Gießen, 1—86, 1962, 86 S.
- Kuiper, K., and Loof, P. A. A., *Trichodorus flevensis* n. sp. (Nematoda; Enopliida), a plant nematode from new polder soil. — Versl., Meded. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, 136. 1962, 193—200.
- Maceljski, M., Zur Kenntnis der Wechselbeziehungen zwischen Bodenschädlingen, Unkräutern und deren Bekämpfungsmaßnahmen. — Anz. Schädlingskunde 41. 1968, 81—84.

- Richter, E., Untersuchungen über den Einfluß der Fruchtfolge auf die Populationsdichte freilebender Nematoden im Zusammenhang mit der Kringerigkeit-Pfropfenbildung der Kartoffel. — I—II. Ztschr. Pfl.krankh. 75. 1968, 9-23, 65—72.
- Rößner, J., Wirkung eines pflanzenverträglichen Nematizids auf die Populationsentwicklung wandernder Wurzel nematoden in Forstpflanzengärten. — Ztschr. Pfl.krankh. 75. 1968, 527—536.
- Sol, H. H., van Heuven, J. C., and Seinhost, J. W., Transmission of rattle virus and *Atropa belladonna* mosaic virus by nematodes. — Neth. J. Plant Path. 66. 1960, 228—231.
- Sturhan, D., Der pflanzenparasitische Nematode *Longidorus maximus*, seine Biologie und Ökologie, mit Untersuchungen an *L. elongatus* und *Xiphinema diversicaudatum*. — Ztschr. Angew. Zool. 50. 1963, 129—193.
- , Vorkommen von Trichodorus-Arten in Deutschland. — Mitt. Biol. Bundesanstalt, Berlin-Dahlem H. 121. 1967, 146—151.
- van Hoof, H. A., *Trichodorus pachydermus* and *T. teres*, vectors of the early browning virus of peas. — Neth. J. Plant Path. 68. 1962, 391—396.
- Weischer, B., Virusübertragung durch Nematoden. — Mitt. Biol. Bundesanstalt, Berlin-Dahlem H. 128. 1968, 24—38.

D. STURHAN,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung,
Münster/Westf.

Das Rassenproblem bei *Ditylenchus dipsaci*

Die Existenz biologischer Rassen beim Stock- und Stengelälchen (*Ditylenchus dipsaci* [Kühn]), die sich hinsichtlich ihrer Wirtsspektren unterscheiden, sich morphologisch jedoch nicht trennen lassen, ist seit Ende des letzten Jahrhunderts bekannt. Viel ist seither über die Rassen bei dieser Nematodenart gearbeitet und geschrieben worden, doch zeichnen sich erst jetzt einige grundlegende Erkenntnisse zum Verständnis des Rassenproblems ab. Während die verschiedenen früheren Theorien über die Rassengenese stark hypothetisch bleiben mußten, sind mit dem Anwachsen des Beobachtungsmaterials und nach Durchführung gezielter Experimente unsere Vorstellungen präzisiert worden, wobei vor allem bereits von de Bruyn Ouboter (1930) vertretene Ansichten über die genetische Fixierung der physiologischen Merkmale sowie über die Rassenbildung bestätigt und konkretisiert werden konnten.

Nachdem wir uns einige Jahre hindurch mit den biologischen Rassen bei *D. dipsaci* befaßt haben, erscheint es angebracht, nun einmal einen zusammenfassenden Überblick über unsere eigenen wichtigsten Feststellungen zu geben, die allerdings zunächst noch vorläufig und lückenhaft sind. Eingehender wurde das Rassenproblem in jüngster Zeit auch von Hesling (1966) diskutiert.

Arteinheit von *Ditylenchus dipsaci*

Die Arteinheit von *D. dipsaci* ist in früheren Jahren häufig angezweifelt worden, was sich dann in der Beschreibung gesonderter Arten, wie *Ditylenchus fragariae*, *D. phloxidis*, *D. hyacinthi*, *D. allii* usw., äußerte, von denen einige Bezeichnungen selbst heute noch gelegentlich in der Literatur Verwendung finden. Eine Aufspaltung in verschiedene Arten erfolgte überwiegend auf Grund physiologischer Abweichungen zwischen verschiedenen Populationen, teilweise unter Hinzuziehung gewisser morphologischer bzw. morphometrischer Unterschiede.

Morphologische Kriterien erweisen sich hier jedoch zumeist als unzureichend und unzuverlässig, da z. B. eine Beeinflussung der Körperdimensionen durch die Wirtspflanze möglich ist und selbst noch solch extrem abweichende Formen der Art *D. dipsaci* angehören können, wie die kürzlich beschriebene rhabditoide Mutante (Sturhan 1967).

Zur Klärung der Frage, ob es sich bei den biologischen Rassen lediglich um innerartliche Differenzierungen handelt oder eventuell um einen Komplex sehr ähnlicher Arten, haben wir Kreuzungen zwischen zahlreichen Rassen durchgeführt und dabei nachweisen können, daß fertile Bastarde gebildet werden (Sturhan 1964, 1966). Somit ist experimentell bewiesen, daß die biologischen Rassen derselben Art angehören, zumindest die in unseren Versuchen verwendeten (bisher 17 verschiedene Rassen und Isolate). Ob das für alle der mehr als 20 bislang benannten Rassen gilt, muß zunächst offen bleiben. Fast gleichzeitig wurden erfolgreiche Rassenkreuzungen auch von Webster (1964, 1967), Eriksson (1965) und Hesling (mündl. Mitt.) vorgenommen.

Nun haben wir im letzten Jahr mit Chromosomenstudien bei Stengelälchen begonnen und dabei $2n = 24$ Chromosomen bei Männchen und Weibchen festgestellt. Zwischen mehreren untersuchten biologischen Rassen ließen sich cytologisch bisher keine Unterschiede nachweisen.

Bei einer *Ditylenchus*-Population von Ackerbohne (*Vicia faba*) aus Erding/Oberbayern zählten wir jedoch etwa $2n = 54$ Chromosomen. Und zwar handelt es sich hier um die schon 1896 von Debray und Maupas aus Algerien beschriebene und inzwischen in einigen anderen Ländern gefundene „Riesenrasse“, die von normalen Stengelälchen durch größere Körperdimensionen abweicht. Bei Ditylenchen, die wir auf der Vogelinsel Mellum in Strandwegerich (*Plantago maritima*) entdeckten, fanden wir ebenfalls mehr als 50 Chromosomen im vollen Satz. Diese Tiere sind bis auf eine leicht abweichende Schwanzform *D. dipsaci* ebenfalls sehr ähnlich.

Dieser Nachweis vermutlich tetraploider Formen, die inzwischen mit diploiden Stengelälchen gekreuzt werden konnten, zeigt, daß *D. dipsaci* doch nicht so art-einheitlich ist, wie nach unseren ersten Befunden zu vermuten war. Eine Diskussion des taxonomischen Status der polyploiden Populationen erfolgt an anderer Stelle.

Physiologische Differenzierung der Rassen

Vergleichende Wirtspflanzenuntersuchungen, die wir bei etwa 30 biologischen Rassen und verschiedenen geographischen Isolaten durchführten, ergaben unter anderem, daß allgemein als hochspezialisiert geltende Rassen sich doch auf ziemlich vielen Pflanzenarten vermehren können. Durch Ausdehnung des Testpflanzensortiments läßt sich auch das Wirtsspektrum für die einzelnen Populationen in der Regel ohne Schwierigkeiten erweitern, zumeist unabhängig vom Verwandtschaftsgrad der untersuchten Pflanzen (im Gegensatz zu z. B. den *Heterodera*-Arten). Aus diesem Grunde gestattet die lückenhafte Tabelle von Seinhorst (1957) zur Trennung von biologischen Rassen mittels weniger Differentialwirte lediglich eine exakte Differenzierung von fünf der elf angeführten biologischen Rassen.

In den Wirtsspektren gibt es häufig Überschneidungen, da zahlreiche Pflanzenarten von mehreren Rassen befallen werden können, z. B. die Rübe von mindestens sechs Rassen und die Ackerbohne von der Mehrzahl aller Rassen. Etliche der derzeit unterschiedenen biologischen Rassen scheinen in nur wenigen und zudem nicht immer konstanten Merkmalen voneinander abzuweichen, so daß die namentliche Bezeichnung als gesonderte Gruppen kaum berechtigt erscheint.

Die Benennung der Rassen nach einem bevorzugten „Stammwirt“ hat zum Teil historische Gründe und besagt nicht, daß nicht auf anderen Pflanzen eine ähnlich gute Vermehrung möglich wäre. Solche Pflanzen können sich sogar grundsätzlich besser für eine Vermehrung von Stengelälchen eignen (aus morphologisch-anatomischen oder physiologisch-biochemischen Gründen, wegen größerer Wüchsigkeit, Widerstandsfähigkeit, Lebensdauer usw.), doch sollten „Stammwirte“ die Besonderheiten einer Rasse kennzeichnen (z. B. wenn die Pflanzenart nur von der betreffenden Rasse befallen wird, bei ihr im Unterschied zu anderen Rassen eine besonders gute Vermehrung erfolgt oder eine Ausbildung ganz charakteristischer Befallssymptome). Leider dürfte dies nur selten zutreffen, und es erscheint wenig

sinnvoll, Rassen z. B. nach Rüben, Ackerbohnen, Hafer oder Zwiebeln zu benennen, die sich hinsichtlich ihrer Wirtseignung gegenüber verschiedenen Rassen nicht unterscheiden.

Variabilität innerhalb der Rassen

Wirtspflanzenuntersuchungen wurden auch bei Populationen unterschiedlicher geographischer Herkunft von jeweils derselben Rasse durchgeführt. Über einige divergierende Ergebnisse bei fünf verschiedenen Isolaten der sog. Rübenrasse ist an anderer Stelle berichtet worden (S t u r h a n 1965). Aus den erzielten Ergebnissen ist ersichtlich, daß Abweichungen in der Pathogenität zwischen verschiedenen geographischen Herkünften einer biologischen Rasse vorliegen. Bei anderen Rassen kamen wir zu ähnlichen Ergebnissen, und in der Literatur wird mehrfach von anderen Autoren über entsprechende Befunde berichtet. Somit sind an einer Population gewonnene Feststellungen nur sehr beschränkt auf andere Populationen übertragbar, und Fruchtfolgeempfehlungen bei einem Schadauftreten müssen stets mit einem gewissen Risiko verbunden bleiben.

Ähnliche Pathogenitätsunterschiede können auch innerhalb einzelner Populationen vorkommen. So ergab sich bei vergleichenden Wirtspflanzenuntersuchungen, daß von jeweils einem einzigen begatteten Weibchen gewonnene „reine“ Stämme, die sämtlich von derselben Feldpopulation stammten — hier sogar alle aus einer befallenen Runkelrübe —, deutliche, wenn auch nicht sehr stark ausgeprägte Unterschiede im Wirtsspektrum bzw. in der Befallsintensität zeigten (S t u r h a n 1965). Nach den Hauptmerkmalen würde man alle Stämme als der Rübenrasse zugehörig bezeichnen. Ein Rassengemisch lag also nicht vor.

In wenigen Fällen fanden wir Abweichungen in der Pathogenität selbst innerhalb der Nachkommenschaft einzelner Weibchen. So erzielten wir z. B. spontan eine gute Vermehrung eines Rotkleestammes auf Zuckerrübe, was später nicht reproduzierbar war. Darüber hinaus fanden wir sporadisch Larven, die unerwarteterweise auf Wirtspflanzen keine Geschlechtsreife erlangten, obgleich sie mehr als drei Monate lang in den Wirten der betreffenden Stämme gelebt hatten.

Diese wenigen Beispiele zeigen, daß die Pathogenität innerhalb der Art als ganzer variieren kann, innerhalb der biologischen Rassen, innerhalb von Populationen und sogar innerhalb der Nachkommenschaft eines einzelnen Weibchens.

Ursachen der Variabilität

Auf welchen Faktoren beruhen nun diese Pathogenitätsunterschiede? Nur in begrenztem Umfang mögen sie auf biologische, ökologische oder morphologische Verschiedenheiten zwischen den Rassen und Populationen zurückzuführen sein, darunter Unterschieden im Vermehrungspotential. Die größte Bedeutung kommt physiologischen oder biochemischen Unterschieden innerhalb der Art zu, besonders hinsichtlich der Enzyme, die die Fähigkeit zur Einwanderung in eine Pflanze, zur Nahrungsaufnahme und zur Vermehrung determinieren dürften. Diese Merkmale brauchen nicht gekoppelt vorzuliegen, wie durch einige unserer Untersuchungsbefunde angedeutet wird, und beruhen möglicherweise auf unterschiedlichen Enzymsystemen.

Dies mag anhand von Tabelle 1 erläutert werden. Sie zeigt die Ergebnisse eines Versuchs mit fünf biologischen Rassen, die auf Luzerne überimpft wurden, mit

Tabelle 1. Infektion von Luzerne (*Medicago sativa*) mit fünf biologischen Rassen von *Ditylenchus dipsaci*

Anzahl der Nematoden in Prozent der Infektionsmenge 4, 26 und 40 Tage nach Versuchsbeginn (*, **, *** = einzelne, viele, sehr zahlreiche Eier) (nach Sturhan 1968)

Rasse	4 Tage	26 Tage	40 Tage
Luzerne	23	13 **	100 ***
Roggen	33	12 *	0
Hafer	25	2	3
Rübe	22	3	0
Rotklee	22	0	0

den Angaben, wieviel Prozent der zur Infektion verwendeten Nematoden nach 4, 26 und 40 Tagen im Pflanzengewebe wiedergefunden wurden. Es ist ersichtlich, daß alle verwendeten Stengelälchenrassen in ähnlicher Weise in Luzernepflanzen einwandern können, doch nur die Luzernerasse — und in geringem Maße und zeitlich beschränkt auch die Roggenrasse — sind zur Vermehrung befähigt.

Ein entsprechendes Experiment mit Ackerbohne (Tabelle 2) zeigt jedoch deutliche Unterschiede in der Fähigkeit zur Einwanderung, besonders zwischen den zwei Rotkleestämmen verschiedener geographischer Herkunft und den übrigen Rassen.

Genetische Basis der Pathogenitätsunterschiede

Wie steht es nun mit der Grundlage und Herkunft der Pathogenitätsunterschiede? Es existieren keine überzeugenden Hinweise auf eine direkte Anpassung an neue Pflanzen oder resistente Sorten (im entsprechenden Fall wäre auch die Berechtigung einer Rassenbenennung fraglich!). Vielmehr scheint die Annahme gerechtfertigt, daß alle oder doch fast alle physiologischen Abweichungen genetisch determiniert sind. Die wenigen bisher durchgeführten Vererbungsexperimente bestätigen die genetische Basis der Pathogenität.

Der Schlüssel zum Verständnis des sehr komplexen Problems der innerartlichen Variabilität liegt also im genetischen Bereich. Es ist daher nötig, diesen Punkt etwas eingehender zu erörtern.

Unsere vorstehend mitgeteilten Untersuchungsergebnisse zeigen, daß mit einer beachtlichen genetischen Variabilität natürlicher Populationen zu rechnen ist, mit einer großen Zahl von Genotypen. Das pathogene Verhalten von Populationen hängt ab von ihrer erblichen Zusammensetzung und den vorhandenen genetischen Faktoren. Was in verschiedenen Fällen als zunehmende Anpassung an bestimmte Pflanzen angesehen wurde oder als Spezialisierung auf neue Wirte, war vielmehr nichts anderes als Selektion bestangepaßter Genkombinationen.

Es ist anzunehmen, daß die physiologischen Potenzen einer Population zum großen Teil latent sind und nur unter bestimmten Bedingungen und wechselndem Selektionsdruck in Erscheinung treten, besonders wenn Merkmale durch mehrere Gene bedingt sind oder eine Anzahl von Allelen existiert.

Physiologische Unterschiede, die in der Nachkommenschaft einzelner Weibchen festgestellt wurden, zeigen weitverbreitetes Vorkommen von Heterozygotie und Rekombinationen an — wenn man nicht ein häufiges Auftreten neuer Mutationen annehmen will. Solche Fälle lassen sich mit Heterozygotie erklären, wo Rassen sich nur für eine beschränkte Zeit auf bestimmten Wirten vermehren und dann wieder verschwinden. Durch Mendelspaltung in den Filialgenerationen kann die Fähigkeit, auf der Pflanze zu leben, wieder verlorengehen. Vergleichsweise niedrige Vermehrungsraten können durch eine ähnliche genetische Situation erklärt werden. Wenn z. B. nur heterozygote Aa-Tiere auf einer Pflanze zu leben vermögen, wird sich dort auch konstant nur die Hälfte der Nachkommenschaft fortpflanzen.

