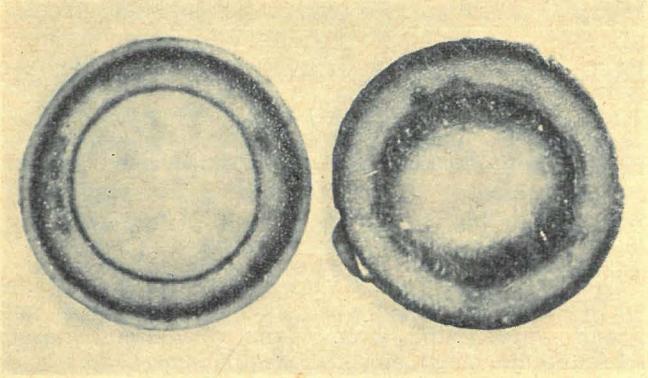

Abb. 4. Querschnitte durch eine von *Verticillium* befallene (rechts) und eine gesunde *Aphelandra*-Pflanze (vergrößert). (Bild: BBA Berlin-Dahlem.)

Aus dem gebräunten Gewebe der spontan erkrankten *Aphelandra*-Pflanzen wurde ein mikrosklerotialer Typ von *Verticillium albo-atrum* isoliert, den man auch als *V. dahliae* Klebahn bezeichnen könnte (Abb. 6). Die von 6 verschiedenen Nährböden gemessenen 300 Konidien waren 2,5—7,6 × 1,3—3,7 μ groß, mit Durchschnittswerten von 4,3 × 2,0 μ.

Die Pathogenität des isolierten *Verticillium*-Stammes wurde in 3 Infektionsversuchen an insgesamt 36 Pflanzen nachgewiesen. Am schnellsten zeigten sich die Welkeerscheinungen, wenn die Wurzelballen in eine aus Reinkulturen hergestellte Sporensuspension getaucht oder damit angegossen wurden. Die Verseuchung der Topferde mit einem vom Pilz durchwachsenen Torfsubstrat war dagegen nicht immer so gut wirksam. Äußere Symptome traten an den bei ungefähr 20—25° C kultivierten Pflanzen oftmals erst nach 3—4 Monaten auf; in Einzelfällen betrug die Inkubationszeit jedoch nur 3—4 Wochen. Die künstlich hervorgerufenen Symptome entsprachen den natürlichen Schadbildern. Der Erreger konnte einheitlich reisoliert werden. Die Kontrollpflanzen blieben gesund und wuchsen während der Versuchszeit gut weiter.

Die Bekämpfung der *Verticillium*-Welke muß vorbeugend erfolgen. Da der Pilz mit der Erde verschleppt werden kann, dürfen die Pflanzen nur in entseuchten Substraten kultiviert werden. Selbstverständlich sind die Töpfe und alle übrigen Anzuchtgefäße zu desinfizieren. Stecklinge sollte man nur von Mutterpflanzen schneiden, die aus einwandfreien Beständen stammen. Schließlich ist darauf zu achten, daß der Erreger nicht von anderen erkrankten Kulturen (z. B. *Chrysanthemum, Gerbera)* übertragen wird.

Wenn die genannten hygienischen Vorsichtsmaßnahmen konsequent befolgt werden, ist kaum zu befürchten, daß die Verticilliose den Anbau von *Aphelandra squarrosa* ernsthaft gefährden kann.

Zusammenfassung

Es wird über eine bisher nicht bekannte gefäßparasitäre Welkekrankheit an *Aphelandra squarrosa* Nees berichtet, die 1959 in einer deutschen Gärtnerei aufgetreten ist. Als Erreger wird ein mikrosklerotialer Typ von *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold nachgewiesen. Zur Bekämpfung der Verticilliose werden hygienische Maßnahmen vorgeschlagen.

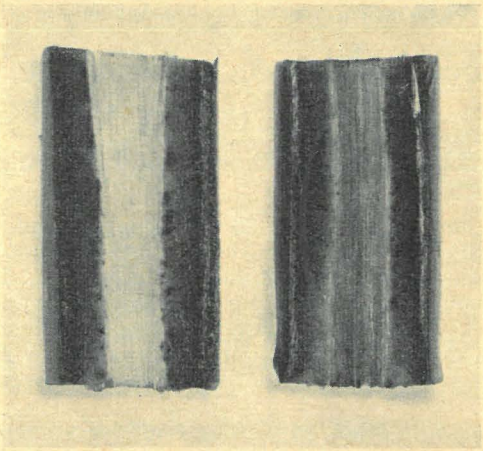

Abb. 5. Tangentiale Längsschnitte durch eine von *Verticillium* befallene (rechts) und eine gesunde *Aphelandra*-Pflanze (vergrößert). (Bild: BBA Berlin-Dahlem.)

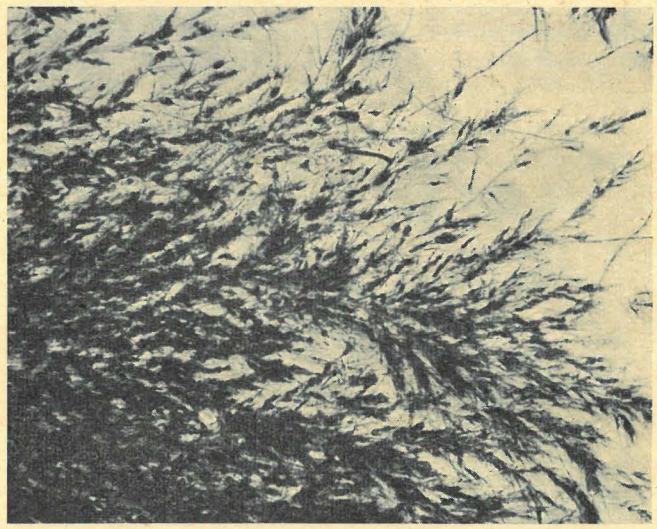

Abb. 6. Wuchsbild des von *Aphelandra squarrosa* isolierten *Verticillium*-Stammes auf Bierwürzeagar (vergrößert). (Bild: BBA Berlin-Dahlem.)

Summary

A report is given of a hitherto unknown vascular wilt disease on *Aphelandra squarrosa* Nees which appeared in 1959 in a German nursery. As pathogen a microsclerotial type of *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold is indi cated. Hygienic measures are proposed for controlling the disease.

Eingegangen am 29. März 1961.

