

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

Heft 111

Februar 1964



Aktuelle Fragen der Nematodenforschung

Vorträge gehalten auf der
1. Arbeitstagung über Gegenwartsfragen der Nematodenforschung
vom 4. bis 6. Dezember 1962 in Münster (Westf.)

Berlin 1964

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

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

Vorwort

In den beiden letzten Jahrzehnten hat sich die Nematodenforschung geradezu stürmisch entwickelt. Namentlich im Auslande wandten sich viele junge Wissenschaftler der Phytonematologie zu. Zahlreiche Veröffentlichungen und Neubeschreibungen, die Entwicklung moderner Arbeitsmethoden und nicht zuletzt die Gründung einer internationalen Zeitschrift für Nematologie sind äußere Zeichen dieses Fortschritts. Der Pflanzenpathologe kann, wenn er kein Nematologe ist, heute nicht mehr alle Neuerungen auf diesem Gebiete verfolgen. Seit 1955 haben wir daher versucht, die interessierten deutschen Pflanzenpathologen in Kursen mit den neuen Erkenntnissen der Phytonematologie vertraut zu machen. Die Lehrgänge wurden stets rege besucht und fanden großes Interesse. Nunmehr schien es uns sinnvoll zu sein, die Fachvertreter zu einer Arbeitstagung einzuladen, auf der sie über ihre eigenen Erfahrungen berichten, um, darauf aufbauend, die aktuellen Probleme der Nematodenforschung in Deutschland zu diskutieren. Die erste Arbeitstagung, die vom 4. bis 6. Dezember 1962 im Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Münster (Westf.) stattfand, wurde von 28 auf dem Gebiete der Nematodenforschung tätigen Wissenschaftlern des Deutschen Pflanzenschutzdienstes und der chemischen Industrie besucht. Die auf der Tagung gehaltenen Vorträge sollen hier einem weiteren Interessentenkreis zugänglich gemacht werden. Die sich an jeden Vortrag anschließenden Diskussionsbemerkungen werden auszugsweise mitgeteilt. Wenn auch die einzelnen Beiträge naturgemäß heterogen ausgefallen sind, glauben wir doch, daß sie, insgesamt betrachtet, einen Querschnitt durch die z. Z. anstehenden Nematodenprobleme in der Bundesrepublik geben.

Herrn Dr. P. A. van der Laan, Bennekom (Niederlande) sei für die freundliche Überprüfung der in englischer Sprache abgefaßten Zusammenfassungen aufrichtiger Dank gesagt.

Münster (Westf.) im August 1963

H. Goffart.

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Goffart, H., Das Resistenzproblem in der Nematodenforschung	7
Scheer, E., Erfahrungen mit dem Anbau der Kartoffelsorte Antinema	29
Weischer, B., Über die Beziehungen zwischen Befallszahl und Schaden bei pflanzenparasitären Nematoden	32
Homeyer, B., Erfahrungen bei der Prüfung von Nematiziden	43
Kemper, A., Erfahrungen bei der Anwendung chemischer Bodenentseuchungsmittel auf Freilandflächen	50
Sprau, F., Erfahrungen mit der chemischen Bekämpfung des Kartoffelnematoden (<i>Heterodera rostochiensis</i> Woll.) in Bayern	55
Goffart, H., Einige Beobachtungen zur Biologie und Ätiologie des Rübenkopfälchens <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kühn)	62
Niemöller, A., Bekämpfung des Rübenkopfälchens (<i>Ditylenchus dipsaci</i>) in Rheinland-Pfalz	73
Löcher, Fr., Verbreitung des Rübenkopfälchens (<i>Ditylenchus dipsaci</i>) in Süddeutschland und Versuche zu dessen Bekämpfung	76
Lange, B., Meyer, J., und Burmeister, P., Vorläufige Ermittlungen über Schäden an Tabak durch freilebende Nematoden und Versuche zu ihrer Bekämpfung	85
Simon, L. K., Praktische Erfahrungen mit systemischen Nematiziden	94
Weischer, B., Nematoden als Vektoren von Pflanzenviren	98
Sturhan, D., Zur Frage der Bekämpfung von <i>Longidorus maximus</i> (Bütschli) ..	106
Dern, R., Vorkommen und Verbreitung der wirtschaftlich wichtigsten Nematoden in Hessen-Nassau ..	113

H. GOFFART,

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

Das Resistenzproblem in der Nematodenforschung

Resistenz ist das Ergebnis aller Faktoren, die dazu beitragen, einen Organismus gegen krankmachende Einflüsse zu sichern. Sie kann durch Standortverhältnisse vorgetäuscht werden, die die Reaktionsfähigkeit der Pflanzen verändern. Solche Unterschiede sind nicht erblich und daher für den Züchter uninteressant. Die erbliche Resistenz kann durch verschiedene Eigenschaften der Pflanzen bedingt sein. Man unterscheidet: a) die Scheinresistenz, die nur an bestimmten Standorten oder unter bestimmten klimatischen Verhältnissen auftritt, an anderen Orten oder unter anderen Umständen aber fehlt und b) die echte Resistenz, die vorliegt, wenn bei gleichmäßiger Belastung durch bestimmte Schadursachen einige Pflanzen oder Sorten geringeren Schaden aufzuweisen haben als andere.

In der Nematodenforschung wurde das Resistenzproblem akut, als man die Bedeutung der pflanzenparasitären Nematoden richtig einzuschätzen lernte und feststellen mußte, daß direkte Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Schädlinge aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nur in beschränktem Maße durchführbar sind.

Die ersten Untersuchungen in dieser Richtung erstreckten sich auf das Ausfindigmachen resistenter Formen, namentlich unter den Landsorten, oder die Selektion aus Mischpopulationen. Erst später erfolgte die Kreuzung resistenter Sorten mit anfälligen, aber wirtschaftlich wertvollen Formen, um resistente oder wenigstens tolerante Stämme zu erhalten. Einer der Hauptförderer der letztgenannten Arbeitsrichtung war der schwedische Genetiker Nilsson-Ehle, der gegen Hafernematoden (*Heterodera avenae*) resistente Gerstensorten mit qualitativ hochwertigen, aber anfälligen ertragreichen Sorten kreuzte und so neue wertvolle resistente Typen erzielte.

Nachstehend sollen die wichtigsten Ergebnisse der Züchtung auf Nematodenresistenz unter besonderer Berücksichtigung der europäischen Verhältnisse einer kurzen Betrachtung unterzogen werden.

1. *Ditylenchus dipsaci* (Kühn 1857) Filipjev 1936

Das Interesse an Sorten, die gegen *Ditylenchus dipsaci* resistent sind, ist gebietsweise unterschiedlich und hängt hauptsächlich davon ab, ob ein wirtschaftliches Bedürfnis vorliegt. In Schweden, Dänemark und Holland besteht z. B. Interesse an der Züchtung resistenter Klee- und Luzernesorten, in England an der Züchtung resistenter Klee- und Hafersorten, während man in Deutschland gebietsweise an der Züchtung resistenter Roggen- und Rotkleesorten interessiert ist. Wir wollen daher eine Unterteilung vornehmen und uns zunächst der Resistenzfrage bei Roggen zuwenden.

a) Roggen

Resistenz gegen *Ditylenchus dipsaci* wurde erstmalig bei einem in der holländischen Gemeinde Ottersum angebauten Landroggen nachgewiesen (Ritzema-Bos 1922). Diese Roggensorte hatte aber verschiedene Mängel aufzuweisen, wie Schartigkeit der Ähren und geringe Lagerfestigkeit, so daß sie in der Praxis

wenig Interesse fand. Vereinzelt wurde Ottersumer Roggen wohl aus Gründen der Sicherheit mit Petkuser Roggen gemischt angebaut.

Neben dem Ottersumer Roggen sind einige weitere Landsorten bekannt geworden, die eine gewisse Nematodenresistenz aufzuweisen haben. Nach K o t t h o f f (1942) ist der sog. Rheinberger Roggen mit dem Ottersumer Roggen identisch. Pulderroggen und Heikoorn liefern ebenfalls nur geringe Erträge und langes, weiches Stroh. Versuche, aus diesen Sorten einen Stamm mit höherem Ertrag und festerem Stroh zu selektieren, verliefen erfolglos. Durch Kreuzung von Ottersumer Roggen mit Petkuser W.-Roggen und Rückkreuzung des erhaltenen Materials mit Petkuser Roggen konnten nun Populationen gewonnen werden, aus denen nach langjähriger Prüfung die unerwünschten Eigenschaften ausgemerzt worden waren. Der so erhaltene Stamm erhielt die Bezeichnung C. I. V. 44/36 und wurde später als „Heertvelder“ Roggen bezeichnet, weil er von der Heertveld Farm in Veghel (Provinz Nordbrabant, Holland) stammte. Er besitzt ein schnelles Wachstum und zeichnet sich besonders durch ein auffallend festes Stroh aus. Die Älchenresistenz wird dominant vererbt (W e l l e n s i e k, 1945). Über die in Holland erzielten Ergebnisse, besonders über die von S e i n h o r s t nachgewiesene Nematodenresistenz dieser Züchtung hat P o o s (1956) berichtet.

Tab. 1. Befallsunterschiede bei Petkuser Roggen und Heertvelder Roggen
In % der Gesamtzahl von je 100 untersuchten Pflanzen

	Befall	Petkuser	Heertvelder
1954/55	stark	82	10
	schwach	14	42
	fehlend	4	48
1955/56 a)	stark	88	26
	schwach	12	20
	fehlend	0	54
1955/56 b)	stark	92	8
	schwach	6	52
	fehlend	2	40
1956/57 a)	stark	70	14
	schwach	26	42
	fehlend	4	44
1956/57 b) (Gefäßversuch)	stark	71	8
	schwach	7	8
	fehlend	22	84

In mehrjährigen Feldversuchen, die wir auf verseuchten Böden unterschiedlicher Struktur durchführten, konnten wir den Nachweis erbringen, daß Petkuser Roggen zwischen 70 und 90 % stark befallen wird, während eine beachtliche Infektion bei Heertvelder Roggen nur in 8 bis 25 % der Fälle zu beobachten war (G o f f a r t 1958). (Tab. 1). Aber auch diese Pflanzen erholten sich noch größtenteils, so daß man vielleicht an eine gewisse Altersresistenz denken kann. Der durchschnittliche

Kornertrag lag in solchen Fällen zwischen 150 und 220, wenn man den Ertrag des gleichzeitig angebauten Petkuser Roggens gleich 100 setzte. Derartige Mehrerträge können jedoch nur auf stark verseuchten Böden erwartet werden. Auf gesunden oder nur leicht infizierten Flächen liegt der Petkuser Roggen im Ertrag um etwa 15 bis 20 % höher als der Heertvelder Roggen.

Nach einer Beobachtung K r a d e l s (1959), der an einem Standort 1958 einen fast ebenso starken Befall an Heertvelder Roggen beobachtet hatte wie an zwei anfälligen heimischen Winterroggensorten und auch eine sichtbare Schädigung des Heertvelder Roggens festgestellt haben will, liegt die Vermutung nach dem Auftreten eines aggressiven Biotyps nahe, jedoch sind zunächst weitere Ergebnisse abzuwarten.

b) Hafer

Schäden durch *Ditylenchus dipsaci* an Hafer scheinen im Auslande häufiger vorzukommen als in Deutschland. Nach Griffith, Holden und Jones (1957) waren unter 250 Sorten von *Avena sativa* die meisten anfällig. Eine gewisse Resistenz zeigte sich nur bei Winterformen des Grey winter-Typs und bei einigen Sorten von *Avena byzantina* und *A. ludoviciana*. Bei Kreuzungen mit anfälligen Sorten ergab sich eine dominante Vererbung der Resistenz. Später führten G o o d e y und H o o p e r (1962) ähnliche Versuche durch und stellten fest, daß von 145 geprüften Hafersorten 12 % resistent waren; 8 % zeigten eine Teilresistenz. Als resistent gilt u. a. der Milford Hafer. Im frühen Jugendstadium unterscheiden sich resistente Sorten nicht von anfälligen, jedoch entwickelt sich die Resistenz mit dem Alter. Die Junglarven dringen nämlich in den Wurzelhals ein, aber sie sterben hier nach und nach ab (Altersresistenz).

So zeigten sich nach B l a k e (1962) bereits 13 Tage nach der Infektion Unterschiede im Befall zwischen anfälligen und resistenten Sorten. Nach 30 Tagen enthielten anfällige Sorten fast 3mal soviel Älchen wie resistente Formen. Typische als „tulip root“ bezeichnete Symptome kommen im letzteren Fall nicht zur Ausbildung. Die Resistenzgene scheinen heute nur noch in den Wildarten *Avena sterilis* (mit Weiterentwicklung zu *A. byzantina*) und *A. ludoviciana* vorhanden zu sein, während *A. sativa*-Sorten infolge Züchtung aus einer beschränkten Anzahl Genotypen und des hohen Grades naher Sortenkreuzungen ihre Resistenzfaktoren verloren haben. Es sind auch Anzeichen vorhanden, daß in England Biotypen der Haferrasse von *Ditylenchus dipsaci* auftreten.

c) Klee

Während nach N i l s s o n - E h l e (1904) die Kleerrasse von *Ditylenchus dipsaci* verschiedene Kleesorten ohne Unterschied befällt, konnte A m o s (1918) deutliche Abweichungen in der Anfälligkeit von Rotkleearten in England nachweisen. „Gewöhnlicher“ Rotklee war sehr anfällig, auch wenn die Saat aus einem anderen Land importiert wurde. Spät blühender Rotklee wurde ebenfalls stark befallen, aber nicht so stark geschädigt wie der „gewöhnliche“ Rotklee. Diese mehr als Toleranz zu bezeichnende Eigenschaft zeigte namentlich wilder Rotklee von alten Weiden. T. G o o d e y (1922) fand Unterschiede zwischen englischem und schwedischem Rotklee. In den Jahren 1918 bis 1924 prüfte L i n d h a r d (1925) in Dänemark im Feldversuch mehrere Rotkleearten. U. a. fand er einen Stamm in einem Betrieb bei Hjelm mit beachtlicher Resistenz, der auch in den folgenden Jahren herausfiel und unter der Bezeichnung Otofte bekannt wurde. Ähnliche

Ergebnisse liegen aus Schweden vor. Hier konnte Sylvén (1937) eine hohe Resistenz für die Sorte Merkur (entwickelt aus Spannarp) nachweisen. Spätere Forscher (vgl. Binglefors, 1957) bestätigen den Befund für Schweden, Hasle-Nielsen (1944), Frederiksen (1950 u. 1951) sowie Frandsen (1951) für Dänemark. Gute Resistenz zeigte auch die aus einer dänischen Sorte in Weibullsholm (Schweden) entwickelte Resistentia (Gelin und Schwambom, 1941). Von den genannten Sorten sind heute Resistentia und Merkur im Handel. Besonders der Anbau von Resistentia hat sich in Südschweden, Dänemark und England bewährt (Brown, 1954). Für Mittelschweden sind beide Züchtungen jedoch nicht genügend winterhart. Binglefors (1957) nahm daher Kreuzungsversuche zwischen Merkur und der anfälligen, aber winterharten Sorte Ultuna vor. Beide Sorten werden zwar zunächst gleichmäßig befallen, aber schon nach wenigen Tagen zeigten sich Unterschiede. Während die Zahl der eingewanderten Nematoden bei Ultuna konstant blieb, nahm sie bei Merkur ab. Später war bei Ultuna auch eine erhebliche Vermehrung festzustellen, während bei Merkur ein Absterben der Tiere eintrat. Die aus beiden Sorten gewonnenen Bastarde U 36 und U 56 sind auch für Mittelschweden genügend winterhart; sie waren aber im Höchsthalle bis zu 95 %, meist erheblich weniger resistent (Binglefors, 1957). In Finnland zeigten die Lokalsorten Kangasala und Taipalsaari eine Resistenz gegenüber Stengelälchen, die jedoch den Grad der schwedischen Sorte Merkur nicht erreichte (Roivainen und Tinnilä, 1963). Nach Dijkstra (1957) zeigte Rosendaaler Rotklee oft erhebliche Anschwellungen mit starker Älchenvermehrung; aus Rotem Maasklee selektierte Formen dagegen hatten keine Schwellungen und im allgemeinen auch keine Vermehrung und Zellvergrößerung, jedoch braune Streifen auf der Oberfläche des Hypokotyls. Letztere können somit als resistent angesehen werden. Die Vererbung der Resistenz scheint beim Rotklee kompliziert zu sein und hängt wahrscheinlich von mehreren Faktoren ab.

Nach Versuchen, die wir 1954 mit einer niederrheinischen Herkunft, 1958 mit einer süddeutschen Herkunft von *Ditylenchus dipsaci* durchführten, ergab sich folgendes Bild:

Sorte	Befall	Anschwellungen	Vermehrung
Niederrheinischer Rotklee	stark	erheblich	ja
Resistentia	schwach	keine	keine
Merkur	mäßig	gering	kaum
Alexandriner Klee	vereinzelt	keine	keine

Da der niederrheinische Rotklee schnellwüchsiger ist, Massenerträge liefert und noch einen zweiten Schnitt im Jahre zuläßt, wird ein zu erwartender Ausfall eher hingenommen als der Anbau der spätblühenden Sorte Resistentia, die nur in seltenen Fällen zweimal im Jahre geschnitten werden kann.

Weißklee wird von *D. dipsaci* im allgemeinen schwächer befallen. Auch hier wurden Resistenzunterschiede nachgewiesen. So kann Morsoe-Weißklee oft stark in Mitleidenschaft gezogen werden, während der englische wilde Weißklee, obwohl auch er befallen wird, dem Angriff mehr Widerstand entgegenstellt (Ole-

sen, 1932, Hasle-Nielsen, 1944, Frederiksen, 1950, 1951). In der Praxis empfiehlt man daher, auf gefährdeten Böden Morsoe-Weißklee in Mischung mit wildem englischem Weißklee anzubauen.

d) Luzerne

Burkart (1934, 1937) führte in Argentinien umfangreiche Resistenzuntersuchungen durch und konnte zeigen, daß die Züchtung nematodenresistenter Luzernesorten möglich und vererbbar ist. Nach Tomé (1952), der die Arbeiten fortsetzte, sind derartige Sorten in Argentinien bereits im Handel. In den USA zeigte eine aus Turkestan erhaltene Herkunft eine erhebliche Resistenz. Sie wurde in Nevada vermehrt und unter dem Namen „Nemastan“, eine Selektion dieser Sorte („Synthetic A“) mit höherem Ertrag und Welkeresistenz als „Lahostan“ in den Handel gebracht (O. F. Smith, 1955). Nemastan und Lahostan behielten ihre Resistenz auch in England und Schweden bei, konnten aber ertragsmäßig wegen der andersgearteten klimatischen Bedingungen in diesen Ländern nicht befriedigen (Brown und Goodey, 1956). Vor allem waren sie in Mittelschweden nicht genügend winterhart (Bingefors, 1961). Hier bewährte sich ein aus Kayseri (Türkei) erhaltener Stamm, der sowohl nematodenresistent als auch genügend winterhart war. Eine gewisse Resistenz zeigten auch einige französische Sorten, z. B. „Du Puits“. Im Staate Oregon (USA) wurde aus französischen Herkünften eine resistente Sorte entwickelt, die den Namen „Talent“ erhielt (Schott u. Mitarb., 1952).

Bemerkenswert ist, daß die resistenten Sorten bei Befall zwar mit einem gestauchten Wachstum reagieren, die um die eingewanderten Älchen liegenden Zellkomplexe aber kaum geschädigt sind, während anfällige Sorten starke Anschwellungen und ein lockeres Zellgewebe aufzuweisen haben. Die Symptome gleichen damit den Verhältnissen beim Rotklee.

2. *Aphelenchoides* spp.

Untersuchungen über die unterschiedliche Anfälligkeit von *Chrysanthemum*-Sorten gegenüber *Aphelenchoides ritzemabosi* wurden von Hesling und Wallace (1961) angestellt. Die Sorten Orange Peach Blossom, Delightful und Amery Shoemith waren resistent, Bil Walter und Lilac Nymph anfällig. Unterschiede zeigten sich aber nur bei älteren Pflanzen. Die Autoren glauben, daß die Resistenz auf einer Überempfindlichkeit der Sorten gegenüber den Älchen beruht. Wallace (1961 b) konnte nämlich zeigen, daß die eierführenden Weibchen in den Blättern resistenter Pflanzen wahrscheinlich wegen Fehlens eines Nahrungsfaktors sich lebhaft bewegen und Hunderte von Zellen anbohren, die in wenigen Tagen braun werden. Dadurch werden die Älchen wesentlich stärker als sonst der Trockenheit ausgesetzt. Da nun der Lebenszyklus von *A. ritzemabosi* 10 bis 13 Tage dauert, können selbst einzelne Larven, die sich im Blatt entwickeln, nicht das adulte Stadium erreichen. Im Gegensatz hierzu bewegen sich die Weibchen in den anfälligen Pflanzen kaum; sie bohren nur einzelne Zellen an, legen aber viele Eier ab, die sich weiterentwickeln. Auch symptomatisch ergeben sich Unterschiede zwischen resistenten und anfälligen Sorten. So breitet sich bei anfälligen Sorten die Braunfärbung, die nach Wallace (1961 a) durch das Zusammentreffen von Polyphenolen mit Polyphenoloxidasen und anschließender Oxydation und Polymerisation zustande kommt, quer zum Blatt bis zu den Hauptblattadern aus. Bei

resistenten Sorten treten die Symptome nur im frühen Stadium auf, dann aber werden die befallenen Flächen schwarz und brechen auf. Sie sind öfters auch von einem gelben Rand umgeben, der von den Adern nicht begrenzt ist. Eine Aufwärtsbewegung der Älchen zu den höher ansetzenden Blättern entfällt. Im Gehalt an Polyphenolen oder Polyphenoloxidasen zeigten sich bei den Blättern resistenter und anfälliger Sorten keine Unterschiede (W a l l a c e , 1961 b).

3. *Heterodera schachtii* Schmidt 1871

Die ersten Beobachtungen über Befallsunterschiede bei der Zuckerrübe teilte Wilfarth (1900) mit. Versuche zur Züchtung einer nematodenresistenten Zuckerrübe führte Molz in den Jahren 1912 bis 1917 durch. Zunächst wählte er die Rüben einmal nach Masse, zum anderen nach Nematodenbefall aus und erhielt auf diese Weise Stämme, die einen geringeren Zuckergehalt aufwiesen, da hohes Rübengewicht und hohe Zuckerprocente sich gegenseitig ausschließen. 1922 änderte Molz seinen Weg und versuchte durch planmäßige Bastardierungen von Rübenstämmen zum Ziele zu gelangen. Er konnte zwar Mehrerträge erzielen, doch ließen sich scheinbare Erfolge auf Heterosis zurückführen. Eine Minderung des Besatzes an Nematodenzysten wurde nicht erreicht (H ü l s e n b e r g 1935). H u s f e l d (1926) befaßte sich mit demselben Problem. Er beobachtete Pflanzen, die auf verseuchtem Boden kaum Zysten hatten, isolierte diese und baute sie als Samen-träger an. Es zeigte sich aber, daß die Nachkommen der schwach befallenen Rüben ebenso stark mit Zysten besetzt waren wie diejenigen stark befallener Rüben.