Die dargelegten Hypothesen werden gestützt durch Ergebnisse unserer folgenden Versuche zur Klärung der Frage, ob in Nichtwirten eine Weiterentwicklung von Larven IV zu Adulten erfolgen kann.

Jungpflanzen von Rotklee (*Trifolium pratense*) wurden bei diesen Experimenten mit einzeln ausgesuchten praeadulten Larven infiziert, sämtlich von vorher auf Ackerbohne vermehrten Stämmen. Die zusammengefaßten Befunde bei zwei Nichtwirtsrasen (von Luzerne und Spinat) ergaben, daß von insgesamt 1090 L IV nach ca. drei Wochen im Pflanzengewebe 102 L IV, 8 ♂♂ und 4 ♀♀ wiedergefunden werden konnten, von 83 erneut auf Rotklee überimpften Larven nach weiteren 3 Wochen 20 L IV, 5 ♂♂ und 1 ♀ und von 19 der Larven nach erneuter Infektion und weiterer dreiwöchiger Dauer keine Individuen mehr. Bei einer anderen Nichtwirtsrasse (aus Hafer) wurden von 590 L IV zu Versuchsbeginn nach 3 Wochen noch 78 L IV festgestellt, von 65 davon nochmals auf Rotklee-pflanzen überführten Larven nach weiteren 3 Wochen 8 L IV und von 7 L IV nach abermals 3 Wochen auf Rotklee keine lebenden Tiere mehr. In einem ähnlichen Versuch mit Luzerne (*Medicago sativa*) wurden nach drei Wochen unter den wiedergefundenen Individuen nur 2 % erwachsene Männchen und Weibchen ermittelt.

Die Zeitspanne war als ausreichend lang anzusehen, um allen Larven eine Weiterentwicklung zu Adulten zu ermöglichen. Und doch ist das nur bei wenigen (der wiedergefundenen Individuen) erfolgt, die vermutlich dank ihrer besonderen genetischen Konstitution dazu in der Lage waren. Dem Stamm der letztgenannten Versuchsserie bei Rotklee scheinen die betreffenden genetischen Faktoren gänzlich zu fehlen. Bei den verwendeten Stämmen handelt es sich übrigens wieder um die Nachkommenschaft einzelner Weibchen.

Etwas fällt bei den Befunden noch auf, nämlich das Überwiegen von Männchen unter den Adulten. Das mag bei den nur wenigen Exemplaren zufallsbedingt sein, kann aber eventuell in Richtung der Befunde von Viglierchio und Croll (1968) deuten, die feststellten, daß sich bei einer biologischen Rasse von Knoblauch das Geschlechtsverhältnis — die Untersuchung erfolgte an Callusgewebe von Zwiebeln, Rotklee, Weißklee und Luzerne — mit abnehmender Wirtseignung zugunsten der Männchen verschob. Bei Zwiebeln und Knoblauch betrug das Verhältnis ♂ zu ♀ 1 : 2, bei der Luzernesorte Du Puit dagegen fast 2 : 1. Die gleiche Erscheinung, daß sich mehr Männchen bzw. nur noch Männchen in resistenten Pflanzen entwickeln, ist von der Gattung *Heterodera* bekannt. Vorläufige Befunde eigener Untersuchungen zeigen Unterschiede in der Sexualrelation zwischen verschiedenen biologischen Rassen auf ein und derselben Pflanzenart. Noch bleibt

zu überprüfen, ob sich aufgrund des Geschlechtsverhältnisses bestimmen läßt, ob eine Pflanze ein guter Wirt für eine bestimmte Rasse ist und weniger geeignet für andere.

Erfolgt nun in dem oben geschilderten Fall bei Rotklee — Entwicklung einzelner adulter Tiere auf Nichtwirten — eine positive Selektion dieser Individuen, so kann es theoretisch zum Durchbruch einer neuen Verhaltensweise kommen oder — in anderen entsprechend gelagerten Fällen — zum Verlust bestimmter Fähigkeiten. Daß derartige tatsächlich geschehen kann, konnten wir durch Laborbeobachtungen belegen: So ging bei einem „reinen“ Stamm (von einem einzigen Weibchen abstammend) von einer Erdbeerrasse nach einer längeren Weitervermehrung der Population auf Ackerbohne der Faktor für Pathogenität an Rotklee verloren. Darüber hinaus fanden wir bei zwei anderen biologischen Rassen gewisse Abweichungen im Wirtsspektrum zwischen Ausgangspopulation und Inzuchtpopulation nach kontinuierlicher Inzucht auf Ackerbohne über 10 Generationen hin, wobei jeweils ein einzelnes begattetes Weibchen selektiert worden war.

Mit diesen Feststellungen wird für *D. dipsaci* erstmals experimentell belegt, daß sich das Wirtsspektrum einer Population durch Selektion ändern kann. Voraussetzung ist allerdings, daß die Populationen genetisch nicht einheitlich waren. Es hat also bei den Ausgangspopulationen — obgleich diese bereits von einzelnen Weibchen gewonnen worden waren — für zumindest einige Merkmale Heterozygotie vorgelegen. Durch Selektion und — als Folge der Inzucht — zunehmende Homozygotie treten Merkmale in Erscheinung, die den Ausgangspopulationen fehlen, bzw. es gehen Merkmale verloren.

In die Praxis übertragen bedeuten diese Feststellungen: Die Fruchtfolge kann selektiv auf die Stengelälchenpopulationen einwirken und die Herausbildung bestimmter Verhaltensweisen und pathogener Fähigkeiten fördern — sofern die Populationen ein entsprechendes genetisches Potential aufweisen. Insbesondere eine Monokultur oder ein langjähriger Daueranbau (z. B. von Rotklee oder Luzerne) kann durch Selektion zur Entstehung hochspezialisierter biologischer Rassen führen. Manche frühere, schwer deutbare Beobachtung findet dadurch eine Erklärung.

Es kann dann die Entstehung bestimmter biologischer Rassen auch unabhängig voneinander an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten erfolgen, und ein Neuauftreten einer bestimmten Rasse in einem Gebiet braucht nicht unbedingt durch Einschleppung erklärt zu werden.

Die Feststellung, daß es durch Selektion zu Verschiebungen und Veränderungen im Wirtsspektrum kommen kann, offenbart die Problematik aller Wirtspflanzenuntersuchungen, denen ein nur zweifelhafter Wert beizumessen ist.

Außerdem können nun, wie experimentell nachgewiesen wurde, durch Rassenkreuzungen Bastardpopulationen entstehen, die in ihren Pathogenitätsmerkmalen teils der einen Parentalrasse entsprechen, teils der anderen, oder sie scheinen auch intermediär zwischen beiden zu liegen (S t u r h a n 1966). Es kommt also zu neuen Merkmalskombinationen, so daß man wohl mit Recht von eigenen „Bastardrassen“ sprechen könnte. Bastardierung kann auch unter natürlichen Verhältnissen im Freiland erfolgen, und zwar in mehreren Rassen gemeinsamen Wirtspflanzen, aber auch wohl in Nichtwirten, in denen bestimmte Rassen eine gewisse Zeit zu leben vermögen.

Vererbung der Pathogenität

Studien über die Vererbung pathogener Merkmale sind bei Nematoden bisher noch kaum vorgenommen worden, trotz der Bedeutung vor allem für die Resistenzzüchtung. Bisher ist das Resistenzproblem fast ausschließlich hinsichtlich der Pflanzen untersucht worden, doch verdienen die Nematoden ein ähnliches Interesse.

Die Kreuzung von Nematoden bereitet allerdings einige Mühe und — da man bei Pathogenitätsstudien nicht mit einzelnen oder wenigen Exemplaren arbeiten kann — ebenso der Versuch, hinreichend große Individuenmengen bei F₁- und F₂-Generationen zu erhalten. Dies gilt insbesondere für Arten mit kontinuierlicher Vermehrung, die keine wohl abgegrenzten F₁-Generationen aufweisen wie z. B. die *Heterodera*-Arten. Zur Überwindung dieser Schwierigkeit benutzten wir bei einem Teil unserer Experimente mit *D. dipsaci* zur genetischen Markierung die rh-Mutante (vgl. Sturhan 1967).

Unsere Vererbungsstudien ergaben bisher, daß zumindest die Pathogenität gegenüber Rotklee und Luzerne rezessiv ist, bei Luzerne vermutlich bedingt durch mehr als ein Gen, da auch in der F₂-Generation keine Vermehrung auf dieser Pflanze erfolgte.

Die Beobachtungen über die Pathogenität bei Ackerbohne verdienen besonderes Interesse. Von unseren „reinen“ Rassenstämmen vermehren sich die meisten ausgezeichnet auf Ackerbohne, ein Stamm von Erdbeere weniger gut, ein Stamm von Luzerne nur sehr langsam — trotz mehrjähriger kontinuierlicher Kultivierung auf Ackerbohne über mehrere Jahre hin — und Rotkleestämme überhaupt nicht (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2. Infektion von Ackerbohne (*Vicia faba*) mit fünf biologischen Rassen von *Ditylenchus dipsaci*
Anzahl der Nematoden in Prozent der Infektionsmenge 5, 26 und 39 Tage nach Versuchsbeginn (nach Sturhan 1968)

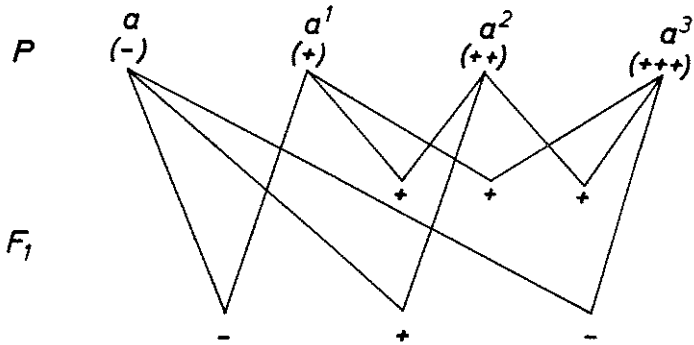
Rasse	5 Tage	26 Tage	39 Tage
Roggen	17	118	3350
Spinat	23	272	2180
Erdbeere	29	34	297
Luzerne	15	35	37
Rotklee A	8	0	0
Rotklee B	3	0	2

Aufgrund dieser Beobachtungen und der Resultate der Vererbungsstudien wird die Existenz mehrerer Allele an einem Genlocus (A) postuliert (als zunächst eine Denkmöglichkeit), die wie folgt zu bezeichnen wären:

- a (—) bei der Rotkleerasse (keine Vermehrung),
- a¹ (+) bei der Luzernerasse (schwache Vermehrung),

- a^2 (+ +) bei dem Erdbeerstamm (mittelstarke Vermehrung),
 a^3 (+ + +) — wenn nicht mehr — bei den meisten anderen Stämmen
 (starke Vermehrung)

Kreuzungen wurden zwischen verschiedenen Stämmen mit sämtlichen der vermuteten genetischen Faktoren durchgeführt. Bei den jeweiligen F_1 -Generationen erfolgte Testung auf Pathogenität gegenüber Ackerbohne, wobei sich folgende Befunde ergaben (+ = F_1 vermehrt sich auf Ackerbohne, — = keine Vermehrung):



Nach diesen Feststellungen scheint die Pathogenität gegenüber Ackerbohne auf wenigstens zwei verschiedenen genetischen Faktoren zu beruhen, eventuell verschiedenen Allelen an einem Genlocus, nämlich einem Faktor, der sich gegenüber Allel a als rezessiv und einem anderen, der sich als dominant erweist. Für die Resistenzzüchtung ist eine derartige Feststellung von großer Wichtigkeit, da Resistenz bei einer neuen Pflanzensorte lediglich wirksam sein mag gegenüber einem Allel oder wenigen Allelen jedoch nicht gegenüber allen Pathogenitätsfaktoren. Es können natürlich auch verschiedene Gene für pathogene Eigenschaften verantwortlich sein, die phänotypisch völlig identisch erscheinen.

Entstehung der Variabilität

Primäre Ursache der genetischen Variabilität sind Mutationen. Nach eigenen cytologischen Studien an *D. dipsaci* scheinen Chromosomenaberrationen bei dieser Art gar nicht so selten vorzukommen. Ob und wie sich das bei etlichen Nematodenarten festgestellte Auftreten überzähliger Chromosomen sowie das Fehlen einzelner Chromosomen auf die Merkmalsausbildung ausprägt, ist noch ungeklärt. Das weit verbreitete Phänomen, daß steigende Aggressivität bei Parasiten auf rezessiven Mutationen beruht, trifft nach den bisherigen Beobachtungen bei Vererbungsuntersuchungen möglicherweise auch für Stengelälchen zu.

Die genotypische Variabilität innerhalb einer Population beruht größtenteils auf Rekombination, d. h. ständiger genetischer Neugruppierung, und auch auf dem Austausch genetischer Faktoren zwischen Populationen mit Introduktion neuer Merkmale, was stark begünstigt wird durch zunehmenden Transport und Austausch von Pflanzenmaterial sowie durch die ackerbaulichen Praktiken.

Selektion modifiziert die genetische Zusammensetzung von Populationen, begünstigt besondere Genkombinationen und unterdrückt andere. Unter natürlichen Bedingungen — ohne Einfluß des Menschen — sind die Chancen für die Ausbildung einer neuen, klar abgrenzbaren biologischen Rasse nur gering. Besondere Ackerbaumethoden und Daueranbau einer Pflanzenart in Monokultur begünstigen dies jedoch stark. Zur Selektion biologischer Rassen kann es natürlich bevorzugt bei endoparasitischen Nematoden kommen, mit relativ geschlossenen und z. T. kleinen Populationen.

Problematik einer Rassendefinition

Die große Variabilität innerhalb der Rassen und Populationen, das Überlappen der Wirtsspektren, Vorkommen von Rassenbastardierungen usw. lassen die Problematik erkennen, biologische Rassen bei *D. dipsaci* zu definieren, zu benennen und abzugrenzen — will man nicht jede in einigen Merkmalen abweichende Population als besondere Rasse bezeichnen.

Das Hauptproblem ist, daß solche biologischen Rassen sympatrisch vorkommen können, also nebeneinander am selben Ort bzw. auf demselben Feld und sogar in einer und derselben Pflanze. Im Falle von Rassengemischen ist es wegen des großen Ausmaßes an genetischem Austausch mit Entstehung zahlreicher verschiedener Merkmalskombinationen nicht mehr vertretbar, Rassen zu benennen.

Dazu eine kurze Erläuterung. Würden in einer solchen Population Individuengruppen mit folgenden genetischen Konstitutionen vorkommen:

AA	bb	CC	DD	ee
aa	bb	CC	DD	ee
aa	Bb	cc	dd	Ee
AA	Bb	cc	dd	Ee

so würde man bei Berücksichtigung der AA/aa-Merkmale allein die beiden mittleren bzw. die äußeren Gruppen jeweils einer Rasse zuordnen. Zieht man jedoch auch die übrigen Erbfaktoren in Betracht, so wird deutlich, daß die zwei oberen bzw. die beiden unteren weit mehr gemeinsame Merkmale aufweisen.

Eine besondere genetische Konstitution, von der angenommen wird, daß sie eine Rasse charakterisiert, kann polytop entstehen, d. h. unabhängig an verschiedenen Orten. Ist es in einem solchen Fall noch gerechtfertigt, von „einheitlichen“ Rassen zu sprechen, da der übrige genetische Hintergrund völlig unterschiedlich sein kann und nie irgendeine Fortpflanzungsgemeinschaft zwischen solchen Populationen (z. B. von Rotklee aus Oregon und aus Deutschland) bestanden hat?

Darüber hinaus können biologische Rassen lediglich phänotypisch einheitlich erscheinen. Wie bereits dargelegt wurde, kann Wirtsspezifität auf verschiedenen genetischen Faktoren beruhen, und wenn neue Mutationen unabhängig hier und dort auftreten, ist nicht anzunehmen, daß sie in den verschiedenen Populationen völlig identisch sind.