DK 632.651:633.432
632.955

Pflanzenparasitäre Nematoden im Möhrenbau

Von Bernhard Weischer, Biologische Bundesanstalt,
Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung, Münster (Westfalen)

In den letzten Jahren ist in zunehmendem Maße die Bedeutung pflanzenparasitärer Nematoden, vor allem der wandernden Wurzelnematoden, erkannt worden. Auch im Möhrenbau können beträchtliche Schäden verursacht werden. In der vorliegenden Arbeit wird über Untersuchungen berichtet, die sich mit diesen Schäden

befassen. Neben der Ermittlung der Schadursachen sollten dadurch auch die notwendigen Grundlagen für mögliche Verhütungs- und Bekämpfungsmaßnahmen geschaffen werden.

Das Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen wurden in einem etwa 4000 Viertelhektar (vha) großen Gebiet durchgeführt, das seit 1899 mit den Abwässern einer Großstadt im Industriegebiet (Dortmund) berieselt wird. Etwa die Hälfte dieser Fläche dient einem feldmäßig betriebenen Gemüsebau, der übrige Teil wird im wesentlichen landwirtschaftlich genutzt.

Der Boden besteht aus humosen, mittelkörnigen Sanden diluvialer Herkunft. Die Bonitierungszahlen liegen zwischen 23 und 27. Der mittlere pH-Wert beträgt 6,2. Die ganze Fläche ist in etwa 1,4 m Tiefe dräniert. Die 1—4 vha großen Einzelparzellen werden in der Regel im Winter und vor der Bodenbehandlung zu jeder neuen Aussaat bzw. Pflanzung, also etwa 3—4mal im Jahre, berieselt. Die Mehrzahl der Betriebe ist 30 bis 40 vha groß. Zum Anbau gelangen hauptsächlich: Möhren, Spinat, Kopfsalat, Große Bohnen, Sellerie, Zwiebeln, Porree und Feldsalat. Es werden jährlich zwei oder drei Ernten von der gleichen Fläche eingebracht, z. B. Frühe Möhren — Porree; Spinat — Möhren; Möhren — Kohlrabi; Spinat — Kopfsalat — Kopfsalat; Spinat — Kopfsalat — Blumenkohl, u. ä.

Die wichtigste Kultur sind Möhren. Hiervon allein werden jährlich etwa 500—700 vha angebaut. Die Aussaat erfolgt bei Frühmöhren ab Februar, bei Spätmöhren ab April. Bei der durch die örtlichen Verhältnisse (Boden, Klima, Berieselung usw.) bedingten Neigung zur Verunkrautung muß meist zweimal gejätet und mehrere Male gehackt werden. Die wichtigsten Unkräuter sind in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit:

Franzosenkraut	*(Galinsoga parviflora)*
Franzosenkraut	*(Galinsoga quadriradiata)*
Vogelmiere	*(Stellaria media)*
Einjähriges Rispengras	*(Poa annua)*
Gemeines Kreuzkraut	*(Senecio vulgaris)*
Kleine Brennessel	*(Urtica urens).*

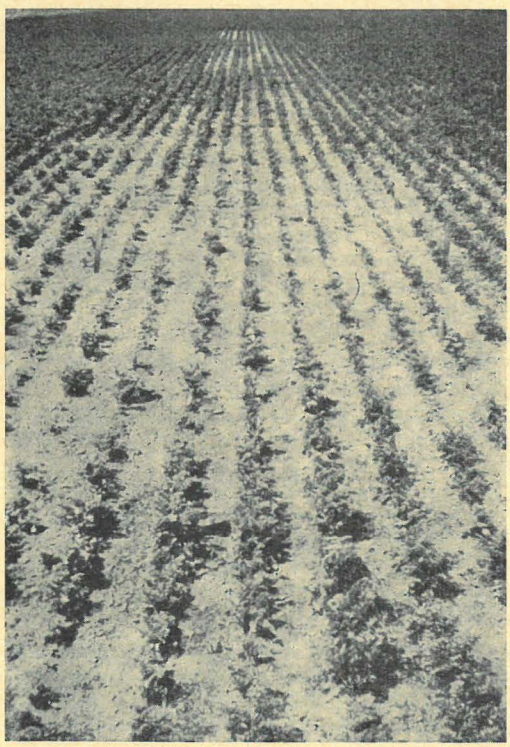

Abb. 1. Durch Nematoden verursachte Wachstumsdepressionen in einem Möhrenfeld (Phot. P. Pauck).

Die Ernte der Frühmöhren beginnt Ende Juni, die der Spätmöhren ab September. Auf gesunden Feldflächen werden an Verkaufsware bei Frühmöhren 100 bis 125 dz/vha und bei Spätmöhren 150—250 dz/vha geerntet. Die verhältnismäßig geringe Größe der Betriebe und die in den meisten Jahren lohnenden Ernten und befriedigenden Preise für Qualitätsmöhren haben dazu geführt, daß Möhren in der Fruchtfolge sehr eng gestellt werden. Infolge des Arbeitskräftemangels ist der Frühmöhrenbau in den letzten Jahren zurückgegangen. Daher stehen die Möhren jetzt mehrere Wochen länger auf den Feldern als früher und bieten Schädlingen und Krankheitserregern bessere Vermehrungsmöglichkeiten. Die Erträge aus der Möhrenkultur stellen für die Gemüsebetriebe des Untersuchungsgebietes eine der wichtigsten Betriebseinnahmen dar. Der alljährlich durch die Krankheitserscheinungen entstehende Schaden beträgt hier mehrere Hundertausend DM. In vielen Fällen ist dadurch die Rentabilität ernsthaft bedroht. Um die Ertragsausfälle auszugleichen, werden daher mehr und öfter Möhren angebaut als an sich notwendig ist, was wiederum zu einer Ausweitung der Schäden geführt hat.

Die Ursache unbefriedigender Ernten wurde bis vor 10 Jahren in erster Linie auf starken Möhrenfliegenbefall zurückgeführt. Nach erfolgreicher Einführung der insektiziden Streumittel (Pauck und Koch, 1952) zeigte es sich, daß auch nach dem Ausschalten der Möhrenfliegenschäden auf zahlreichen Feldern herdweise begrenzt oder über die Gesamtfläche verteilt Wachstumsdepressionen auftraten (Abb. 1). Die einzelnen Möhren sind klein und zeigen ein abnorm starkes Wachstum der Seitenwurzeln (Abb. 2). Diese als Möhrenmüdigkeit bezeichnete Erscheinung ist in der gesamten Gemarkung verbreitet. Auf Grund grober Schätzung kann gesagt werden, daß der Möhrenanbau auf 25 % der Felder zu völliger Mißernte und auf weiteren 25 % zu erheblichen Mindererträgen führt. Nur auf 50 % der Flächen werden befriedigende bis gute Erträge erzielt. Das Gesamtbild hat sich im Laufe der letzten Jahre immer mehr verschlechtert.