In USA konnten ebenfalls keine deutlichen Unterschiede in der Resistenz bei Zuckerrüben nachgewiesen werden. Nach S w i n k und F i n k n e r (1956) soll zwar eine Korrelation zwischen dem Galaktinolgehalt und der Resistenz der Rüben bestehen, aber es ist nicht erwiesen, ob ein hoher Galaktinolgehalt die Ursache für die Resistenz ist.

Das Problem der Züchtung nematodenresistenter Zuckerrüben wurde erst wieder aufgegriffen, als H i j n e r (1951) feststellen konnte, daß sich an den Wildrüben *Beta patellaris*, *B. webbiana* und *B. procumbens* keine Zysten bildeten. Die Wurzelsekrete der drei genannten *Beta*-Arten wirkten zwar auf die Larven des Rüben-nematoden aktivierend und veranlaßten sie zum Eindringen, aber das 4. Larvenstadium wurde nicht überschritten. Es kam also nicht zur Entwicklung von Weibchen und nur selten, z. B. bei *B. patellaris* (S h e p h e r d , 1957), zur Bildung von Männchen. Wenn dennoch später gelegentlich einzelne Weibchen von S h e p h e r d (1959) beobachtet wurden, so mag es sich um sog. „Resistenzbrecher“ gehandelt haben, wie sie auch bei bestimmten resistenten Kartoffelzuchtstämmen auftreten (s. S. 16). Der Befund kann andeuten, daß auch bei *H. schachtii* physiologische Rassen vorkommen. Nach S t e e l e und S a v i t s k y (1962) werden auch die Wildarten *B. corolliflora*, *B. intermedia*, *B. lomatogona*, *B. macrorrhiza* und *B. trigyna* schwer befallen, und es kommt zur Entwicklung von Eiern und Larven.

G o l d e n (1958) bestätigte die Beobachtungen H i j n e r s für die amerikanischen Verhältnisse. Nach seinen Beobachtungen drangen die Larven in die Wurzeln der Wildrübenarten während der ersten 15 Tage zwar weniger stark ein als in die Wurzeln der Zuckerrüben; nach 30 und 45 Tagen waren aber auch bei den Wildarten reichlich Larven eingewandert. Die weitere Entwicklung verlief dann bei der Zuckerrübe normal, während sie sich bei den Wildrüben verzögerte. Weib-

chen entwickelten sich bei den Wildarten überhaupt nicht, nur einzelne Männchen bildeten sich aus. Bergman (1958) konnte an Hand von Mikrotomschnitten zeigen, daß unmittelbar nach dem Eindringen von *Heterodera schachtii* in Wurzeln von *Beta patellaris* eine Zellnekrose eintritt. Dadurch wird die Zufuhr weiterer Nährstoffe zur Larve gestoppt, und es unterbleibt die für die Entwicklung zum erwachsenen Weibchen erforderliche Bildung von Riesenzellen.

Da die drei genannten Wildarten auch gegen *Cercospora* und Kräuselkrankheit resistent sind (B andlow), versuchte man sie mit der Zuckerrübe zu kreuzen. Dabei ergaben sich aber große Schwierigkeiten: einmal trat nämlich bei den Bastarden oft keine Wurzelbildung ein, zum anderen sind die Bastarde weitgehend steril. Versuche, fruchtbare Bastarde durch Pfropfen auf Zuckerrübenunterlagen zu erhalten, gelangen zwar bis zu einem gewissen Grade, doch verlief die Rückkreuzung mit Zuckerrübenpollen ergebnislos oder angesetzte Früchte keimten nicht. Somit besteht vorerst noch keine Möglichkeit, die Nematodenresistenz der genannten Wildarten auf die Zuckerrübe zu übertragen.

4. *Heterodera avenae* Wollenweber 1924

Über Unterschiede im Befall gewisser Gerstensorten gegenüber dem Hafernematoden (*Heterodera avenae*) berichtete erstmalig Nilsson-Ehle (1903) in einer kurzen Mitteilung. Er fand, daß vierzeilige Gerste verhältnismäßig stark angegriffen wurde. Besondere Hinweise für einen unterschiedlichen Befall ergaben sich 1905 auf einem mit Hafer bestellten Feld, das im Vorjahre verschiedene Gerstensorten getragen hatte. Das unterschiedliche Wachstum des Hafers deckte sich nämlich genau mit den Grenzen der Gerstensorten des Vorjahres. Vor allem fiel der schlechte Stand des Hafers auf der Parzelle auf, die im Vorjahre die als empfindlich bereits erkannte vierzeilige Gerstensorte getragen hatte. Die praktische Bedeutung dieser Beobachtung wurde von Nilsson-Ehle sofort erkannt. Er führte in den folgenden Jahren eine Reihe von Anbau- und Kreuzungsversuchen durch und stellte u. a. fest, daß außer bestimmten Landsorten aus Schonen und Gotland Prinzeß- und Goldgerste stark anfällig waren, während Primus, Svanhals-, Hannchen- und Chevaliergerste kaum Zystenbehang zeigten (1920). Selbstverständlich wirkten sich die Befallsunterschiede auch im Korn-ertrag der Gerstensorten aus. Viel wichtiger war es aber, daß sich die Abweichungen bei dem nachfolgenden besonders anfälligen Hafer zeigten, wenn Primus oder Svanhals die Vorfrucht für Hafer bildeten. Diese beiden Sorten entstammen nämlich einer älteren Form, Bestehorns Diamantengerste, die aus einer Kreuzung von Chevalier- × Imperialgerste gezüchtet sein soll. Die Resistenz der beiden Gerstensorten ist in diesem Falle von der Chevaliergerste herzuleiten. Bei einer Kreuzung resistenter und anfälliger Sorten dominierte in der F_1 die Resistenz. In F_2 und F_3 erfolgte dann eine typische Aufspaltung, die wenigstens in bestimmten Fällen darauf schließen ließ, daß die Resistenz monofaktoriell vererbt wird. Nach Brand (1935) bestehen auch Beziehungen zwischen der Resistenz gegen *Heterodera* und einem hohen Gramingehalt der Pflanzen.

In Dänemark zeigten die Gerstensorten Fero, Drost und Kron (Bogh), sowie Alfa (Andersen, 1951) eine beachtliche Resistenz. Nach Jørgensen und Thomsen (1928) hatte auch die Sorte Rex nur einen geringen Zystenbehang aufzuweisen. Schließlich fand Andersen (1959) noch eine Resistenz bei dem Stamm Nr. 191. Inzwischen hatte es sich aber herausgestellt, daß die

genannten Sorten nicht an allen Anbauorten ihre Widerstandsfähigkeit zeigten. So entwickelten sich z. B. in einigen Anbauversuchen der Jahre 1956 und 1957 an Drost und Fero erhebliche Zystenmengen (A n d e r s e n , 1959). Von 99 untersuchten Feldpopulationen trat in mehr als 50 Böden eine aggressive Rasse auf, nur die Nr. 191 war gegen diese resistent. In zwei Fällen beobachtete A n d e r s e n aber auch hier Zysten und meint, daß wahrscheinlich noch eine dritte physiologische Rasse vorkommt. K o r t (1960) berichtet aus Holland sogar von 4 physiologischen Rassen, die dort teils rein, teils in Mischung mit anderen Rassen vorkommen. Jede hat eine eigene Wirtspflanze; alle befallen Roggen, aber nicht *Avena sterilis* (Tab. 2). Nach Versuchen von G a i r , P r i c e und F i d d i a n (1962) werden in England die meisten Frühgerstensorten, einschließlich Proctor und Herta, von *H. avenae* stark befallen. Nur an der Sorte Kron entwickelten sich weniger Zysten. Als äußerst widerstandsfähig erwies sich auch hier der Stamm Nr. 191 und einer seiner Abkömmlinge. Ein unterschiedliches Verhalten der Sorten Fero und Drost gegenüber verschiedenen englischen Herkünften von *H. avenae* wurde kürzlich auch von C o t t e n (1963) nachgewiesen.

Tab. 2. Verhalten mehrerer Rassen von *Heterodera avenae* gegenüber Gerste, Hafer und Roggen (nach K o r t)

Rassen	Gerste		Hafer	<i>Avena sterilis</i>	Roggen
	Drost	Nr. 191	Zone II		
A	R	R	Anf.	R	Anf.
B	R	Anf.	R	R	Anf.
C	Anf.	R	R	R	Anf.
D	R	R	R	R	Anf.

Bei Hafersorten gibt es keine scharfen Grenzen zwischen resistenten und anfälligen Sorten. In eigenen Feld- und Gewächshausversuchen konnten wir schon 1940 beobachten, daß Siegeshafer und Flämingsgold stark, Adlerhafer und Heines Silber schwach befallen werden (G o f f a r t , 1940). W a g n e r (1952) bestätigte die Ergebnisse für den Fichtelgebirgsraum, jedoch konnten die resistenten Sorten unter den dort herrschenden Boden- und Klimaverhältnissen im Ertrag nicht befriedigen. Wir überprüften dann in den Jahren 1955–1957 nochmals einige Gelb- und Weißhafersorten an mehreren Stellen des Bundesgebietes (G o f f a r t , 1960¹⁾).

Es ergab sich, daß die Gelbhafersorten einen stärkeren Zystenbehang aufzuweisen hatten als die Weißhafersorten. Innerhalb der Gruppe der Weißhafer scheint Lohmanns Weender IV eine gewisse Resistenz zu besitzen, denn sie zeigte im Vergleich zu anderen Weißhafersorten an allen Anbauorten einen geringen Zystenbehang. Soweit Erträge ermittelt wurden, lagen sie über dem Durchschnitt der vergleichsweise angebauten Weißhafersorten. Besonders schwierig war die Gruppe der Gelbhafer zu bonitieren. Hier wechselte sowohl Zystenbehang wie Ertrag in den einzelnen Jahren und an den Anbauorten. Die Differenzen waren meist so gering, daß wir keine Signifikanz feststellen konnten. A n d e r s e n

¹⁾ An den Versuchen beteiligten sich das Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten in Kitzberg bei Kiel und das Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule in Stuttgart-Hohenheim, für deren Mitwirkung gedankt wird.

(1961) hat kürzlich die Ergebnisse einer 6jährigen Prüfung mehrerer Hafersorten veröffentlicht und gefunden, daß nur die Sorte Grise de Houdan einen konstant bleibenden geringeren Zystenbehang zeigte. Hinzu kommen noch einige Zuchtstämme, namentlich aus USA. Die Resistenz scheint bei Grise de Houdan intermediär zu sein und von einem Gen abzuhängen. Nach C o t t e n (1963) erwiesen sich auch hier Abkömmlinge von *Avena abyssinica*, *A. strigosa* und *A. sterilis* gegenüber 6 englischen Herkünften von *H. avenae* als resistent.

Das Auftreten von Biotypen des Hafernematoden konnte für Deutschland noch nicht nachgewiesen werden. Mit ihrem Vorkommen muß aber gerechnet werden, zumal Biotypen nicht nur aus Dänemark (A n d e r s e n, 1959) und Holland (K o r t, 1960), sondern auch aus Irland (D u g g a n, 1958) und England (H e s l i n g, 1952) bekannt geworden sind. Für Irland nimmt D u g g a n 2 Biotypen an, von denen der eine mehr an Getreide, der andere mehr an Gräsern zur Vermehrung kommt.

5. *Heterodera rostochiensis* Wollenweber 1923

Die Bekämpfung des Kartoffelnematoden auf dem Wege des Fruchtwechsels oder durch chemische Mittel hat manche Nachteile, so daß man schon seit langem sich bemühte, mit der Züchtung resistenter Sorten ein wirksameres Bekämpfungsverfahren zu erschließen. Zunächst wurden die zum Handel zugelassenen Sorten auf ihr Verhalten gegenüber Kartoffelnematoden geprüft. Leider verliefen alle Versuche in dieser Richtung erfolglos (G o f f a r t, 1939, O o s t e n b r i n k, 1950, v a n d e n B r a n d e u. Mitarb., 1952). Wenn sich auch im Ertrag Abweichungen zeigten — frühe Sorten werden in Mitteleuropa meist stärker geschädigt als späte —, so liegt das in erster Linie am Zusammenfallen von Zystenreife und Sortenreife (G o f f a r t, 1939). Erst die Überprüfung eines größeren Materials von Kartoffelwildarten durch E l l e n b y führte zu einem bedeutsamen Fortschritt. E l l e n b y (1948) stellte zunächst eine Resistenz bei *Solanum ballsii* (= *S. vernei*) fest. Dann gelang es ihm, aus einem Sortiment südamerikanischer Wildformen weitere 5 resistente Linien zu finden, von denen 4 zu *Solanum andigena* gehören (1952). Die Vererbung der Resistenz in Selbstungssämlingen wird von T o x o p e u s und H u y s m a n bestätigt (1952). Sie bleibt auch nach dreimaliger Einkreuzung von *S. tuberosum* erhalten.

In den folgenden Jahren wurden noch weitere resistente Wildarten oder wenigstens resistente Herkünfte einiger Wildarten aufgefunden. Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind etwa 18 verschiedene Arten bzw. Herkünfte ermittelt worden. Hierzu gehören u. a. die für die Züchtung z. Z. wichtigsten Formen *S. andigena* CPC 1673, 1685, *S. fomatinae*, *S. vernei*, *S. multidissectum* und *S. kurtzianum* (= *S. macolae*), die sämtlich einen hohen Resistenzgrad aufzuweisen haben. Im Vererbungsmodus differiert das Material. Vollresistenz zeigen die meisten Arten (durchschnittlich 0 bis 5 Zysten je Wurzelballen), bei Teilresistenz können sich etwa 30 bis 50 Zysten je Wurzelballen entwickeln. Da aber genügend Arten mit Vollresistenz vorhanden sind, brauchen wir auf Arten mit Teilresistenz nicht zurückzugreifen. Die praktische Züchtung hat bisher hauptsächlich die resistenten Herkünfte von *S. andigena* als Kreuzungspartner herangezogen. Dies hat einmal genetische Gründe, weil *S. andigena* tetraploid wie die Kartoffel ist, zum anderen die Wurzeln der resistenten Herkünfte ein Diffusat abscheiden, das mindestens ebenso stark auf den Larvenschlupf aktivierend wirkt wie die Wurzeldiffusate

einer anfälligen Kartoffelsorte. Durch diese zusätzliche Eigenschaft wird also die Verminderung der Bodenverseuchung erheblich beschleunigt. Bei der Züchtung von *S. vernei* und *S. famatinae* mit *S. tuberosum* treten gewisse Schwierigkeiten auf, da die Wildarten vor dem Einkreuzen zuerst tetraploid gemacht werden müssen; aber auch diese Nachteile sind schon zu einem großen Teil überwunden. So besitzen wir heute Bastarde von *S. famatinae* × *S. tuberosum*; es dürfte nunmehr Aufgabe der praktischen Züchtung sein, diese Bastardformen mit geeigneten *S. tuberosum*-Sorten zu kreuzen.

Mit dem Anbau resistenter auf *andigena*-Basis gezüchteter Kartoffeln liegen aus dem In- und Ausland eine Anzahl interessanter Ergebnisse vor. In vielen Fällen gelang es, schon durch einmaligen Anbau einer resistenten Sorte eine Reduktion der Kartoffelnematodenlarven von 70 % (H u y s m a n, 1957), 84–88 % (S t e l t e r und R a e u b e r, 1959), 48 % (W i l l i a m s, 1958) und 90 % im Wurzelbereich (G o f f a r t, 1960) zu erzielen. Die starken Schwankungen in der Reduktion dürften weitgehend von der Anfangsverseuchung des Bodens, der Pflanzendichte und den jeweiligen Wachstumsbedingungen abhängen. So kann bei hoher Anfangsverseuchung ein so massiver Ansturm von Larven auf die Wurzeln resistenter Sorten eintreten, daß diese schwer geschädigt werden und sich unter Umständen kaum noch erholen. Es ist klar, daß in solchen Fällen die Pflanzen überfordert wurden; man muß dann durch andere Maßnahmen, z. B. Einschaltung nicht anfälliger Pflanzen oder durch chemische Bodenbehandlung den Spiegel der Bodenverseuchung zu senken versuchen. Von Wurzeldiffusaten einer auf *S. vernei* aufgebauten Sorte werden die Larven nicht angelockt, die Sorte kann sich daher gut entwickeln, aber sie wirkt wie eine Neutralsorte, d. h. sie vermindert die Bodenverseuchung weniger stark (D u n n e t t, 1960).

Eine gewisse Besorgnis bei den Züchtern entstand, als zunächst aus Schottland (D u n n e t t, 1957), dann aus England (J o n e s, 1957), Holland (H u y s m a n, 1959) und Deutschland (S c h i c k und S t e l t e r, 1959) aggressive Biotypen des Kartoffelnematoden bekannt wurden. Nach D u n n e t t (l. c.) sollen etwa 10 % der verseuchten Böden Schottlands einen derartigen Biotyp enthalten. H u y s m a n (l. c.) kam zu dem Ergebnis, daß in etwa 25 % aller verseuchten Böden Biotypen anzutreffen sind. In Deutschland haben wir bisher in etwa 3 % der Fälle mit dem Auftreten aggressiver Biotypen zu rechnen, die aber stets in Mischung mit dem Normaltyp vorhanden sind (G o f f a r t, 1962). Die praktische Bedeutung von Biotypen bleibt solange unbedeutend, als der Anbau auf *andigena*-Basis gezüchteter Sorten noch gering ist und nicht übertrieben wird und das künftige Kartoffelsortiment nicht ausschließlich auf *andigena*-Basis aufgebaut wird.

6. Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne* spp.)

Die Suche nach Kulturpflanzen, die gegen *Meloidogyne*-Arten resistent sind, wurde in den USA schon frühzeitig betrieben, da sich gerade hier erhebliche Ausfälle zeigten. Nur wenige resistente Formen haben einen praktischen Wert. In den meisten Fällen liegen die Erträge zu niedrig oder es treten Mängel auf, z. B. eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Pilzbefall, dennoch dienten sie oftmals als Leitformen für die weitere Züchtungsarbeit. Auf mehreren Tagungen stand gerade das Problem der Züchtung nematodenresistenter Pflanzen im Brennpunkt des Interesses, so in Nashville (Tennessee) 1937 (B a r s s u. Mitarb.) und Birmingham (Alabama) 1940 (B a r s s).

Neue Aspekte ergaben sich, als Chitwood (1949) nachweisen konnte, daß es sich beim Wurzelgallenälchen um mehrere morphologisch unterscheidbare Arten handelt, die auch in ihrem biologischen Verhalten Abweichungen aufzuweisen haben (Sasser, 1954). Durch die nun notwendig werdenden erneuten Untersuchungen gelang es, manche bis dahin bestehende Differenz aufzuklären. Darüber hinaus liegen auch Anhaltspunkte für das unterschiedliche Verhalten bestimmter Herkünfte einer Nematodenart gegenüber derselben Kulturpflanze vor (van der Linde, 1956, Daulton und Nusbaum, 1962). Über den heutigen Stand vor allem der amerikanischen Resistenzforschung hat kürzlich Moore (1961) berichtet. Die gegenwärtige Lage läßt sich bei den wichtigsten Kulturpflanzen folgendermaßen umreißen:

a) Tomate

Mehrere Selektionen der in Südamerika vorkommenden *Lycopersicon peruvianum* besitzen eine unterschiedliche Resistenz gegenüber verschiedenen *Meloidogyne*-Arten. Die normale Pflanze ist kleinfrüchtig, gut resistent gegenüber *M. incognita*, jedoch weniger resistent gegen *M. incognita acrita* (Peacock, 1959)². Von *M. hapla*, *M. arenaria* und *M. javanica* wird sie erheblich befallen. Da aber *Lycopersicon peruvianum*-Einkreuzungen die Teilresistenz dominant vererben und diese durch eine kleine Anzahl Faktoren bestimmt wird (McFarlane und Mitarb., 1946) können hieraus für die Zukunft noch wertvolle Ergebnisse erwartet werden. Z. Z. entsprechen allerdings die Züchtungen ertragsmäßig noch nicht den Wünschen der Praxis (Andreweg, Tjallingii, vanden Kroft, 1952). A. Rae Forster konnte feststellen, daß auch Tomatenpflanzen, die auf *Lycopersicon peruvianum*-Unterlagen gepfropft worden sind, nur wenig Weibchen von *M. incognita* aufzuweisen hatten, während selbstgepfropfte Tomaten starken Gallenbesatz zeigten. Selbst wenn ein Reis von *Lycopersicon peruvianum* auf Tomate gepfropft wird, war der Befall geringer. Forster nimmt an, daß vom Reis ein Hemmstoff auf die Tomatenwurzel ausgeht, der die Gallbildung drückt. Barham und Winstead (1959) fanden auch bei Tomaten aus Hawaii und Texas eine Resistenz gegenüber *M. incognita*, *M. incognita acrita*, *M. javanica* und *M. arenaria*, die durch dominante Gene bestimmt wird.

b) Klee und Luzerne

Rot- und Weißklee sind in den USA sehr anfällig gegen *Meloidogyne*-Arten. Je 2 aus Schweden und aus Holland eingeführte Weißkleestämme erwiesen sich gegen einzelne *Meloidogyne*-Arten teilweise resistent. Auch 2 Rotkleeselektionen zeigten geringeren Befall gegenüber *M. incognita* und *M. incognita acrita* als andere.