Schlusbemerkungen

Das Rassenproblem bei *D. dipsaci* stellt sich nach unserem derzeitigen, noch immer sehr lückenhaften Wissensstand als weit komplexer und vielschichtiger dar,

als man zuvor anzunehmen geneigt war. Vor allem die jüngeren Untersuchungen mit Aufdeckung des genetischen Hintergrundes der starken physiologischen Differenzierung erleichtern das Verständnis der Erscheinungen. Die direkten Auswirkungen auf eine praktische Lösung des Stengelälchenproblems sind allerdings zunächst noch gering, zeigten doch die Untersuchungen im wesentlichen die Schwierigkeit der Situation auf und daß z. B. mit Wirtspflanzenlisten und Fruchtfolgeempfehlungen nur mit Bedacht zu verfahren ist.

Was hier exemplarisch für *D. dipsaci* dargelegt wurde, mag in ähnlicher Weise auch für andere phytoparasitäre Nematoden gelten, von denen allerdings nur sehr wenige eine ähnlich extreme Variabilität der Pathogenität aufweisen dürften.

(Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für langjährige finanzielle Unterstützung der Arbeiten gedankt.)

Z u s a m m e n f a s s u n g

Das Rassenproblem bei *Ditylenchus dipsaci* — diskutiert hier im wesentlichen anhand eigener Untersuchungsbefunde des Verfassers — wird durch die neueren grundlegenden Erkenntnisse durchschaubarer. Durch Rassenkreuzungen konnte die Arteinheit für zahlreiche biologische Rassen experimentell bewiesen werden. Die „Riesenrasse“ aus Ackerbohne sowie eine Population von Strandwegerich weichen jedoch cytologisch durch Tetraploidie von den normalen Stengelälchen ab. Die physiologischen Unterschiede zwischen den derzeitig differenzierten Rassen sind teilweise gering und nicht genügend klar umrissen, wie auch die Benennung nach „Stammwirten“ häufig unbefriedigend ist.

Die Pathogenität kann innerhalb der einzelnen Rassen, innerhalb von Populationen derselben Rasse und sogar innerhalb der Nachkommenschaft einzelner Weibchen variieren, vermutlich im wesentlichen bedingt durch physiologisch-biochemische Unterschiede. Diese große Heterogenität in den pathogenen Fähigkeiten ist genetisch fixiert, Heterozygotie selbst innerhalb „reiner“ Stämme verbreitet. Neue Mutationen, Rekombination und „Genfluß“ durch Kreuzung mit anderen Rassen und Genotypen fördern das Variationsspektrum der Pathogenität, während Selektion, besonders durch Daueranbau einer Pflanzenart in Monokultur, bestimmte Genkombinationen begünstigt, andere unterdrückt und damit das pathogene Potential einer Population verändert.

Vererbungsstudien ergaben, daß die Pathogenität gegenüber Rotklee und Luzerne rezessiv vererbt wird und die Pathogenität gegenüber Ackerbohne auf mehreren genetischen Faktoren beruht, vermutlich verschiedenen Allelen. Wegen des großen Ausmaßes genetischer Variabilität, dem Überlappen von Wirtsspektren, sympatrischem Vorkommen verschiedener Rassen mit Möglichkeit einer Bastardierung, polytopter Rassenentstehung usw. ist es problematisch, biologische Rassen bei *D. dipsaci* zu definieren und zu benennen.

S u m m a r y

The „race problem“ in *Ditylenchus dipsaci* — here discussed mainly using results obtained from the authors experiments — is becoming more transparent through the recent fundamental findings. By successful interbreeding of races the unity of the species could be confirmed experimentally for many biological races. The „giant race“ from *Vicia faba* and a population from *Plantago mari-*

tima, however, differ cytologically from the normal stem eelworms in being tetraploid. The physiological differences between the races differentiated at present are in part small and not clearly defined, likewise the designation after „type“ hosts is unsatisfactory in many cases.

There may be variation in the pathogenicity within the biological races, within populations of the same race and even within the progeny of single females, probably mainly due to physiological-biochemical differences. The great heterogeneity of the pathogenic abilities is genetically determined, heterozygosity being common even within „pure“ strains. New mutations, recombination and gene flow by interbreeding with other races and genotypes increase the variation range of pathogenicity, whereas selection — especially by continuous cultivation of the same plant species in monoculture — favours special gene combinations and suppresses others, by this changing the pathogenic potential of a population.

Studies on the heredity showed the pathogenicity to red clover and lucerne to be recessive and the pathogenicity to field beans to be due to several genetic factors, probably different alleles. Because of the great extend of genetic variability, overlapping of host ranges, sympatrical occurrence of different races with the possibility of hybridization, polytopic race genesis etc., it is problematical to define and to name biological races in *D. dipsaci*.

L i t e r a t u r

- Debray, F., et Maupas, E. F., *Le Tylenchus devastatrix* et la maladie vermiculaire des fèves en Algérie. Algér. agric. 1896, 55 pp.
- Bruyn Ouboter, M. P. de, *Tylenchus devastatrix* Kühn uit narcis en hyacinth. Wageningen 1930, 104 pp.
- Eriksson, K. B., Crossing experiments with races of *Ditylenchus dipsaci* on callus tissue cultures. *Nematologica* 11. 1965, 244—248.
- Hesling, J. J., Biological races of stem eelworm. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst. 1965 (1966), 132—141.
- Seinhorst, J. W., Some aspects of the biology and ecology of stem eelworms. *Nematologica* 2. (Suppl.). 1957, 355—361.
- Sturhan, D., Kreuzungsversuche mit biologischen Rassen des Stengelälchens (*Ditylenchus dipsaci*). *Nematologica* 10. 1964, 328—334.
- , Zum Problem der biologischen Rassen bei *Ditylenchus dipsaci* unter besonderer Berücksichtigung des „Rübenkopfälchens“. Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 115. 1965, 191—193.
- , Vergleichende Wirtspflanzenuntersuchungen an Stengelälchen (*Ditylenchus dipsaci*) aus Rüben verschiedener Herkunft. Meded. Landbouwhoges. Gent 30. 1965, 1468 bis 1474.
- , Wirtspflanzenuntersuchungen an Bastardpopulationen von *Ditylenchus dipsaci*-Rassen. Ztschr. Pfl.krankh. 73. 1966, 168—174.
- , Rassen bei phytoparasitären Nematoden. Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 118. 1966, 40—53.
- , Induktion von Mutationen bei Nematoden. Naturwiss. 54. 1967, 649—650.
- , Untersuchungen über das Eindringen von Stengelälchen (*Ditylenchus dipsaci*) in Nichtwirte. Meded. Rijksfakulteit Landbouwwetensch. Gent 33. 1968, 679—685.

- Viglierchio, D. R., and Croll, N. A., Host resistance reflected in differential nematode population structures. *Science* 161. 1968, 271—272.
- Webster, J. M., Biological races in species of plant parasitic nematodes. *Parasitology* 54. 1964, 8.
- , The significance of biological races of *Ditylenchus dipsaci* and their hybrids. *Ann. appl. Biol.* 59. 1967, 77—83.

E. THOMAS,

Pflanzenschutzamt Bad Godesberg

Ein Spülverfahren zur Gewinnung frischer *Heterodera*-Zysten

Die derzeitigen Methoden zur Gewinnung von *Heterodera*-Zysten wurden ausschließlich zu dem Zweck entwickelt, zahlenmäßig den Befall an Zysten sowie Eiern und Larven je Bodeneinheit zu ermitteln. Diese Verfahren beschränkten sich daher auf die Trennung bereits braun verfärbter Zysten aus Bodenproben.

Im Rahmen der modernen Versuchstätigkeit reicht die Bestimmung derartiger, bereits differenzierte Eiern und Larven enthaltender Zysten allein nicht mehr aus. Die Feststellung neugebildeter, frischer Zysten ist in vielen Versuchen — namentlich bei der Prüfung nematizider Mittel oder nematodenresistenter Pflanzen — ebenso wichtig. Aus diesem Grunde beschäftigten wir uns im vergangenen Jahre mit dem Bau einer neuen Spülkanne, die bei geringen Abmessungen zuverlässige Arbeitsweise sowie einfache Bedienung und Installation gewährleisten mußte. Das Ergebnis unserer Arbeiten war die in Abb. 1 wiedergegebene Spülkanne. Als Werkstoff wurde Polyester, ein Kunstharz mit Glasfasereinlage verwendet. Das Material ist matt durchsichtig. Im Mittelpunkt des gewölbten und fest eingesetz-

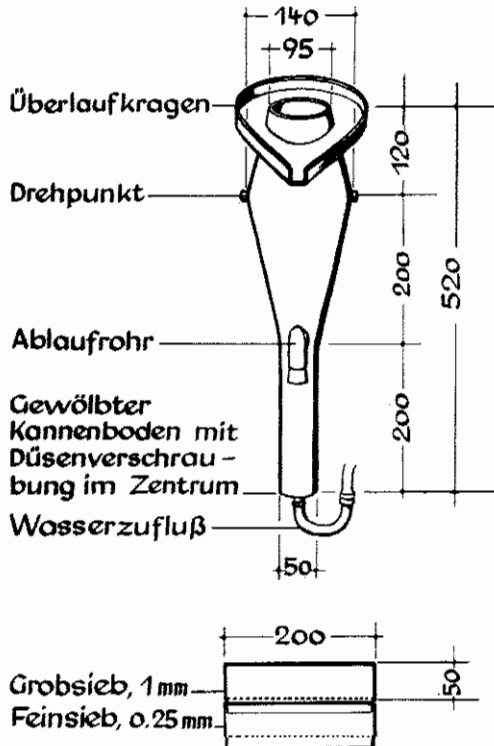


Abb. 1

ten Kannenbodens ist die Überwurfmutter einer Dralldüse eingelassen. Diese dient zur Verschraubung des Schlauchanschlußstückes, auf das zu diesem Zweck der übrige Teil der Düse gelötet wurde. Letztere enthält nur den Drallkörper, kein Plättchen. Ein Wasserdurchlauf von 2,7 l/min. erreicht an der Düse einen Druck von etwa 0,5 at. Dadurch wird ein intensiver Wirbel erzeugt, der die Probe in kurzer Zeit völlig aufschwemmt.

Zum Auffangen des Spülgutes, das sowohl am Kannenkragen als auch am Ablaufrohr erfolgen kann, bewährte sich ein aus zwei genormten Prüfsieben bestehender Siebsatz, der sich leicht zusammenfügen läßt. Die Maschenweiten betragen für das Grobsieb 1 mm und für das darunter befindliche Feinsieb 0,25 mm. Das Grobsieb dient zum Abfangen größerer Bodenbestandteile. Sollten sich nicht alle Zysten von den Wurzeln abstreifen lassen, ist es ratsam, das Grobsieb wegzulassen, da sich darauf Wurzelmaterial sammelt und daran haftende Zysten verlorengehen können.

Um auch erhöhten Probenzahlen, wie sie beispielsweise bei den vorhin erwähnten Resistenzprüfungen anfallen, arbeitsmäßig bewältigen zu können, wurden fünf Spülkannen zu einer Spülatterie zusammengefügt.

Über den Kannen ist eine Rohrleitung angebracht, die mit einem Reduzierventil an das Wasserleitungsnetz angeschlossen ist. In dieser Leitung sind in entsprechenden Abständen fünf Hähne eingesetzt, von denen Schlauchleitungen zu den Anschlußstücken an den Kannenböden führen. Die Spülkannen lagern in ihren Drehpunkten in einem nach dem Baukastenprinzip zusammengesetzten Halterungsgestell. Die Schwerpunkte sind so gewählt, daß sie während des Spülprozesses in senkrechter Lage bleiben. Die Spülanlage ist 1270 mm lang, 90 mm breit und 1000 mm hoch. Ihre Handhabung geschieht in folgender Weise: Zunächst werden alle Kannen gekippt (Abb. 2) und die Wasseranschlüsse geöffnet. Nun dreht man die erste Kanne in Arbeitsstellung und schüttet unmittelbar danach die Bodenprobe hinein. Diesen Vorgang setzt man an jeder Kanne entsprechend fort. Die Einhaltung dieser Reihenfolge ist notwendig, da sich sonst Sandkörnchen in die Kanäle des Drallkörpers setzen können.

Die Dauer des Spülvorganges beträgt je nach Boden- und Zystenart fünf bis zwanzig Minuten. Wird die Anlage zur Gewinnung frischer Kartoffelnematodenzysten eingesetzt und von einer Person bedient, stehen in der Regel auch zwanzig Minuten zur Verfügung. Während dieser Zeit sind die Proben aufzubereiten und die Zysten an den Wurzeln der Kartoffelstauden, die ja mit den Proben aufgenommen werden, zu zählen. Bei einer solchen Spüldauer gelangen durchschnittlich 95–100 % aller in der Probe vorhandenen Kartoffelnematodenzysten über den Kannenkragen auf das Sieb.

Die Spüldauer kann dadurch verkürzt werden, daß nach Aufschwemmung der Bodenprobe der Kanneninhalt bis oberhalb des zylindrischen Teiles über die Auffangsiebe entleert wird. Die völlige Aufschwemmung aller Bodenteilchen ist dank des etwas durchsichtigen Materials, aus dem die Kannen bestehen, erkennbar. Die Entleerung erfolgt durch Öffnen des mit einem Gummistopfen verschlossenen Ablaufrohres. Nach Beendigung des Spülprozesses wird die Kanne wieder in die Ausgangsstellung gebracht, d. h. um 180° gedreht. Der Wasserzulauf wird dabei nicht unterbrochen, so daß sich die Kanne selbständig reinigt und gleich wieder einsatzfähig ist.



Abb. 2

Während frische Kartoffelnematodenzysten ohne weiteres den oberen Kannenrand passieren, sind die schwereren Rübennematodenzysten zweckmäßigerweise durch Entleeren der Kanne am Ablaufrohr zu gewinnen.

Bei Untersuchung von Bodenproben auf frische Rübennematodenzysten sind aber nicht nur die Unterschiede im spezifischen Gewicht gegenüber Kartoffelnematoden zu beachten, sondern auch jene, die innerhalb der Art Rübennematoden auftreten. Wie stark diese sein können, erfuhren wir im Rahmen von Probepflanzungen, zu denen wir Rhizosphärenerde von befallenen Zuckerrüben und Rapspflanzen benutzten. Die mit dem zu Vergleichszwecken eingesetzten Seinhorst-Elutriator (Seinhorst 1964) gewonnenen Ergebnisse zeigten stets eine höhere Ausbeute an frischen Zysten, wenn sie von Zuckerrüben stammten. Sie betrug im Durchschnitt von vier Spülungen und einer Spüldauer von 6 Minuten 88 % bei 100 cm und 85 % bei 250 cm großen Proben. Spülten wir dagegen Erdmuster aus Raps-Rhizosphäre, betrugen die entsprechenden Werte 67 bzw. 62 %, obwohl

die Spüldauer hierbei bereits auf 8 bzw. 12 Minuten erhöht wurde. In diesen Versuchen wurde ein Wasserdurchlauf von 3,5 l/min. eingehalten. Die Bodenart war in allen Fällen Lößlehm mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 19 %.

Die unter sonst gleichen Bedingungen gewonnenen Ergebnisse zeigten eine erheblich geringere Ausbeute, sobald es sich um Erde aus der Raps-Rhizosphäre handelte, selbst bei Verlängerung der Spülzeiten. Nur durch Erhöhung des Gegenstromes scheint eine Verbesserung der Spülergebnisse möglich zu sein.