Auf Anregung des Leiters der Außenstelle des Pflanzenschutzamtes der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe in Dortmund, Herrn P. Pauck, wurde im Jahre 1955 von uns mit Untersuchungen über die Schadursachen begonnen, um die erforderlichen Grundlagen für die Ermittlung wirksamer und wirtschaftlicher Verhütungsmaßnahmen zu schaffen. Die Untersuchungen und Beobachtungen wurden in enger Zusammenarbeit mit der genannten Stelle sowie mit dem zuständigen Gartenbauwirtschaftsberater durchgeführt. Den betei-

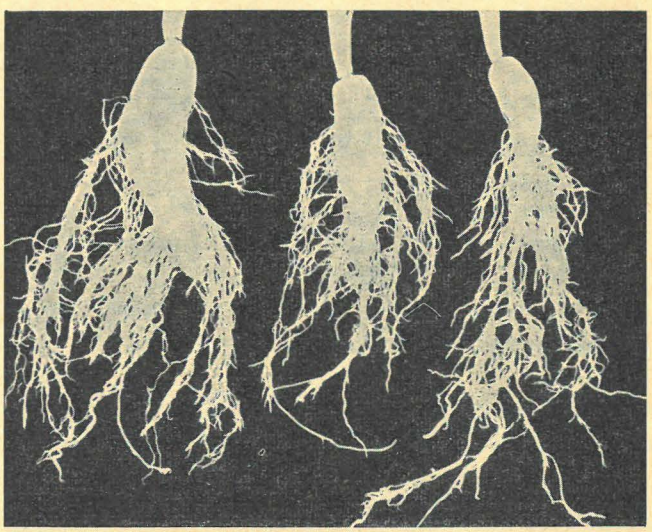

Abb. 2. Durch freilebende Nematoden geschädigte Möhren (Phot. BBA Münster).

ligten Herren, insbesondere Herrn Pauck, möchte ich an dieser Stelle für die Förderung der mehrjährigen ausgedehnten Feldversuche und für die vielfältigen Anregungen bestens danken.

Nematodenfauna und Schäden

Umfangreiche Bodenuntersuchungen zeigten, wie bereits kurz berichtet (Weischer 1959), daß fast alle Felder mit ungenügenden Erträgen erhebliche Mengen von pflanzenparasitären Nematoden enthielten. Meist handelte es sich um Mischpopulationen von Arten aus mehreren Gattungen. Die Zusammensetzung der Nematodenfauna war von Feld zu Feld etwas verschieden, je nach der Fruchtfolge der letzten Jahre. Im einzelnen wurden folgende parasitäre Arten gefunden:

Paratylenchus hamatus (?) Thorne et Allen, 1950
Pratylenchus crenatus Loof, 1960
Hoplolaimus uniformis Thorne, 1949**)
Criconemoides sp.
Hemicycliophora similis Thorne, 1955
Heterodera carotae Jones, 1950
Heterodera rostochiensis Wollenweber, 1923
Heterodera schachtii Schmidt, 1871
Meloidogyne hapla Chitwood, 1949.

Tabelle 1. Vertikale Verteilung der Nematoden in verschiedenen Möhrenfeldern. Die Zahlen beziehen sich auf 250 ccm Rhizosphärenerde. Die Proben wurden gegen Ende der Vegetationsperiode aus den stehenden Kulturen entnommen.

Feld A. In 15 Jahren 10mal Möhren, sonst andere Gemüsekulturen

	0–10 cm	25–30 cm	45–50 cm	60–70 cm Tiefe
Paratylenchus . .	14600	19200	3350	180
Pratylenchus . .	430	420	10	0
Criconemoides . .	70	20	0	0
Gesamtzahl* . .	23080	22600	4625	225

Feld B. In 15 Jahren 12mal Möhren, sonst andere Gemüsekulturen

	0-10 cm	15-20 cm	30-35 cm	45-50 cm Tiefe
Paratylenchus . .	10990	9800	5410	2100
Pratylenchus . .	170	580	730	240
Hoplolaimus . .	10	0	10	10
Hemicycliophora .	0	20	70	110
Heterodera-Larven frei im Boden . .	610	550	120	15
Heterodera-Zysten	250	90	8	8
Gesamtzahl* . .	14680	13320	7930	2980

Feld C. Nach 15 Jahren meist landw. Nutzung zum 1. Mal Möhren

	0-10 cm	15-20 cm	30-35 cm	45-50 cm Tiefe
Paratylenchus . .	40	50	20	300
Pratylenchus . .	720	790	610	410
Hoplolaimus . .	560	350	30	130
Hemicycliophora .	520	460	550	1240
Criconemoides . .	60	860	30	10
Gesamtzahl* . .	7150	11590	2270	2690

* Die Gesamtzahl umfaßt alle in einer Bodenprobe von 250 ccm gefundenen Nematoden, also Parasiten und Nichtparasiten.

** Die genaue systematische Stellung dieser Art ist z. Z. umstritten (Loof und Oostenbrink, 1958; Goodey and Seinhorst, 1960). Auf Grund der neuen Gattungsdiagnosen von Andrassy (1958) gehört sie jedenfalls zur Gattung *Rotylenchus*.

Die vertikale Verteilung der Älchen im Boden gibt Tab. 1 in einigen Beispielen mit unterschiedlichem Besatz wieder. Sie zeigt, daß die Hauptverseuchung in den oberen 30 cm liegt und die Anzahl der Tiere in größerer Tiefe schnell abnimmt. Die zahlenmäßige Abnahme zur Tiefe hin ist bei den starken *Paratylenchus*-Populationen besonders auffallend, doch ist sie in der Tendenz bei allen Arten gleich. Auch die Zysten der *Heterodera*-Arten sind entsprechend verteilt. Eine Ausnahme macht lediglich *Hemicycliophora*, deren Häufigkeit nach unten hin zunimmt. Die Gründe für diese andersartige Verteilung sind sehr wahrscheinlich in den ökologischen Ansprüchen dieser Art zu suchen, die von denen anderer abweichen.

Die festgestellte Verteilung der Nematoden im Boden wird weder durch die Bearbeitung noch durch die höchstens einjährigen Pflanzen merklich beeinflußt. Auch jahreszeitliche Schwankungen sind unwesentlich und erfassen nur die obere, sich stark erwärmende und u. U. austrocknende Schicht von etwa 10 cm.

Die verbreiteten „Müdigkeitserscheinungen" hängen in erster Linie mit den nichtzystenbildenden Nematoden zusammen. Die größte Verbreitung hat die genannte *Paratylenchus-Art*. Sie konnte in sämtlichen untersuchten Feldern festgestellt werden. Waren in den letzten Jahren Möhren angebaut worden, so umfaßten die Populationen mehrere tausend Tiere in 250 ccm Boden.