Eine ausgedehnte Untersuchung nach resistenten Luzernestämmen wurde von Stanford und Mitarb. (1958) durchgeführt. Sie testeten 200 Zuchtklone und viele aus dem In- und Ausland beschaffte Sorten, die aber mit einer Ausnahme sämtlich von *M. hapla* befallen wurden. Auch verhielten sich einige Klone gegenüber *M. javanica* und *M. hapla* anders als gegenüber den Arten einer anderen Herkunft (Goplen u. Mitarb., 1959). Nur die Selektion M-4 aus der Sorte Ver-

²) Nach neuerer Anschauung (Triantaphyllou und Sasser, 1959) ist eine Trennung der beiden Unterarten *M. incognita incognita* und *M. incognita acrita* wegen zu geringer Abweichungen nicht aufrechtzuerhalten.

nal war resistent. Nach Reynolds (1955) schädigt *M. javanica* die Luzerne stärker als *M. incognita acrita*. Beide Arten sind namentlich im Südwesten der USA weit verbreitet. Südliche Herkünfte von Luzernesorten waren nach diesem Autor resistenter als nördliche.

e) Pfirsich

Chitwood, Specht und Hawis (1952) konnten bei Pfirsichunterlagen Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber *M. incognita* und *M. javanica* nachweisen. Drei Stämme aus der Yunnan-Gruppe, ferner je ein Stamm aus Shalil und Bokhara sind gegen alle *M.*-Arten, außer *M. javanica*, resistent. Hochanfällig war Shalil auch in Israel gegen *M. javanica* (Minz und Cohn). Da aber *M. javanica* im südöstlichen Teil der USA vorherrschend ist, haben derartige teilresistenten Zuchtstämme nur eine begrenzte Bedeutung. Aus Okinawa hat man einen weiteren Pfirsichstamm eingeführt, der auch gegen *M. javanica* resistent sein soll (Sharpe, 1958). Bastarde aus diesem Sämling und eigenen anfälligen Sorten verhielten sich ebenfalls resistent. Z. Z. werden diese Züchtungen unter den verschiedensten Klima- und Bodenverhältnissen in den USA geprüft.

d) Bohnen

Schon Isbell (nach Barss u. Mitarb.) gelang es, im Staate Alabama aus Bohnensorten zwei Stämme zu isolieren, an denen sich nur kleine Wurzelgallen entwickelten. Sie erhielten die Bezeichnung Alabama No. 1 und No. 2. Barrons (1940) prüfte die Resistenz von Alabama No. 1 und fand, daß die Eigenschaft auf zwei rezessiven Faktoren beruht. Eine weitere Züchtung, Hopi 155, erwies sich ebenfalls als resistent. Hieraus wurde wahrscheinlich die heute im Handel befindliche Sorte Hopi 5989 entwickelt. Auch die resistente Sorte Westan wäre hier zu erwähnen. Allard (1954) konnte in 15jähriger Arbeit Stämme selektieren, die eine noch größere Resistenz als Hopi 5989 aufzuweisen hatten. Gegenwärtig wird versucht, die Stämme mit den besseren Bohnensorten zu kreuzen.

e) Baumwolle

Nach King (s. Barss u. a., 1937) unterscheiden sich die verschiedenen Baumwollsorten in ihrer Anfälligkeit gegen *Meloidogyne*-Arten. Die ägyptische Baumwolle soll wesentlich anfälliger sein als die Acala-Baumwolle des amerikanischen Upland-Typs. Hybriden zwischen der Sorte Sako und der amerikanischen Upland-Baumwolle waren zunächst resistent, verloren diese Eigenschaft aber in den späteren Generationen. Auch die von A. L. Smith (1954) als resistent gefundene *Gossypium barbadense* var. *darwinii* zeigte bei der Einkreuzung von *G. hirsutum* rezessive Eigenschaften. Smith meint, wenn es gelinge, den höchsten Resistenzgrad in die Clevewilt-Sorten zu übertragen, würden sich die Erträge um 30 bis 40 % steigern lassen.

Für die meisten verseuchten Böden im Staate Alabama ist der Anbau der mäßig resistenten Sorte Auburn 56 heute noch die wirtschaftlich beste Bekämpfungsmaßnahme, zumal sie auch gegen *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* resistent ist (Martin, Newsom und Jones, 1956, Minton, Cairns und Smith, 1962). Minton (1962) fand auch, daß die Entwicklung der einzelnen *Meloidogyne*-Arten in den Sorten unterschiedlich ist. So konnten sich in der Sorte Auburn 56 *M. incognita* und *M. incognita acrita* vermehren, jedoch nicht *M. ja-*

vanica und *M. arenaria*. Die Resistenz äußert sich in einer verminderten Hypertrophie und Hyperplasie mit entsprechender Verminderung der Gallbildung und dem Ausbleiben der Nematodenreife.

f) T a b a k

Tabak gehört in den Südstaaten der USA zu den von *Meloidogyne*-Arten stark bevorzugten Pflanzen. Die Verluste sind oftmals größer als durch irgendeinen anderen Schädling. Daneben wird der Tabak auch noch von mehreren freilebenden Wurzel nematoden der Gattung *Pratylenchus* spp., *Rotylenchus* spp., *Belonolaimus* sp., *Trichodorus* sp., *Helicotylenchus* sp. und von *Tylenchorhynchus claytoni* angegriffen. Besonders empfindlich scheint z. B. die Sorte Dixie Bright 101 zu sein. Aus zahlreichen jahrzehntelang durchgeführten Prüfungen ergab sich in einigen wenigen Fällen eine leichte bis mäßige Resistenz. Nach D r o l s o m und M o o r e (1958) waren die Stämme gegen *M. incognita* und *M. incognita acrita* resistent, jedoch nicht gegen *M. javanica*, *M. arenaria* und *M. hapla*. Ein weiterer Nachteil der teilresistenten Stämme war der geringe Ertrag und die Ausbildung sehr kleiner Blätter. Erst vor wenigen Jahren gelang es, durch Einkreuzen von *Nicotiana glauca* und *N. glauca* in die resistente Linie RK 42 und Rückkreuzung der F₁ mit verschiedenen qualitativ wertvolleren Sorten teilresistente Formen mit besseren Eigenschaften zu züchten. Nach D r o l s o m, M o o r e und G r a h a m (1958) ist die Resistenz dominant und monofaktoriell.

g) T e e

Bemerkenswert ist die Beobachtung von L o o s (1953), daß *M. brevicauda* auf Ceylon beträchtlichen Schaden an jungen Teepflanzen hervorruft. Der Schaden wird noch verstärkt, wenn Pflanzen, die der Gründüngung dienen, wie *Tephrosia vogelii* und *Erythrina lithosperma*, zwischen den Teebüschen stehen, da sie von *Meloidogyne* sp. stark befallen werden. Die Älchen dringen nun in die Wurzeln der jungen Teepflanze ein, aber mit steigendem Alter entwickeln die Pflanzen eine zunehmende Resistenz und die eingewanderten Larven sterben ab.

h) W e i n

L i d e r (1954) prüfte das Verhalten zahlreicher *Vitis*-Arten gegenüber *Meloidogyne incognita acrita* und stellte fest, daß z. B. *Vitis solonis* und *V. rotundifolia* sich praktisch resistent verhalten im Gegensatz zu den stark anfälligen Arten *V. vinifera*, *V. labrusca* und *V. rupestris* St. George. Eine Mittelstellung nahmen *V. berlandieri* und *V. champini* ein. Daneben ergaben sich aber auch gewisse Abweichungen im Verhalten der einzelnen Herkünfte des Parasiten, die sämtlich aus dem Staate Kalifornien stammten.

7. Freilebende Nematoden

Nächst den *Meloidogyne*-Arten spielen in den USA bei manchen Pflanzen, z. B. Tabak, Tee, Citrus und Bananen, freilebende Nematoden eine beachtliche Rolle. Untersuchungen, auch auf diesem Gebiete zu resistenten Sorten zu kommen, stekken noch in den ersten Anfängen. Mehrfach wurden bereits Unterschiede in der Anfälligkeit beobachtet, aber eine systematische Resistenzzüchtung scheint noch nicht aufgenommen worden zu sein. Einige Hinweise finden sich bei M o o r e (1960), für Banane bei L u c und V i l a r d e b o (1962).

8. Über die Ursachen der Resistenz

Im Laufe der Zeit wurden mehrere Hypothesen und Theorien über die Ursachen der Resistenz aufgestellt. So beobachtete Wälsted (1936), daß anfällige und resistente Gerstensorten von *Heterodera major* (= *H. avenae*) zunächst zwar gleichmäßig stark befallen werden, aber bei den resistenten Sorten sich Zysten nur in geringem Umfange entwickeln. Den Grund für dieses abweichende Verhalten sieht er in der Anwesenheit eines Hemmfaktors. Eine ähnliche Meinung vertritt auch Millikan (1938). Nach Barrons (1939) treten bei resistenten Pflanzen Stoffe auf, welche die Wirkung der Speicheldrüsensekrete neutralisieren. Genetische Unterschiede in der Zusammensetzung der Speicheldrüsensekrete sollen die Nematodenrassen befähigen, an verschiedenen Wirtspflanzen zu leben. Derselben Ansicht ist auch Christie (1949). Er spricht in diesem Zusammenhang nicht von anfälligen und resistenten Sorten, sondern von geeigneten („suitable“) und ungeeigneten („insuitable“) Pflanzen. T. Goodey (1937) scheint die erste gewesen zu sein, der im Vermehrungspotential der Nematoden ein Hauptunterscheidungsmerkmal für diese beiden Begriffe sieht. Nach seinen Beobachtungen kommt es bei resistenten Rotklesorten zwar zu Wachstumshemmungen, aber nicht zur Vermehrung von *Ditylenchus dipsaci*; starke Vermehrung ist jedoch bei anfälligen Sorten zu beobachten. Dieser Meinung schließen sich auf Grund eigener Beobachtungen an *Ditylenchus dipsaci* und anderen pflanzenparasitären Nematoden Binglefors (1951), Hijner (1952) und Howard (1955) an. Sie wird in einer Gesamtschau vor allem von Bovien (1955) vertreten. Seinhorst (1956) sieht zwar in der geringen Reproduktionsfähigkeit ebenfalls ein Hauptargument für die Resistenz, glaubt aber, daß die Eigenschaft bei Rotklee und anderen Pflanzen auf einer Überempfindlichkeit des Gewebes gegenüber dem Nematoden beruht. In anderen Fällen soll auch das Fehlen bestimmter vitaler Gewebereaktionen die Resistenz ursächlich bedingen. So tritt z. B. bei anfälligen Rotklesorten gleichzeitig eine Auflösung der Mittellamellen ein, die wir übrigens auch bei anderen von *Ditylenchus dipsaci* befallenen Pflanzen, wie Rüben, beobachten konnten und die auf die enzymatische Wirkung der Speicheldrüsensekrete zurückzuführen ist. Das Auftreten einer Abwehnekrose bei Kartoffeln, die gegen *Heterodera rostochiensis* resistent sind, ist im Grunde auch nichts anderes als eine Überempfindlichkeitsreaktion (Kühn, 1958).

Nach Gämman (1946), der den Ursachen der Resistenz nachgeht, müssen wir unterscheiden zwischen den morphologisch-histologischen und physiologischen Ursachen, die das Eindringen von Nematoden verhindern oder mindestens erschweren, und der Fähigkeit der Pflanzen, die Ausbreitung der Nematoden und ihre Entwicklung im pflanzlichen Gewebe durch entsprechende für den Nematoden toxische Stoffe zu verhindern. Der erste Fall, der auch als Eindringungsaxenie (Gämman) bezeichnet wird, kann durch mechanischen Widerstand des Gewebes, z. B. bei schnell verholzenden Pflanzen, aber auch durch den Gehalt an bestimmten von den Wurzeln ausgeschiedenen und wenigstens für einzelne Nematodenarten unzutraglichen oder gar toxischen Stoffen bedingt sein. In den letzten Jahren sind einige interessante Beispiele dieser Art bekannt geworden, z. B. die für manche Nematodenarten toxisch wirkenden Wurzelsekrete von *Tagetes*, die das α -Terthienyl abscheiden (Uhlenbroek und Bijloo, 1958). In dieselbe Richtung weist auch die Resistenz von *Asparagus*, dessen Wurzelsekret, ein Glykosid, für *Trichodorus christiei* toxisch wirkt (Rohde und Jenkins, 1958).

Wahrscheinlich hemmt der Stoff die Entwicklung der Cholinesterase, die bei mehreren Nematodenarten nachgewiesen werden konnte (Rohde, 1960). Er kann auch Populationen von *T. christiei* in der Wurzelzone von Tomaten erheblich reduzieren, wenn er auf die Blätter oder an die Wurzeln gegossen wird. Vor kurzem konnten Scheffer, Kickuth und Visser (1962) nachweisen, daß die Resistenz des gegen *Meloidogyne*-Arten resistenten Grases *Eragrostis curvula* (Schrud.) Nees, über die schon van der Linde (1956) berichtete, auf einer Ausscheidung von Brenzkatechin zurückzuführen ist, die nicht erst auf den Infektionsreiz erfolgt, sondern genetisch fixiert ist und sich in jedem Falle außerhalb der Pflanzen abspielt.

Bedeutsamer scheint aber die Ausbreitungsresistenz zu sein, die im allgemeinen durch Besonderheiten des Zellinhalts bedingt ist. Sie wird von Enzymen der Speicheldrüsensekrete der Nematoden ausgelöst, die zur Entwicklung von Schutzstoffen durch die Pflanze führen. Diese Hemmstoffe verhindern die Bildung von Riesenzellen, die für die Ernährung der Nematoden und ihre weitere Entwicklung nötig sind. Es kommt zu einer Abwehrnekrose, die beim Befall resistenter Pflanzen durch *Heterodera*-Arten besonders ausgeprägt ist. Die Nekrose wird nach Kühn (1958) durch einen Stoff ausgelöst, der vom Kopf des Parasiten durch mehrere Zellagen hindurch in den Zentralzylinder diffundiert, ohne dabei die Zellen, durch die er seinen Weg nehmen mußte, zu töten. Erst im Kambiumgewebe kommt es zur Auslösung nekrogener Stoffe. Diese wirken auf die beim Angriff von Nematoden normalerweise mit Riesenzellenbildung reagierenden Gewebe nekrotisierend. Damit wird aber dem Nematoden die Möglichkeit genommen, Nahrung aufzunehmen. Seine weitere Entwicklung verzögert sich und spätestens nach der dritten Häutung sterben die Weibchen ab, weil sie dann ihre Beweglichkeit aufgeben und keine neuen Zellen aufsuchen, jedoch können sich Männchen entwickeln.

Die nekrogenen Abwehrreaktionen stellen ohne Zweifel eine wichtige Grundlage für die Züchtung resistenter Kulturpflanzen dar, zumal sie vielfach auch den Charakter der Überempfindlichkeit besitzen, wie sie Seinhorst (1956) und Dijkstra (1957) an stockälchenresistenten Rotkleesorten, Wallace (1961) an blattälchenresistenten *Chrysanthemum*-Sorten beobachteten und Powell (nach Moore 1960) auch für *Meloidogyne*-Arten annimmt.

Zeichen der Überempfindlichkeit ist das Nekrotisieren der Zellen um die eingedrungenen Larven, während man von Resistenz schon spricht, wenn sich die Zellen nicht vergrößern und keine Hypertrophie zeigen und die Larven sich nicht oder doch nur in geringem Maße entwickeln. Innerhalb der Resistenz können also verschiedene Grade (Voll- und Teilresistenz) unterschieden werden. Daraus folgt, daß der Befall einer Pflanze noch kein Kriterium dafür ist, sie als Wirtspflanze anzusprechen. Erst die weitere Entwicklung und Vermehrung der Parasiten entscheidet über Resistenz oder Anfälligkeit.

Über die Chemie der Hemmstoffe liegen noch kaum Untersuchungen vor. In einigen Fällen scheinen sie in die Nähe der Phenole gestellt werden zu müssen, obwohl Wallace (1961) im Polyphenolgehalt resistenter und anfälliger *Chrysanthemum*-Blätter keinen Unterschied erkennen konnte. Hinweise für das Vorkommen einer Altersresistenz liegen ebenfalls vor.

Durch starke Veränderungen der Umweltbedingungen kann das in einem Boden befindliche Rassenspektrum verändert und damit direkt oder indirekt auch der Resistenzgrad modifiziert werden. So können Temperatur, Feuchtigkeit und andere

Faktoren den Resistenzgrad abschwächen und Entwicklung, Eiablage und Vermehrung der Nematoden begünstigen (Tyler, 1941). Bedeutsamer sind genetische Veränderungen durch mehrere (mindestens 5) Jahre aufeinanderfolgenden Anbau resistenter Kartoffelsorten, die zum Aufbau einer Population mit aggressiven Biotypen führen, wie Cole und Howard (1962) nachweisen konnten. Diese Hinweise mögen genügen, um zu zeigen, daß die Ursachen für eine Nematodenresistenz noch nicht restlos geklärt sind, und es zahlreicher breit gestreuter Versuche bedarf, bis eine Sorte als resistent für ein größeres Anbauareal gelten kann.

Die Züchtung auf Nematodenresistenz steht, wie abschließend bemerkt sei, natürlich nicht isoliert da, sondern muß eingebaut werden in einen Komplex von Werteigenschaften, zu denen gleichmäßiges Wachstum, Qualität, Ertrag, das Verhalten gegenüber anderen Krankheitserregern und sonstige landwirtschaftlich oder gärtnerisch wünschenswerten Merkmale gehören. Noch stehen wir am Anfang dieses umfassenden Arbeitsgebietes, aber die ersten Erfolge liegen bereits vor.

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

In einer Übersicht werden der gegenwärtige Stand des Resistenzproblems bei pflanzenparasitären Nematoden, namentlich *Ditylenchus dipsaci*, *Aphelenchoides ritzemabosi*, *Heterodera schachtii*, *H. avenae*, *H. rostochiensis* und *Meloidogyne* spp. behandelt, die bisher vorliegenden Beobachtungen und Versuchsergebnisse besprochen und auf die Natur der Resistenz eingegangen. Es wird hierbei unterschieden zwischen der Eindringungsaxenie (G ä u m a n n), die mechanisch (bei schnell verholzenden Pflanzen) oder durch spezifisch wirksame toxische Stoffe bedingt wird, und der Ausbreitungsresistenz, die durch Besonderheiten des Zellinhalts (Abwehrnekrose, Überempfindlichkeit, Altersresistenz) verursacht wird. Veränderungen der Umweltbedingungen können den Resistenzgrad modifizieren. Die Bedeutung der Nematodenresistenz liegt nicht allein in der Züchtung wenig oder gar nicht anfälliger Sorten, sondern sie muß auch andere Faktoren, wie gleichmäßiges Wachstum, gute Erträge, einwandfreie Qualität und Reaktion gegenüber anderen Krankheitserregern, berücksichtigen.

S u m m a r y

A review has been given on the present situation of the resistance problem of plants to nematodes e. g. *Ditylenchus dipsaci*, *Aphelenchoides ritzemabosi*, *Heterodera schachtii*, *H. avenae*, *H. rostochiensis* and *Meloidogyne* spp. A distinction has been made between „Eindringungsaxenie“ (G ä u m a n n), occurring mechanically or by means of specific toxicants of the plants, and „Ausbreitungsresistenz“ caused by special features of the cells (necrosis, hypersensitiveness, resistance by age). Ecological conditions may modify the level of resistance. The importance of resistance to nematodes is not only confined to breeding of more or less resistant varieties, but ought consider also other factors (equality of growth, satisfactory yield and quality, reaction to other pests and diseases).

L i t e r a t u r

Die sehr umfangreiche Literatur kann aus Raumgründen nur zum Teil berücksichtigt werden. Das Hauptgewicht wurde auf neuere Arbeiten gelegt. Frühere Veröffentlichungen sind dort nachgewiesen. Die mit *) versehenen Veröffentlichungen lagen nur im Referat vor.

- Allard, R. W., Sources of root-knot nematode resistance in lima beans. *Phytopathology* 44. 1954, 1-4.
- Amos, A., The difficulties of growing red clover: clover sickness and other causes of failure. *J. R. agric. Soc.* 79. 1918, 68-88.
- Andersen, S., Sortsresistens mod havreål. *Ugeskr. Landm.* 96. 1951, 218-220.
- , Resistens mod havreål. *Ugeskr. Landm.* 99. 1954, 43-45.
- , Resistance of barley to various populations of the cereal root eelworm (*Heterodera major*). *Nematologica* 4. 1959, 91-98.
- , Resistens mod havreål *Heterodera avenae* Kgl. Vet., Landbohøskol., Afd. Landbrug. *Plantekult.* 68. 1961, 179 S.
- Andeweg, J. M., Tjallingii, F., vanden Kroft, W. G., Riemens, J. M., en Bravenboer, L., Proeven met tomaten-onderstemmen resistent tegen het wortelknobbelaaltje. *Meded. Dir. Tuinbouw* 15. 1952, 255-264.
- Bandlow, G., Die *Beta*-Wildarten der Sektion *Patellares* und Kreuzungsversuche mit Zuckerrüben. *Züchter* 31. 1961, 362-372.
- Barham, W. S., and Winstead, N. N., Inheritance of resistance to root-knot nematodes in tomatoes. *Amer. Soc. hort. Sci.* 69. 1959, 372-377.
- Barrons, K. C., Varietal differences in resistance to root-knot in economic plants. *Plant Dis. Repr., Suppl.* 109. 1938, 143-151.
- Barss, H. P., Proceedings of the third national plant nematode conference. *Plant Dis. Repr., Suppl.* 124. 1940, 135-150.
- , Wingard, S. A., Buhner, E. M., Steiner, G., and Tyler, J., Proceedings of the root-knot nematode conference. *Plant Dis. Repr., Suppl.* 102. 1937, 97-122.
- Bergman, B. H. H., Het bietencystenaaltje en zijn bestrijding. V. Enige microscopische waarnemingen betreffende de ontwikkeling van larven van *Heterodera schachtii* in de wortels van vatbare en resistente planten. *Meded. Inst. rat. Suikerprod.* 28. 1958, 149-169.
- Bingefors, S., The nature of resistance to stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev, in red clover, *Trifolium pratense* L. *Acta Agric. scand.* 1. 1951, 180-189.
- , Studies on breeding red clover for resistance to stem nematode. *Växtodling* 8. 1957, 123 p.
- , Stem nematode in lucerne in Sweden. II. Resistance in lucerne against stem nematode. *Kungl. Lantbrukshögskol. Ann.* 27. 1961, 385-398.
- Blake, C. D., The etiology of tulip-root disease in susceptible and in resistant varieties of oats infested by the stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev I. Invasion of the host and reproduction by the nematode. *Ann. appl. Biol.* 50. 1962, 703-712.
- Bovien, P., Host specificity and resistance in plant nematodes. *Ann. appl. Biol.* 42. 1955, 382-390.
- *Brand, K. et al., Gramin und zwei Begleiter desselben in Laubblättern von Gerstensorten. *Ztschr. physiol. Chem.* 235. 1935, 37-42.
- Brown, E. B., Resistentia — an eelworm resistant clover. *Plant Pathology* 3. 1954, 122.
- , and Goodey, J. B., Observations on race of stem eelworm attacking lucerne. *Plant Pathology* 5. 1956, 28-29.
- Burkart, A., Alfalfa immune al nemátode del tallo. *Rev. argent. Agron.* 1. 1934, 304-306.
- *—, La selección de alfalfa immune al nemátode del tallo. (*Anguillulina dipsaci*). *Rev. argent. Agron.* 4. 1937, 171-196.
- Chitwood, B. G., Root-knot nematodes. — Part I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Proc. helm. Soc. Washington* 16. 1949, 90-104.