Die Ursachen dieser Abweichungen lassen sich nur durch unterschiedliche spezifische Gewichte der Zysten erklären. Bei Betrachtung beider Zystenherkünfte unter einem Binokular fiel auf, daß die vom Raps stammenden Zysten nicht nur größer waren, sondern auch mit mehr Bodenteilchen behaftet waren, als die der Rübenherkunft. Außerdem erschien die Außenhaut der an Raps gebildeten Zysten rauher. Besonders der stark ausgeprägte Eisack dieser Zysten war vielfach mit Bodenpartikeln verklebt. (Abb. 3). Zur weiteren Klärung dieser unterschiedlichen

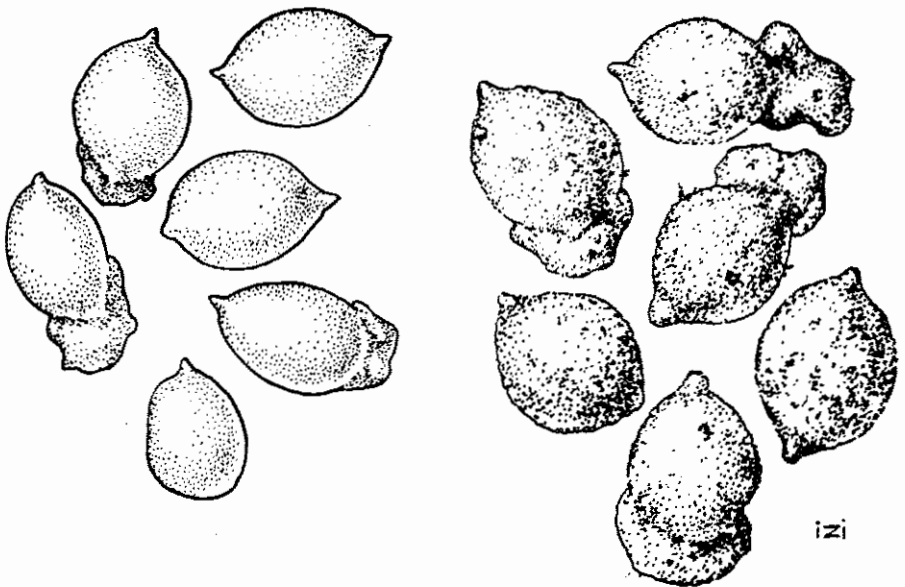


Abb. 3 Frische Rübennematoenzysten von Zuckerrüben (links) und von Raps (rechts)

Spülergebnisse wurden Versuche zwecks Feststellung des Sinkvermögens beider Zystenherkünfte angestellt. Wir benutzten dazu ein 3 cm weites Glasrohr von 62 cm Länge, welches an einem Stativ befestigt wurde. Die Sinkdauer in der bis zum Rand mit Wasser gefüllten Röhre wurde von jeder Zyste einzeln ermittelt: Von je 34 Zysten beider Herkünfte erreichten alle vom Raps stammenden innerhalb 50 Sekunden den Röhrenboden. In der gleichen Zeit vermochten jedoch nur 12 Zysten der Rübenherkunft die gleiche Strecke zurückzulegen, elf benötigten dazu 60, zehn 70 und eine mehr als 70 Sekunden.

Derartige Gewichtsunterschiede können naturgemäß nicht ohne Einfluß auf das Spülergebnis bleiben. Die Beeinträchtigung der Zystenausbeute aus Proben der Raps-Rhizosphäre findet darin im wesentlichen ihre Begründung.

Das geringe Schwebvermögen spezifisch schwerer Zysten kann bei Benutzung der neuen Spülanlage durch Erhöhung des Gegenstromes am Reduzierventil ausgeglichen werden. Im allgemeinen genügt eine Wasserzufuhr von 2,7 l/min., um befriedigende Ergebnisse zu erzielen.

Der Gegenstrom ist zweckmäßigerweise durch Probespülung und nachfolgender Kontrolle des Bodensatzes richtig einzustellen, wobei darauf zu achten ist, daß einerseits keine Zystenverluste entstehen, andererseits aber Aufschwemmungen erzielt werden, die wenig Bodenteilchen enthalten und eine klare Untersuchungsflüssigkeit ergeben.

Bei vergleichenden Probespülungen mit dem Seinhorst-Elutriator und der neuen Spülanlage erhielten wir folgende Ergebnisse mit je 100 cem Rhizosphärenerde von Raps. Der Gegenstrom betrug beim Seinhorst-Elutriator 3,5 l/min. und bei der neuen Spülkanne 2,7 l/min.

Im Durchschnitt von 4 Spülungen und einer Spüldauer von 6–8 Minuten wurde mit dem Seinhorst-Elutriator eine Ausbeute von 60 % und mit der neuen Spülkanne eine solche von 94 % erzielt. Die Verlängerung der Spülzeiten auf 12 Minuten ergaben keine wesentlichen Verbesserungen der Spülergebnisse. Die entsprechenden Werte für den Seinhorst-Elutriator beliefen sich auf 61 % und für die neue Spülkanne auf 99,5 %.

Der Besatz aller im Rahmen dieser Versuche verwendeten Bodenproben variierte zwischen 41 und 120 frischen Zysten. Die Ausbeute errechnete sich aus der Gesamtzahl der im Bodenmuster enthaltenen Zysten abzüglich der nach dem Spülprozess im Bodensatz verbliebenen.

Die vorstehenden Ergebnisse bestätigen, daß die neue Spülkanne für die Gewinnung frischer Zysten geeignet ist. Selbstverständlich kann sie auch zur Extraktion älterer Zysten aus ungetrockneten Bodenproben benutzt werden. Hierbei sind die gleichen Anwendungsvorschriften zu beachten, wie bei der Gewinnung frischer Zysten. Das gilt besonders für die Einstellung des richtigen Gegenstromes durch Probespülungen und nachfolgender Untersuchung des Bodensatzes. Die darin zurückbleibenden Zysten besitzen in den meisten Fällen ein Vielfaches an Inhalt gegenüber den über den Kannenkragen gespülten. Aus diesem Grunde kann – und das gilt generell für alle Spültechniken – die Zystenausbeute nicht gleichgesetzt werden mit der Ausbeute an Eiern und Larven, was bei der Bewertung von Spülergebnissen zu berücksichtigen ist.

Inwieweit die Gewinnung freilebender Nematoden mit der hier beschriebenen Spülkanne möglich ist, wird noch in künftigen Versuchen festzustellen sein.

S u m m a r y

A new apparatus for the separation of cysts from undried soil is described. Particularly the separation of new heavy cysts was better with the new apparatus than with other methods.

L i t e r a t u r

Seinhorst, J. W., Methods for the extraction of Heterodera cysts from previously not dried soil samples. *Nematologica* 10, 1964, 87–94.

B. WEISCHER,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Hackfrucht-krankheiten und Nematodenforschung, Münster (Westf.)

Selektive Wirkung bei pflanzenverträglichen Nematiziden

Die in den letzten Jahren entwickelten pflanzenverträglichen, wasserlöslichen Verbindungen scheinen im Gegensatz zu den breitwirkenden vergasenden Bodenentseuchungsmitteln insofern eine selektive Wirkung zu besitzen, als sie einzelne Nematodenarten in unterschiedlichem Maße schädigen. So zeigte sich in eigenen Versuchen, daß Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis*) mit Fensulfothion sehr gut bekämpft werden können, während bei Rübenematoden (*H. schachtii*) die gleiche Aufwandmenge nur zu einer unwesentlichen Verminderung der Population am Ende der Vegetationsperiode führt. In ähnlicher Weise stellten De n O u d e n und Seinhorst (1964) fest, daß *H. rostochiensis* und *Tylenchorhynchus dubius* unterschiedlich auf verschiedene systemisch wirkende Nematizide reagierten. Brodie und Burton (1967) fanden, daß *Belonolaimus longicaudatus* empfindlicher gegen eine Behandlung mit systemisch wirkenden Mitteln war als *Hypoperine graminis* und Brodie (1968) wies nach, daß Wirkungsgrad und Wirkungsdauer der Mittel bei *B. longicaudatus* anders waren als bei *Trichodorus christiei*. Rößner (1968) beobachtete in seinen Freilandversuchen deutliche Unterschiede in der Wirksamkeit von Fensulfothion gegen verschiedene Arten wandernder Wurzelneematoden, doch waren sie z. T. offensichtlich durch die verschiedenartige Bodenzusammensetzung bedingt.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden durchgeführt, um das Verhalten mehrerer Phytonematoden gegenüber 3 verschiedenen pflanzenverträglichen Nematiziden unter kontrollierten Bedingungen an verschiedenen Wirtspflanzen zu vergleichen. In die Versuche waren 10 Nematodenarten und 6 Pflanzenarten einbezogen.

Material und Methode

Die Versuchserde wurde mit 1,5; 3; und 5 ppm der Wirkstoffe Aldicarb, Zinophos und Fensulfothion vermischt und in Tontöpfe (10 cm Ø, 12 cm Höhe) gefüllt. An die in gedämpfte und behandelte Erde gesetzten Pflanzen wurden je Topf rd. 3000 Larven II der vier geprüften *Heterodera*-Arten, rd. 100 Stengelälchen oder 100 Blattälchen gegeben. Bei *Meloidogyne* und den beiden wandernden Wurzelneematoden wurde natürlich verseuchte Erde verwandt. Die Auswertung wurde dann vorgenommen, wenn an den unbehandelten Kontrollpflanzen deutliche Symptome, frische Zysten oder Gallen zu sehen waren. Die Versuchsdauer lag je nach Nematoden- und Pflanzenart zwischen 6 und 8 Wochen, in einem Fall bei 11 Wochen.

Ergebnisse

Die bei der Auswertung ermittelten Befallszahlen sind in den Tabellen 1–3 dargestellt. Tab. 1 zeigt die Ergebnisse eines Versuches, bei dem die Wirkung der Präparate gegen vier verschiedene Nematodenarten an der gleichen Wirtspflanze (Gerste) geprüft wurde. Es fällt sofort auf, daß *Heterodera avenae* und *Meloidogyne naasi* empfindlicher auf die Mittel reagiert haben als *Pratylenchus crenatus*

Tab. 1. Wirkung von Aldicarb, Zinophos und Fensulfothion auf Nematoden an Gerste (*Hordeum vulgare*).

Anzahl der Nematoden, Zysten bzw. Gallen je Pflanze in % der Kontrolle. Durchschnitt aus fünf Wiederholungen.

	<i>Pratylenchus crenatus</i>	<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	<i>Heterodera avenae</i>	<i>Meloidogyne naasi</i>
Kontrolle absolut	226	3074	29	82
relativ	100	100	100	100
Aldicarb				
1,5 ppm	112	75	2	5
3 "	216	110	1	1
5 "	112	58	0	0
Zinophos				
1,5 ppm	126	235	1	34
3 "	242	115	1	5
5 "	57	49	1	7
Fensulfothion				
1,5 ppm	62	58	28	9
3 "	74	114	10	1
5 "	47	68	2	2

und *Tylenchorhynchus dubius*. Die beiden sessilen Arten sind in jedem Falle erheblich reduziert worden, während bei den wandernden Arten in etlichen Fällen in den behandelten Serien mehr Tiere waren als in den unbehandelten Kontrollen. Das dürfte im wesentlichen auf einer unterschiedlichen Empfindlichkeit beruhen, denn innerhalb der Versuchsdauer von 8 Wochen konnte sich die schnellere Generationsfolge der wandernden Nematoden noch nicht so entscheidend auswirken. Die selektive Wirkung der einzelnen Mittel kommt auch zum Ausdruck, wenn man die Nematodenzahlen innerhalb einer Spalte vergleicht. So hat z. B. das Fensulfothion bei *P. crenatus* deutlich besser gewirkt als die beiden anderen Mittel, während es bei *H. avenae* schlechter war als Aldicarb und Zinophos. Die Tatsache, daß bei den wandernden Nematoden die Behandlung mit 3 ppm aller eingesetzten Mittel in 5 von 6 Fällen zu einer stärkeren Vermehrung geführt hat als in den Kontrollen, beruht wahrscheinlich auf einer Verbesserung des Wurzelwachstums durch Abtötung eines Teiles der Nematoden, die den Überlebenden bessere Lebensbedingungen verschaffte.

In einem ähnlichen Versuch wurden Ackerbohnen (*Vicia faba*) in entsprechend behandelter Erde angezogen und dann mit fünf verschiedenen Nematodenarten infiziert. Drei davon waren sessile Wurzelnematoden (*Heterodera göttingiana*, *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*) und zwei vagile Blatt- und Stengelbewohner

(*Aphelenchoides ritzemabosi* und *Ditylenchus dipsaci*). Deutliche Unterschiede in der Wirksamkeit der einzelnen Mittel zeigen sich bei *M. javanica* und bei *D. dipsaci*. Beide wurden durch Zinophos merklich stärker in ihrer Vermehrung behindert als durch Aldicarb und Fensulfothion. *A. ritzemabosi* reagierte auf Aldicarb etwas empfindlicher als auf die beiden anderen Präparate, doch traten die Unterschiede nur bei der geringen Aufwandmenge in Erscheinung. Schon bei der mittleren Konzentration aller verwendeten Mittel wurden fast alle Blattälchen abgetötet, während sich bei den anderen Nematoden teilweise noch erhebliche Populationen entwickelten. Fensulfothion hat bei 3 ppm die Entwicklung von *A. ritzemabosi* und *H. göttingiana* nahezu und bei 5 ppm völlig verhindert, während sich die *Meloidogyne*-Arten und *D. dipsaci* auch bei 5 ppm noch vermehrten, wenn auch nicht so stark wie in der Kontrolle. Hier sei eine Beobachtung erwähnt, die u. U. für die praktische Anwendung von Bedeutung sein kann. In einer einzelnen Pflanze wurden trotz der hohen Aufwandmenge (5 ppm Fensulfothion) fast 12000 Stengelälchen gefunden, mehr als durchschnittlich in den Kontrollen. Alle Tiere waren innerhalb der Pflanze auf einen verhältnismäßig kleinen Raum beschränkt, die übrigen Teile waren nematodenfrei. Offensichtlich war hier, vielleicht infolge einer Verletzung der Leitgewebe, in der Pflanze eine „Nische“ entstanden, in die das Mittel nicht eindringen konnte bzw. um die es herumgeleitet wurde.

Tab. 2 zeigt eine Gegenüberstellung der Ergebnisse, die bei den vier in die Versuche einbezogenen Arten der Gattung *Heterodera* erzielt wurden. Unerwartete

Tab. 2. Wirkung von Aldicarb, Zinophos und Fensulfothion auf *Heterodera* spp. Anzahl der neugebildeten Zysten je Pflanze in % der Kontrolle. Durchschnitt aus fünf Wiederholungen.

	<i>Heterodera</i>			
	<i>avenae</i>	<i>göttingiana</i>	<i>rostochiensis</i>	<i>schachtii</i>
Kontrolle				
absolut	151	1490	274	162
relativ	100	100	100	100
Aldicarb				
1,5 ppm	50	27	124	46
3 "	23	19	14	13
5 "	19	5	2	3
Zinophos				
1,5 ppm	23	2	125	85
3 "	21	2	86	96
5 "	6	2	15	73
Fensulfothion				
1,5 ppm	57	26	150	49
3 "	29	3	86	41
5 "	0	0	49	9

terweise reagierte *H. schachtii* nicht schlechter, sondern eher empfindlicher auf die drei Nematizide als *H. rostochiensis*. Die anfangs erwähnte, aus Feldversuchen stammende Beobachtung, daß *H. rostochiensis* mit Fensulfothion leichter zu bekämpfen ist als *H. schachtii*, ließ sich unter den kontrollierten Bedingungen des Gewächshausversuches also nicht bestätigen. Bei der niedrigen Aufwandmenge entwickelten sich bei *H. rostochiensis* sogar viel mehr Zysten als in der Kontrolle, während bei *H. schachtii* in allen Fällen einer Behandlung die Zystenanzahl unter der der Kontrolle blieb. Die auch von anderen Untersuchern bestätigten, abweichenden Ergebnisse des Feldversuches können also nicht auf einer selektiven Wirkung der Mittel beruhen. Die höhere Endpopulation bei *H. schachtii* ist offensichtlich dadurch zustande gekommen, daß sich dort zwei Generationen bilden konnten, während *H. rostochiensis* unter den hiesigen Freilandbedingungen nur eine Generation im Jahr entwickelt. Der Topfversuch wurde aber nach acht Wochen ausgewertet, als an den Kontrollen die ersten Zysten braun verfärbt waren, so daß eine zweite Generation noch nicht aufgetreten sein konnte. Die empfindlichste Heterodera-Art war *H. göttingiana*. Sie reagierte besonders gut auf Zinophos.

In Tab. 3 sind als Beispiele die Ergebnisse von vier Versuchsreihen wiedergegeben, in denen das Verhalten der gleichen Nematodenart an verschiedenen

Tab. 3. Einfluß der Wirtspflanze auf die Wirkung von Aldicarb, Zinophos und Fensulfothion gegen *Heterodera avenae*, *Meloidogyne javanica* und *Aphelenchoides ritzemabosi*.

Anzahl der neuen Zysten, Gallen bzw. Nematoden je Pflanze in % der Kontrolle. Durchschnitt aus fünf Wiederholungen.