Pratylenchus crenatus ist ebenfalls sehr verbreitet, doch gibt es noch etliche von ihm nicht befallene Feldflächen im Gebiet. Die Populationsstärke ist auf den einzelnen Feldern unterschiedlich. Sie überschreitet im Frühjahr als Ausgangsverseuchung nur selten 300 Tiere in 250 ccm Erde.

*Hoplolaimus uniformis** ist im Untersuchungsgebiet nur an einzelnen Stellen vertreten, erreicht dort aber Populationen von mehreren Tausend.

Criconemoides findet sich verstreut im ganzen Gebiet, doch meist nur in geringer Anzahl.

Hemicycliophora similis wird in der Regel nur vereinzelt angetroffen. Die Art ist aber in den selten untersuchten tieferen Schichten weit häufiger, als nach den oberflächlich entnommenen Proben vermutet wurde. An einer Stelle konnten bis zu 2000 Tiere je 250 ccm Boden festgestellt werden. Obwohl Kuiper (1959) in Holland an Möhren Schäden durch eine nahe verwandte Art, *H. typica*, beobachtet hatte, standen sie hier gut. Paratylenchen waren in diesem Felde übrigens praktisch nicht vertreten.

Die meisten der genannten Nematoden können Möhren befallen und schädigen, doch ist ihre Bedeutung im vorliegenden Falle unterschiedlich. Von den zystenbildenden Formen kommt nur *Heterodera carotae* in Frage. Die Art wurde aber nicht regelmäßig festgestellt, so daß ihre Bedeutung nicht allzu groß ist. Schäden durch Wurzelgallenälchen, *Meloidogyne hapla*, wurden an mehreren Stellen beobachtet. Das Ausmaß hing in erster Linie von dem Temperaturverlauf ab. Sie waren in dem warmen und trockenen Jahre 1959 wesentlich verbreiteter und stärker als sonst. Auch auf bisher als befallsfrei angesehenen Feldern wurden vergallte Möhren gefunden. Der Befall wird, da das Laub fast normales Wachstum und eine gesunde Farbe zeigt, meist erst bei der Ernte bemerkt, wo die befallenen Möhren auch bei schwachem Besatz kurz und abgestumpft und damit unverkäuflich sind (Abb. 3). Wenn diese Schäden in manchen Jahren auch erheblich sein können, so treten sie doch nur lokalisiert auf.

Neben den direkten Nematodenschäden muß auch noch ein mögliches Zusammenwirken zwischen Älchen und anderen Organismen wie Pilzen und Bakterien beachtet werden (Weischer, 1957). Wir haben beobachtet, daß der Befall der Möhren durch *Rhizoctonia*

* Vgl. die nebenstehende Anmerkung.

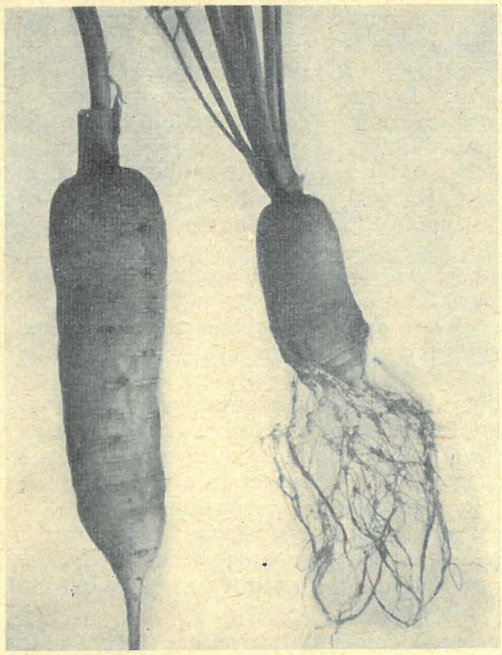

Abb. 3. Links gesunde, rechts durch Wurzelgallenälchen *(Meloidogyne hapla)* geschädigte, abgestumpfte Möhre (Phot. P. Pauck).

violacea, Alternaria porri f. *dauci* sowie Bakterien auf nematodenverseuchten Feldern in der Regel stärker ist als auf nematodenfreien Flächen.

Fruchtfolgeversuche

Es wurde schon erwähnt, daß die Fruchtfolge eine wichtige Rolle für die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Nematodenfauna spielt. In den Tabellen 2 und 3 sind einige Ergebnisse unserer Fruchtfolgeversuche zusammengestellt, die das Verhalten der beiden wichtigsten und häufigsten Nematodenarten gegenüber verschiedenen Kulturpflanzen wiedergeben. Es bestätigte sich dabei die Beobachtung (Weischer, 1959), daß für die Paratylenchen vor allem Möhren und Sellerie bevorzugte Wirtspflanzen sind und eine starke Zunahme der Verseuchung verursachen. Dagegen tritt nach Kartoffeln, Futterrüben, Bohnen und *Tagetes* eine deutliche Populationsverminderung ein. Die Wirkung von *Tagetes* auf *Paratylenchus* ist im allgemeinen nicht sehr groß (Oostenbrink et al., 1957), wohl weil die Tiere nicht in die Wurzeln eindringen und dadurch zu wenig mit den Giftstoffen der *Tagetes* in Berührung kommen. Die deutliche Wirkung in unseren Versuchen kann damit zusammenhängen, daß die Pflanzen *(Tagetes erecta)* sehr üppig waren und von April bis November auf dem Felde standen. Der Unkrautwuchs wurde dadurch völlig unterdrückt. Die *Tagetes*-Pflanzen hatten den Boden dicht durchwurzelt und dadurch wahrscheinlich eine besonders intensive Wirkung entfaltet. Außerdem dürfte auch das zweijährige Fehlen einer geeigneten Wirtspflanze mitgewirkt haben. Andere Kulturen wie Spinat, Porree, Leguminosengemenge und Kohl hatten, wenigstens bei einjährigem Anbau, keinen verändernden Einfluß auf die *Paratylenchus*-Population. Anders war die Reaktion von *Pratylenchus crenatus*. Die Verseuchung mit diesem Schädling wurde durch Kartoffeln, Leguminosen und Porree erheblich gesteigert. An Möhren war die Vermehrung nicht so stark. Futterrüben und *Tagetes* erwiesen sich als populationsmindernd, wobei *Tagetes* eine Entseuchung von 97% erzielte.