- Chitwood, B. G., Specht, A. W., and Havis, L., Root-knot nematodes. -- Part III. Effects of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on peach root-stocks. Plant Soil 4. 1952, 77-95.
- Christie, J. R., Host-parasite relationships of the root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp. III. The nature of resistance in plants to root-knot. Proc. helm. Soc. Washington 16. 1949, 104-108.
- Cole, C. S., and Howard, H. W., Further results from a field experiment on the effect of growing resistant potatoes on a potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis*) population. Nematologica 7. 1962, 57-61.
- Daulton, R. A. C., and Nusbäum, C. J., The effect of soil moisture and relative humidity on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. Nematologica 8. 1962, 157-168.
- Dijkstra, J., Symptoms of susceptibility and resistance in seedlings of red clover attacked by the stem eelworm *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. Nematologica 2. 1957, 228-237.
- Drolsom, P. N., and Moore, E. E., Reproduction of *Meloidogyne* spp. in flue-cured tobacco lines of root-knot resistant parentage. Plant Dis. Repr. 42. 1958, 596-598.
- , Moore, E. L., and Graham, T. W., Inheritance of resistance to root-knot nematodes in tobacco. Phytopathology 48. 1958, 686-689.
- Duggan, J. J., Population studies on cereal root eelworm *Heterodera major* (O. Schmidt, 1930). Econ. Proc. R. Dublin Soc. 4. 1958, 103-118.
- Dunnett, J. M., Variation in pathogenicity of the potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.) Euphytica 6. 1957, 77-89.
- , The role of *Solanum vernei* Bitt. et Wittm. in breeding for resistance to potato eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.) Scot. Plant Breed. Stat. Rept. 1960, 39-44.
- Ellenby, C., Resistance to the potato root eelworm. Nature, London, 162. 1948, 704.
- , Resistance to the potato root eelworm, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. Nature, London, 170. 1952, 1016.
- Cotten, J., Resistance in barley and oats to the cereal root eelworm *Heterodera avenae* Wollenweber. Nematologica 9. 1963, 81-84.
- Forster, Rae A., The development of *Heterodera rostochiensis* and *Meloidogyne incognita* in cross-grafted solanaceous plants with different susceptibilities. Nematologica 1. 1956, 283-289.
- Frandsen, K. J., Studies on the clover stem nematode (*Tylenchus dipsaci* Kühn). Acta Agric. scand. I. 1951, 203-270.
- *Frederiksen, H., Undersogelser af forsg over Kloveraals udbredelse skadevirkning, smitte forhold og bekaempelse. Beretn. Landboforen. Virksomh. Planteavl. Sjaelland 1949 (1950), 245-279; 1950 (1951), 275-301.
- Gair, R., Price, T. J. A., and Fiddian, W. E. H., Cereal root eelworm (*Heterodera avenae* Woll.) and spring barley varieties. Nematologica 7. 1962, 267-272.
- Gäumann, E., Pflanzliche Infektionslehre, Basel 1946, Verlag Birkhäuser.
- *Gelin, O., og Schwambom, N., Weibulls Resistenta rødkløver. Weibulls illustr. Årsb. 36. 1941, 10-11.
- Goffart, H., Resistenzprüfung von Kartoffelsorten gegenüber *Heterodera schachtii*. Züchter 11. 1939, 123-130.
- , Untersuchungen am Hafernematoden *Heterodera schachtii* Schmidt. Arb. biol. Reichsanst. 23. 1940, 141-161.
- , Anbauversuche mit „Heertvelder“ Roggen zur Bekämpfung der Stockkrankheit des Roggens. Ztschr. Pfl.krankh. 65. 1958, 657-660.
- , Populationsveränderungen des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.) beim Anbau nematodenresistenter und nematodenanfälliger Kartoffelsorten unter Berücksichtigung des Auftretens aggressiver Biotypen. Nematologica, Suppl. II. 1960, 76-83.

- Goffart, H., Neuere Ergebnisse über Resistenzzüchtung gegen Nematoden bei Getreide. 7. Hauptvers. Arb.gem. Krankh.bek., Resistenzzüchtg. Getreide, Hülsenfrüchte am 2. Dez. 1960 (nicht veröffentlicht).
- , Über das Auftreten aggressiver Biotypen des Kartoffelnematoden *Heterodera rostochiensis* Woll. Nachr.bl. dtsh. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 14. 1962, 101—103.
- , und Ross, H., Untersuchungen zur Frage der Resistenz von Wildarten der Kartoffel gegen den Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.). Züchter 24. 1954, 193—201.
- Golden, A. M., Interrelationships of certain *Beta* species and *Heterodera schachtii*, the sugar beet nematode. Plant Dis. Repr. 42. 1958, 1157—1162.
- Goodey, J. B., and Hooper, D. J., Observations on the attack by *Ditylenchus dipsaci* on varieties of oats. Nematologica 8. 1962, 33—38.
- Goodey, T., On the susceptibility of clover and some other legumes to the stem disease caused by the eelworm, *Tylenchus dipsaci* syn. *devastatrix*, Kühn. J. agric. Sci. 12. 1922, 20—30.
- , Observations on the susceptibility of certain varieties of oats to „tulip-root“ caused by the stem eelworm, *Anguillulina dipsaci*. J. Helminth., London, 15. 1937, 203—214.
- Goplen, B. P., Stanford, E. H., and Allen, M. W., Demonstration of physiological races within three root-knot nematode species attacking alfalfa. Phytopathology 49. 1959, 653—656.
- Griffith, D. J., Holden, J. H. W., and Jones J. M., Investigations on resistance of oats to stem eelworm, *Ditylenchus dipsaci* Kühn. Ann. appl. Biol. 45. 1957, 709—720.
- *Hasle-Nielsen, K., Graesmarksselektioner faglige Virksomhed. Beretn. Foren. jydsk Landboforen., Graesmarksselektioner, Aarhus, 1919—1924, 91—216.
- Hesling, J. J., Some observations on the cereal root eelworm population of field plots of cereal with different sowing times and fertilizer treatments. Ann. appl. Biol. 47. 1959, 402—409.
- , and Wallace, H. R., Susceptibility of varieties of chrysanthemum to infestation by *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz). Nematologica 5. 1960, 297—302.
- , and Wallace, H. R., Observations on the susceptibility chrysanthemum varieties infested at two different times with chrysanthemum eelworm, *Aphelenchoides ritzemabosi*. Nematologica 6. 1961, 64—68.
- Hijner, J. A., De gevoeligheid van wilde bieten voor het bietencystenaaltje (*Heterodera schachtii*). Meded. Inst. rat. Suikerprod. 21. 1951, 1—13.
- Hülseberg, H., Beitrag zur Züchtung einer nematodenfesten Zuckerrübe. Landw. Jahrb. 81. 1935, 505—523.
- Husfeld, B., Beitrag zur Züchtung von nematodenimmunen Zuckerrüben. Illustr. Landw. Ztg. 1926, 18. — Dtsch. Zuckerind. 51. 1926, 45.
- Huysman, C. A., Veredeling van de aardappel op resistentie tegen *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. Sticht. Plantevered. Meded. 14. 1957, 85 p.
- , Resistance to the potato eelworm in *S. tuberosum* subsp. *andigena* and its importance for potato breeding. Netherl. J. agric. Sci. 6. 1959, 39—46.
- , Some data on the resistance against the potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* W.) in *Solanum kurtzianum*. Euphytica 9. 1960, 185—190.
- Jørgensen, C. A., og Thomsen, M., Bygsorter og Havreal. Tidsskr. Planteavl 34. 1959, 680—691.
- Jones, F. G. W., Resistance-breaking biotypes of the potato eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.) Nematologica 2. 1957, 185—192.
- Kappert, H., und Rudolf, W., Handbuch der Pflanzenzüchtung. Verlag Paul Parey, Berlin 1958.
- Kort, J., Onderzoek naar het voorkomen van fysiologische rassen van het haverencystenaaltje. Tienjarenplan voor Graanonderzoek 1960, 95—99.

- K o t t h o f f, P., Die Resistenz von Roggensorten gegen *Anquillulina (Ditylenchus) dipsaci* (Kühn). Angew. Botanik 24. 1942, 79—99.
- K r a d e l, J., Stockälchenbefall in Abhängigkeit von Umweltfaktoren. In: Arbeitstagung 1959 des Arbeitskreises Bodenzöologie in der Arbeitsgemeinschaft Bodenbiologie der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften am 6. und 7. Mai 1959 in Halle (Saale). Wiss. Ztschr. Univ. Halle, math.-naturwiss. Reihe 8. 1959, 535—542.
- K ü h n, H., Über die Abwehrenekrose eines Kartoffelbastardes gegen den Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Wr.) in *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* (Juz. et Buk.) Hwk. (*Solanum tuberosum* L.). Ztschr. Pfl.krankh. 65. 1958, 465—472.
- L i d e r, L. A., Inheritance of resistance to a root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* var. *acrita* Chitwood) in *Vitis* spp. Proc. helm. Soc. Washington 21. 1954, 53—60.
- L i n d h a r d, E., Forsorg med danske og fremmede stammer af klover- og graesarter IV. 1918—1924. Tidskr. Plantavl 31. 1925 168—245.
- L o o s, C. A., *Meloidogyne brevicauda*, n. sp., a cause of root-knot of mature tea in Ceylon. Proc. helm. Soc. Washington 20. 1953, 83—91.
- L u c, M., et V i l a r d e b o, A., Les nématodes associés aux bananiers cultivés dans l'Ouest Africain. Fruits 16(6). 1961, 205—219, 261—279.
- M c F a r l a n e, J. S., H a r t z i e r, E. v a, and F r a z i e r, W. A., Breeding tomatoes for nematode resistance and high vitamin C content in Hawaii. Proc. amer. Soc. hortic. Sci. 47. 1946, 262—270.
- M a i, W. F., and P e t e r s o n, L. C., Resistance of *Solanum ballsii* and *Solanum sucrense* to the golden nematode, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. Science 116. 1952, 224—225.
- M a r t i n, W. J., N e w s o m, L. D., and J o n e s, J. E., Relationship of nematodes to the development of *Fusarium* wilt in cotton. Phytopathology 46. 1956, 285—289.
- M i l l i k a n, C. R., Eelworm (*Heterodera schachtii* Schmidt) disease of cereals J. Dept. Agric. Victoria 36. 1938, 452—468, 507—520.
- M i n t o n, N. A., Factors influencing resistance of cotton to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) Phytopathology 52. 1962, 272—279.
- , C a i r n s, E. J., and S m i t h, A. L., Resistant cottons, nematocides, and fallow vs. nematodes. Highlights agric. Res. 9(1). 1962.
- M i n z, G., and C o h n, E., Susceptibility of peach rootstocks to root-knot nematode. Plant Dis. Repr. 46. 1962, 531—534.
- M o l z, E., Über die Züchtung widerstandsfähiger Sorten unserer Kulturpflanzen. Ztschr. Pfl.züchtg. 5. 1917, 121.
- M o o r e, E. L., Some problems and progress in the breeding and selection of plants for nematode resistance. In: S a s s e r, J. N., and J e n k i n s, W. R., Nematology, Chapell Hill 1960, 454—460.
- M o u n t a i n, W. B., Studies on the pathogenicity of *Pratylenchus*. Recent Advances Botany 1961, 414—417.
- N e l s o n, R. R., Resistance to the stunt nematode in corn. Plant Dis. Repr. 40. 1956, 635—639.
- *N i l s s o n - E h l e, H., Nematoder, en hotende fare vor sädesodling. Sver. Utsädesfören. Tidsskr. 13. 1903, 34—68.
- *—, Om nagra af vara viktigaste växtsjukdomar och deras ekonomiskabetydelse för landtbruket. Sver. Utsädesfören. Tidsskr. 14. 1904, 163—174.
- , Über Resistenz gegen *Heterodera schachtii* bei gewissen Gerstensorten. Hereditas 1. 1920, 1—34.
- *O l e s e n, N. A., Graes markssektionens virksomhed 1931. 31. Beretn. Planteavlssarb. Landboforen. Jylland 1931. 1932, 317—347.
- O o s t e n b r i n k, M., Het aardappelaaltje (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber) een gevaarlijke parasiet voor de eenzijdige aardappelkultuur. Wageningen 1950, 230 S.
- P e a c o c k, F. C., The development of a technique for studying the host-parasite relationship of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* under controlled conditions. Nematologica 4. 1959, 43—55.

- Poos, J. A. J., The breeding of a winter rye variety with a good eelworm-resistance. *Euphytica* 5. 1956, 33-40.
- Reynolds, H. W., Varietal susceptibility of alfalfa to two species of root-knot nematodes. *Phytopathology* 45. 1955, 70-72.
- Ritzema-Bos, J., Het stengelaaltje (*Tylenchus devastatrix*, Kühn). *Tijdschr. Plantenziekten* 28. 1922, 159-180.
- Rohde, R. A., Acetylcholinesterase in plant-parasitic nematodes and anticholinesterase from *Asparagus*. *Proc. helm. Soc. Washington* 27. 1960, 121-123.
- , and Jenkins, W. R., The chemical basis of resistance of asparagus to the nematode *Trichodorus christiei*. *Phytopathology* 48. 1958, 463.
- Roivainen, O., and Tinnilä, A., The resistance of certain red clover varieties to the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. *Ann. Agric. Fenn.* 2. 1963, 1-6.
- Sasser, J. N., Identification and host-parasite relationships of certain root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Bull. Md. agric. Exp. Sta. A-77*. 1954, 31 S.
- Scheffer, F., Kickuth, R., and Visser, J. H., Die Wurzelausscheidungen von *Eragrostis curvula* (Schr.) Nees und ihr Einfluß auf Wurzelknoten-Nematoden. *2. Mitt. Ztschr. Pflernährg., Düngg., Bodenkunde* 98. 1962, 114-120.
- Schick, R., und Stelter, H., Das Auftreten aggressiver Formen des Kartoffelnematoden in der Deutschen Demokratischen Republik. *Dtsch. Akad. Landw. wiss. Tagungsber.* 20. 1959, 121-129.
- *Schoth, H. A., Gertner, L. G., and White, H. H., Talent alfalfa. *Oregon agric. Exp. Stat. Bull.* 511. 1952, 85.
- Seinhorst, J. W., Biologische rassen van het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev en hun waardplanten. I. Reacties van vatbare en resistente planten op aantasting en verschillende vormen van resistentie. *Tijdschr. Planteziekten* 62. 1956, 179-188.
- *Sharpe, R. H., Okinawa peach shows promising resistance to root-knot nematodes. *Proc. Florida hortic. Soc.* 70. 1958, 320-322.
- Shepherd, A. M., Development of beet eelworm, *Heterodera schachtii*, Schmidt, in the wild beet, *Beta patellaris*. *Nature*, London, 180. 1957, 341.
- , Testing populations of beet eelworm, *Heterodera schachtii* Schmidt, for resistance-breaking biotypes, using the wild beet (*Beta patellaris* Moq.) as indicator. *Nature*, London, 183. 1959, 1141-1142.
- Smith, A. L., The reaction of cotton varieties to *Fusarium* wilt and root-knot nematode. *Phytopathology* 31. 1941, 1099-1107.
- , Problems on breeding cotton for resistance to nematodes. *Plant. Dis. Repr.*, Suppl. 227. 1954, 90-91.
- Smith, O. F., Breeding alfalfa for resistance to bacterial wilt and the stem nematode. *Univ. Nebraska agric. Exp. Stat. Bull.* 188. 1955, 15.
- Stanford, E. H., Goplen, B. P., and Allen, M. W., Sources of resistance in alfalfa to the northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*. *Phytopathology* 48. 1958, 347-349.
- Steele, A. E., and Savitsky, Helen, Susceptibility of several *Beta* species to the sugar beet nematode (*Heterodera schachtii* Schmidt). *Nematologica* 8. 1962, 242-243.
- Stelter, H., und Rauber, A., Untersuchungen über den Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber). V. Die Veränderung einer Nematodenpopulation unter dem Einfluß widerstandsfähiger und anfälliger Kartoffelvarietäten in einjährigen Topfversuchen. *Ztschr. Pfl.krankh.* 66. 1959, 572-582.
- Swink, J. F., and Finkner, R. E., Galactinol-weight relationships in breeding for resistance to the sugar beet nematode. *J. Amer. Soc. Sugar Beet Techn.* 9. 1956, 70-73.
- Thorne, G., *Principles of nematology*. New York, Toronto, London: McGraw-Hill 1961, 570.

- *Tomé, G. A., Alfalfa breeding progress in Argentina. Proc. 6th int. Grassl. Congr 1952, 273-276.
- Toxopeus, H. J., and Huysman, C. A., Genotypical background of resistance to *Heterodera rostochiensis* in *Solanum tuberosum* var. *andigenum*. Nature, London, 170. 1952, 1017-1018.
- Triantaphyllou, A. C., and Sasser, J. N., Morphological and physiological variation in *Meloidogyne incognita* and *M. incognita acrita*. Phytopathology 49. 1959, 553 (Ref.).
- Tyler, J., Plants reported resistant or tolerant to the root-knot nematode infestation. Misc. Publ. US Dept. Agric. 406. 1941, 91.
- Uhlenbroek, J. H. and Bijloo, J. D., Investigations on nematocides. I. Isolation and structure of a nematocidal principle occurring in *Tagetes* roots. Rec. Trav. Chim. Pays-Bas 77. 1958, 1004-1009.
- vanden Brande, J., Kips, R. H., d'Herde, J. en van Mol, L., Onderzoek van aardappelvarieteiten en van Amerikaanse Solanumsoorten in verband met het aardappelcystenaaltje *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. Meded. Landbouwhogeschool. Opzoek. stat. Gent 17. 1952, 51-60.
- vander Linde, W. J., The *Meloidogyne* problem in South Afrika. Nematologica 1. 1956, 177-183.
- Wagner, F., Über Auftreten und Bekämpfung des Haferälchens (*Heterodera avenae*). Pflanzenschutz 4. 1952, 83-85.
- Wallace, H. R., Browning of chrysanthemum leaves infested with *Aphelenchoides ritzemabosi*. Nematologica 6. 1961, 7-16.
- , The nature of resistance in chrysanthemum varieties to *Aphelenchoides ritzemabosi*. Nematologica 6. 1961, 49-58.
- Walsted, I., Verschiedene Rassen bei *Heterodera schachtii* Schmidt. Züchter 8. 1936, 201-208.
- Wellensiek, S. J., Methoden voor het kweken van aaltjesresistente rogge en enkele hieruit voortvloeiende consequenties voor de roggeveredeling in het algemeen studiekring voor Planteveredeling. Wageningen 45. 1945, 35-37.
- Wilfarth, H., Ein neuer Gesichtspunkt zur Bekämpfung der Nematoden. Ztschr. Ver. dtsh. Zuckerind. 37. 1900, 195-204.
- Williams, T. D., Potatoes resistant to root eelworm. Proc. Linnean Soc., London, 169. 1958, 93-104.

Diskussion

Wagner erkundigt sich nach den Resistenzeigenschaften bei Weizen.

Goffart: Soweit bekannt ist, wird eine solche Züchtung gegen *Heterodera avenae* bisher nicht betrieben.

E. SCHEER,

Pflanzenschutzamt Kassel-Harleshausen.

Erfahrungen mit dem Anbau der Kartoffelsorte Antinema

Während man noch vor etwa 20 Jahren dem Kartoffelnematoden von seiten der Landwirtschaft in Kurhessen nur wenig Beachtung schenkte, droht dieser Schädling jetzt zu einer Gefahr zu werden, die nicht unterschätzt werden darf. Im Juli 1962 waren 18 Gemeinden befallen, im Oktober wurden wiederum 8 Gemeinden als neu befallen gemeldet, so daß nun insgesamt 26 Gemeinden verseucht sind. Die hauptsächliche Ausbreitung liegt auf den leichten Böden. Diese Flächen mit ihren einseitigen Fruchtfolgen, z. B. Kartoffeln — Roggen — Kartoffeln — Kartoffeln oder ständigem Kartoffelbau, bieten dem Kartoffelnematoden beste Lebensbedingungen. Besonders schnell geht die Verseuchung auf kleinparzellierten Flächen vor sich, auf denen nicht selten 20 bis 30 Jahre hindurch Kartoffeln angebaut werden. Die Sanierung derartiger Felder ist mit einer geeigneten Fruchtfolge kaum durchzuführen, da die Bodenverseuchung mit vollen Zysten sehr hoch ist. Diese liegt bei etwa 300 bis 500 Zysten mit Brutinhalt je 100 g Boden. Setzt man auf diesen Flächen mit dem Kartoffelbau 5 bis 10 Jahre aus und baut dann wieder Kartoffeln, so genügt der einmalige Anbau, um die Verseuchung sprungartig ansteigen zu lassen. Als weitere Schwierigkeit kommt hinzu, daß ein Ausweichen auf andere Nutzpflanzen nur bedingt möglich ist, da der Sandboden eine vielseitige Auswahl nicht zuläßt, oder die klimatischen Verhältnisse die Fruchtfolge einengen.

Da auch die Anwendung chemischer Mittel im Speisekartoffelanbau heute noch zu kostspielig ist, wurde es sehr begrüßt, daß sich die Pflanzenzüchtung mit dem Resistenzproblem befaßt. Als die erste dieser Züchtungen, der damalige Stamm 18/53, jetzt Antinema genannt, kurz vor der Zulassung durch das Bundessortenamt stand, beteiligte sich auch das Pflanzenschutzamt Kassel an den Untersuchungen. Bei den Versuchen kam es hauptsächlich darauf an, die besonderen Sorteneigenschaften unter den verschiedensten Klima- und Bodenverhältnissen Kurhessens zu prüfen. Große Aufmerksamkeit wurde dabei auch den Resistenzbrechern und der Biotypenbildung geschenkt. Die Versuche begannen 1959, so daß nunmehr dreijährige Erfahrungen vorliegen, denn das extrem trockene und heiße Jahr 1959 kann für eine vergleichsweise Beurteilung nicht mit herangezogen werden. Damals traten weitgehend Hitzeschäden an den Knollen und Stauden auf. Schrumpfung und Vergilbung der Stauden waren die Folge.

An 8 Stellen Kurhessens wurde die Sorte Antinema angebaut. Um ein möglichst abgerundetes Bild über die Sorteneigenschaften zu erhalten, wurden zu den 8 Versuchen mit je 100 Knollen Antinema und 100 Knollen einer Vergleichssorte weitere Flächen von 1 bis 2 Morgen mit der Antinema und der Vergleichssorte bebaut. Faßt man die Auswertung sämtlicher Versuche zusammen, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

1. Die Reifezeit der Antinema ist früh. Da das Wachstum anfangs langsam verläuft, später jedoch kräftiger und schneller Staudenwuchs einsetzt, liegen auch die Nährstoffansprüche über dem Durchschnitt. Um eine möglichst dichte Durchwurzelung des Bodens zu erzielen, die den Entseuchungseffekt fördert, sind gute Bodenbearbeitung und reichliche Düngung mit hohem

- Stickstoff-Anteil dringend zu empfehlen. Gut gedüngte Felder zeigen einen gleichmäßigen, geschlossenen Bestand mit üppiger Krautentwicklung.
2. Gegenüber Kraut- und Knollenfäule ist die Sorte Antinema anfällig. Auch ist sie gegenüber dem Tabakrippenbräune-Virus empfindlich. Da die Virusempfindlichkeit zu einer Minderung der Wüchsigkeit führt, kann ein Nachbau der Antinema nicht empfohlen werden.
 3. Die Sorte Antinema ist wegen ihrer weißen Fleischfarbe vorwiegend zu Futterzwecken zu verwenden.¹⁾
 4. Der Entseuchungseffekt der Antinema ist hoch. Obwohl Ei- und Larvenzahlen der Zysten in einer 100 g Bodenprobe innerhalb der einzelnen Versuche erheblich schwanken, ergibt sich entsprechend der Wüchsigkeit der Pflanzen schon nach einem einmaligen Antinema-Anbau eine bedeutende Verminderung der Bodenverseuchung. Aus vergleichenden Anbauversuchen von Antinema mit anfälligen Vergleichssorten wurde folgende Veränderung der Bodenverseuchung erhalten:

Nr. der Versuche	Anfällige Vergleichssorte		Antinema	
	Zahl der Zysten in 100 g Boden	Eier- und Larvenzahl	Zahl der Zysten in 100 g Boden	Eier- und Larvenzahl
1	108	17 400	82	4800
2	78	49 000	26	75
3	130	40 000	32	2720
4	180	10 040	90	4650
5	56	13 800	26	9
6	85	21 500	46	18
7	102	20 650	31	20
8	193	40 100	140	3875

Sie zeigt nicht nur den starken Entseuchungseffekt, sondern läßt auch erkennen, daß keine Vermehrung durch Bildung neuer Zysten eingetreten ist. Damit besitzt die Sorte eine doppelte Wirkung: sie ist einmal resistent gegen Kartoffelnematoden, zum anderen wirkt sie als Feindpflanze und trägt somit zur Boden-sanierung bei.