	<i>Heterodera avenae</i>		<i>Meloidogyne javanica</i>		<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>	
	Hafer	Gerste	Ackerbohne	Tabak	Ackerbohne	Tabak
Kontrolle						
absolut	151	29	198	124	533	5901
relativ	100	100	100	100	100	100
Aldicarb						
1,5 ppm	50	2	66	25	17	2
3 „	23	1	30	21	0	0
5 „	19	0	4	3	0	0
Zinophos						
1,5 ppm	23	1	3	66	37	27
3 „	21	1	1	32	4	9
5 „	6	1	0	8	1	31
Fensulfothion						
1,5 ppm	57	28	76	148	32	35
3 „	29	10	46	91	2	10
5 „	0	2	26	62	0	1

Wirtspflanzen geprüft wurde, wo also der mögliche Einfluß der Pflanze auf die Wirksamkeit eines Mittels deutlich werden konnte. Ein solcher Einfluß war bei *Heterodera avenae* stark ausgeprägt. In Gerste verhinderten die Mittel, vor allem Aldicarb und Zinophos, die Vermehrung dieses Nematoden viel besser als in Hafer. Aber auch bei Fensulfothion macht sich ein Unterschied bemerkbar, obwohl diese Verbindung in Gerste weniger gut wirkte als die beiden anderen. Man hat den Eindruck, daß die Nematoden in der schlechteren Wirtspflanze Gerste gegen die Präparate empfindlicher waren als in dem guten Wirt Hafer. Die Beobachtungen von Den Ouden und Seinhorst (1964), nach denen die Behandlung mit systemisch wirkenden Nematiziden die Wirtseignung einer Pflanze verschlechtern kann weisen in eine ähnliche Richtung.

Auch bei *Meloidogyne javanica* zeigen sich deutliche Unterschiede in der Wirkung der Mittel in den beiden angeführten Wirtspflanzen Ackerbohne und Tabak. Vor allem Zinophos und Fensulfothion wirkten in Tabak erheblich schlechter als in Ackerbohne. Dabei handelt es sich aber weniger um Unterschiede in der Wirtspflanzeignung, wie ein Vergleich der Kontrollen zeigt. Vielmehr scheint ein verschiedenartiges Verhalten der Pflanzen gegenüber den einzelnen Verbindungen die Ursache für deren unterschiedliche Wirkung zu sein. Das wird bestätigt durch die Beobachtung von Simon (mündl. Mitt.), daß Zinophos in Tabak schlechter aufgenommen und geleitet wird als in anderen Pflanzen. Bei *M. incognita* konnten ähnliche Unterschiede festgestellt werden, wenn sie auch weniger deutlich waren als bei *M. javanica*. Dagegen reagierte *A. ritzemabosi* in Ackerbohne und Tabak auf alle Mittel und Konzentrationen ziemlich gleich, obwohl der Tabak eine wesentlich bessere Wirtspflanze war, wie die 10-fach höhere Population in den Kontrollen beweist. Wahrscheinlich waren die in diesen Versuchen angewandten Mittelmengen bzw. ihre Abstufung für diese Nematodenart bereits zu groß, um etwa vorhandene Unterschiede deutlich werden zu lassen.

Die geschilderten Versuche haben bestätigt, daß bei den drei geprüften Nematiziden eine selektive Wirkung vorhanden ist. Die Unterschiede in der Wirksamkeit sind teilweise durch eine unterschiedliche Empfindlichkeit der Nematodenarten gegenüber einzelnen Mitteln bedingt. Teilweise beruhen sie aber auch auf dem verschiedenartigen Verhalten der Pflanzen gegenüber den Mitteln. Diese Faktoren müssen beim Einsatz der Präparate berücksichtigt werden und erfordern eine genauere Differenzierung bei der Beratung, als sie bei den herkömmlichen Bodenentseuchungsmitteln mit ihrer breiten Wirkung notwendig war.

S u m m a r y

Selectivity in non-phytotoxic nematicides

In pot test the effects of three non-phytotoxic nematicides against 10 different species of plant parasitic nematodes were studied. Soil was treated with 1,5; 3 and 5 ppm of Aldicarb, Zinophos and Fensulfothion, respectively, and filled into clay pots. One week after the treatment plants were sown or planted and inoculated with nematodes. Six to eight weeks after the inoculation the numbers of active nematodes, new cysts and galls respectively were examined. The results showed a remarkable variation of the efficiency of the compounds against the different nematodes. The differences in efficiency were partly due to a different

sensitivity of the nematode species to the compounds and partly to differences in the uptake and translocation of the nematicides and their metabolites in the different plant species.

L i t e r a t u r

- Brodie, B. B., Systemic pesticides for control of sting and stubby-root nematodes on vegetables. *Plant Dis. Repr.* 52. 1968, 19—23.
- , and Burton, G. W., Nematode population reduction and growth response of Bermuda turf as influenced by organic pesticide application. *Plant Dis. Repr.* 51. 1967, 562—566.
- Den Ouden, H., en Seinhorst, J. W., De invloed van enkele systemische nematiciden op de vermeerdering van *Heterodera rostochiensis* op aardappel en van *Tylenchorhynchus dubius* op stoppelknollen. *Meded. Landbouwhoges. Gent* 24. 1964, 810—817.
- Röbner, J., Wirkung eines pflanzenverträglichen Nematizides auf die Populationsentwicklung wandernder Wurzelnematoden in Forstpflanzengärten. *Ztschr. Pfl.krankh.* 75. 1968, 527—536.

U. WYSS,

Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz der TU Hannover

Untersuchungen über das Schadauftreten wandernder Wurzel nematoden an Erdbeerkulturen in Niedersachsen

Der Erdbeeranbau hat im Lande Niedersachsen in den letzten Jahren eine beträchtliche Ausweitung erfahren. Während diese arbeitsintensive Kultur früher vorwiegend in kleineren Betrieben anzutreffen war, sind jetzt auch bäuerliche Betriebe dazu übergegangen, unter Einsatz technischer Hilfsmittel Erdbeeren feldmäßig anzubauen.

Im Rahmen einer Arbeitsgemeinschaft wurde seit 1966 das Auftreten von Schäden durch Bodenorganismen im Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz der TU Hannover näher bearbeitet. Bei Probenahmen aus insgesamt 142 Erdbeeranbauflächen wurden z. T. große Populationen sowohl endoparasitischer als auch ektoparasitischer Wurzel nematoden festgestellt. Das Vorfinden solcher Nematoden besagt allerdings noch wenig über die Eignung der Erdbeere als deren Wirtspflanze, da auch die Vorfrucht sowie etwaige Verunkrautung ihre Individuendichte beeinflußt haben konnten. Nachstehend soll über die wichtigsten Arten, ihre Verbreitung und Vertikalverteilung berichtet werden.

I. Über die Verbreitung wandernder Wurzel nematoden an Erdbeerkulturen in Niedersachsen

Die Untersuchungen wurden von Anfang April 1966 bis Mai 1968 durchgeführt. Es wurden zur Hauptsache Erwerbsbetriebe, aber auch Zuchtbetriebe und Anlagen in Kleingärten erfaßt. Von den 142 untersuchten Erdbeeranbauflächen entfielen 95 auf leichte, 38 auf mittelschwere, 7 auf schwere und 2 auf moorige Böden. In Abb. 1 sind die Untersuchungsorte und deren Bodenverhältnisse schematisch eingetragen. Bei der Probenahme wurden mehrere Pflanzen bis zu einer Tiefe von 30 cm ausgegraben und in Folienbeutel verpackt. Nesterweise im Bestand verteilte Gruppen kümmernder Pflanzen wurden dabei als befallsverdächtig bevorzugt berücksichtigt.

Die endoparasitisch lebenden *Pratylenchus*-Arten wurden mittels einer Belüftungsapparatur (W y s s, 1968) aus den Wurzeln isoliert. Die Isolierung der ektoparasitisch lebenden Nematoden aus dem Boden erfolgte zunächst mit Hilfe des Ausschlämverfahrens nach S e i n h o r s t (1956). Die gewonnenen Suspensionen wurden anschließend über zwei übereinander gestellte Siebe von 160 bzw. 50 μ Maschenweite gegossen und die Rückstände getrennt in zwei Bechergläser überführt. Der Rückstand vom 160 μ Sieb, der die größeren Nematoden enthielt, wurde sorgfältig über ein Gazesieb mit 0,5 mm Maschenweite in einen Plastiktrichter mit Quetschhahnverschluß gespült und der Trichter mit Leitungswasser bis ca. 1/2 cm über das Sieb hinaus angefüllt. Die durch das Gazesieb durchwandernden Nematoden wurden nach zwei Tagen durch Öffnen des Quetschhahns abgesogen. Die kleineren Nematodenformen aus dem 50 μ Siebrückstand wurden wie allgemein üblich durch Milchwattfilter isoliert. Die Aufteilung des Siebvorganges in diese beiden Trennverfahren erwies sich als unbedingt erforderlich, da die adulten Tiere und die älteren Larvenstadien von *Longidorus*- und *Xiphinema*-Arten wegen ihrer Größe und Trägheit zum größten Teil im Wattfilter hängenbleiben.

Der Autor bedankt sich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die materielle Unterstützung zur Durchführung der Untersuchungen.

Über das Vorkommen wandernder Wurzel nematoden in Niedersachsen orientiert Tab. 1.

1. Endoparasitisch lebende Wurzel nematoden

In den untersuchten Erdbeerbeständen wurden nur Angehörige der Gattung *Pratylenchus*, doch fast regelmäßig und in z. T. hoher Individuendichte, gefunden. Aus den Zahlen in Tab. 1 geht hervor, daß sich bei weitem der größte Anteil der Population in den Wurzeln befindet. Es wurden insgesamt fünf *Pratylenchus*-Arten im Untersuchungsgebiet festgestellt. Am weitesten verbreitet war die Art *P. penetrans*, die auch zahlenmäßig am stärksten in Erscheinung trat (Tab. 1) und in Mischpopulationen überwog.

Unter den wandernden Wurzel nematoden wird *P. penetrans* von Hijink und Oostenbrink (1968) als wichtigster Schaderreger an Erdbeeren angesehen. Zahlreiche Autoren, u. a. Goheen und Smith (1956), Braun und Keplinger (1960) und Townshend (1962) wiesen durch *P. penetrans* an Erdbeeren hervorgerufene Wuchsdepressionen experimentell nach. 1963 erbrachte Townshend den ersten Nachweis, daß oberflächlich sterile *P. penetrans* in steriler Kultur ausgedehnte Verbräunungen und Nekrosen im Rindengewebe der Erdbeere verursacht. Bei starkem Befall (mehr als 5000 Tiere pro 5 g Wurzeln (Frischgewicht) kümmern die Pflanzen nach eigenen Beobachtungen deutlich sichtbar.

Die Populationsentwicklung von *P. penetrans* kann durch die Anwesenheit von Pilzen gefördert werden. McKeen und Mountain (1960) stellten bei der Auberginenwelke eine synergistische Wirkung zwischen *P. penetrans* und *Verticillium albo-atrum* fest. Bei gleichzeitigem Auftreten wurde die Intensität der Welke gesteigert und die Populationsentwicklung von *P. penetrans* in den Wurzeln gefördert. Ein ähnlicher populationsfördernder Einfluß wird mit großer Wahrscheinlichkeit auch bei der Erdbeerwurzel durch die physiologischen Veränderungen im *Verticillium*-befallenen Gewebe hervorgerufen. Es zeigte sich bei den eigenen Untersuchungen, daß bei gleichzeitigem *Verticillium*-Befall in den Wurzeln besonders viele Nematoden vorhanden waren. Von den insgesamt elf Erdbeerbeständen, in denen *P. penetrans* in großer Individuendichte (Abb. 2) nachgewiesen wurde, waren neun mit *V. albo-atrum** verseucht. Über einen ätiologischen Zusammenhang zwischen *P. penetrans* und der *Verticillium*-Welke der Erdbeere berichten Abu-Gharbieh et. al. (1962) und Rich und Miller (1964).

P. crenatus war an Erdbeeren weniger häufig und auch in geringerer Individuenzahl zu finden als *P. penetrans*. Die Art bevorzugt Literaturangaben gemäß Gramineen als Wirtspflanzen. Entsprechend wurde sie bei den eigenen Untersuchungen am häufigsten in Erdbeerbeständen nach Getreidevorfrucht gefunden. Der Wurzelbesatz erreichte nie die hohen Werte von *P. penetrans* (Tab. 1). Verglichen mit *P. penetrans* war der Anteil der Tiere in der Wurzeleerde größer als in den Wurzeln. Es ist deshalb anzunehmen, daß sich die Erdbeere für *P. crenatus* nicht besonders gut als Wirtspflanze eignet. Die übrigen drei Arten, *P. neglectus*, *P. pratensis* und *P. thornei* wurden nur selten und in geringer Zahl an Erdbeeren gefunden.

*) pers. Mitteilung V. Zinkernagel (Inst. f. Pfl.krankheiten u. Pfl.schutz der TU Hannover)

Tabelle 1. Vorkommen wandernder Wurzelnematoden in 142 Erdbeeranbauflächen in Niedersachsen.

Überblick über maximale und durchschnittliche Individuendichte und Einfluß der Bodenart auf die Häufigkeit des Auftretens.

Gattung	Art	1	2	3	4	5	Untersuchungs- orte			Bodenart		
							142	95	86	mittel, schwer	leicht	schwer, moorig
							Fundorte					
<i>Pratylenchus</i>	<i>crenatus</i>	89,4					127	86	33	6	2	
	<i>neglectus</i>	35,9	680	6240	95	712	51	35	13	2	1	
	<i>penetrans</i>	3,5	65	380	24	120	5		4	1		
	<i>pratensis</i>	58,5	720	29000	49	2781	83	61	17	3	2	
	<i>thornei</i>	1,4	80	340	45	210	2	2				
		1,4	110	45	65	30	2				2	
<i>Criconemoides</i>		6,3	45		16		9	8	1			
	<i>Hemicycliophora</i>	2,8	90		47		4					
	<i>Paratylenchus</i>	38,7	490		68		55	26	25	4		
	<i>Helicotylenchus</i>	13,4	430		43		19	10	5	3	1	
<i>Roltylenchus</i>		36,6					52	38	11	3		
	<i>fallorobustus</i>	13,4	390		49		19	8	8	3		
	<i>robustus</i>	25,4	780		74		36	32	4			
<i>Tylenchorhynchus</i>		90,1	890		92		128	84	35	7	2	
	<i>icarus</i>	7,7	610		132		11		9	2		
<i>Longidorus</i>		30,3					43	36	6	1		
	<i>attenuatus</i>	1,4	80		55		2	2				
	<i>elongatus</i>	30,3	360		95		43	36	6	1		
	<i>vincicola</i>	2,1	60		37		3	3				
<i>Xiphinema</i>	<i>diversicaudatum</i>	3,5	45		23		5	5				
		59,9					85	75	9	1		
<i>Trichodorus</i>	<i>aequalis</i>	3,5	45		22		5	5				
	<i>cylindricus</i>	1,4	35		22		2	1	1			
	<i>nanus</i>	3,5	60		34		5	5				
	<i>pachydermus</i>	41,5	135		45		59	58	1			
	<i>primitivus</i>	13,4	85		32		19	11	7	1		
	<i>similis</i>	28,2	105		28		40	36	4			
	<i>teres</i>	2,1	30		15		3	3				
	<i>viruliferus</i>	12,0	90		31		17	17				

2. Ektoparasitisch lebende Wurzelnematoden

a) Ordnung Tylenchida

i) Familie Criconematidae

Im Untersuchungsgebiet wurden als Angehörige dieser Familie die drei Gattungen *Criconemoides*, *Hemicycliophora* und *Paratylenchus* nachgewiesen. Von diesen trat nur die zuletzt genannte Gattung häufig auf. Verglichen mit den an anderen Pflanzen festgestellten hohen Werten (s. u. a. Weischer, 1961, und Fisher, 1967), war die Individuendichte von *Paratylenchus* spp. an Erdbeerkulturen sehr gering. Die von Chapman (1956) und Davies (1965) geäußerte Vermutung, *Paratylenchus* könne an Erdbeeren als ein potentiell wichtiger Schaderreger in Betracht kommen, bedarf noch der experimentellen Bestätigung. Die Pathogenität von *Paratylenchus* spp. ist bekanntlich äußerst gering. Nur bei einer sehr hohen Bodenverseuchung könnten sie Wachstumsdepressionen verursachen, wie sie beispielsweise von Weischer (1961), Coursen und Jenkins (1958) und Fisher (1967) an anderen Pflanzen festgestellt wurden. Für die *Criconemoides*- und *Hemicycliophora*-Arten ist die Erdbeere offensichtlich keine gute Wirtspflanze.

ii) Familie Hoplolaimidae

Die Familie wurde durch die Gattungen *Rotylenchus* und *Helicotylenchus* vertreten. Von den beiden gefundenen *Rotylenchus*-Arten trat *R. robustus* häufiger und auch zahlreicher auf als *R. fallorobustus* (Tab. 1). Berichte über das Vorkommen von *R. robustus* an Erdbeerkulturen stammen aus zahlreichen Ländern. Die Art wird von Meijneke (1958), Sturhan und v. Krosigk (1960) und Hijink und Oostenbrink (1968) als möglicher Schaderreger an Erdbeeren angesehen. Mit einer Schädigung ist jedoch nur bei Auftreten in hoher Individuendichte zu rechnen. Die Gattung *Helicotylenchus* wurde in 13,4 % der untersuchten Anlagen gefunden. Identifiziert wurden die Arten *H. digonicus*, *H. pseudorobustus* und *H. vulgaris*. Vereinzelt Individuen konnten auch im Rindengewebe der Erdbeerwurzel nachgewiesen werden.

iii) Familie Tylenchidae

Von dieser Familie wurde unter den wandernden Wurzelnematoden nur die Gattung *Tylenchorhynchus* nachgewiesen. Sie ist im Untersuchungsgebiet außerordentlich weit verbreitet (Tab. 1). Unter zahlreichen Arten trat *T. dubius* am häufigsten und auch zahlenmäßig am stärksten auf. Die zur Zeit größte *Tylenchorhynchus*-Art, *T. icarus**, wurde nur südlich von Hannover in insgesamt elf Beständen nachgewiesen. Sie wurde im Wurzelbereich kümmernder Pflanzen in relativ hoher Individuendichte festgestellt (Tab. 1).