Für die Praxis des Untersuchungsgebietes ergaben sich aus den Fruchtfolgeversuchen zwar einige positive Hinweise, doch läßt sich bei der vorhandenen vielseitigen Verseuchung keine wirtschaftlich tragbare Fruchtfolge aufstellen, die zu einer durchgreifenden Befalls- und damit Schadensminderung führen könnte. Hinzu kommt noch, daß die Unkräuter das Überleben der parasitären Nematoden begünstigen. Auf stark verseuchten Feldern ist daher zunächst einmal eine Entseuchung notwendig, um die Nematodenpopulationen herabzusetzen. Sie ist dann im Rahmen des Möglichen durch einen sinnvollen Fruchtwechsel zu ergänzen, um ein zu schnelles Ansteigen einer neuen Verseuchung zu verhindern.

Versuche zur chemischen Bekämpfung

Wir haben der Frage einer Bodenbehandlung mit chemischen Mitteln besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Insgesamt wurden bisher rund 40 chemische Substanzen mit mehr oder weniger ausgeprägten nematiziden Eigenschaften auf ihre Eignung für die praktische Anwendung getestet.

Die Brauchbarkeit eines Mittels für die Bodenentseuchung in diesen Kulturen hängt außer von der nematiziden Wirkung von einer einfachen Anwendung und einem tragbaren Preis ab. Eine gewisse Rolle spielt auch die Phytotoxizität eines Mittels bzw. die erforderliche Wartezeit zwischen Behandlung und Bestellung, doch tritt sie bei der von uns für das Untersuchungsgebiet empfohlenen Herbstbehandlung mit Aussaat im Früh-

Tabelle 2. Einfluß verschiedener Fruchtfolgen auf die Verseuchung des Boden mit *Paratylenchus* spec. Die Werte geben die Anzahl der am Ende der Vegetationsperiode in 250 ccm Rhizosphärenerde gefundenen Tiere wieder.

	A	B	C	D	E	F
Oktober 1956	Möhren 4370	Möhren 3880	Möhren 3320	Möhren 3930	Möhren 3850	Möhren 3930
Oktober 1957	Möhren 18930	Sellerie 10900	Salat 1120 Bohnen	Leguminosen-gemenge 4160	Spinat 3810 Porrée	Kartoffeln 1950
Oktober 1958	Möhren 28100	Möhren 19700	Möhren 8920	Möhren 7740	Futterrüben 770	*Tagetes* 315

Tabelle 3. Einfluß verschiedener Fruchtfolgen auf die Verseuchung des Bodens mit *Pratylenchus crenatus*. Erklärung wie in Tab 2.

	A	D	E	F	G
Oktober 1956	Möhren 120	Möhren 290	Möhren 60	Möhren 210	Möhren 100
Oktober 1957	Möhren 500	Leguminosen-gemenge 3020	Spinat 1180 Porrée	Kartoffeln 2400	Wirsing 130
Oktober 1958	Möhren 780	Möhren 3480	Futterrüben 170	*Tagetes* 70	Möhren 270

jahr an Bedeutung zurück. Von großer Wichtigkeit ist bei Möhren die Rückstandsfrage. Sie konnte aber im Rahmen dieser Untersuchungen nicht bearbeitet werden.

Auf unseren Kleinparzellen von 20 qm Größe wurden die Mittel falls erforderlich auch nach den aufwendigen Methoden wie Ausgießen, Handinjektion bis zu 25 Einstichen je qm u. ä. ausgebracht. Für die Freilandpraxis sind diese Verfahren aber ungeeignet. Bei der Behandlung größerer Flächen erwies sich das Ausspritzen der flüssigen Präparate in die Pflugfurche mit Hilfe einer Rückenspritze als sehr gute Methode, wenn dadurch auch die Wirkung einzelner Mittel im Vergleich zur Handinjektion oder zum Ausgießen mit viel Wasser etwas unsicherer werden kann. Durch den Einsatz verschieden großer Düsen und durch Regulierung der Geh- bzw. Fahrgeschwindigkeit lassen sich mit einiger Übung alle Mengen zwischen 25 ccm bis 150 ccm/qm leicht und genau ausbringen. Im ersten Fall verwendet man z. B. 1 Düse mit 1-mm-Bohrung bei einer Geschwindigkeit von 6 km/h, im anderen 2 Düsen mit 2-mm-Bohrung bei 3 km/h. Dabei kann der Spritzende vor dem Pfluge hergehen oder auf dem Schlepper sitzen und das Spritzrohr vor dem Pfluge so in die Furche halten, daß Sohle und untere Schollenwand getroffen werden. Wir haben auf diese Weise 1/4 ha in 2—2,5 h ohne Schwierigkeiten behandeln können. Die Arbeitskosten (Schlepper und 2 Arbeitskräfte) beliefen sich auf etwa 10,— DM je Stunde, also auf rund 25,— DM je vha. Demgegenüber sind die Mittelkosten verhältnismäßig hoch (vgl. Tab. 4, Spalte 3). Bei Abnahme größerer Mengen sind aber noch Preissenkungen möglich. Es ist zu hoffen, daß die für das Untersuchungsgebiet als tragbar angesehenen Unkosten von etwa 500,— DM je vha im Zuge der Weiterentwicklung erreicht oder gar unterschritten werden. Dabei müssen natürlich auch die Einsparungen durch etwa vorhandene herbizide oder fungizide Eigenschaften der Mittel sowie die fördernde Nachwirkung einer Behandlung auch noch auf die folgende Kultur berücksichtigt werden. Spezialgeräte zur Bodenentseuchung konnten noch nicht im wünschenswerten Umfange eingesetzt werden. Obwohl im Auslande schon verschiedene Geräte entwickelt wurden, hat die Entwicklung deutscher Geräte erst spät eingesetzt und bisher noch nicht zu restlos befriedigenden Ergebnissen geführt. Wie verlautet, wird sich aber die Industrie dieser Frage jetzt eingehender widmen.

Für das Ausbringen pulverförmiger Mittel auf größeren Flächen konnte noch keine zuverlässige und zugleich wirtschaftliche Methode gefunden werden. Überhaupt haben sich die bisher geprüften echten Streumittel, die als Pulver oder Granulat in den Boden gebracht werden, noch nicht bewährt. Die Schwierigkeiten liegen hauptsächlich darin, daß die indifferenten Trägerstoffe die wirksamen Substanzen einerseits so festhalten müssen, daß beim Transport und beim Ausstreuen keine merklichen Verluste entstehen, sie andererseits aber im Boden schnell abgeben müssen, damit die für eine Abtötung notwendige Gaskonzentration erreicht wird und keine phytotoxischen Rückstände bleiben. Außerdem ist auch die gleichmäßige Verteilung der Partikeln im Boden nicht einfach zu erreichen. Das einzige bisher anerkannte feste Mittel, Mylone, wird als Suspension in etwa 5 l Wasser je qm ausgegossen. Nach dem Einarbeiten dieser Suspension soll der Boden dann noch mit mehreren Litern Wasser je qm durchfeuchtet werden. Solche Wassermengen sind im Freiland nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich zu beschaffen und in den Boden zu bringen.