Da jede neue resistente Züchtung ihrem Wesen nach zeitlich begrenzt ist, besteht immer die Möglichkeit eines Auftretens aggressiver Biotypen, auch beim Kartoffelnematoden. Von den 8 Antinema-Versuchen waren 7 Versuche völlig befallsfrei. Nach den Untersuchungen des Instituts für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Münster lag nur bei einem Versuch ein Biotyp vor, dessen Befallsaggressivität weiter untersucht wird, aber auch in diesem Falle verminderte der Antinema-Anbau die Bodenverseuchung erheblich. Sollte sich der Biotyp nach mehr-

¹⁾ Im Kartoffelartenatlas von Siebeneick und Höppner (Verlag Kartoffelwirtschaft, Hamburg 1) wird Antinema als Speisekartoffel B bezeichnet. Für eine typische Futterkartoffel ist ihr Stärkegehalt zu gering.

fachem Antinema-Anbau stärker vermehren, dürfte allerdings der weitere Anbau der Sorte in der betreffenden Gemarkung fraglich werden.

Zur Ergänzung dieser Versuche führt das Pflanzenschutzamt auf größeren Flächen Fruchtfolge-Versuche durch, die den mehrjährigen Antinema-Anbau im Wechsel mit Getreide berücksichtigen. Danach folgt wieder eine Speisekartoffel, z. B. Antinema — Antinema — Getreide — Speisekartoffeln oder ein dreimaliger Anbau der Antinema.

Das Zuchtziel für unser Gebiet ist eine resistente, gelbfleischige Speisekartoffel, die hinsichtlich der Geschmacksrichtung und Preiswürdigkeit auf dem Markt bestehen kann. Die gegenwärtige Situation wird nur als Übergangslösung angesehen.

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

Es wird über mehrjährige Ergebnisse mit dem Anbau der nematodenresistenten Kartoffelsorte Antinema unter den Klima- und Bodenverhältnissen Kurhessens berichtet. Die Vor- und Nachteile der Sorte werden aufgeführt. Der Entseuchungseffekt war durchweg als hoch zu bezeichnen.

S u m m a r y

An account has been given on results attained with the nematoderesistant potato variety Antinema cultivated for several years under the climate and soil conditions in „Kurhessen“. The advantages and disadvantages of this variety have been enumerated. On the whole, the effect of disinfection could be called good.

D i s k u s s i o n

In der sich anschließenden Diskussion, an der sich auch *Dern*, *Friedrichs*, *Goffart*, *Kemper*, *Lücke*, *Niemöller* und *Pieroh* beteiligten, werden die Vor- und Nachteile des Anbaues der Sorte Antinema besprochen (vgl. auch die Vorträge von *Sprau* und *Dern*). In Niedersachsen wurden nach *Friedrichs* auf anmoorigen Böden gute Erfolge mit dem Anbau erzielt. Vielfach wird aber auch eine Kombination von chemischer Bekämpfung und Antinema-Anbau versucht. In Westfalen hat nach *Kemper* der Antinema-Anbau auf kleinen Flächen Eingang gefunden. Die Frage, bis zu welcher Bodenverseuchung der Antinema-Anbau erfolgreich durchgeführt werden kann, ohne daß die Sorte überfordert wird, wurde von *Pieroh* dahin beantwortet, daß die Grenze bei 4000 Larven je 100 ccm Boden liege. *Goffart* ist der Ansicht, daß man feste Zahlen nicht geben könne, da die kritische Befallszahl auch von anderen Faktoren stark abhängig ist (vgl. den nachfolgenden Vortrag von *Weischer*).

Nach eigenen Erfahrungen wurde in zahlreichen Fällen ein gutes Wachstum der Antinema noch bei 10 000 Larven je 100 g Boden erzielt und gleichzeitig eine Abnahme der Bodenverseuchung von 80 % erhalten. Vorkeimen der Antinema ist, wo durchführbar, zu empfehlen. Beim Anbau von Antinema nach einer anfälligen Sorte kann der Rückgang der Bodenverseuchung infolge der im Boden zurückgebliebenen Knollen geringer sein. Das Auftreten einzelner Zysten an der Sorte Antinema besagt noch nicht, daß ein aggressiver Biotyp des Kartoffelnematoden vorliegt.

B. WEISCHER,

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

Über die Beziehungen zwischen Befallszahl und Schaden bei pflanzenparasitären Nematoden

Bei den Arbeiten mit parasitisch lebenden Nematoden ergibt sich oft die Frage, ob die in einer Probe gefundenen Tiere nach Art und Zahl als Ursache von Pflanzenschäden und Ertragsverlusten in Betracht kommen oder nicht. Man benutzt in diesem Zusammenhang den Begriff der „kritischen Befallszahl“. Seine Existenz geht auf die Beobachtung zurück, daß Nematoden als Einzeltiere nur selten von Bedeutung sind. Sie rufen meist erst dann merkliche und meßbare Schäden hervor, wenn ihre Populationsdichte einen bestimmten Wert übersteigt. Diesen Grenzwert bezeichnet man als kritische Befallszahl. In ihr sind also die vielschichtigen Wechselbeziehungen zwischen Wirt, Parasit und Umwelt in einem Zahlenwert zusammengefaßt. Diese Reduktion eines verwickelten Faktorenkomplexes auf eine einfache Zahl bringt natürlich größere Ungenauigkeiten mit sich. Daher ist die Aufstellung einer allgemeingültigen Tabelle, aus der man für jeden Einzelfall das genaue Verhältnis von Populationshöhe und Schaden genau ablesen kann, nicht möglich. Es darf auch nicht übersehen werden, daß eine Population eine dynamische Größe ist und keine statische, die sich mit einem einfachen Zahlenwert eindeutig charakterisieren läßt. Die Auswirkungen eines Nematodenangriffes auf eine Pflanze werden von einer gar nicht genau zu ermittelnden Anzahl von Faktoren beeinflusst. Im folgenden wird versucht, einen Überblick über die wichtigsten dieser Faktoren oder Faktorengruppen zu geben und ihre Wirkung kurz zu erläutern.

Die meisten der hier anzuführenden Probleme sind bereits seit längerem bekannt und mehr oder weniger eingehend bearbeitet worden. Es ist nicht möglich und auch nicht beabsichtigt, eine vollständige Literaturübersicht zu bringen. Die Zitate beschränken sich auf neuere Veröffentlichungen, aus denen dann für die einzelnen Gebiete weitere Hinweise entnommen werden können.

I. Faktoren, die die Größe der Nematodenpopulation beeinflussen

Nematoden weisen im Boden immer eine unregelmäßige Verteilung in horizontaler wie auch in vertikaler Richtung auf. Der Hauptgrund dafür ist die Tatsache, daß eine Verseuchung von einzelnen, mehr oder weniger zufällig vorhandenen oder geschaffenen Infektionsstellen ausgeht und sich im Gegensatz zu den meist beweglicheren oberirdischen Schaderregern nur langsam aktiv oder passiv ausbreitet. Unregelmäßigkeiten in der Verteilung sind auch dadurch bedingt, daß sich im Standraum einer Pflanze mehr parasitäre Älchen aufhalten als in den Zwischenräumen. Ahlberg (1939) hat die horizontale Verteilung von *Heterodera rostochiensis*-Zysten eingehend untersucht und schon auf kleinem Raum erhebliche Unterschiede in der Populationsdichte festgestellt (Abb. 1). Ähnliche Verhältnisse gelten auch für die wandernden Nematoden.

Die vertikale Verteilung im Boden wird durch abiotische und biotische Faktoren beeinflusst. Unter den ersteren sind Feuchtigkeit, Durchlüftung, Wärme und Bodenstruktur besonders wichtig. Trockenheit und erhöhte Temperaturen können

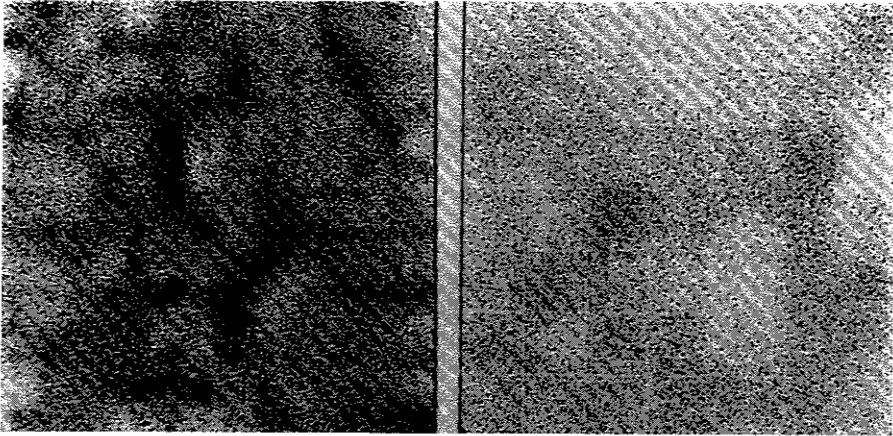


Abb. 1 Die horizontale Verteilung von Zysten des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis*) im Boden auf zwei verschiedenen Flächen (nach Ahlberg, 1939). Jede der abgebildeten Flächen ist etwa 12 qm groß.

ein Abwandern in tiefere Schichten, hohe Feuchte und Sauerstoffmangel eine Wanderung zur Oberfläche hin bewirken. Im einzelnen sind die ökologischen Ansprüche der Gattungen und Arten verschieden (Weischer 1960, Winslow 1960). Einige finden sich fast nur in den oberen 20–30 cm, wie z. B. *Criconemoides*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Heterodera*. Andere bevorzugen tiefere Schichten, wie z. B. *Hemicycliophora*, *Paratylenchus*, *Xiphinema*. Dabei spielt auch die Bodenbeschaffenheit eine Rolle. In gut durchlüfteten Sand- und in Lößböden reicht nach eigenen Untersuchungen die Bodenverseuchung mit parasitären Älchen an Reben tiefer als in schweren Lehm Böden, auch wenn diese gut durchwurzelt sind. Die Bodenbeschaffenheit macht sich auch insofern bemerkbar, als z. B. das Schlüpfen von *Heterodera*-Larven aus den Zysten je nach Krümelstruktur sehr verschieden sein kann (Shepherd, 1962). Einen sehr deutlichen Einfluß auf die vertikale Verteilung der Älchen hat die Art des Pflanzenbewuchses und der Durchwurzelung. In vorwiegend mit einjährigen Kulturen und krautigen Pflanzen bebauten Flächen finden sich die Nematoden fast ausschließlich in den oberen 20–30 cm. Sie sind also im wesentlichen beschränkt auf die bearbeitete Schicht. Bei langjährigen Kulturen, wie z. B. bei Obstbäumen und Reben, sind auch die tieferen Schichten noch von zahlreichen pflanzenparasitären Älchen bewohnt, sofern die Wurzeln in diesen Bereich vordringen. Nach Raski und Lear (1962) wurden in kalifornischen Weinbergen noch in mehr als 5 m Tiefe Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne* spp.) gefunden.

Von großer Bedeutung für die Populationsdichte der Nematoden im Boden ist der Fruchtwechsel. Der Einfluß verschiedener Pflanzen auf die Zusammensetzung und Dichte der Nematodenfauna ist in den letzten Jahren vor allem in den Niederlanden und in England untersucht worden (z. B. Oostenbrink, 1961). Aus der Fülle der Ergebnisse sei hier nur erwähnt, daß die Populationen der Pflanzenparasiten beim Anbau von Wirtspflanzen sehr schnell ansteigen und große Werte annehmen können, daß aber der Abbau auch bei Vermeidung von Wirtspflanzen merklich langsamer erfolgt. Diese Dynamik ist bei der Beurteilung

einer gegebenen Verseuchung und für den vorzuschlagenden Fruchtwechsel unbedingt zu berücksichtigen.

Die Wirkung der Bodenart auf die Populationsdichte wird oft unterschätzt. Es herrscht die Meinung vor, daß Bodenfaktoren immer zurücktreten gegenüber der An- oder Abwesenheit von Wirtspflanzen. Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß sowohl die geographische Verbreitung (Weischer, 1960) als auch die Populationsdynamik pflanzenparasitärer Nematoden durch die Beschaffenheit des Bodens ebenso oder sogar stärker beeinflußt werden kann als durch den Anbau von Wirtspflanzen. Seinhorst (1956) stellte fest, daß sich Stockälchen (*Ditylenchus dipsaci*) in Sandböden ganz anders verhalten als in Lehm. Im Sandboden steigt die Populationshöhe schnell an, sinkt aber am Ende der Vegetationsperiode ebenso schnell wieder bis auf wenige Tiere ab. In schweren Böden bleibt sie dagegen wesentlich konstanter. Die starken Schwankungen treten nicht auf.

Ein anderes Beispiel ist *Pratylenchus brachyurus*. Nach Endo (1959) ist bei diesem Älchen das Eindringen in Wirtspflanzen und die Vermehrung je nach Bodenart verschieden. In sandigem Lehm fanden sich in 5 g Wurzeln von Erdbeeren 1964 Älchen, in schwerem Lehmboden nur 258. Bei Baumwolle waren es 2107 und 200 Tiere. In bei uns durchgeführten Versuchen zeigten von Stockälchen befallene Kleepflanzen solange keine Symptome, wie sie in Sand standen. Erst bei Zusatz von älchenfreiem Lehm traten die am natürlichen Standort an den gleichen Pflanzen schon vorher beobachteten Schäden wieder auf. Die genannten Beispiele zeigen, daß eine gegebene Verseuchung hinsichtlich der Vermehrung und damit auch hinsichtlich des möglichen Schadens je nach Bodenart verschieden beurteilt werden muß.

Wie bei allen Organismen wird auch bei pflanzenparasitären Nematoden die Populationsdichte durch Feinde und andere biologische Begrenzungsfaktoren beeinflußt. Zu den Feinden zählen in erster Linie räuberische Nematoden (z. B. *Mononchus*, *Tripyla*, *Discolaimus*), Milben (z. B. *Dendrolaelaps*, *Allipbis*, *Arctoseius*), Tardigraden (*Macrobiotus*), Collembolen (*Onychiurus*) und nematodenfangende Pilze (z. B. *Arthrobotrys*, *Trichothezium*, *Dactylella*). Ihre Verwendungsmöglichkeiten zur direkten Bekämpfung sind sehr begrenzt. Sie können aber, wenn sie in genügend großer Zahl vorhanden sind, durchaus einen regulierenden Einfluß auf Populationen parasitisch lebender Älchen ausüben. In einem Boden mit guter Gare und vielseitigem Organismenleben kommt es daher wesentlich seltener zu einer starken Vermehrung pflanzenparasitärer Nematodenarten als in einem biologisch „nackten“, wenig gepufferten Boden. Neben den direkten Feinden spielt dabei auch die Raum- und Sauerstoffkonkurrenz durch die anderen Organismen eine erhebliche Rolle. Die Gefährlichkeit einer bestimmten Anzahl Parasiten ist also je nach dem übrigen Bodenleben verschieden zu beurteilen. Zu den biologisch wenig oder gar nicht gepufferten Böden sind auch gedämpfte oder mit breit wirkenden Bodenentseuchungsmitteln behandelte Flächen anzusehen. Der Wiederaufbau einer Schädlingspopulation erfolgt hier in der Regel viel schneller als in organismenreichen Böden (Goffart, 1961). Daran sind neben den genannten exogenen auch dichteabhängige, intraspezifische Faktoren beteiligt. So verringert sich z. B. bei *Heterodera*-Arten mit zunehmender Populationsdichte die Vermehrungsrate, und das Geschlechtsverhältnis wird zuungunsten der Weibchen verändert. Infolgedessen steigen die Populationen bei

geringer Verseuchung schneller an als bei höherer und gehen nicht über einen gewissen Maximalwert hinaus. Die Wirkungsweise dieser intraspezifischen Faktoren ist noch wenig untersucht. Justesen und Tammes (1960) haben an Hand hypothetischer Modelle einige Möglichkeiten ihrer Wirkung dargestellt. Wilbert (1962) hat neuerdings in einer umfassenden Studie die Faktoren behandelt, die auf Insektenpopulationen einwirken und ihre Dichte regulieren und determinieren. Obwohl primär an Insekten entwickelt, dürften diese Überlegungen, die Vorstellungen aus der Kybernetik zu Hilfe nehmen, auch für Nematodenpopulationen gelten. Einer der wichtigsten „Regler“ für die Populationsdichte ist danach die intraspezifische Konkurrenz.

Im Wechsel der Jahreszeiten zeigen in unserem Klima fast alle parasitären Nematodenarten Populationsschwankungen der Art, daß einem niedrigen Stand im Frühjahr ein Anstieg folgt, der zu einem Maximum im September-Oktober führt. Im Sommer kann ein vorübergehender wärme- bzw. trockenheitsbedingter Rückgang eintreten. Diese Bewegungen der Bodenpopulationen sind bedingt durch Witterungsfaktoren und den Rhythmus unserer Vegetation. Bei einigen Endoparasiten treten insofern Abweichungen auf, als nach einem kurzen Anstieg der Bodenpopulationen im Frühjahr ein Absinken erfolgt, das durch das Eindringen der Tiere in die Pflanzen bedingt wird. Zum Ende der Vegetationsperiode hin steigt die Anzahl der Älchen im Boden dann wieder sehr schnell an, wenn sie die Pflanzen verlassen.

Die Jahreszeit kann auch insofern von Bedeutung sein, als die Aktivität einiger Formen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist (z. B. *Heterodera* und *Ditylenchus*). In Perioden verminderter Aktivität machen sich die Tiere im Boden kaum bemerkbar und lassen sich u. U. gar nicht nachweisen (z. B. Duggan, 1961, Shepherd, 1962).

II. Faktoren, die die Anzahl der in einer Bodenprobe gefundenen Älchen beeinflussen

Bei den vorstehenden Betrachtungen über Faktoren, die die Populationsdichte im Boden beeinflussen können, wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß diese mit hinreichender Zuverlässigkeit ermittelt werden kann. In Wirklichkeit gestattet die Kleinheit der Tiere keine genaue direkte Beobachtung. Die Befallszahlen beruhen nur auf einzelnen Bodenproben, deren Nematodenfauna mit Hilfe besonderer Einrichtungen analysiert wird. Die Ergebnisse dieser Einzelproben werden dann auf das Ganze (d. h. die gesamte Fläche oder das ganze Bodenvolumen) übertragen. Dieser notwendige Umweg bedingt weitere Unsicherheiten, da sich hier neue Faktoren bemerkbar machen. Sie wirken auf die Nematodenfauna einer Bodenprobe ein.

Wegen der bereits geschilderten unregelmäßigen Verteilung der Nematoden im Boden kommt der Art der Probenahme für die zuverlässige Ermittlung des Verseuchungsgrades naturgemäß große Bedeutung zu. Zum Ausgleich der Unterschiede in der horizontalen Verbreitung müssen von einer Fläche mehrere Proben genommen werden. Ihre Anzahl je Flächeneinheit richtet sich in erster Linie nach den Anforderungen an die Genauigkeit der Untersuchung. Über die Zusammenhänge zwischen der Anzahl Proben, der untersuchten Bodenmenge und der Zuverlässigkeit der Ergebnisse bei *Heterodera*-Arten haben zuletzt Stelter

und Ra e u b e r (1962) berichtet. K l e i j b u r g (1960) untersucht für die Ermittlung des Verseuchungsgrades bei *Ditylenchus dipsaci* Mischproben von etwa 1 kg je $\frac{1}{3}$ ha, die in 60 Einstichen aus der oberen Bodenschicht bis zu 20 cm Tiefe entnommen werden.

Besondere Sorgfalt ist der Auswahl der Entnahmestellen bei herdförmigen Schadstellen zu widmen. Es wird oft angenommen, daß die Anzahl der parasitären Älchen in einem solchen Herd dem Umfang des Schadens entsprechend vom Rand zur Mitte hin zunimmt, daß also an der Stelle mit den größten Schäden auch die meisten Nematoden sind. Das trifft aber nur selten zu. Es wurde an anderer Stelle (W e i s c h e r, 1961) gezeigt, daß bei herdförmigen Wachstumsdepressionen in Weinbergen die größte Populationsdichte des Parasiten am Rande ist, wo die ersten oberirdischen Symptome sichtbar werden und nicht in der Mitte, wo die Pflanzen ausgesprochenen Kümmerwuchs zeigen. In der Randzone haben die Pflanzen noch genügend Wurzeln ausgebildet, um großen Älchenmengen Entwicklungsmöglichkeiten zu bieten. An den kümmerlichen Pflanzen in Herdmitte können nur viel weniger Tiere leben, aber ihre Zahl reicht aus, um die Pflanzen weiterhin zu schädigen. Ähnliche Verhältnisse zeigt Tab. 1 für die Verteilung von *Rotylenchus uniformis* an Baumschulgewächsen.

Tab. 1. Verteilung von *Rotylenchus uniformis* in herdförmigen Schadstellen an Baumschulgewächsen. Die Zahlen beziehen sich auf 500 cm Boden.

Wirtspflanzen	Normal	Randzone, noch fast gesund erscheinend	Herdmitte Kümmerwuchs
Fichte (<i>Picea excelsa</i>)	15	1300	765
Feldahorn (<i>Acer campestre</i>)	8	280	12
Traubenkirsche (<i>Prunus padus</i>)	10	270	330

Bei der Entnahme von Bodenproben ist also darauf zu achten, daß neben der Herdmitte auch die Randzone erfaßt wird. Je nach der gewünschten Zuverlässigkeit der Erhebungen ist auch die unterschiedliche Tiefenverteilung der einzelnen Arten zu berücksichtigen, auf die bereits verwiesen wurde. Es empfiehlt sich, mindestens die Schichten von 0–20 cm und von 20–40 cm getrennt zu untersuchen.

In vielen Fällen ist es nicht möglich, Bodenproben unmittelbar nach der Entnahme weiterzuverarbeiten und auszuwerten. Sie müssen also gelagert werden. Die Art der Aufbewahrung spielt bei Untersuchungen auf zystenbildende Nematoden keine so große Rolle, da die Zysten ziemlich dauerhaft sind und sich in lufttrockenem Boden monatelang halten. Bei den Arten ohne widerstandsfähige Dauerstadien verändert sich dagegen die in den Proben befindliche Population, wobei die einzelnen Arten, entsprechend ihren Ansprüchen an Nahrung, Feuchtigkeit und Sauerstoff, unterschiedlich schnell absterben (T a r j a n, 1960, 1961).