*) Herrn Dr. Sturhan, BBA Münster, sei für die Artbestimmung gedankt.

1 = Prozentuales Vorkommen in den 142 untersuchten Erdbeeranbauflächen

2 = Maximale Anzahl pro 150 ml Erde

3 = Maximale Anzahl pro 5 g Wurzeln (Frischgewicht)

4 = Durchschnittliche Anzahl pro 150 ml Erde, bezogen auf die Fundorte mit Vorkommen der Gattung oder Art

5 = Durchschnittliche Anzahl pro 5 g Wurzeln, bezogen auf die Fundorte mit Vorkommen der Gattung oder Art

b) Ordnung Dorylaimida

i) Familie Dorylaimida

Von den beiden dieser Familie angehörenden wurzelparasitären Gattungen war *Longidorus* weitaus stärker im Untersuchungsgebiet verbreitet als *Xiphinema*. Die Art *L. elongatus* wurde am häufigsten und in höchster Individuendichte gefunden. An einigen Stellen traten bisexuelle Populationen mit zahlreichen Männchen und begatteten Weibchen auf. Das Auffinden solcher Populationen ist interessant, da allgemein vermutet wird, daß sich *L. elongatus* nur parthenogenetisch vermehrt. In den übrigen Fundstellen wurden Männchen nur vereinzelt und Spermien enthaltende Weibchen überhaupt nie gefunden. Morphologische Abweichungen zwischen bi- und monosexuellen *L. elongatus*-Populationen wurden nicht festgestellt. Untersuchungen zur morphometrischen Variabilität ergaben jedoch statistisch signifikante Unterschiede in einigen Merkmalen.

L. elongatus verdient als direkter Schaderreger an Erdbeeren (Sharma 1965, und Seinhorst 1966) besondere Beachtung. Große wirtschaftliche Bedeutung kommt dieser Art in Schottland zu, wo sie als Überträger des Raspberry Ringspot — und des Tomato Blackring Virus erhebliche Schäden verursacht (Taylor 1967). Diese beiden Ringfleckenviren wurden bis jetzt weder in Deutschland noch in Holland (Seinhorst 1966) und England (Flegg, pers. Mitteilung) an Erdbeeren nachgewiesen. Auch bei eigenen Untersuchungen ergaben Blatt- und Wurzelabreibungen von durch *L. elongatus* geschädigten Erdbeerpflanzen an den Indikatorpflanzen (s. Krczal und Massen 1967) keinen Hinweis auf die Anwesenheit dieser Viren. Die beiden übrigen gefundenen *Longidorus*-Arten *L. attenuatus* und *L. vineacola* wurden nur zweimal bzw. dreimal und jeweils zusammen mit *L. elongatus* an Erdbeerkulturen nachgewiesen.

Von der Gattung *Xiphinema* wurde in Niedersachsen nur *X. diversicaudatum*, insgesamt fünfmal, an Erdbeerkulturen festgestellt. Die Art ist ein direkter Schaderreger an Erdbeeren und Überträger des in südenenglischen Erdbeerkulturen weit verbreiteten Arabis Mosaic Virus. 1962 wurde das Auftreten dieses Virus bei der Erdbeere auch in Westdeutschland erstmals festgestellt und *X. diversicaudatum* als Überträger nachgewiesen (Lister und Krczal).

Im Gegensatz zum nur sporadischen Auftreten in Niedersachsen ist *X. diversicaudatum* in Hessen-Nassau weit verbreitet, mit offensichtlichem Verbreitungsschwerpunkt in den Erdbeeranlagen im Odenwald (Dern 1967). Weisner (1966) sieht klimatisch günstige Gegenden mit kurzen, milden Wintern als entscheidend für die Verbreitung von *Xiphinema*-Arten in Westdeutschland an. Bei einem Vergleich der Klimawerte eigener *X. diversicaudatum*-Fundorte (z. B. Aurich) mit Fundorten in südlicher gelegenen Gegenden Westdeutschlands, z. B. Michelstadt (für Odenwald) und Erlangen (Sturhan 1963) fällt aber auf, daß *X. diversicaudatum* nicht so sehr durch milde und kurze Winter, sondern eher durch heiße und lange Sommer gefördert wird. Eine ähnliche Parallele zur geographischen Verbreitung stammt aus Großbritannien. *X. diversicaudatum* kommt in Südengland und Wales häufig vor; in Schottland wurde die Art hingegen trotz intensiver Suche erst vereinzelt nachgewiesen (Taylor et al., 1966). *X. diversicaudatum* wurde aber bei eigenen Untersuchungen auch in einem natürlichen ungestörten Biotop einer Dauerweide in Rotenburg (Han.) nachgewiesen und dürfte deshalb auch in Norddeutschland endemisch sein.

ii) Familie Trichodoridae

Am stärksten vertreten unter den wurzelparasitären Dorylaimida war in Niedersachsen die Gattung *Trichodorus* (Tab. 1). Es konnten insgesamt acht Arten nachgewiesen werden. Es sind in Reihenfolge ihrer Häufigkeit: *T. pachyder-*

mus, *T. similis*, *T. primitivus*, *T. viruliferus*, *T. ,aequalis'*, *T. nanus*, *T. teres* und *T. cylindricus*.

T. ,aequalis' bedarf vermutlich einer Umbeschreibung, da die in Niedersachsen gefundenen Tiere von Allen's Originalbeschreibung in einigen morphologischen Merkmalen abweichen, wie z. B. Schwanz- und Spikulaform und Lage des Exkretionsporus.

In 50 aus insgesamt 85 Fundorten wurden Artgemische festgestellt. 34mal traten zwei, 14mal drei und 2mal vier Arten nebeneinander in derselben Bodenprobe auf. Dabei wurden Mischpopulationen von *T. pachydermus*/*T. similis* sowie *T. pachydermus*/*T. viruliferus* am häufigsten angetroffen. Verglichen mit den hohen Populationsdichten an anderen Pflanzen (s. u. a. Hijink und Kuiper, 1966; Hooper und Whitehead, 1967) erwies sich die Befallsstärke der *Trichodorus*-Arten an Erdbeeren durchweg gering (Tab. 1). Obwohl *Trichodorus* spp. als Erdbeerschädlinge keine Bedeutung besitzen dürften und die Erdbeere sicherlich nicht zu ihren bevorzugten Wirtspflanzen gehört, wurde ihrem Vorkommen viel Aufmerksamkeit geschenkt und Wert auf eine Artbestimmung gelegt, da sie zur Übertragung der stäbchenförmigen Tobacco Rattle und Pea Early Browning Viren befähigt sind. Nach Untersuchungen von van Hoof (1968) können mit Ausnahme von *T. ,aequalis'* alle im Untersuchungsgebiet gefundenen Arten als Vektoren des Rattle Virus fungieren, das bekanntlich in Norddeutschland weit verbreitet ist.

II. Über den Einfluß der Bodenart auf Verbreitung und Populationsdichte

Verschiedene Autoren (s. Wallace, 1963) konnten keine Beziehung zwischen der Bodenart und der Verbreitung bodenbewohnender Nematoden feststellen. Es liegen aber auch mehrere Berichte vor, nach denen sowohl Verbreitung (u. a. van Hoof et al., 1967) als auch Populationsdichte (u. a. Mountain und Boyce, 1958) durch die Bodenart stark beeinflusst werden. Der Einfluß der Bodenart konnte durch die vorgehenden Untersuchungen über das Schadauftreten wandernder Wurzel nematoden besonders gut erfaßt werden, da die Untersuchungen auf den Raum Niedersachsen und nur auf eine Wirtspflanze beschränkt wurden. Ein Einfluß durch stark abweichende klimatische Faktoren und verschiedene Wirtspflanzen scheidet somit aus. Es muß aber berücksichtigt werden, daß bei Untersuchungen in jungen Erdbeerbständen die Wirkung der Vorfrucht auf die Population noch nicht ganz ausgeschaltet ist. Über die Untersuchungsorte und deren Bodenverhältnisse orientiert Abb. 1.

1. Endoparasitisch lebende Wurzel nematoden

Von den endoparasitisch in den Wurzeln lebenden *Pratylenchus*-Arten bevorzugten *P. penetrans* und *P. crenatus* offensichtlich leichtere Böden. Beide Arten waren zwar auch in den Marschböden und in den südlich von Hannover gelegenen Lehm Böden häufig zu finden. Schwerere Böden begünstigten aber einen Populationsaufbau bei weitem nicht so sehr wie die leichteren (Abb. 2).

Durch Infektionsversuche mit *P. penetrans* an Pfirsichsämlingen in verschiedenen Böden wiesen Mountain und Boyce (1958) eine größere Schädigung und Vermehrung in den grobkörnigen Böden experimentell nach. Zu gleichartigen Ergebnissen kamen Endo (1959) durch Infektionsversuche mit *P. brachyurus* an Erdbeeren und Baumwolle, sowie Sher und Bell (1965) mit *P. vulnus* an Rosen. Kable und Mai (1968) glauben, daß das weit verbreitete Auftreten hoher *Pratylenchus*-Populationen in Sandböden mit der Wechselbeziehung zwischen Bodenfeuchte und Bodenart zu erklären sei. Nach ihren Ergebnissen muß für eine günstige Populationsentwicklung von *P. penetrans* mit steigendem Schluff- und Tongehalt des Bodens auch die Wasserspannung zunehmen. Diese Feststellung kann vermutlich dadurch erklärt werden, daß bei der gleichen Wasserspannung, die sich in grobkörnigen Böden als günstig erweist, der Wassergehalt in feinkörnigen Böden noch zu hoch ist. Zudem wird im Frühjahr für die Austrocknung bis zur Erreichung des günstigen Wassergehaltes in feinkörnigen Böden mehr Zeit benötigt, da die Bindungskräfte in diesen Böden größer sind. Nach Erreichen eines günstigen Wassergehaltes besteht dann aber die Gefahr der Bildung von Schrumpfungsrissen und somit tiefer Austrocknung. Die schlechte Durchlüftung bei hohem Wassergehalt in Schluff- und Tonböden dürfte sich mit ziemlicher Sicherheit hemmend auf den Populationsaufbau von *P. penetrans* auswirken, da die Aktivität dieser Art bei Eintritt anaerober Bedingungen stark herabgesetzt wird (W y s s 1968).

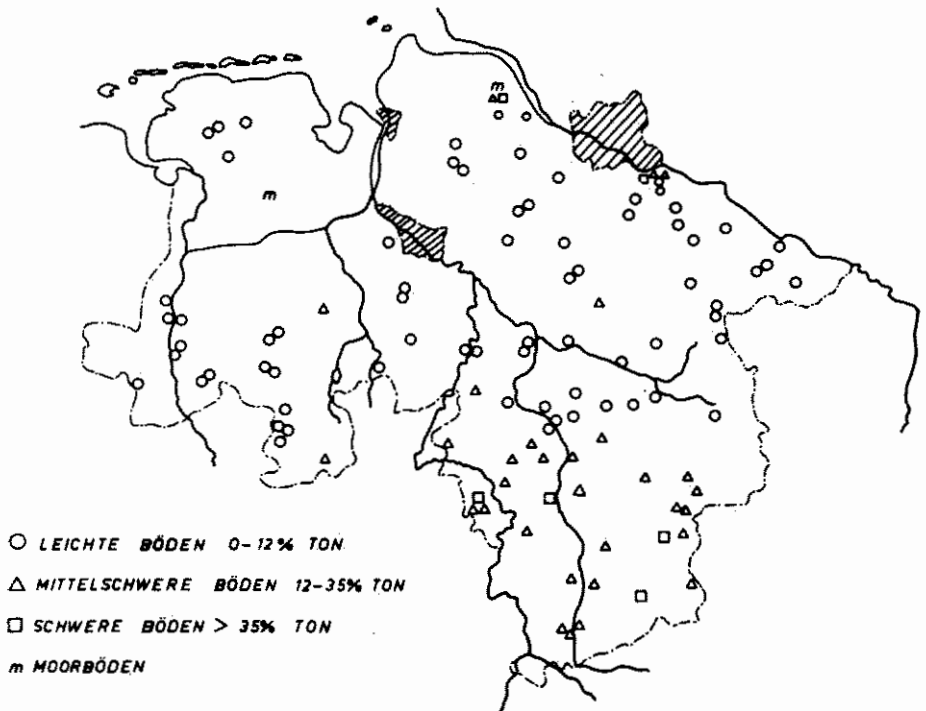


Abb. 1. Übersicht über die Untersuchungsorte und deren Bodenverhältnisse

2. Ektoparasitisch lebende Wurzel nematoden

a) Ordnung Tylenchida

Eine Bevorzugung leichterer Böden zeigten die Gattungen *Criconemoides*, *Hemicycliophora* und die Art *Rotylenchus robustus* (Tab. 1). *R. fallorobustus*, der von Rössner (1967) in hessischen Forstpflanzgärten nur in schwereren Böden gefunden wurde, konnte in Niedersachsen auch in leichten Böden nachgewiesen werden. Innerhalb der Gattung *Helicotylenchus* bevorzugte *H. pseudorobustus* leichtere Böden. *H. digonicus* und *H. vulgaris* traten dagegen vorwiegend auf schwereren Böden auf. *Tylenchorhynchus*-Arten, auch *T. dubius*, der nach Kleymburg und Oostenbrink (1959) bevorzugt leichte Böden bewohnt, waren sowohl auf leichten wie schweren Böden zu finden. Nur *T. icarus* wurde ausschließlich in den Lehm Böden südlich von Hannover festgestellt. Die Gattung *Paratylenchus* war auf sämtlichen Bodenarten verbreitet. Feinkörnige Böden scheinen jedoch für diese Gattung bessere Lebensbedingungen zu bieten. Über ähnliche Feststellungen berichten Cichorius (1960) und Weischer (1960). Letzterer konnte nachweisen, daß einige *Paratylenchus*-Arten nur in ganz bestimmten Böden vorkommen. Da bei den eigenen Untersuchungen auf eine Artbestimmung verzichtet wurde, kann über die ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten im Untersuchungsgebiet nichts ausgesagt werden.