Aus der Gesamtzahl der im Laufe der letzten Jahre durchgeführten Versuche sind einige in Tab. 4 dargestellt. Sie zeigen, daß eine wirksame Bekämpfung der parasitären Nematoden, verbunden mit einer Ertragssteigerung auf die Erntemenge eines gesunden Feldes, heute bereits mit mehreren Mitteln erreicht werden kann. So haben sich die Präparate Trapex und Nemacur für die Praxis des Untersuchungsgebietes sehr gut bewährt. Auch Mylone war in seiner Wirkung gut, doch bereitete, wie oben erwähnt, die Ausbringung einige Schwierigkeiten. Vapam hat ebenfalls gute nematizide Eigenschaften, doch reichte die normale Konzentration von 100 ccm/qm nicht immer aus. Mit DD und einigen verwandten Verbindungen wurden Ergebnisse erzielt, die von den an anderen Stellen gewonnenen abweichen. Die Präparate hatten zunächst auf das Aussehen und den Ertrag bei Möhren einen sehr positiven Einfluß. Auch wenn die angewandten Konzentrationen für eine gründliche Abtötung der Nematoden nicht ausreichten, war immer eine wachstumsfördernde Wirkung zu erkennen. Diese hängt, wie die Untersuchungen von Gof-

Tabelle 4. Übersicht über Unkosten und Auswirkung einer Bodenbehandlung mit chemischen Mitteln.

Mittel Aufwandmenge	Ausbringungsart	Mittelkosten* je qm	Durchschnittliche Abtötung in mehrjährigen Versuchen	Ertrag in kg/qm	
				Gesamt	Verkaufsware
Kalkstickstoff					
100 g/qm	Ausstreuen und Einfräsen	0,03 DM	24%	5,6	2,1
Ammoniak					
220 g/qm	Druckinjektion	1,35 DM	70%	6,6	5,5
Shell DD					
60 ccm/qm	Injektion	0,20 DM	73%	7,3	6,7
80 ccm/qm		0,25 DM	96%	8,1	7,2
Vapam					
100 ccm/qm	Pflugfurchenbehandlung	1,10 DM	80%	6,4	4,4
175 ccm/qm		1,80 DM	99%	7,0	5,1
Trapex					
125 ccm/qm	Pflugfurchenbehandlung	1,30 DM	95%	7,3	6,4
Mylone					
50 g/qm	Ausgießen und Einfräsen	1,30 DM	88%	7,0	6,2
Nemacur					
30 ccm/qm	Injektion	0,20 DM	94%	7,2	6,9
Unbehandelt					
verseucht	—	—	—	2,8	1,1
gesund**	—	—	—	7,0	6,3

* Die Zahlen geben die ungefähren Kosten für die Abnahme kleiner Mengen wieder. Bei Bezug größerer Gebinde verringern sich die Preise z. T. erheblich.

** Es handelt sich um ein vergleichbares Feld gleicher Bodenqualität, das nur wenige parasitäre Älchen enthält.

fart und Heiling (1958) gezeigt haben, mit der Erhöhung der Chlorionenkonzentration im Boden und in der Pflanze zusammen. Leider waren die äußerlich einwandfreien Möhren infolge einer starken Geschmacksbeeinträchtigung durch das Mittel ungenießbar. Die Geschmacksveränderungen traten auch dann ein, wenn zwischen Bodenbehandlung und Aussaat volle 6 Monate (Oktober bis März) lagen. Diese Beobachtung läßt sich aber nicht verallgemeinern, sondern ist durch die besonderen Bodenverhältnisse im Untersuchungsgebiete bedingt. Mit den Abwässern, die dort verrieselt werden, gelangen erhebliche Mengen von Kohlenstaub und Rußniederschlag auf die Felder, so daß der Boden einige Prozent dieser stark adsorptiv wirkenden Teilchen enthält. Kohle und und Humusteilchen machen hier etwa 7,8% des Trockengewichtes des Bodens aus (gemessen am Glühverlust). Durch diese Bestandteile werden gerade DD und verwandte Stoffe besonders stark adsorbiert. Sie bleiben infolgedessen länger im Boden und werden dann von den Pflanzen aufgenommen. Außerdem wird durch die Adsorption ein großer Teil des Mittels festgelegt und unwirksam gemacht. In den Versuchen mußte die sonst übliche Aufwandmenge von 60 ccm auf 80 ccm/qm gesteigert werden, um die erforderliche Wirkung zu erzielen. Trotz mancher Vorteile sind derartige Mittel z. Z. im Untersuchungsgebiete nicht zu gebrauchen. In einem Vergleichsversuch auf einem ähnlichen Sandboden ohne Kohle wurde keinerlei Geschmacksbeeinträchtigung festgestellt. Dort war auch die nematizide Wirkung ausreichend.

In Zusammenarbeit mit der Ruhrstickstoff AG Bochum, die Gerät und Mittel zur Verfügung stellte, wurden einige Flächen mit Ammoniak behandelt. Das unter Druck verflüssigte Gas wurde mit einer besonderen Injektorwalze in den Boden gebracht. Die herbizide Wirkung war gut, doch reichte die erzielte Verminderung der Nematoden nicht ganz aus. Die verbleibende Ausgangsverseuchung war noch so hoch, daß Ertragseinbußen auftraten.

Kalkstickstoff, der sich in der gärtnerischen Praxis als vielseitiges Mittel großer Beliebtheit erfreut, wurde auf ausdrücklichen Wunsch einiger Praktiker in die Versuche miteinbezogen, obwohl von vornherein nicht mit einer durchgreifenden Wirkung gegen die Älchen gerechnet werden konnte. Die Abtötung erreichte denn auch in keinem Falle die gewünschte Höhe.