Eigene Versuche haben ergeben, daß nach etwa 4 Wochen Lagerung im Keller merkliche Veränderungen in der Artenzusammensetzung eintreten. Die Gesamtzahl kann dabei noch für längere Zeit gleich bleiben, aber die Anteile der einzelnen Arten ändern sich, so daß eine verspätete Untersuchung ein falsches Bild er-

gibt. Es empfiehlt sich daher, die Nematoden möglichst schnell aus den Bodenproben auszuwaschen, denn dann kann man sie ohne Schwierigkeiten einige Wochen im Kühlschrank aufbewahren, ev. unter Zusatz von etwas Streptomycin zur Vermeidung von Pilz- und Bakterienwachstum. Selbst wenn die Aktivität und Vitalität nachläßt, sind sie so noch nachzuweisen und auszuzählen. Bei einer Aufbewahrung in Bodenproben ist das nicht ohne weiteres möglich, da die meisten Methoden eine aktive Wanderung der Tiere durch Filter und Siebe erfordern, wozu sie nach längerer Lagerung ohne Nahrung oft nicht mehr fähig sind.

Es ist an sich selbstverständlich, wird aber oft nicht genügend berücksichtigt, daß die Anzahl der in einer Bodenprobe gefundenen Nematoden wesentlich von der angewandten Gewinnungsmethode abhängt. Je nach Wirkungsweise werden entweder die großen oder die kleinen oder die aktiven oder die inaktiven Formen genauer erfaßt. Eine ideale Universalmethode für alle Nematoden gibt es nicht. Befallszahlen und Verseuchungsgrade lassen sich also nur dann zuverlässig vergleichen, wenn die angewandten Methoden entsprechend berücksichtigt werden. Zusammenstellungen der gebräuchlichen Methoden finden sich bei Goffart (1958, 1959), Cairns (1960) und Oostenbrink (1960).

III. Faktoren, die die Wirkung der Nematoden auf die Pflanze bestimmen

Um zuverlässige Resultate bei der Prüfung der durch Älchen verursachten Schäden zu bekommen, müssen andere Faktoren, die Wachstum und Ertrag beeinflussen, möglichst ausgeschaltet werden. Das ist praktisch nur in Topfversuchen im Gewächshaus möglich, wo man die Pflanzen unter gleichmäßigen, kontrollierten Bedingungen halten und die Älchen in genau abgestuften Mengen zusetzen kann. Durch diese künstlichen Bedingungen können aber die Reaktionen der Pflanze erheblich verändert werden, so daß sich die Ergebnisse von Topfversuchen nicht ohne weiteres auf Freilandverhältnisse übertragen lassen. In der Regel reagieren Topfpflanzen empfindlicher als Freilandpflanzen. Wir kennen aber auch Fälle, in denen sie höhere Nematodenpopulationen vertragen. Diese Unsicherheiten müssen bei der Diskussion der Zusammenhänge zwischen Älchen und Pflanzenwachstum berücksichtigt werden (Seinhorst, 1960). Brown (1961) hat beim Kartoffelnematoden gezeigt, daß man bei sorgfältiger Auswahl der Flächen auch im Freiland genaue Ergebnisse derartiger Versuche bekommen kann.

Die Wirkung eines Befalls hängt zunächst von der Nematodenart und der Pflanzentart ab. Es ist ein erheblicher Unterschied, ob es sich um Ektoparasiten handelt, die nur die Zellen der Epidermis oder der Wurzelrinde anstechen und aussaugen, wie z. B. *Paratylenchus* oder *Criconemoides*, oder um Endoparasiten, die tief in das Pflanzengewebe eindringen und dort mechanische Schäden und Störungen der Gewebefunktion hervorrufen, wie z. B. *Pratylenchus*. Ferner ist es wichtig, ob beim Saugakt zellen- und gewebeauflösende oder -beeinflussende Sekrete abgegeben werden, wie z. B. bei *Ditylenchus*, *Heterodera*, *Meloidogyne*, oder nicht. Weiter muß berücksichtigt werden, wie das Verhältnis von Larven zu Adulten ist, und ob es bestimmte Stadien gibt, die gar keine oder nur wenig Nahrung aufnehmen, wie z. B. die Männchen und die präadulten Larven vieler Criconematiden. Weitere Einzelheiten finden sich bei Seinhorst (1961).

Die Reaktionen der Pflanzen auf bestimmte Älchen sind je nach Art und Varietät verschieden. Einzelne Stockälchen können z. B. anfällige Sorten von Zwiebeln,

Roggen, Klee, Möhren schon empfindlich schädigen, während andere Pflanzen oder resistente und tolerante Sorten ein Vielfaches dieser Menge vertragen. G o f f a r t (1963) hat das Resistenzproblem eingehend behandelt. Nach S l o o t w e g (1956) genügen bei *Pratylenchus penetrans* 1–5 Tiere in 500 ccm Boden, um erhebliche Ertragsverluste an Narzissen zu verursachen. Kartoffeln zeigen erst bei mehr als 500 Tieren dieser Art in 500 ccm Boden merkbare Schäden (O o s t e n b r i n k . 1956). Wegen dieser Unterschiede sind summarische Angaben, wie z. B. Anzahl der Tylenchiden oder Anzahl der mundstacheltragenden Tiere, für die Beurteilung einer Bodenverseuchung ziemlich wertlos.

Von entscheidender Bedeutung für den Schaden ist der E n t w i c k l u n g s - z u s t a n d d e r P f l a n z e im Zeitpunkt des Nematodenangriffs. Je jünger die Pflanze ist, um so empfindlicher reagiert sie. Aus eigenen Versuchen ist bekannt, daß Populationen von einigen Tausend *Paratylenchus hamatus* an Möhren keine merklichen Verluste verursachen, wenn sie erst gegen Ende der Vegetationsperiode auftreten und die Pflanzen 8–10 Wochen ungestört wachsen konnten. Eine hohe Endverseuchung ist also kein sicherer Gradmesser für mögliche Schäden an stehenden Pflanzen. Das gut entwickelte Wurzelsystem einer Pflanze ist größer als für ein normales Wachstum erforderlich und kann Schädigungen bis zu einem gewissen Grad ausgleichen. Dagegen wird schon bei geringeren als den genannten Populationsdichten der Möhrenertrag um 40–60 % gesenkt, wenn sie als Ausgangsverseuchung zu Beginn des Wachstums vorhanden sind. Bei einjährigen Kulturen sind daher die Aussaaten wesentlich stärker gefährdet als gesetzte Pflanzen, weil sie vom Keimen an den Nematoden ausgesetzt sind.

Neben der Ausgangsverseuchung wirken sich natürlich auch die allgemeinen Wachstumsbedingungen erheblich auf den Schaden aus (O o s t e n b r i n k , 1961). So kann eine besonders gute Düngung Nematodenschäden bis zu einem gewissen Grade ausgleichen bzw. verdecken. Negative Faktoren verstärken in der Regel Nematodenschäden erheblich. So wirkt sich z. B. bei Trockenheit ein Nematodenbefall stärker aus, weil das von den Älchen angegriffene Wurzelsystem durch den Wassermangel schon überbeansprucht ist und auf jede Störung besonders empfindlich reagiert.

Die Temperatur kann in verschiedener Weise auf die Beziehungen zwischen Nematoden und Pflanzen einwirken. Die meisten Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne* spp.) benötigen eine bestimmte Wärme zur Entwicklung. Unterhalb von 15° C sind Vermehrung und Gallbildung nur sehr gering und damit auch die Schäden. Bei der in unserem Klimabereich auch im Freiland schädigenden Art *M. hapla* ist der Wärmebedarf zwar geringer, doch sind nach eigenen Feststellungen z. B. die Ernteverluste an Möhren bei gleichem Verseuchungsgrad in warmen Jahren wesentlich höher als in kühlen. Stockälchen verhalten sich umgekehrt (S a y r e und M o u n t a i n , 1962). Sie dringen im wesentlichen nur in der kühleren Jahreszeit in die Wirtspflanzen ein. In den warmen und trockenen Sommermonaten verbleiben sie in einem ziemlich inaktiven Zustand im Boden.

Die Temperatur kann auch insofern von Bedeutung sein, als sie die Resistenz- oder Toleranzeigenschaften der Pflanzen verändert. So sind z. B. einige Tabaksorten bei höheren Temperaturen widerstandsfähiger gegen *Pratylenchus penetrans* als bei niederen (M o u n t a i n , 1957).

Auch der Stoffwechsel der Pflanzen bzw. ihr Chemismus kann sich auf die Nematoden auswirken. Oteifa (1953) hat nachgewiesen, daß die Entwicklung und damit die Vermehrung von *Meloidogyne incognita* in Tomaten, die unter einem Mangel an Kalium im Gewebe leiden, wesentlich schneller verläuft als in voll ernährten Pflanzen. Diese Feststellungen konnten von Bird (1960) auf die Elemente Stickstoff, Magnesium und Eisen ausgedehnt werden. Bei Nährstoffmangel ist also nicht nur wegen der schlechteren Versorgung der Pflanzen, sondern auch wegen der stärkeren Vermehrung der Nematoden mit größeren Verlusten zu rechnen.

Im Vorhergehenden wurden nur die von den Nematoden direkt hervorgerufenen Schäden beachtet. Es ist aber durch neuere Untersuchungen bekannt, daß bei Nematoden ein zufälliges oder auch obligatorisches Zusammenwirken mit anderen Schaderregern vorkommt. Oft dringen Sekundärschädlinge durch die von den Älchen gesetzten Verletzungen in die Pflanzen ein und rufen Fäulnisherde hervor, die gefährlicher sind als die Nematodenschäden selbst. Neuerdings hat sich aus der Fähigkeit einiger Nematoden (*Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus*), viröse Pflanzenkrankheiten zu übertragen, ein eigenes Forschungsgebiet entwickelt (Weischer, 1963). In allen Fällen eines möglichen Zusammenwirkens muß bei der Beurteilung einer Befallszahl berücksichtigt werden, ob die Nematoden allein angreifen oder ob sie noch andere Erreger mitbringen. Im Einzelnen ist über diese Frage bisher noch nicht viel sicheres Tatsachenmaterial bekannt.

IV. Schluß

Aus dem Gesagten geht hervor, daß eine Vielzahl von Fakten beachtet werden muß, wenn man die Zusammenhänge zwischen einer gegebenen Nematodenpopulation und beobachteten Schäden prüfen will. Es kann als bewiesen angesehen werden, daß es einen Grenzwert der Populationsdichte gibt, dessen Überschreiten zu sichtbaren und meßbaren Pflanzenschädigungen führt. Dieser Grenzwert ist aber für jede Nematodenart und jede Pflanzenart verschieden und ändert sich außerdem in jedem Jahr entsprechend den allgemeinen Wachstumsbedingungen. Die Liste der bisher veröffentlichten kritischen Befallszahlen ist nicht sehr groß, was nicht zuletzt auf die Schwierigkeit ihrer Bestimmung und die großen damit verbundenen Unsicherheiten zurückgeht.

Die in Tab. 2 zusammengestellten Werte können nicht mehr sein als Anhaltspunkte. Im Einzelfall werden je nach den jeweiligen Verhältnissen mehr oder weniger große Abweichungen nach oben und unten auftreten. Die Zahlen bedeuten, daß z. B. bei einer Ausgangsverseuchung von 1–5 *Ditylenchus dipsaci* oder 300–400 *Pratylenchus crenatus* oder 3000–4000 *Paratylenchus hamatus* in 500 cm Boden aus der oberen Schicht mit Ertragsverlusten bei Möhren zu rechnen ist. Oberhalb der angegebenen Werte, also bei höheren Ausgangspopulationen, steigt der Schaden proportional zum Logarithmus der Nematodenzahl an. Bei einem Zehnfachen der kritischen Ausgangsverseuchung ist also nicht der zehnfache, sondern der doppelte Schaden zu erwarten.

Wir sind noch weit davon entfernt, in jedem Fall befriedigend genaue Aussagen machen zu können. Die vorliegenden Betrachtungen sollen auch in erster Linie auf die Schwierigkeiten hinweisen, die bei der Beurteilung von Nematodenpopulationen und ihrer möglichen Schadwirkung auftreten können.

Tab. 2. Kritische Befallszahlen. Bei derartigen Ausgangsverseuchungen kann mit merklichen Ertragsverlusten gerechnet werden.

Nematodenart	Pflanzenart	Kritische Befallszahl in 500 cem (oder g) Boden	Literatur
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Zwiebeln Roggen Möhren Rüben	1-5	Seinhorst (1956)
	Zwiebeln		
<i>Pratylenchus penetrans</i>	Narzissen	< 5	Slootweg (1956)
	Tabak	500	Mountain (1954)
	Kartoffeln	500	Oostenbrink (1956)
	Baumschulgewächse	100	Brown (1963)
<i>Pratylenchus crenatus</i>	Möhren	300-400	Weischer (1957)
<i>Rotylenchus uniformis</i>	Lilien	500	Slootweg (1956)
<i>Rotylenchus robustus</i>	Rüben, Gemüse	500	Brown (1963)
	Koniferensämlinge	500	
<i>Paratylenchus</i> spp.	Möhren	3000-4000	Weischer (1957)
<i>Trichodorus</i> spp.	Rüben	100	Brown (1963)
<i>Heterodera rostochiensis</i>	Kartoffeln	> 5000	Jones (1960)
		Eier u. Larven	
<i>Heterodera schachtii</i>	Rüben	2000-5000	Jones (1956)
		Eier u. Larven	
<i>Heterodera göttingiana</i>	Erbsen	5000	Jones (1960)
		Eier u. Larven	
<i>Heterodera avenae</i>	Hafer u. Gerste	500	Andersen (1961)
		Eier u. Larven	
<i>Heterodera carotae</i>	Möhren	500	Brown (1963)
<i>Meloidogyne arenaria</i>	} Tomaten } u. } Gurken	} 100	} Brown (1963)
<i>Meloidogyne incognita</i>			
<i>Meloidogyne jacobae</i>			

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

In der Praxis des Pflanzenschutzes spielt die Frage, ob Art und Anzahl der in einer Probe gefundenen Nematoden als Ursache von Pflanzenschäden in Betracht kommen, eine wichtige Rolle. Pflanzenparasitisch lebende Älchen sind als Einzeltiere in der Regel ohne große Bedeutung. Sie rufen erst dann merkliche Schäden hervor, wenn die Populationen einen gewissen Grenzwert überschreiten. Dieser Wert ist unterschiedlich und hängt von einer großen Zahl von Faktoren ab. Die wichtigsten werden hier erwähnt und erläutert.

Oberhalb der kritischen Befallszahl steigt der Schaden proportional zum Logarithmus der Ausgangspopulation an. Bei einem Zehnfachen der kritischen Ausgangsverseuchung ist also nicht mit dem zehnfachen, sondern mit dem doppelten Schaden zu rechnen.

Summary

In nematology the question often arises, whether a certain number of nematodes found in a sample could be considered as the cause of damage or not. Normally the finding of single specimens of plantparasitic nematodes is of little importance. They mainly cause considerable losses if the population density reaches a critical value. The value varies from species to species and from plant to plant and is influenced by a great number of different factors. The most important of them are discussed here.

Besides the critical population level there exists a linear relation between the damage and the logarithm of the initial population density of the nematode.

Literatur

- Ahlberg, O., Undersökningar över potatisnematoden, *Heterodera schachtii* Schmidt subsp. *rostochiensis* Woll. I. Metoder for kvantitativ bestämning av jordens cystahalt. Statens Växtskyddsanst. Meddel. nr. 29. 1939, 29 p.
- Andersen, S., Resistens mod havreål *Heterodera avenae*. København 1961, 179 p.
- Bird, A. F., The effect of some single element deficiencies on the growth of *Meloidogyne javanica*. Nematologica 5. 1960, 78-85.
- Brown, K. F., The location and preliminary investigation of attacks by plant parasitic nematodes. Shell agric. chem. Bull. Nematocides nr. ADB: 869/Na. 15. 1963, 11 p.
- Cairns, E. J., Methods in nematology: a review. In: J. R. Sasser and W. R. Jenkins, Nematology, Chapel Hill 1960, 33-84.
- Brown, E. B., Assessing the damage caused by *Heterodera rostochiensis* Woll. Nature, London, 191. 1961, 937-938.
- Duggan, J. J., Seasonal variations in the activity of cereal root eelworm (*Heterodera major*, O. Schmidt, 1930). Sci. Proc. R. Dublin Soc., Ser. B., 1. 1961, 21-24.
- Endo, B. Y., Responses of root lesion nematodes, *Pratylenchus brachyurus* and *P. zaeae*, to various plants and soil types. Phytopathology 49. 1959, 417-421.
- Goffart, H., Methoden zur Bodenuntersuchung auf zystenbildende Nematoden. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 10. 1958, 49-53.
- , Methoden zur Bodenuntersuchung auf nichtzystenbildende Nematoden. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 11. 1959, 49-54.
- , Das Resistenzproblem in der Nematodenforschung. Mitt. biol. Bundesanst. H. 111. 1963, 7-28.
- Jones, F. G. W., Soil populations of beet eelworm (*Heterodera schachtii* Schm.) in relation to cropping. II. Microplot and field plot results. Ann. appl. Biol. 44. 1956, 25-56.
- , Nematology Department. Rothamsted Exp. Stat. Rept. 1960, 1961, 129-138, 292-298.
- Justesen, S. H., and Tammes, P. M. L., Studies of yield losses I. The self-limiting effect of injurious or competitive organisms on crop-yield. Tijdschr. Plantenziekten 66. 1960, 281-287.
- Kleijburg, P., Soil sample examination as a basis for advisory work against stem eelworms, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn). Nematologica, Suppl. II. 1960, 22-27.
- Mountain, W. B., Studies of nematodes in relation to brown root rot of tobacco in Ontario. Canad. J. Bot. 32. 1954, 737-759.
- , Resistance as a function of tolerance levels. Proc. S-19 worksh. Phytonematol., Univ. Tennessee 1957, Resist. 1-6.
- Oostenbrink, M., Over de invloed van verschillende gewassen op de vermeerdering van en de schade door *Pratylenchus pratensis* en *Pratylenchus penetrans* (Vermes, Nematoda), met vermelding von een afwijkend moeheidsverschijnsel bij houtige gewassen. Tijdschr. Plantenziekten 62. 1956, 189-203.

- Oostenbrink, M., Estimating nematode populations by some selected methods. In: J. N. Sasser and W. R. Jenkins, Nematology, Chapel Hill 1960, 85–102.
- , Nematodes in relation to plant growth II. The influence of the crop on the nematode population. Netherl. J. agric. Sci. 9. 1961, 55–60.
- , Fluctuatie van de schade door wortelaaltjes in opeenvolgende jaren. Meded. Landbouwhogeschool, Opzoek.stat. Gent 26. 1961, 1127–1132.
- Oteifa, B. A., Development of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, as affected by potassium nutrition of the host. Phytopathology 43. 1953, 171–174.
- Raski, D. J., and Lear, B., Influence of rotation and fumigation on a root-knot nematode populations on grape replants. Nematologica 8. 1962, 143–151.
- Sayre, R. M., and Mountain, W. B., The bulb and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*) on onion in Southwestern Ontario. Phytopathology 52. 1962, 510–516.
- Seinhorst, J. W., Population studies on stem eelworms (*Ditylenchus dipsaci*). Nematologica 1. 1956, 159–164.
- , Over het bepalen van door aaltjes veroorzaakte opbrengstvermindering bij cultuurgewassen. Meded. Landbouwhogeschool, Opzoek.stat. Gent 25. 1960, 1025–1039.
- , Plant-nematode inter-relationships. Ann. Rev. Microbiol. 15. 1961, 177–196.
- Shepherd, A., The emergence of larvae from cysts in the genus *Heterodera*. Comm. Agric. Bur., Farnham Royal 1962, 90 p.
- Slootweg, A. F. G., Root rot of bulbs caused by *Pratylenchus* and *Hoplolaimus* spp. Nematologica 1. 1956, 192–201.
- Stelter, H., and Rauber, A., Untersuchungen über Methoden der Bodenprobenentnahme zur Feststellung der Verseuchung mit dem Kartoffelnematoden *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. Ztschr. Pfl.krankh. 69. 1962, 577–586.
- Tarjan, A. C., Incubation of soil and root samples in polyethylene plastic for improved recovery of nematodes. Plant Dis. Repr. 44. 1960, 31–35.
- , Longevity of *Radopholus similis* (Cobb) in hostfree soil. Nematologica 6. 1961, 170–175.
- Weischer, B., Neuere Gesichtspunkte zur Frage der Biologie und Ökologie der wandernden Wurzel-nematoden. Nematologica, Suppl. 2. 1957, 406–412.
- , Der Einfluß des Bodens auf die Verbreitung pflanzenparasitärer Nematoden in Rebanlagen. Mitt. biol. Bundesanstalt Berlin-Dahlem H. 99. 1960, 51–59.
- , Pflanzenparasitäre Nematoden im Möhrenbau. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 13. 1961, 134–140.
- , Untersuchungen über pflanzenparasitäre Nematoden an Reben. Mitt. biol. Bundesanstalt Berlin-Dahlem H. 104. 1961, 95–100.
- , Nematoden als Vektoren von Pflanzenviren. Mitt. biol. Bundesanstalt Berlin-Dahlem H. 111. 1963, 98–105.
- Wilbert, H., Über Festlegung und Einhaltung der mittleren Dichte von Insektenpopulationen. Ztschr. Morphol., Ökol. Tiere 50. 1962, 576–615.
- Winslow, R. D., Some aspects of the ecology of free-living and plant-parasitic nematodes. In: J. N. Sasser and W. R. Jenkins, Nematology, Chapel Hill 1960, 341–415.

Diskussion

Sturhan weist noch darauf hin, daß außer den reinen Befallszahlen auch die Größe der Tiere berücksichtigt werden muß. So entspricht z. B. 1 Weibchen von *Longidorus maximus* in der Biomasse 42 Weibchen von *Rotylenchus robustus* und 460 Weibchen von *Paratylenchus hamatus*.

Weischer erklärt auf Anfrage von Niemeyer und Sprau, daß Trockenheit und Wärme, sofern sie nicht extrem stark sind, den Nematoden verhältnismäßig wenig schaden, solange lebende Pflanzenwurzeln im Boden sind.

B. HOMEYER,

Farbenfabriken Bayer AG, Leverkusen, Biologisches Institut.

Erfahrungen bei der Prüfung von Nematiziden

Wie in allen Pflanzenschutz-Disziplinen, so sind während der letzten Jahre auch bei der Entwicklung von Bekämpfungsmaßnahmen gegen phytopathogene Nematoden erhebliche Fortschritte erzielt worden. Mit den heutigen Nematiziden sind wir grundsätzlich in der Lage, die Nematoden ausreichend zu bekämpfen bzw. die Populationen so zu dezimieren, daß auch auf stark verseuchten Feldern normale Erträge erzielt werden können. Trotzdem kann aber beobachtet werden, daß sich die Nematodenbekämpfung nur sehr zögernd in die Praxis einführt. Als Ursache dafür darf angenommen werden, daß der derzeitige technische Entwicklungsstand der Bekämpfungsmaßnahmen wegen der relativ hohen Aufwandmengen, der oft umständlichen Applikationen, der verhältnismäßig langen Karenzzeiten usw. den Anforderungen der Praxis noch nicht genügt. Demnach ergibt sich für die Forschung die Aufgabe, solche Nematizide zu entwickeln, die in den genannten Punkten Verbesserungen bringen.