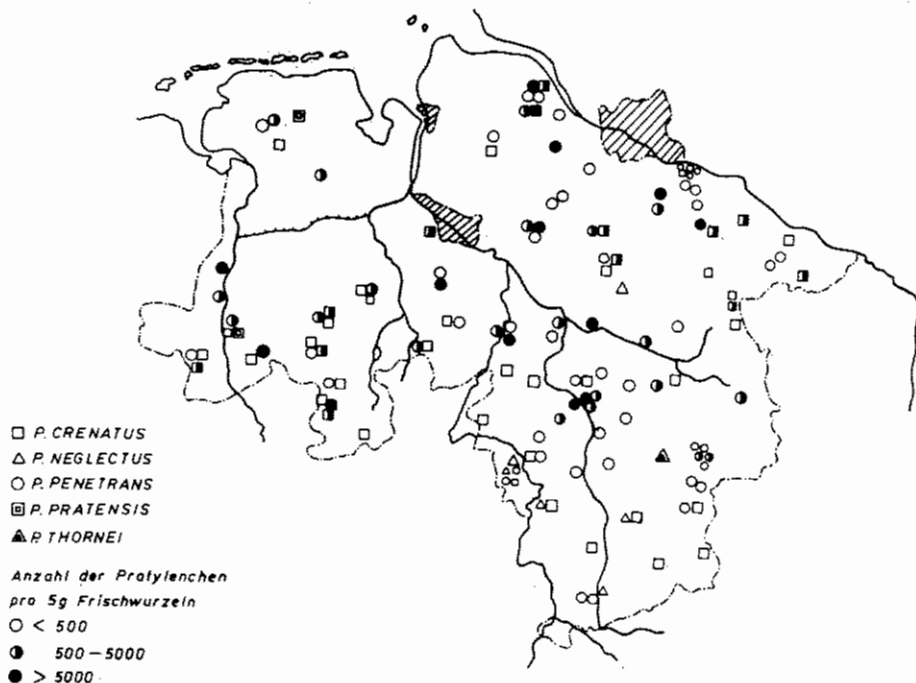


Abb. 2. Übersicht über die Verbreitung von *Paratylenchus*-Arten an Erdbeerkulturen in Niedersachsen

b) Ordnung Dorylaimida

Alle Angehörigen dieser Ordnung wurden vorwiegend auf leichteren Böden nachgewiesen. *L. elongatus* kam vereinzelt auf schwereren Böden vor; günstige Bedingungen für eine Populationsentwicklung konnten jedoch nur in den leichten Böden festgestellt werden. Die Fundorte von *L. attenuatus* und *L. vineacola* lagen gleichfalls nur auf leichten Böden.

Longidorus-Arten scheinen mit wenigen Ausnahmen auf sandige Böden angewiesen zu sein. Sturhan (1963) vermutet, daß für die Verbreitung von *L. maximus*, dessen Körperdurchmesser bis zu 120 μ beträgt, die Korngröße und das dadurch beeinflusste Hohlraumvolumen des Bodens die begrenzenden Faktoren sind. Es ist aber nicht anzunehmen, daß für so große Nematoden nur die Primärporen von Bedeutung sind, da die im Durchmesser fast ebenso große Art *L. macrosoma* auch häufig in Tonböden auftritt (Hooper 1961; Harrison 1964) und sich dort nur in Sekundärporen halten kann.

X. diversicaudatum wurde im Untersuchungsgebiet nur in drei Beständen in einer für diese Art relativ hohen Populationsdichte von durchschnittlich 25–35 Tieren/150 ml Erde angetroffen. Diese drei Fundorte lagen auf schwach lehmigen Sandböden mit einem hohen Gehalt an organischer Substanz. In den beiden übrigen, schwach humosen Sandböden trat die Art nur in geringer Individuenzahl auf. Nach Fritzsche (1966) bevorzugt *X. diversicaudatum* feuchte,

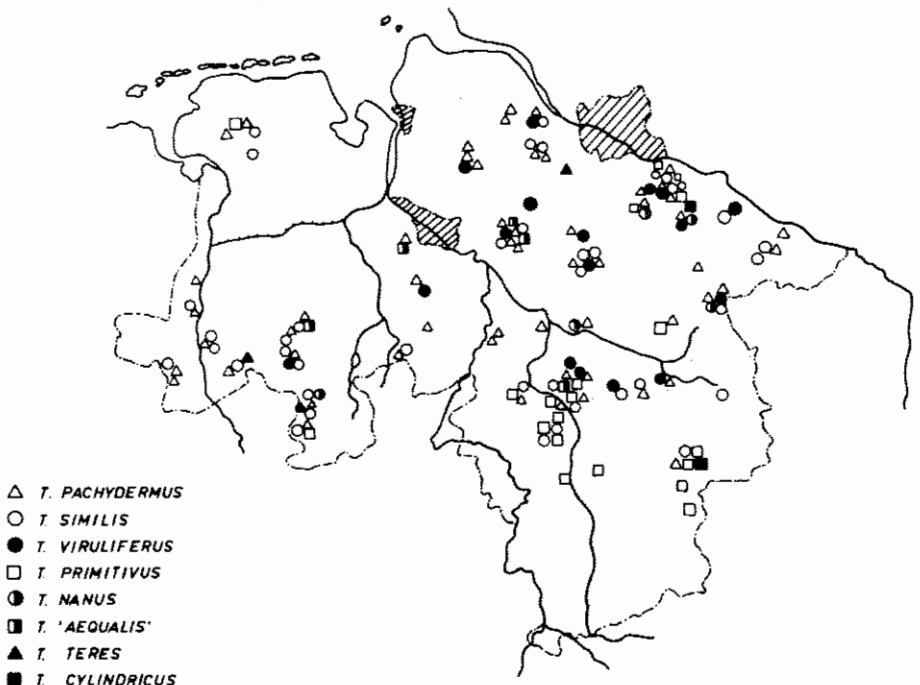


Abb. 3. Übersicht über die Verbreitung von *Trichodorus*-Arten an Erdbeerkulturen in Niedersachsen

schattige Biotope. Die Art ist in Südengland in Lehm- und Tonböden weit verbreitet. Auch in Belgien wurde sie an Erdbeerkulturen nur in den mittelschweren bis schweren Böden gefunden. Durch die Bevorzugung feinkörniger Böden scheint *X. diversicaudatum* noch stärker an feuchtere Biotope gebunden zu sein als *L. elongatus*. In solchen Böden werden günstige Lebensbedingungen mit ziemlicher Sicherheit aber nur durch eine hohe Stabilität des Aggregatgefüges gewährleistet (Weischer 1960; Jones und Parrot 1968).

Die Gattung *Trichodorus* ist auf leichten Böden im Untersuchungsgebiet außerordentlich weit verbreitet. Sie wurde in 79 % der insgesamt 95 untersuchten Anbauflächen auf leichten Böden nachgewiesen. Von den acht gefundenen Arten kamen *T. aequalis*, *T. nanus*, *T. teres* und *T. viruliferus* nur auf Sandböden vor. Auch *T. pachydermus* und *T. similis* bewohnten bevorzugt solche Böden (Tab. 1). Einzig die Art *T. primitivus* scheint in ihren bodenökologischen Ansprüchen nicht so eng an leichte Böden gebunden zu sein (Tab. 1 und Abb. 3). Im allgemeinen bestätigen die Ergebnisse die Feststellungen von Hooper und Whitehead (1967), Rössner (1967), Sturhan (1967) und van Hoof et al. (1967), nach denen die Verbreitung der Gattung *Trichodorus* im wesentlichen auf leichte Sandböden beschränkt ist.

III. Untersuchungen zur Vertikalverteilung im Freiland

Bei den Untersuchungen zur Verbreitung wurzelparasitärer Nematoden an Erdbeeren wurden generell nur Proben bis zu einer Tiefe von 30 cm entnommen. Diese aus Gründen der Arbeitersparnis vorgenommene Beschränkung schien gerechtfertigt, da sich die Hauptwurzelmasse der Erdbeere im Bereich von 0 bis 30 cm Tiefe befindet. Andererseits wurde aber auf leichten Böden festgestellt, daß doch einzelne Erdbeerwurzeln bis mindestens 90 cm unter die Erdoberfläche dringen. Es erschien deshalb notwendig, durch Untersuchungen zur Tiefenverteilung der Gesamtpopulation zu prüfen, ob die bisher gewonnenen Ergebnisse tatsächlich repräsentativ sind.

Die Tiefenverteilung der pflanzenparasitären bodenwohnenden Nematoden wird durch ein Zusammenwirken biotischer und abiotischer Faktoren bestimmt. Als solche sind insbesondere zu nennen: die Durchwurzelung des Bodenraumes sowie die chemische und physikalische Bodenbeschaffenheit. Letztere beeinflußt für die Tiefenverteilung sehr wichtige Faktoren wie Luft-, Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens. Die Mehrzahl der an Erdbeeren wichtigen wurzelparasitären Nematodenarten wurde in Niedersachsen nur in leichten Sandböden in großer Individuenzahl gefunden. Deshalb konnte zur Klärung der widersprüchlichen Angaben über die Tiefenverteilung von *L. elongatus* (s. unten) der Einfluß der physikalischen Bodenbeschaffenheit nicht näher untersucht werden. Es erschien aber dennoch lohnend zu prüfen, ob die Vertikalverteilung der wurzelparasitären Nematoden in solchen gut durchlüfteten, aber auch relativ schnell austrocknenden Böden primär durch die Durchwurzelung der Wirtspflanze bestimmt wird. Bei Bestätigung der Annahme, daß sich die größte Dichte in der Hauptdurchwurzelungszone der Erdbeere befindet, ist zu erwarten, daß nach dem Umpflügen der Erdbeerkulturen eine chemische Bodenentseuchung auf solchen Böden besonders wirksam ist.

Feststellungen zur Tiefenverteilung sind u. a. auch wichtig für die Beurteilung der Erfolgsaussicht von Bodenentseuchungsmaßnahmen mit beschränkter Tiefenwirkung. Sie erscheinen besonders interessant für die als Virusüberträger in Betracht kommenden Arten (*L. elongatus* und *X. diversicaudatum*), da hier schon geringe Anteile der Population schwerwiegende Auswirkungen auf den Gesundheitszustand der Erdbeere haben können. Viel Interesse verdient die in den leichten Böden Niedersachsens weit verbreitete Art *L. elongatus*. Dern (1967) konnte bei Untersuchungen zur Tiefenverteilung von *L. elongatus* an Erdbeerkulturen keinen hohen Prozentsatz der Population in der oberen Bodenschicht von 0—30 cm nachweisen. Er schloß daraus, daß bei der üblichen Bodenentseuchung, die bis auf 30 cm Bodentiefe wirksam sein soll, nur etwa 35 % von *L. elongatus* erfaßt werden. Kirjanova (1951) und Sturhan (1963) fanden *L. elongatus* an anderen Kulturen gleichfalls bevorzugt in tieferen Bodenschichten. Auch für andere *Longidorus*-Arten wie *L. attenuatus* (Whitehead 1965), *L. macrosoma* und *L. profundorum* (Flegg 1968) sowie *L. maximus* (Sturhan 1963) wurde das Maximum der Populationsverteilung unter 20 cm Bodentiefe nachgewiesen. Im Gegensatz zu diesen Angaben, nach denen *Longidorus* spp. als Bewohner tiefer Bodenschichten anzusehen sind, stehen die Ergebnisse von d'Herde und van den Brande (1964), Murant und Taylor (1965) und Taylor (1967). Sie stellten alle fest, daß *L. elongatus* an Erdbeeren die oberste Bodenschicht von 0—20 cm am dichtesten besiedelt.

Die Untersuchungen wurden in der Zeit vom 26. 7. 67 bis 27. 10. 67 an sieben Erdbeerbeständen mit großer Nematodenpopulation vorgenommen. *L. elongatus* war an sechs Fundstellen, *L. attenuatus* an der siebten vorhanden. Die Untersuchungsorte I, III, V, VI und VII befanden sich auf leichten Sandböden (zur Hauptsache schwach podsolierte Braunerden), deren Profil bis auf 90 cm Tiefe einen geringen Tongehalt aufwies. In den Untersuchungsorten II (podsolierter Pseudogley auf Grundmoräne) und IV (pseudovergleyte Parabraunerde) nahm der Tongehalt unterhalb 30 cm mit zunehmender Bodentiefe zu.

Zur Probenahme wurde auf die Verwendung eines Erdbohrstockes nach Pürckhauer verzichtet, da das starke Zusammendrücken der Erdsäule und die mögliche Verschmierung beim Herausziehen des Stockes zu Fehlern Anlaß geben kann. Es wurde deshalb ein Loch von 1 m Durchmesser gegraben, das in neun Tiefenstufen von jeweils 10 cm aufgeteilt wurde. Für jede Tiefenstufe wurden in regelmäßigen Abständen 20 Proben der Peripherie entlang mittels eines Stechzylinders herausgestochen. Dadurch sollten Fehler, die sich durch horizontale Schwankungen der Populationsdichte ergeben können, nach Möglichkeit eliminiert werden. Von jeder Tiefenstufe wurden im Labor nach gründlichem Durchmischen der 20 Einzelproben jeweils dreimal 150 ml Erde ausgeschlämmt. Nur bei *Longidorus*-Arten wurden Larven und adulte Tiere getrennt ausgezählt. Die in Abb. 4 und 5 angeführten prozentualen Anteile der Population jeder Art beziehen sich auf die für jede Tiefenstufe errechneten Mittelwerte aus den drei Mischproben.

Ergebnisse

a) Ordnung Tylenchida

Die höchste Populationsdichte von *R. robustus* und *P. penetrans* lag in den oberen 20 cm, im Bereich der größten Wurzelmasse der Erdbeere. Einzelne Individuen von *P. penetrans* wurden noch in größerer Tiefe bis zu 90 cm gefunden, doch ein stetiger Abfall der Individuenzahl mit zunehmender Bodentiefe blieb unverkennbar. Keine Korrelation zur Tiefenausdehnung des Wurzelsystems zeigte dagegen die Verteilung von *P. crenatus* (Abb. 4). *T. dubius* bevorzugte

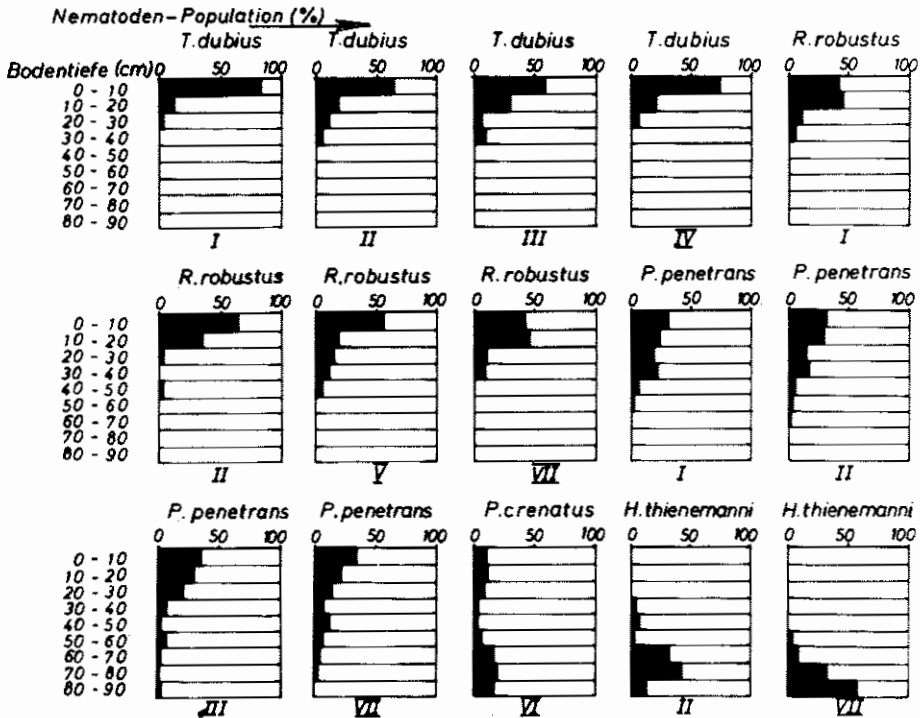


Abb. 4. Prozentuale Vertikalverteilung von *Tylenchorhynchus dubius*, *Rotylenchus robustus*, *Pratylenchus penetrans*, *P. crenatus* und *Hemicyclophora thienemanni* an Erdbeeren an verschiedenen Fundstellen (I–VII) auf leichten Böden

die oberste Bodenschicht als Lebensraum. Unterhalb 40 cm konnte die Art nicht mehr nachgewiesen werden.