Bisher wenig untersucht ist die Tiefenwirkung einer chemischen Behandlung. Auch in neueren Untersuchungen über das Verhalten von Nematiziden in verschiedenen Bodenarten wurde die Tiefenwirkung noch nicht berücksichtigt (Dieter, 1961). Bei unseren Versuchen wurde der Boden zur Prüfung der Tiefenwirkung verschiedener Präparate in 5 cm dicken Schichten bis zu 50 cm Tiefe abgetragen. Von jeder Schicht wurden 250 ccm Boden auf parasitäre Nematoden untersucht. Um ein befriedigendes Wachstum der Pflanzen zu erreichen, müssen bei der im Untersuchungsgebiete gegebenen vertikalen Verteilung der Älchen (vgl. Tab. 1) wenigstens die oberen 20—30 cm entseucht werden. In Abb. 4 bis 6 sind einige der Ergebnisse dieser Untersuchungen wiedergegeben. Abb. 4 zeigt die gründliche Entseuchung der in Frage kommenden Schichten durch ein gut wirkendes Mittel im Vergleich zu unbehandeltem Boden. Die tieferen Schichten werden nicht so gründlich von Nematoden befreit. Im allgemeinen reicht die Wirkung nicht mehr als 5—10 cm unter die Einbringungstiefe, doch gibt es auch Ausnahmen (vgl. Abb. 6). In Abb. 5 ist der Einfluß eines ungenügend wirksamen Präparates auf die parasitären Nematoden wiedergegeben. Eine ausreichende Reduktion hat nur in der direkt vom Mittel erfaßten Tiefe stattgefunden. Die Älchen in den oberflächlichen Schichten wurden nur wenig vermindert. Im einzelnen hängt die Tiefenwirkung stark von den physikalischen Eigenschaften der einzelnen chemischen Verbindungen und dem Boden ab. Wasserlöslichkeit, Siedepunkt und spezifisches Gewicht der Wirkstoffe auf der einen und Feuchtigkeit, Temperatur und Struktur des Bodens auf der anderen Seite sind dabei von entscheidender Bedeutung. So zeigt z. B. Abb. 6, wie ein wasserlösliches Mittel durch starke Niederschläge kurz nach der Behandlung von der Einbringtiefe aus nach unten gespült worden ist. Das an sich sehr gut wirkende Präparat hat infolgedessen die tieferen Schichten bis 50 cm Tiefe einwandfrei entseucht, die oberen Schichten dagegen nur unvollständig erfaßt. Hier ist, ebenso wie in dem in Abb. 5 wiedergegebenen Falle, mit Nematodenschäden zu rechnen. Mit der Tiefenwirkung steht auch die Nachhaltigkeit einer Bodenbehandlung in Zusammenhang. Je flacher die entseuchte Schicht ist, um so schneller kann sie durch

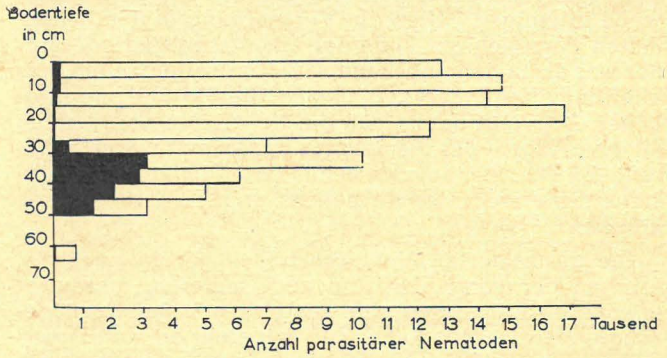

Abb. 4. Gute Wirkung eines chemischen Mittels auf pflanzenparasitäre Nematoden bei Ausbringung in 20 cm Tiefe. In dem behandelten Boden (schwarz) ist die Anzahl der parasitären Älchen je 250 ccm Erde der einzelnen Schichten bis in 30 cm Tiefe gegenüber der unbehandelten Kontrolle (weiß) stark vermindert.

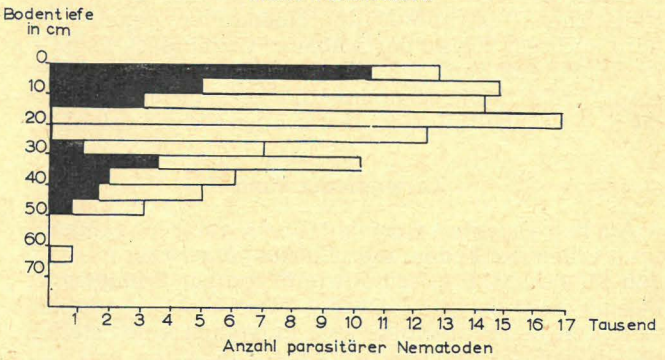

Abb. 5. Unzureichende Wirkung eines chemischen Mittels. Das Präparat, das in 20 cm Tiefe eingebracht wurde, hat nur die Älchen der unmittelbar benachbarten Schichten abgetötet. Ober- und unterhalb dieser Zone haben die Nematoden die Behandlung in großer Zahl überstanden. Schwarz = behandelt, weiß = unbehandelt.

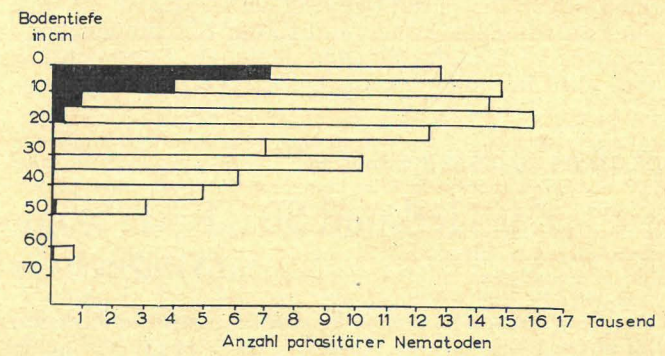

Abb. 6. Auswaschung eines Mittels. Das in 20 cm Tiefe ausgebrachte wasserlösliche Präparat wurde durch starke Niederschläge unmittelbar nach der Behandlung in größere Tiefen gespült. Die oberen Schichten sind trotz der Behandlung noch verseucht. Schwarz = behandelt, weiß = unbehandelt.

Einwanderung wieder besiedelt werden. Goffart (1961, im Druck) hat festgestellt, daß eine *Paratylenchus*-Population bei Anwesenheit geeigneter Wirtspflanzen innerhalb von 4—5 Monaten nach der Behandlung ihre Ausgangsgröße wieder erreichen kann, selbst wenn 6 Wochen nach der Behandlung keine oder nur vereinzelte Tiere nachzuweisen waren. Bei anderen parasitären Älchen war in der Beobachtungszeit kein derartiger Anstieg festzustellen. Wieweit die schnelle Zunahme der Paratylenchen auf starke Vermehrung oder auf Nachwanderung aus unbehandelten Schichten zurückzuführen ist, soll in weiteren Versuchen geklärt werden. Auf den Ertrag der nach der Behandlung angebauten Kultur hat das schnelle Anwachsen der *Paratylenchus*-Population keinen nennenswerten Einfluß. Nach unseren Untersuchungen ist die Verseuchung zu Beginn des Wachstums maßgebend für das Ausmaß der Schäden. Selbst wenn in einigen Fällen die Verseuchung in den behandelten Parzellen am Ende der Vegetationsperiode größer war als in den unbehandelten Kontrollparzellen, was allerdings selten vorkam, lagen die Erträge merklich höher. Das liegt daran, daß die Kontrollen von Anfang an dem Angriff der Nematoden ausgesetzt waren, während die Pflanzen auf den behandelten Parzellen wenigstens die ersten Monate nahezu ungehindert wachsen konnten.