Während die Grundlagen für die Entwicklung und für den Einsatz eines neuen Nematizids im Laboratorium unter regelbaren Bedingungen erarbeitet werden, muß die praktische Eignung des Mittels unter natürlichen Bedingungen im Freiland geprüft werden. Als Beitrag zur Technik der Prüfung von Nematiziden im Freiland sollen im folgenden auf Grund mehrjähriger Erfahrungen einige wichtige Punkte vorgetragen werden.

Für die meisten einjährigen Kulturpflanzen gibt es ein Zeitintervall, in dem die durch Nematoden verursachten Schadbilder typisch als solche zu erkennen sind. So wird beim Anbau der jeweiligen Wirtspflanzen eine Bodenverseuchung durch Stockkälchen meistens im März-April, durch Kartoffelnematoden im Juni, durch Rübenematoden im Juli und durch freilebende Wurzelnematoden je nach Pflanzenart von Juli bis September angezeigt.

Zu dieser Zeit bereiten wir die erforderlichen Versuchsflächen für das folgende Vegetationsjahr vor, weil sich jetzt die räumliche Ausdehnung der Verseuchung und auch der Verseuchungsgrad leicht ermitteln lassen. Die räumliche Ausdehnung der für die Mittelprüfung geeigneten Fläche muß an Ort und Stelle in einer maßstabgerechten Skizze unter Angabe von festen Bezugspunkten aufgezeichnet werden. Diese Art der Versuchsvorbereitung erfordert im Vergleich zur labormäßigen Untersuchung der Bodenproben einen erheblich geringeren Zeit- und Arbeitsaufwand und ist ebenso zuverlässig.

Der für die Durchführung von Freilandversuchen erforderliche Verseuchungsgrad läßt sich nur sehr schwer angeben, weil der Infektionsgrad im folgenden Vegetationsjahr außer von der Ausgangsverseuchung auch von den Boden-, Witterungs- und Wuchsbedingungen abhängt. Wir benutzen als Anhaltspunkte ca. 50 Zysten oder kleine Gallen pro Pflanze bzw. ca. 40 *Ditylenchus*, ca. 400 *Pratylenchus* und ca. 4000 *Paratylenchus* pro 100 g Erde. Diese Angaben entsprechen etwa den doppelten Werten der kritischen Befallszahlen.

Für die Freilandprüfung hat sich eine Parzellengröße von 3×4 m als sehr geeignet erwiesen, wobei aus Gründen der Randwirkung die Parzellen längs zur Pflugfurche orientiert sein sollen. Diese Parzellengröße enthält im allgemeinen ge-

nügend Pflanzen für eine genaue Befallsauswertung. In den meisten Fällen wird sogar eine orientierende, vergleichende Ertragswertung noch möglich sein. Kommt es bei einer Freilandprüfung jedoch primär auf die Ertragsauswertung an, was z. B. bei Nematiziden mit sehr geringen Wirkungsunterschieden von Interesse sein kann, so ist natürlich die Behandlung größerer Parzellen erforderlich.

Da die Wirkung eines Nematizids neben seiner Potenz auch von den Bedingungen des Freilandes, wie Bodenart, Niederschlag, Temperatur usw. bestimmt wird, ist sie gewissen Schwankungen unterworfen. Die Genauigkeit der Ergebnisse kann durch Wiederholungen verbessert werden. Man muß die Zahl der Wiederholungen jedoch auf ein Mindestmaß beschränken, da proportional zu ihr auch der Arbeitsaufwand wächst. Auf Grund unserer Erfahrungen mit Nematiziden halten wir, falls nicht mit erschwerenden Versuchsbedingungen zu rechnen ist, 3 Wiederholungen auf einem Versuchsfeld für ausreichend.

Um die Prüfungspräparate besser beurteilen zu können, ist es erforderlich, in jede Versuchsreihe ein Vergleichsmittel mit einzubeziehen. Es muß dafür ein Mittel gewählt werden, das für die gleiche Indikation anerkannt und nach Möglichkeit mehrjährig erprobt ist.

Ein befallenes Feld kann nur für einen Freilandversuch herangezogen werden, wenn für jedes Prüfungspräparat, für das Vergleichsmittel und für die Kontrollparzellen mindestens je 36 m² gut verseuchter Fläche zur Verfügung stehen. Somit sind z. B. für die Prüfung von 2 neuen Präparaten insgesamt $4 \times 36 \text{ m}^2 = 144 \text{ m}^2$ Versuchsfläche erforderlich.

Liegt die benötigte Fläche in einem zusammenhängenden Herd vor, so kann die Verteilung der Parzellen beliebig erfolgen. Um jedoch bei der Ermittlung des Wirkungsgrades der auch in ausgedehnten Nematodennestern oft ungleichen Bodenverseuchung Rechnung zu tragen, verfahren wir stets so, daß unmittelbar an jede Prüfungsparzelle eine unbehandelte Kontrollparzelle angrenzt. Man kann zweckmäßig nach folgenden Schemen vorgehen (Abbildung). Darin sind A und B die zu prüfenden Präparate, V das Vergleichsmittel und K die unbehandelte Kontrolle. Diese Verteilung der Parzellen entspricht der bereits 1907 von *H o l t s - m a r k* und *L a r s e n* vorgeschlagenen Versuchsanordnung bei unterschiedlichen Bodenverhältnissen auf einem Feld.

Ist die zur Verfügung stehende Fläche nicht zusammenhängend, was in der Praxis sehr oft der Fall ist, so müssen die einzelnen Befallsherde so groß sein, daß alle Glieder einer Wiederholungsreihe, also die Parzellen für die Prüfungspräparate, Vergleichsmittel und Kontrollen, Platz haben. Gerade in diesen Fällen ist auf eine ausreichende Zahl von Kontrollen zu achten. Diese müssen so eingeplant werden, daß sie angenähert die gleiche Verseuchungsstärke aufweisen, wie die zu behandelnden Parzellen.

Für die Anlage und die Durchführung eines Versuches soll der Versuchstechniker die Applikation, die Bestimmung des Pflanztermins, die Wuchsbonitierungen, die Befalls- und gegebenenfalls die Ertragsauswertungen selbst übernehmen. Werden diese Aufgaben, auch nur teilweise, dem Praktiker überlassen, so kann das eine unnötige Erhöhung der Versuchsfehler zur Folge haben. Vor allem ist die Gefahr groß, daß infolge ungenügender Beachtung der Anwendungsvorschriften, die oft in sehr mühevoller Kleinarbeit im Laboratorium ausgearbeitet worden sind, eine Verbindung falsch geprüft und später auch falsch beurteilt wird.

Beachtung verdient bei der Prüfung der Nematizide auch das nochmalige Durchfräsen der behandelten Fläche, um die immer schwer zu entseuchende obere Bodenkumme von 1–2 cm in die Zone stärkerer Präparatkonzentrationen zu bringen. Bekanntlich ist ja die oft unvollständige Entseuchung der obersten Bodenschicht darauf zurückzuführen, daß die aus dem Boden entweichenden Gase in den an die Luft grenzenden Erdschichten zu schnell unterschwellig werden, was ja bei den auch

A	K	B	V	K	A
B	K	V	A	K	B
V	K	A	B	K	V

V	K	B
B	K	A
A	K	V
V	K	B
B	K	A
A	K	V

A - Prüfungspräparat
 B - Prüfungspräparat
 V - Vergleichspräparat
 K - unbehandelte Kontrolle

□ = behandelte Parzellen
 ▨ = unbehandelte Parzellen

Abb. Durch diese Versuchsanordnung wird der oft ungleichen Nematodenverseuchung des Bodens weitgehend Rechnung getragen

herbizid wirkenden Bodenentseuchungsmitteln durch das Auflaufen von Unkräutern manchmal sehr augenscheinlich werden kann. Das nochmalige Fräsen erfüllt aber nur seinen Zweck, wenn es in der Zeit der Giftwirkung erfolgt, in der noch die volle nematizide Potenz des Präparates im Boden erhalten ist. Es sollte daher von jedem Prüfungspräparat bekannt sein, wie lange beispielsweise in einer Tiefe von 10 cm die Giftwirkung des Nematizids unter Berücksichtigung der Bodentemperatur anhält bzw. nach welcher Zeit sie unterschwellig wird. Sowohl bei den Präparaten aus der Gruppe der Senföle als auch der halogenierten Kohlenwasser-

stoffe ist die Giftwirkungszeit eine mehr oder weniger ausgeprägte Funktion der Bodentemperatur und ist in der Regel kleiner als 1 Woche.

Wenn wir bei der Anlage der Versuchsfelder, wie oben ausgeführt, von den Bonitierungsergebnissen der letztjährigen Verseuchung ausgehen, so hat das zur Folge, daß für den Versuch im allgemeinen auch wieder die gleichen Wirtspflanzen angebaut werden. Dies widerspricht zwar, wenigstens für den Ackerbau, den Forderungen eines normalen Fruchtwechsels, stellt aber andererseits harte Bedingungen an ein Prüfungspräparat und dürfte aus diesem Grunde gerechtfertigt sein.

Vielen Intensivzweigen der Landwirtschaft bzw. des Gartenbaues, wie Baumschulen, Zierpflanzen-, Obst- und Gemüsebau, ist diese öftere Wiederkehr der gleichen Kulturpflanzen schon zur Regel geworden und die Nematologie wird sich bald ausgiebig mit der Frage beschäftigen müssen, welche Konsequenz das seit Jahren zu beobachtende Bestreben haben wird, aus markt-, arbeits- und maschinentechnischen Gründen immer mehr zu einem einseitigen Anbau überzugehen. Vieles deutet schon jetzt darauf hin, daß diese Veränderungen der Agrarstruktur der Nematodenforschung erhebliche Impulse liefern werden.

Da ein Nematodenbekämpfungsmittel auf keinen Fall den Pflanzenwuchs negativ beeinflussen darf, gehören auch regelmäßige Wuchsbonituren — etwa im monatlichen Abstand — zur Freilandprüfung eines Nematizids. Als Bezugsmaß für die Bonitierungskala darf hier nicht die unbehandelte Kontrolle gelten, da die Pflanzen in den Kontrollparzellen ja wegen des Nematodenbefalls meistens im Wuchs zurückbleiben. Vielmehr müssen die Prüfungspräparate dem Vergleichspräparat oder, wenn möglich, den Pflanzen auf nicht verseuchten Stellen gegenübergestellt werden.

Für die Auswertung auf die nematizide Wirkung bietet sich bei den *Heterodera*- und *Meloidogyne*-Arten die Bonitierung der Wurzeln auf Zysten- bzw. Gallenbesatz an. Diese Methode ist relativ einfach und falls die Auswertung zum richtigen Zeitpunkt erfolgt, auch sehr zuverlässig. Wir ermitteln bei *Heterodera*-Arten jeweils alle Zysten an einer Pflanze, und zwar bis zu 25 durch Zählen, die übrigen durch Schätzen.

Bei *Meloidogyne* wird folgendes Bonitierungsschema, wobei auch die Gallendicke berücksichtigt wird, verwendet:

- 0 = keine Gallen
- 1 = 1 — 10 Gallen
- 2 = 10 — 25 Gallen
- 3 = 25 — 50 Gallen
- 4 = 50 — 100 Gallen
- 5 = über 100 Gallen

Nach diesem Schema werden aus jeder Parzelle 10 Pflanzen bonitiert. Es wird darauf geachtet, daß die Pflanzen der Präparatparzellen so nahe von der Grenze zur Kontrollparzelle hin entnommen werden, wie es aus Gründen der Randwirkung vertretbar ist. Diese Bonifizierungszahlen werden zu den Befallswerten derjenigen Kontrollpflanzen in Beziehung gesetzt, die unmittelbar in der Grenze zur Präparatparzelle hin stehen. Dadurch wird dem meistens ungleichmäßigen und nesterweisen Nematodenaufreten weitgehend Rechnung getragen. Es darf so für die Mehrzahl der Fälle angenommen werden, daß die für die Berechnung des Wirkungsgrades herangezogenen, nur 1–2 m voneinander entfernten Pflanzen im

gleichen Nematodenherd standen und eine angenähert gleiche Ausgangsverseuchung hatten.

Für die Prüfung der nematiziden Wirkung bei freilebenden Wurzelnematoden sind wir auf eine labormäßige Untersuchung der Bodenproben angewiesen. Da diese Auswertungsmethode erheblich aufwendiger ist, begnügen wir uns meistens mit der Untersuchung von 3 Bodenproben pro Parzelle. Auch hier werden die Bodenproben der jeweils in Beziehung stehenden Prüfungs- und Kontrollparzellen möglichst nahe der gemeinsamen Grenze entnommen.

Da es sich bei den ermittelten Zahlen aller Auswertungsverfahren um überlebende Tiere handelt — die abgetöteten Nematoden lassen sich aus methodischen Gründen nicht ermitteln — läßt sich für die Berechnung des Wirkungsgrades die von A b b o t t aufgestellte Formel

$$\% = \frac{C - T}{C} \cdot 100$$

verwenden, wobei C der Befall in der Kontrolle und T der Befall im Versuch bedeuten. Dadurch, daß die Zahl der überlebenden Tiere zugrunde gelegt wird, berücksichtigt diese Formel die natürliche Sterblichkeit der Nematoden, nicht aber die Populationszunahme. Durch den Abtötungserfolg des Nematizids ist aber die Populationszunahme in der behandelten Parzelle eine viel geringere als in den unbehandelten. Diese geringere Befallszunahme ist das Ergebnis der Präparatwirkung, also ein, wenn auch geringer Wirkungsnachteil, der zu den nach A b b o t t ermittelten Werten addiert werden müßte.

Diese für die exakte Beurteilung eines Präparates erforderliche Korrektur setzt voraus, daß die Populationszunahme während der Versuchsdauer erfaßt wird. Es müßten also neben den Endpopulationen auch die Anfangspopulationen bestimmt werden, was aber bei den oben beschriebenen Bonitierungsverfahren für zysten- und gallenbildende Nematoden praktisch nicht möglich ist. Für die genannten Auswertungsmethoden bei freilebenden Wurzelnematoden wäre die Populationsbestimmung beim Versuchsbeginn grundsätzlich möglich. Wir haben aber bisher davon abgesehen, weil das auf eine Verdoppelung der schon sehr zeit- und arbeitsaufwendigen Bodenuntersuchungen im Laboratorium hinauslaufen würde.

Einen wichtigen Grund, daß wir uns außer arbeitstechnischen Gründen bei der Berechnung des Wirkungsgrades auf die Endpopulationen und damit auf die Abbottsche Gleichung beschränken, sehen wir auch darin, daß der Wirkungsgrad nach Addition des Korrekturwertes für die verringerte Populationszunahme in der behandelten Parzelle jeweils nur leicht größer ausfallen würde, wie an Beispielen gezeigt werden kann. Das heißt also, daß die Vernachlässigung des Korrekturwertes als Wirkungsreserve gewertet werden kann, die der Leistungsfähigkeit des Prüfungspräparates zugute kommt.

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

1. Die Auswahl von Versuchspartzen und die Ermittlung der Verseuchungsgrade erfolgt z. Z. des Auftretens der Schadbilder.
2. Als Anhaltspunkte für die erforderliche Ausgangsverseuchung dienen etwa die doppelten Werte der kritischen Befallszahlen.
3. Eine Parzellengröße von 3×4 m bei 3 Wiederholungen wird als ausreichend angesehen.

4. Die Verteilung der Parzellen soll so erfolgen, daß jede Präparat-Parzelle unmittelbar an eine unbehandelte Kontroll-Parzelle grenzt.
5. Ein nach Anlage des Versuches wiederholtes Fräsen zur besseren Entseuchung der obersten Bodenschicht muß innerhalb der Giftwirkungszeit des Nematizids erfolgen.
6. Die Erfolgsauswertung geschieht bei zysten- und gallenbildenden Nematoden durch Bonitierung des Wurzelbefalls bei je 10 Pflanzen an Ort und Stelle, bei freilebenden Wurzelnematoden durch Untersuchung von jeweils 3 Bodenproben im Laboratorium.
7. Die Berechnung des Wirkungsgrades erfolgt nach der A b b o t t'schen Formel. Auf eine Berücksichtigung des Korrekturwertes für die verminderte Populationszunahme in der behandelten Parzelle wird aus methodischen und arbeitstechnischen Gründen verzichtet.

S u m m a r y

1. The selection of suitable trial plots and the investigation of the infestation rates ought to be done after damage becomes visible.
2. As a criterion to the required initial infestation about twice the value of the critical infestation numbers are used.
3. A plot size of 3×4 m using 3 replicates has regarded to be sufficient.
4. The plots should be arranged in this way that each chemically treated plot is directly adjacent to an untreated check plot.
5. In order to attain a better disinfection of the upper soil layer a repeated cultivating after treatment has to be done during the time that the nematocide is effective.
6. The experiments with cyst- and gall-forming nematodes have been evaluated by examination of the rate of root infestation of ten plants per test plot, those with free-living root nematodes by examination of three soil samples each in the laboratory.
7. The rate of efficacy has been calculated using the formula of A b b o t t. Because of methodical and timesaving reasons a consideration of the correction value for the diminished increase of the population in the treated plots has not been done.

L i t e r a t u r

1. G o f f a r t, H., Methoden zur Bodenuntersuchung auf zystenbildende Nematoden. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 10. 1958, 49-53.
2. —, Methoden zur Bodenuntersuchung auf nichtzystenbildende Nematoden. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 11. 1959, 49-54.
3. H o l t s m a r k, G., und L a r s e n, B. R., Über die Fehler, welche bei Feldversuchen durch die Ungleichartigkeit des Bodens bedingt werden. Landw. Versuchsstationen 65. 1907, 1-22.
4. H o m e y e r, B., Zur Frage der nematiziden Mittelprüfung in Freilandversuchen. Verh. IV. Internat. Pfl.schutz-Kongr., Hamburg, 1. 1957, 599-603.
5. U n t e r s t e n h ö f e r, G., Die Grundlagen des Pflanzenschutz-Freilandversuches. Höfchen-Briefe 4. 1957, 169-232.

Diskussion

Zunächst wurde die Frage des Anlegens der Versuche (Schachbrettform oder Längsstreifen) erörtert, die weitgehend von den örtlichen Gegebenheiten abhängig ist. Anschließend entwickelte sich eine lebhafte Aussprache über die Frage, ob die Abott'sche Formel bei der Berechnung des Wirkungsgrades Berücksichtigung finden soll oder nicht. Hierzu äußerten sich Bolle, Dern, Friedrichs, Goffart, Hering, Homeyer, Pieroh und Sprau. Manche Versuchsansteller ermitteln die Ausgangsverseuchung nicht und vergleichen das zu prüfende Mittel nur mit dem Vergleichsmittel. Wegen der unterschiedlichen Befallsstärke ist in diesem Falle die Zahl der Wiederholungen zu erhöhen. Nach Meinung von Sprau bringt die Abott'sche Formel für Kleinflächen zu große Schwankungen. Daher stellt er nur die Abtötung in % fest (bis zu 8facher Wiederholung).

Homeyer weist darauf hin, daß zum Vergleich nur ein Mittel derselben Wirkstoffgruppe herangezogen werden sollte. Nach Pieroh sollten jeweils auch nur Streumittel untereinander bzw. Emulsionen untereinander verglichen werden.

Im weiteren Verlauf der Diskussion wurden Fragen der Bodenprobennahme, der Bewertung, des Chrysoidin- und Acridin-Orange-Testes und der Auswertung erörtert. Sprau setzte sich für die 2jährige Prüfung eines Mittels auf derselben Fläche ein. Dem stehen aber mehrere praktische Schwierigkeiten entgegen. Daher wurde vorgeschlagen, sich grundsätzlich auf die Herbstbehandlung festzulegen. Dann könnte im Herbst des folgenden Jahres in den meisten Fällen ein abschließendes Urteil über den Wert eines Mittels abgegeben werden.

A. KEMPER,

Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster (Westf.)

Erfahrungen bei der Anwendung chemischer Bodenentseuchungsmittel auf Freilandflächen

Die Bodenentseuchung als pflanzenschutzliches Problem nimmt infolge der Intensivierung des Anbaues einzelner Kulturpflanzenarten und der dadurch bedingten Anreicherung des Bodens mit verschiedenen Krankheitserregern und Schädlingen an Bedeutung stetig zu. Besonders hervorzuheben ist die steigende Verseuchung der Böden mit pflanzenschädigenden Nematoden.

Die Dämpfung des Bodens, bis vor einigen Jahren das fast ausschließlich gebräuchliche Verfahren der Bodenentseuchung, erfüllt zwar hinsichtlich seiner Wirkung alle Wünsche und Forderungen der Praxis. Die hohen Aufwendungen an Kosten und Arbeitszeit, die diese Maßnahme erfordert, gaben jedoch immer wieder Anlaß zur Erprobung verschiedener chemischer Substanzen, um mit geringerem Kostenaufwand einen ähnlich guten Effekt wie beim Dämpfen des Bodens zu erzielen. Über die Erfahrungen beim Einsatz derartiger Präparate im Freiland soll im folgenden kurz berichtet werden. Die Ausführungen beschränken sich auf Beobachtungen bei der Freilandbehandlung, da sich hier im Laufe der letzten Jahre Probleme ergeben haben, deren Beachtung sowohl für die Wirkung der Präparate als auch zur Vermeidung phytotoxischer Schäden von großer Wichtigkeit ist.

Der Feuchtigkeitsgrad des Bodens bei der Behandlung ist für die Wirkung der Mittel von ausschlaggebender Bedeutung. Größere Abweichungen vom normalen Wassergehalt wirken sich in jedem Falle nachteilig auf den Behandlungserfolg aus. Besonders bei zu hoher Bodendurchfeuchtung können die sich bildenden Gase der Präparate den Boden nicht genügend durchdringen, so daß der Entseuchungseffekt nur unvollkommen ist.

Zur Frage der Bodenbearbeitung vor der Behandlung sei folgendes gesagt: Eine lockere Lagerung des Bodens ist für eine hinreichende Durchgasung aller Bodenteilchen eine wichtige Voraussetzung. Da die Mittel jedoch in den meisten Fällen in die Pflugfurche ausgebracht werden, erübrigt sich eine vorherige Bodenlockerung überall dort, wo beim Pflügen der Boden feinkrümelig zerfällt und sich keine Schollen bilden. Das dürfte praktisch auf allen leichten bis mittelschweren Böden zumindest bei normalem Feuchtigkeitsgehalt der Fall sein. Auch die jetzt neu entwickelte Burgmer-Hackspritze (s. u.) bewirkt auf leichten Böden eine genügende Lockerung, so daß eine vorherige Bodenbearbeitung nur auf schweren Böden erforderlich sein dürfte.

Vielfach wird von Seiten der Praxis die Möglichkeit einer Stallmistdüngung zusammen mit der Bodenentseuchung erörtert. In mehreren Versuchen hat sich jedoch gezeigt, daß dadurch die Wirkung der Mittel — vor allen Dingen bei Ausbringung von nicht genügend verrottetem Stallmist — vielfach ungünstig beeinflusst wird. Falls im Behandlungsjahr auf eine Stallmistgabe nicht verzichtet werden kann, so sollte dieser in gut verrottetem Zustand mindestens 4–6 Wochen vor der Bodenbehandlung ausgebracht werden. Im allgemeinen empfiehlt es sich, ihn zuerst nur einzuschälen und ihn später vor dem Pflügen durch einen Grubber an die Oberfläche zu bringen, damit er bei der Bodenbehandlung nicht stört. Bei oberflächlich auszubringenden Mitteln wird er besser gleich untergepflügt.