Die Gattung *Hemicyclophora* wurde im Untersuchungsgebiet an Erdbeeren nur viermal gefunden. Es war deshalb zunächst überraschend, daß *H. thienemanni**) in gleich zwei der sieben Untersuchungsstellen zur Tiefenverteilung auftrat. Die Art fand sich aber ausschließlich in tieferen Bodenschichten (tiefer als 30 cm, s. Abb. 4). Es ist danach nicht unwahrscheinlich, daß *H. thienemanni* nur deshalb selten gefunden wurde, weil die Untersuchungen zur Verbreitung wandernder Wurzel nematoden routinemäßig auf eine Bodentiefe von 0–30 cm beschränkt wurden. Im Untersuchungsort II wurde die Art nur in den mit Sand gefüllten Frostkeilen gefunden. Über eine ähnliche Bevorzugung tiefer Bodenschichten von *H. similis* an Möhren berichtet Weischer (1961). *Hemicyclophora* spp. scheinen vorwiegend ungestörte Lebensräume zu bewohnen. Bei Untersuchungen über die Biotopansprüche von *L. elongatus* wurden sie z. B. in alten Weidenböden häufig angetroffen.

*) Herrn Dr. Looft, Pflanzenzientenkundige Dienst, Landbouwhogeschool Wageningen, sei für die Artbestimmung gedankt.

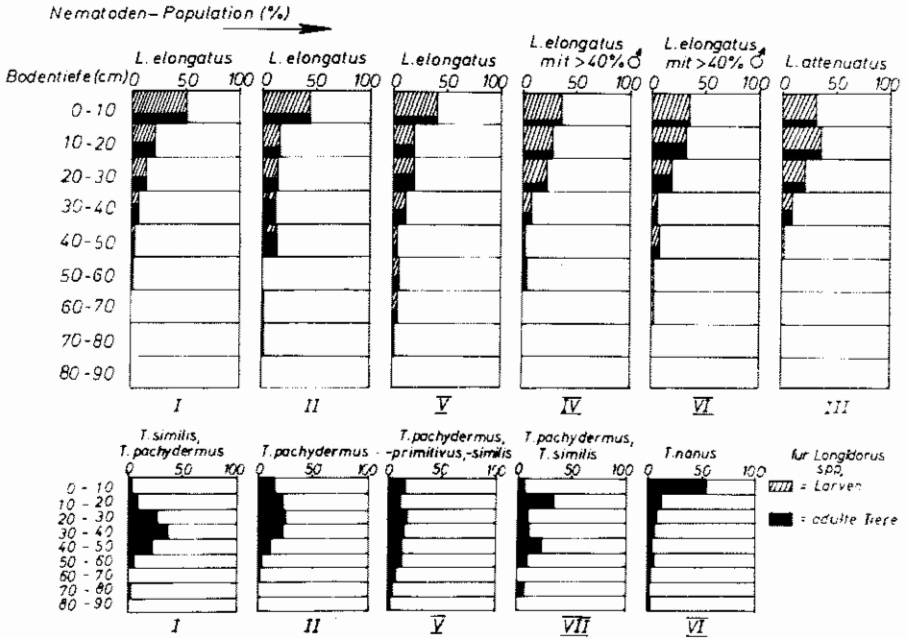


Abb. 5. Prozentuale Vertikalverteilung von *Longidorus elongatus*, *L. attenuatus* und *Trichodorus*-Arten an Erdbeeren an verschiedenen Fundstellen (I–VII) auf leichten Böden

b) Ordnung Dorylaimida

Aus Abb. 5 ist ersichtlich, daß die höchste Populationsdichte von *L. elongatus* durchweg zwischen 0–20 cm lag. Am dichtesten wurde die Bodenschicht von 0–10 cm besiedelt. In allen Untersuchungsstellen (auch in der in Abb. 5 nicht wiedergegebenen Untersuchungsstelle VII) konnten gleichartige Tendenzen in der Tiefenverteilung festgestellt werden. Die von Harrison und Winslow (1961) u. a. an Kulturerdbeeren und von Sturhan (1963) an anderen Kulturpflanzen gemachten Beobachtungen, nach denen sich das Verhältnis Larven/adulte Tiere von *X. diversicaudatum* bzw. *L. elongatus* und *L. maximus* mit zunehmender Bodentiefe zugunsten der erwachsenen Tiere verschob, konnten auch bei den eigenen Untersuchungen bestätigt werden (Abb. 5). Die Tiefenverteilung von *L. attenuatus* war ähnlich der von *L. elongatus*. Da die Werte nur von einer Untersuchungsstelle vorliegen, lassen sie aber noch keine zuverlässige Aussage zu.

Angehörige der Gattung *Trichodorus* bevorzugten offensichtlich tiefere Bodenschichten als Lebensraum. Mit Ausnahme von *T. nanus* und der *T. pachydermus*/*T. similis* Mischpopulation von der Fundstelle VII wurde ihr Populationsmaximum unter 20 cm Bodentiefe nachgewiesen. Wie bei *P. crenatus* kann auch die Tiefenverteilung der *Trichodorus*-Arten so gedeutet werden, daß die Erdbeere für sie nicht als gute Wirtspflanze anzusehen ist. Die Ergebnisse decken sich im übrigen mit den Feststellungen von van Hoof (1962), Kuiper und Loof (1962), Taconis und Kuiper (1964), Hijink und Kuiper (1966), Richter (1967) und Sturhan (1967), nach denen hohe Populationsdichten von *Trichodorus*-Arten gleichfalls in tieferen Bodenschichten nachgewiesen wurden.

Summary

In 142 strawberry plantations in Lower Saxony (Federal Republic of Germany) a total of 10 root-parasitic nematode genera, belonging to the migratory soil nematodes, was found. The genera *Tylenchorhynchus*, *Pratylenchus* and *Trichodorus* were most common. Of the endoparasitic *Pratylenchus* spp. *P. penetrans* was widely distributed and occasionally found in large numbers within the roots. Strawberry plants with high *P. penetrans*-populations were commonly infested with *Verticillium albo-atrum*. Among the most important ectoparasitic species, causing direct damage, *L. elongatus* was especially in evidence. *X. diversicaudatum* was found only occasionally. Distribution and population density of migratory soil nematodes are strongly influenced by soil type. High populations of *P. penetrans* and *L. elongatus* were only found on light soils. There was also a striking predominance of *Trichodorus* spp. on sandy soils. *Tylenchorhynchus icarus* however occurred only on heavier soils. In sandy soils the vertical distribution of the most important species *P. penetrans* and *L. elongatus* was related to root distribution. Their population maximum occurred in the upper 20 cm of soil. *Trichodorus* spp. preferred deeper soil layers. The highest density of *Hemicycliophora thienemanni* was found below 60 cm.

Literatur

- Abu-Gharbieh, W., Varney, E. H., and Jenkins, W. R., Relationship of meadow nematodes to Verticillium wilt of strawberries. — *Phytopathology* 52. 1962, 921. (Abstr.).
- Braun, A. J., and Keplinger, J. A., The pathogenicity of meadow nematodes as determined by the growth of strawberry plants in a commercial planting. — *Phytopathology* 50. 1960, 239. (Abstr.).
- Chapman, R. A., Plant parasitic nematodes associated with strawberries in Kentucky. — *Plant Dis. Repr.* 40. 1956, 179—181.
- Cichorius, H. D., Über das Auftreten freilebender Wurzelnematoden in Rheinischen Böden unter besonderer Berücksichtigung der Standortverhältnisse. — *Nematologica* 5. 1960, 231—252.
- Coursen, B. W., and Jenkins, W. R., Host-parasite relationships of the pin nematode, *Paratylenchus projectus*, on tobacco and tall fescue. — *Plant Dis. Repr.* 42. 1958, 865—872.
- Davies, T. G., The occurrence of a dagger nematode in North Wales. — *Plant Path.* 14. 1965, 92—93.
- Dern, R., Nematodenprobleme in den Erdbeeranbaugebieten Hessen-Nassaus. — *Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem* H. 121. 1967, 76—81.
- Endo, B. Y., Responses of root-lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaei*, to various plants and soil types. — *Phytopathology* 49. 1959, 417—421.
- Fisher, J. M., Effect of temperature and host on *Paratylenchus neoamblycephalus* and effect of the nematode on the host. — *Aust. J. agric. Res.* 18. 1967, 921—929.
- Flegg, J. J. M., The occurrence and depth distribution of *Xiphinema* and *Longidorus* species in Southeastern England. — *Nematologica* 14. 1968, 189—196.
- Fritzsche, R., Beitrag zur Ökologie von *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky) Thorne. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Berlin*, N. F. 20. 1966, 8—11.
- Goheen, A. C., and Smith, J. B., Effect of inoculation of strawberry roots with meadow nematodes, *Pratylenchus penetrans*. — *Plant Dis. Repr.* 40. 1956, 146 bis 149.

- Harrison, B. D., Specific nematode vectors for serologically distinctive forms of raspberry ringspot and tomato black ring viruses. — *Virology* 22. 1964, 544—550.
- , and Winslow, R. D., Laboratory and field studies on the relation of arabis mosaic virus to its nematode vector *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky). — *Ann. appl. Biol.* 49. 1961, 621—633.
- D'Herde, J., and Van den Brande, J., Verspreiding en bestrijding van *Xiphinema* en *Longidorus* spp. in aardbeien in België. — *Meded. Landbouwhoges. Gent* 29. 1964, 788—796.
- Hijink, M. J., en Kuiper, K., Waarnemingen over de verdeling van aaltjes in de grond. — *Meded. Rijksfac. Landbouwwetenschappen Gent* 31. 1966, 558—571.
- , en Oostenbrink, M., Vruchtwisseling ter bestrijding van plantenziekten en-plagen. — *Versl. Meded. Plantenziektenkundige Dienst Wageningen* 368. 1968, 1—7.
- Hooper, D. J., A redescription of *Longidorus elongatus* (De Man, 1876) Thorne and Swanger, 1936, (Nematoda, Dorylaimidae) and descriptions of five new species of *Longidorus* from Great Britain. — *Nematologica* 6. 1961, 237—257.
- , and Whitehead, A. G., — *Rep. Rothamsted exp. Sta.* 1966, 1967, 145—147.
- Jones, F. G. W., and Parrott, D. M., Effects of soil structure and moisture on nematodes. — *Rep. Rothamsted exp. Sta.* 1967, 1968, 141—142.
- Kable, P. F., and Mai, W. F., Influence of soil moisture on *Pratylenchus penetrans*. — *Nematologica* 14. 1968, 101—122.
- McKeen, C. D., and Mountain, W. B., Synergism between *Pratylenchus penetrans* (Cobb) and *Verticillium albo-atrum* R. and B. in egg-plant wilt. — *Can. J. Bot.* 38. 1960, 789—794.
- Kirjanova, E. S., Nematody pochvy khlopkovogo polja i tseliny v Golodnoj stepi (Uzbekistan). — *Trudy Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR* 9. 1951, 625—657.
- Kleyburg, P., and Oostenbrink, M., Nematodes in relation to plant growth. I. The nematode distribution pattern of typical farms and nurseries. — *Neth. J. agric. Sci.* 7. 1959, 327—343.
- Krczal, H., und Maassen, H., Richtlinien zur Anzucht von virusgetesteten Erdbeeren I. Testverfahren. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig*, 19. 1967, 87—90.
- Kuiper, K., and Loof, P. A. A., *Trichodorus flevensis* n. sp. (Nematoda: Enoplida), a plant nematode from new polder soil. — *Versl. Meded. Plantenziektenkundige Dienst Wageningen* 136. 1962, 193—200.
- Lister, R. M., und Krczal, H., Über das Auftreten des Arabis-Mosaiks bei der Erdbeere in Deutschland. — *Phytopath. Ztschr.* 45. 1962, 190—199.
- Meijneke, C. A. R., Resultaten van twee grondontsmettingsproeven in aardbeien. — *Meded. Landbouwhoges. Gent* 23. 1958, 636—645.
- Mountain, W. B., and Boyce, H. R., The peach replant problem in Ontario. V. The relation of parasitic nematodes to regional differences in severity of peach replant failure. — *Can. J. Bot.* 36. 1958, 125—134.
- Murant, A. F., and Taylor, C. E., Treatment of soil with chemicals to prevent transmission of tomato blackring and raspberry ringspot viruses by *Longidorus elongatus* (de Man). — *Ann. appl. Biol.* 55. 1965, 227—237.
- Rich, S., and Miller, P. M., *Verticillium* wilt of strawberries made worse by soil fungicides that stimulate meadow nematode populations. — *Plant Dis. Repr.* 48. 1964, 246—248.

- Richter, E., Untersuchungen über den Einfluß der Fruchtfolge auf die Populationsdichte freilebender Nematoden im Zusammenhang mit der Kringrigheid-Pfropfenbildung der Kartoffel. — Diss. Landw. Fak. Justus Liebig-Universität, Gießen, 1967.
- Rössner, J., Phytopathogene Nematoden in hessischen Forstpflanzgärten. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 121. 1967, 82—87.
- Seinhorst, J. W., Quantitative extraction of nematodes from soil. — *Nematologica* 1. 1956, 249—267.
- , *Longidorus elongatus* on *Fragaria vesca*. — *Nematologica* 12. 1966, 275—279.
- Sharma, R. D., Direct damage to strawberry by *Longidorus elongatus* (de Man, 1876) Thorne and Swanger, 1936. — Meded. Landbouwhogesch. Gent 30. 1965, 1437—1443.
- Sher, S. A., and Bell, A. H., The effect of soil type and soil temperature on root-lesion nematode disease of roses. — *Plant Dis. Repr.* 49. 1965, 849—851.
- Sturhan, D., Der pflanzenparasitische Nematode *Longidorus maximus*, seine Biologie und Ökologie, mit Untersuchungen an *L. elongatus* und *Xiphinema diversicaudatum*. — *Ztschr. angew. Zool.* 50. 1963, 129—193.
- , Vorkommen von *Trichodorus*-Arten in Westdeutschland. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem, H. 121, 1967, 146—151.
- , und von Krosigk, Ch., Nematoden an Erdbeeren in Bayern. — *Pflanzenschutz* 12. 1960, 78—80.
- Taconis, P. J., en Kuiper, K., Overdracht van het Nicotiana virus 5 door aaltjes van het geslacht *Trichodorus* in zaailingen van 5 gewassen. — Versl. Meded. Plantenziektenkundige Dienst Wageningen 141. 1964, 177—178.
- Taylor, C. E., The multiplication of *Longidorus elongatus* (de Man) on different host plants with reference to virus transmission. — *Ann. appl. Biol.* 59. 1967, 275 bis 281.
- , Thomas, P. R., and Converse, R. H., An outbreak of arabis mosaic virus and *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky) in Scotland. — *Plant Path.* 15. 1966, 170—174.
- Townshend, J. L., The root-lesion nematode, *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filip. & Stek., 1941, in strawberry in the Niagara Peninsula and Norfolk County in Ontario. — *Can. J. Plant Sci.* 42. 1962, 728—736.
- , The pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* to strawberry. — *Can. J. Plant Sci.* 43. 1963, 75—78.
- Van Hoof, H. A., *Trichodorus pachydermus* and *T. teres*, vectors of the early browning of peas. — *Neth. J. Plant Path.* 68. 1962, 391—396.
- , Transmission of tobacco rattle virus by *Trichodorus* species. — *Nematologica* 14. 1968, 20—24.
- , Maat, D. Z., et Seinhorst, J. W., Quelques données sur la présence du rattle virus du tabac et de ses vecteurs en France. — *Meded. Rijksfac. Landbouwwetenschappen Gent* 32. 1967, 939—947.
- Wallace, H. R., The biology of plant parasitic nematodes. — Publishers Edward Arnold Ltd. London. 1963, 280 S.
- Weischer, B., Der Einfluß des Bodens auf die Verbreitung pflanzenparasitärer Nematoden in Rebanlagen. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem H. 99. 1960, 51—59.
- , Pflanzenparasitäre Nematoden im Möhrenbau. — *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig*, 13. 1961, 134—140.

- Weischer, B., Ein Beitrag zur geographischen Verbreitung und Ökologie von Arten der Gattungen *Xiphinema* und *Longidorus*. — Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem H. 118, 1966, 100—106.
- Whitehead, A. G., Nematodes associated with 'Docking disorders' of sugar beet. — Br. Sug. Beet Rev. 34. 1965, 77—92.
- Wyss, U., Zur Isolierung endoparasitischer Wurzelnematoden. — Ztschr. Pfl.krankh. 75. 1968, 353—357.