Die geschilderten Versuche haben gezeigt, daß mit etlichen der genannten und auch anderen, hier nicht erwähnten Präparaten eine ausreichende Befallsminderung erzielt werden kann. Zur Zeit steht bei den Untersuchungen die Frage im Vordergrunde, wie lange sich eine chemische Behandlung positiv auf die Erträge auswirkt und wie durch eine Kombination von Bodenentseuchungs- und Fruchtfolgemaßnahmen eine möglichst nachhaltige Wirkung auf die Nematoden ausgeübt werden kann. Wenn die Möglichkeit einer wirksamen chemischen Bekämpfung der Nematoden gegeben ist, wird auch das Risiko der Anbauer vermindert. Es ist zu erwarten, daß dann die ohnehin arbeitsmäßig sehr anspruchsvolle Möhrenanbaufläche herabgesetzt und dadurch die Einhaltung geeigneter Fruchtfolgen erleichtert wird.

Zusammenfassung

Am Beispiel eines westdeutschen Gemüseanbaugebietes werden die Bedeutung pflanzenparasitärer Nematoden für den Möhrenbau sowie Wege zur Schadensverhütung aufgezeigt. Meist hat eine übertriebene Einseitigkeit der Fruchtfolge zum Entstehen eines starken Befalls geführt, an dem verschiedene Arten und Gattungen beteiligt sind. Infolge der vielseitigen Verseuchung führen ackerbauliche Maßnahmen allein nicht zu einer durchgreifenden Befalls- und damit Schadensminderung. Es muß eine Bodenentseuchung vorgenommen werden, die dann im Rahmen des Möglichen durch einen sinnvollen Fruchtwechsel zu ergänzen ist, um einen zu schnellen Wiederaufbau der Nematodenpopulation zu verhindern. Solange geeignete Spezialgeräte noch nicht im nötigen Umfange zur Verfügung stehen, dürfte bei flüssigen Präparaten das Ausspritzen in die Pflugfurche die beste Ausbringmethode sein. Für feste Mittel konnte noch keine auf größeren Flächen wirtschaftliche Anwendungsmethode gefunden werden. In ihrer nematiziden Wirkung waren die bisher anerkannten Mittel unter den geprüften Bedingungen gut, allerdings sind die Mittelkosten z. T. recht hoch. Shell DD und ähnliche Verbindungen können im Untersuchungsgebiete bei Möhren nicht angewandt werden, da sie infolge einer spezifischen, durch Kohle und Humusteilchen bedingten hohen Adsorptionskraft des Bodens nicht schnell genug entweichen und den Möhren einen unangenehmen Beigeschmack geben.

Zum ersten Male wurde auch die Tiefenwirkung einer chemischen Behandlung genauer untersucht. Sie reicht normalerweise nicht mehr als 5 bis 10 cm unter die Ausbringtiefe. Im einzelnen wird sie von den physikalischen Eigenschaften des Mittels und des Bodens stark beeinflußt.

Literatur

Andrassy, I.: *Hoplolaimus tylenchiformis* Daday, 1905 (syn. *H. coronatus* Cobb, 1923) und die Gattungen der Unterfamilie *Hoplolaiminae* Filipjev, 1936. Nematologica **3**. 1958, 1958, 44—56.

Dieter, A.: Beobachtungen über Standorteinflüsse auf den Effekt von Nematiziden zur Bekämpfung des Kartoffelnematoden *(Heterodera rostochiensis* Woll.) unter Verwendung von Modellpräparaten. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **68**. 1961, 80—91.

Goffart, H.: Über den Wiederaufbau von Nematodenpopulationen nach Anwendung chemischer Mittel im Gartenbau. Mitt. Biol. Bundesanst. 1961. [Im Druck].

Goffart, H., und Heiling, A.: Nebenwirkungen bei der Nematodenbekämpfung mit Shell DD und verwandten Mitteln. Nematologica **3**. 1958, 213—228.

Goodey, J.B., and Seinhorst, J.W.: Further observations and comments on the identity of *Rotylenchus robustus* (de Man, 1876) Filipjev, 1934 with a description of a proposed neotype and a new definition of *Rotylenchus* Goodey. Nematologica **5**. 1960, 136—146.

Kuiper, K.: Inoculatieproeven met *Hemicycliophora typica*. Meded. Landbouwhogesch. Gent **24**. 1959, 619—627.

Loof, P.A.A., und Oostenbrink, M.: Die Identität von *Tylenchus robustus* de Man. Nematologica **3**. 1958, 34—43.

Pauck, P., und Koch, F.W.: Über Versuche zur Bekämpfung der Möhrenfliege. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **4**. 1952, 113—116.

Oostenbrink, M.: Schade bij selderie door ectoparasitaire wortelaaltjes van het geslacht *Paratylenchus* Micoletzky 1922. Versl. Meded. Plantenziektenk. Dienst Wageningen **120**. 1953, 175—180.

Oostenbrink, M., Kuiper, K., en s'Jacob, J.J.: *Tagetes* als Feindpflanzen von *Pratylenchus*-Arten. Nematologica **2**, Suppl., 1957, 424—433.

Weischer, B.: Neuere Gesichtspunkte zur Frage der Biologie und Ökologie der wandernden Wurzelnematoden. Nematologica **2**, Suppl., 1957, 406—412.

Weischer, B.: Eine durch Nematoden verursachte Möhrenmüdigkeit. Verh. IV. Internat. Pflanzenschutz-Kongr. Hamburg 1957 **1**. 1959, 583—585.

Eingegangen am 16. März 1961.

DK 632.428.257.095.52 Synchytrium

Zur Herkunft SB („Rasse 3") und NB des Kartoffelkrebserregers *(Synchytrium endobioticum)*

Von Ctibor Blattný, Phytopathologische Abteilung der Biologischen Anstalt der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Prag

Im Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) **13.** 1961, 10—11 hat J. Ullrich kritische Bemerkungen zur Herkunft SB veröffentlicht, in welchen er zu dem Schluß kommt, daß die Existenz dieser Herkunft, die später die Bezeichnung „Rasse 3" erhielt, durch neuere tschechische Untersuchungen in