Der Behandlungstermin sollte den örtlichen Gegebenheiten angepaßt und so gewählt werden, daß bei Einhaltung der vorgeschriebenen Wartezeit möglichst keine Einschränkungen in der geplanten Bewirtschaftung der Fläche entstehen. Aus diesem Grunde dürfte in den meisten Fällen die Herbstbehandlung empfehlenswert sein. Grundsätzlich sollte diese jedoch bis spätestens Mitte oder Ende Oktober durchgeführt werden. Selbst wenn zu einem späteren Zeitpunkt die Bodentemperaturen noch genügend hohe Werte zeigen (wenigstens $+5^{\circ}\text{C}$ in 10 cm Tiefe), so können ein plötzlicher Kälteeinbruch oder, wie später noch näher erläutert wird, stärkere und lang anhaltende Niederschläge den Behandlungserfolg in Frage stellen.

Für das Ausbringen der flüssigen Bodenentseuchungsmittel wurde in Ermangelung anderer Geräte zunächst die Kolbenrückenspritze mit gutem Erfolg eingesetzt. Die auf die Flächeneinheit auszubringende Mittelmenge läßt sich durch Wahl der Düsenbohrung und der Düsenzahl (1 oder 2) sowie durch entsprechende Schrittgeschwindigkeit der betreffenden Person sehr gut und gleichmäßig variieren und einstellen. Schwierigkeiten ergeben sich jedoch beim Ausbringen solcher Präparate, die Gummi angreifen und somit die Gummimanschetten und Gummischläuche beschädigen. Als brauchbar erwiesen haben sich auch die von der Firma Meyer in Rellingen entwickelten Dosiergeräte. In allen Fällen aber ist die Konstanthaltung der Pflugfurchenbreite unbedingte Voraussetzung für eine gleichmäßige Verteilung der Präparate, die unmittelbar vor dem nachfolgenden Pflug an die aufgepflügte Furchenwand ausgebracht werden. Neuerdings wurde von der Firma Burgmer in Straelen (Rhld.) ein als Hackspritze bezeichnetes Gerät entwickelt, über dessen Einsatzmöglichkeiten noch nicht genügend Erfahrung vorliegt. Die Mittel werden unter Druck breitflächig in dem durch kräftige Gänsefußschare gehobenen und gleichzeitig gelockerten Boden ausgespritzt. Dadurch wird eine bessere Verteilung als bei dem Meyer-Gerät, bei dem das Mittel durch einen Auslaufstutzen ausgeträufelt wird, gewährleistet.

Unmittelbar nach der Behandlung ist ein gutes Abdichten der Bodenoberfläche erforderlich. Nur so kann, insbesondere bei hohen Boden- und Außentemperaturen, ein vorzeitiges Entweichen der Präparate verhindert werden, bevor diese genügend auf den Boden eingewirkt haben. Ein Abdecken mit Folien oder durch ein Wassersiegel, wie es auf kleineren Flächen in Gewächshäusern und Anzuchtkästen vielfach durchgeführt wird, ist auf größeren Freilandflächen in den meisten Fällen nicht möglich. Durch einfaches Harken oder Eggen wird keine genügende Abdichtung erzielt; auch ein Abschleppen der Fläche reicht nicht in jedem Falle aus. Die besten Erfolge wurden erzielt durch den Einsatz einer leichten Glattwalze. Dabei kann sich ein doppeltes Walzen als zweckmäßig erweisen. Beim ersten Arbeitsgang bilden sich vielfach größere Bodenrisse, durch die ein Teil der Präparate vorzeitig in die freie Atmosphäre entweicht (Kaminwirkung). Böden, die beim Pflügen nicht genügend feinkrümelig zerfallen sind, sollten vor dem Walzen geeggt werden.

Zum Lüften des behandelten Bodens nach Ablauf der Einwirkzeit der Mittel von etwa 10—14 Tagen wurden verschiedene Bodenbearbeitungsgeräte wie Kultivator, Fräse und Pflug mit Erfolg eingesetzt. Ein einmaliges Lüften dürfte jedoch in den wenigsten Fällen genügen, um die letzten Mittelrückstände aus dem Boden zu bringen. Dies trifft besonders dann zu, wenn einerseits durch starke Niederschläge nach der Behandlung die Mittel teilweise in tiefere Boden-

schichten gelangten, und wenn andererseits durch starke Regenfälle nach dem Lüften die Bodenoberfläche wieder weitgehend abgedichtet wurde. Besonders beim Einsatz hoctouriger Fräsen neigt der Boden zur Verkrustung. Am vorteilhaftesten wird der Boden etwa 15 cm tief gepflügt. Neben dem eigentlichen Lüftungseffekt wird auf diesem Wege ein gleichmäßiges Umwenden der oberen Bodenpartien erreicht. Das hat den Vorteil, daß diese Schicht, in der selbst bei vorschriftsmäßigem Abdichten der Bodenoberfläche nach der Behandlung der Entseuchungseffekt vielfach zunächst nur unvollkommen ist, als ganzes in tiefere Bodenzonen gebracht wird. So findet auf Grund der hier zu diesem Zeitpunkt gewöhnlich noch vorhandenen stärkeren Mittelkonzentration eine nachträgliche Entseuchung dieser Bodenpartien statt.

Zur Vermeidung phytotoxischer Schäden sollte der behandelte Boden vor der Bestellung unbedingt auf pflanzenschädigende Rückstände untersucht werden. Soweit zu diesem Zweck das sogenannte Testpflanzenverfahren durchgeführt wird, ist darauf zu achten, daß genügend empfindliche Pflanzen, wie Salat oder Tomaten, verwendet und diese ohne Erdballen in einen gut durchwärmten Boden ausgepflanzt werden. Sind die Bodentemperaturen jedoch zu niedrig, so werden unter Umständen selbst bei Vorhandensein von Mittelrückständen, insbesondere in tieferen Bodenschichten, die Testpflanzen nicht geschädigt. Bei späterer Erwärmung des Bodens gehen die Mittel in die Dampfphase über und können die Kulturen empfindlich schädigen. Das ist ein erheblicher Unsicherheitsfaktor, der diesem Verfahren anhaftet. Dagegen bringt der Kressekeimtest bessere Ergebnisse. Wird bei vorschriftsmäßiger Durchführung dieses Tests keine Schädigung der Kressekeimlinge gegenüber den Kontrollproben festgestellt, so kann man mit Sicherheit daraus schließen, daß keine pflanzenschädigenden Mittelrückstände mehr im Boden vorhanden sind. Grundsätzlich sollten jedoch neben der oberen Bodenzone aus später noch zu erläuternden Gründen auch die tieferen Schichten bis etwa 50 cm dem Test unterzogen werden.

Der Erfolg der chemischen Bodenentseuchung ist, wie bereits erläutert, von vielen Faktoren, wie Bodenfeuchtigkeit, Art und Zustand des Bodens, Bodentemperatur, Bodenbearbeitung und anderen, abhängig. Bei Behandlung von Freilandflächen sind außerdem die Niederschlagsmengen in den ersten Wochen nach dem Ausbringen der Präparate von wesentlichem Einfluß. Besonders auf leichten und durchlässigen Böden werden die Mittel teilweise mit dem absickernden Regenwasser in tiefere Bodenschichten abgeleitet. In einigen Versuchen konnten noch in einer Tiefe von 80 cm pflanzenschädigende Mittelkonzentrationen nachgewiesen werden. Es muß jedoch erwähnt werden, daß diese Ergebnisse unter extremen Bedingungen erzielt wurden, wie sie in der Praxis nur in Ausnahmefällen eintreten dürften. Diese Versuche wurden in der ersten Novemberhälfte des Jahres 1960 angelegt. Infolge der etwa eine Woche später einsetzenden, fortwährend starken Niederschläge konnten die Flächen nicht termingerech gelüftet werden. Erst Ende Februar bis Anfang März war der Boden soweit abgetrocknet, daß eine Bearbeitung vorgenommen werden konnte. Zu diesem Zeitpunkt wurde mit Hilfe des Kressekeimtests die stärkste Mittelkonzentration in einer Tiefe von 70 und 80 cm festgestellt, während die oberen Bodenzonen nur noch Spuren des Präparates enthielten. Eine derartig starke Auswaschung der Bodenentseuchungsmittel in den Untergrund unter den entsprechenden Boden- und Witterungsverhältnissen tritt jedoch anscheinend nur bei den leichtlöslichen Präparaten zutage, während die

offensichtlich schwerer löslichen Mittel selbst unter solchen extremen Bedingungen nicht in nennenswertem Umfang mit dem absickernden Regenwasser in die tieferen Bodenschichten abgeleitet werden.

Aus diesen Untersuchungsergebnissen lassen sich einige für die Praxis wichtige Hinweise ableiten, deren Beachtung für den Erfolg der chemischen Bodenentseuchung und zur Vermeidung phytotoxischer Schäden an den Kulturen von ausschlaggebender Bedeutung sind.

1. Die Bodenbehandlung sollte, soweit sie im Herbst erfolgt, spätestens Ende Oktober durchgeführt werden. Selbst wenn zu einem späteren Zeitpunkt die Bodentemperaturen noch genügend hohe Werte zeigen, können sowohl durch Kälteeinbruch als auch besonders durch fortwährend starke Niederschläge, wie sie in unserem Gebiet zu dieser Jahreszeit sehr häufig eintreten, die zur Lüftung des behandelten Bodens erforderlichen Bearbeitungsmaßnahmen erschwert oder gar unmöglich gemacht werden.
2. Unter solchen Bedingungen werden leichtlösliche Bodenentseuchungsmittel besonders auf leichten und durchlässigen Böden bis in eine Tiefe von 70 bis 80 cm abgeleitet. Zur Vermeidung phytotoxischer Schäden ist dann eine besonders intensive und mehrmalige Bodenlockerung erforderlich, um die letzten Mittelrückstände aus diesen tiefen Bodenschichten zu bringen.
3. Ist eine stärkere Ableitung der Bodenentseuchungsmittel in die tieferen Bodenschichten erfolgt, so verlängert sich zwangsläufig die erforderliche Wartezeit bis zur Neubestellung der Fläche.
4. Vielfach wirken in solchen Fällen die Mittel nur ungenügend auf die oberen Bodenpartien ein, so daß hier der Entseuchungseffekt nur unvollkommen ist.
5. Beim Untersuchen des Bodens auf pflanzenschädigende Mittelrückstände sind, unabhängig von der Art des Verfahrens, auch die tieferen Bodenschichten zu berücksichtigen. Abgesehen von den erwähnten Extremfällen dürfte es in der Regel genügen, den Boden bis zu einer Tiefe von 50 cm zu testen.

Die Ergebnisse der bisher vorliegenden Versuche berechtigen zu der Feststellung, daß bei Berücksichtigung aller erwähnten Gesichtspunkte ein voller Erfolg der chemischen Bodenentseuchung zu erwarten ist. Diese Maßnahme ist auch auf größeren Freilandflächen überall dort von wirtschaftlichem Vorteil, wo infolge stärkerer Verseuchung des Bodens mit Krankheitserregern und Schädlingen empfindliche Schäden, insbesondere an hochwertigen Kulturen, verursacht werden.

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

Die zunehmende Verseuchung der Böden mit Krankheitserregern und Schädlingen, insbesondere mit pflanzenparasitären Nematoden, erfordert oft eine Bodenentseuchung auch auf größeren Freilandflächen. Erörtert werden namentlich Fragen über den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, über die Bodenbearbeitung vor und nach dem Ausbringen der Präparate sowie über den günstigsten Behandlungstermin.

Starke Niederschläge in den ersten Wochen nach der Behandlung führen auf leichten und durchlässigen Böden zu einer Ableitung leichtlöslicher Bodenentseuchungsmittel in tiefere Bodenschichten. Um die letzten Mittelrückstände aus dem Boden zu entfernen, ist wiederholte und intensive Bodenbearbeitung erforderlich. Dies führt zwangsläufig zu einer Verlängerung der Karenzzeit.

Für die Untersuchung der Böden auf pflanzenschädigende Mittelrückstände hat sich der Kressekeimtest bewährt, wobei auch die tieferen Bodenschichten bis etwa 50 cm Tiefe zu berücksichtigen sind.

S u m m a r y

The increasing contamination of soils with plant pathogens, especially nematodes, makes soil disinfection necessary even in larger areas. A report has been given on the application of different chemical soil disinfectants.

Culture measures before and after application of the chemicals and the most effective time of treatment are discussed.

Heavy rainfalls following the application lead to a diffusion of the more soluble soil disinfectants into deeper layers on light soils. To ensure the complete evaporation of residues repeated and intensive soil cultivation is needed. Therefore the interval between application and planting should be enlarged.

To prove whether there are any phytotoxic residues in the soil, the germination test with cress (*Lepidium sativum* L.) has been used successfully.

L i t e r a t u r

Schneider, W., Methoden zum Nachweis von Trapex in Erden. Gesunde Pflanzen 13. 1961, 14–17.

D i s k u s s i o n

Friedrichs fragt nach der Möglichkeit einer Grundwasserverunreinigung durch in den Untergrund gelangende Mittelreste. Kemper und Sprau halten die Gefahr auf Grund vorläufiger Feststellungen im allgemeinen für unbedeutend. Nach eingehender Erörterung des Kresstestes weist Homeyer darauf hin, daß die Wirkungszeit der meisten Mittel gegen die Älchen wesentlich kürzer ist als die wegen der Phytotoxizität einzuhaltende Karenzzeit. Sie liegt je nach Temperatur zwischen 3 und 14 Tagen. Weischer berichtet, daß in Südfrankreich im Gegensatz zu den deutschen Erfahrungen halogenierte Kohlenwasserstoffe, wie z. B. Shell DD, besser und zuverlässiger wirken als die Präparate auf Methylenföls-Basis. Wahrscheinlich liegt das an den Temperaturverhältnissen. Piero erwähnt, daß außer Stallmist auch Kalkstickstoff und Branntkalk die Wirkung der meisten Präparate beeinträchtigen.

F. SPRAU,

Bayer. Landesanstalt f. Bodenkultur, Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, München.

Erfahrungen mit der chemischen Bekämpfung des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.) in Bayern

Auf den Sandböden, vor allem aber auf den Niederungsmooren Bayerns, wozu das Erdinger Moos, das Dachauer Moos und das Donaumoos gehören, hat sich in den letzten Jahrzehnten ein blühender Saatkartoffelbau entwickelt. So ist das Donaumoos mit seiner jährlich 3500 ha umfassenden Pflanzkartoffelfläche zum größten geschlossenen Pflanzkartoffelvermehrungsgebiet Deutschlands geworden. Der stets Stickstoff nachschaffende Moorboden und die gute Feuchtigkeitsversorgung — auch in trockenen Jahren — ergeben einen außerordentlich üppigen Pflanzenwuchs, so daß Kartoffelpflanzen von 1,50 bis 1,80 m Höhe keine Seltenheit sind. Die besonderen Boden- und Klimaverhältnisse, die den Kartoffelbau in einseitiger Weise begünstigen, der z. T. hohe Gewinn bei den Pflanzkartoffeln und die hier wie auf den Sandböden meist sehr geringe Betriebsgröße haben dazu geführt, daß die Kartoffeln viel zu häufig auf dieselbe Fläche kommen. Das Auftreten des Kartoffelnematoden und die damit verbundenen Schäden waren die unausbleibliche Folge.

Die stärksten Nematodenschäden sind aber nicht in diesen Gebieten, sondern in den Sandgebieten nahe der thüringischen Grenze aufgetreten, wo keine Pflanzkartoffeln erzeugt werden. Hier betreiben Arbeiterbauern den Kartoffelbau nur als Nebenerwerb auf sehr kleinen Grundstücken, und zwar in der Weise, daß Kartoffeln oft mehrere Male hintereinander — das war besonders in der Kriegs- und Nachkriegszeit der Fall — auf demselben Grundstück angebaut werden. Dazu kommt noch, daß die Grundstücke durch Lohnunternehmen bearbeitet werden, was die Verschleppung der Zysten sehr stark begünstigt.

Da besonders in den Mooregebieten die rein bäuerlichen Kleinbetriebe bei etwas stärkerem Nematodenbefall bereits in ihrer Existenz gefährdet waren und man aus diesem Grund mit den üblichen ackerbaulichen Maßnahmen, insbesondere einer weitgestellten Fruchtfolge in bezug auf Kartoffeln, eine Bekämpfung des Kartoffelnematoden nicht mehr durchführen konnte, mußte nach schnelleren und wirksameren Maßnahmen gesucht werden. Aber auch auf den Sandböden war dringend Hilfe nötig.

Es bot sich zunächst eine Entseuchung des Bodens durch den Anbau der nematodenresistenten Sorte Antinema an. In zahlreichen Versuchen konnte festgestellt werden, daß die auf diese Sorte gesetzten Hoffnungen sich nur zum Teil erfüllten und daß im allgemeinen der Rückgang der Bodenverseuchung im Moorboden, gemessen an den lebenden Larven, durchschnittlich nur 45–50 % betrug, während im Mineralboden zum Teil bessere Ergebnisse erzielt wurden. Dies ist sicher u. a. darauf zurückzuführen, daß in den Moorböden die Sorte Antinema in den Versuchsjahren sich nur sehr schlecht entwickelte, während sie auf Mineralböden bei guter Düngung und entsprechender *Phytophthora*-Bekämpfung einen guten Wuchs zeigte und auch entsprechend höhere Erträge brachte. Da die schlechte Entwicklung auch mit der Ausbildung eines nur geringen Wurzelwerkes verbunden war, findet die ungenügende entseuchende Wirkung hier ihre natürliche Erklärung. Sehr bald konnte außerdem festgestellt werden, daß an stärker

verseuchten Stellen die Pflanzen durch eindringende, sich allerdings meist nicht zu reifen Tieren entwickelnde Nematodenlarven doch so stark im Wuchs gehemmt werden, daß sie ihre entseuchende Kraft nur in geringem Maße entfalten können. Ein dichter Pflanzenbestand erhöht zwar die entseuchende Wirkung, bringt jedoch gleichzeitig eine derartige Erhöhung des Pflanzgutbedarfs und damit auch der Ausgaben mit sich, daß die betroffenen Betriebe ihren Anbau ablehnten, zumal der Anbau der Sorte Antinema, um zu einer befriedigenden Wirkung zu kommen, doch mehrmals wiederholt werden muß. So dürfte wohl heute, auch nach den Ergebnissen anderer Versuchsansteller, z. B. I h l e m a n n, auf stärker verseuchten Flächen der Anbau der bis jetzt einzigen deutschen nematodenresistenten Kartoffelsorte nicht den erwarteten Erfolg bringen. In solchen Fällen muß zu der wesentlich schneller wirkenden chemischen Entseuchung gegriffen werden.

Die heute auf dem Markt erhältlichen nematiziden Mittel sind zwar sehr teuer und ihre Anwendung ist wirtschaftlich fast nicht tragbar, doch gibt es, wenn eine große Zahl von Betrieben noch lebensfähig erhalten oder wieder arbeitsfähig gemacht werden soll, außer einem weitgestellten Fruchtwechsel kaum noch eine andere Möglichkeit. Dieser Umstand und die geringe Kenntnis über die Wirkung der Mittel haben dazu geführt, daß seit einer Reihe von Jahren Versuche mit den verschiedensten Bekämpfungsmitteln auf Moor- und Sandgebieten laufen, um die wirksamsten herauszufinden. Dabei zeigte es sich, daß die bisher auf Mineralböden gemachten Erfahrungen sich nicht ohne weiteres auf Moorböden, die bis zu 80 % und mehr Humus enthalten, übertragen lassen. Aus diesem Grund und auch wegen der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Gebiete wurden die meisten Versuche auf Niederungsmooren durchgeführt. Es würde zu weit gehen, auf alle Versuche im einzelnen einzugehen, zumal sich oft Unterschiede in der Wirkung desselben Mittels in den gleichen Versuchen und auch in den verschiedenen Jahren ergeben haben. Es sollen deshalb nur einige Versuche als Beispiel herausgegriffen werden. In allen Fällen wurden nach Anwendung der Mittel und einer gewissen Karenzzeit Kartoffeln angebaut, und die Wirkung des Mittels an Hand der aufgetretenen Zysten Zahlen festgestellt.

In den zahlreichen Versuchen wurden im Laufe mehrerer Jahre folgende Mittel angewandt:

Präparat	1:	Chlorierte Alkene (53 % Wirkstoffgehalt)
„	2:	Chlorierte Alkene (100 % Wirkstoffgehalt)
„	3:	Methylisothiocyanat
„	6:	Natrium-N-methyldithiocarbamat
„	8:	Dazomet
„	4:	Methylisothiocyanat + Schwefelkohlenstoff (+ Methylenchlorid)
„	5:	Methylisothiocyanat + chlorierte Alkene
„	9:	0,0-Diäthyl-0-(p-methyl-sulfinyl)phenyl-thiophosphat
„	7:	Zink-N-Methyldithiocarbamat
„	10:	Disulfoton

Die im folgenden angegebenen Mengen beziehen sich auf den reinen Wirkstoffgehalt je m². In den Präparaten 4 und 5 mit einem Wirkstoffgemisch wird der Gehalt der beiden Wirkstoffe zusammen angegeben.

Die ersten Versuche wurden in den Jahren 1957 und 1958 mit Präparat 1 durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß Mengen zwischen 48 und 53 g Wirkstoff/m²

kein befriedigendes Ergebnis brachten. Erst wenn man diese Menge verdoppelte oder sogar verdreifachte, war ein wirklicher Erfolg zu verzeichnen. In den folgenden beiden Jahren ergaben weitere Versuche, wobei außer Präparat 1 (ca. 53 bis 80 g Wirkstoff/m²) noch Präparat 3 (30–40 g Wirkstoff/m²), Präparat 6 (ca. 47–62 g Wirkstoff/m²) und Präparat 8 (ca. 43 und 85 g Wirkstoff/m²) angewandt wurden, daß die letzten drei Mittel in einzelnen Fällen eine fast 100 %ige Wirkung aufwiesen. Zusammenfassend wurde damals festgestellt: Aus den zahlreichen Versuchen im Niedermoor läßt sich unter den Verhältnissen der Jahre 1959 und 1960 der Schluß ziehen, daß die beste Wirkung wohl Präparat 8 in einer Aufwandmenge von 85 g/m² hatte, dann folgen Präparat 3 mit 40 g/m² — in einigen Fällen war die Wirkung auch mit 30 g/m² sehr gut — und das in einigen Versuchen nahezu gleichwertige, in anderen jedoch etwas abfallende Präparat 6 in einer Aufwandmenge von 62 g/m² und zum Schluß Präparat 1 mit ca. 80 g/m² (S p r a u, 1961).

Die Versuche wurden in den folgenden Jahren fortgesetzt, und die Zahl der geprüften Mittel erweitert.

Nach den Versuchen des Jahres 1961 hatten sich Präparat 3 und 6 in den bereits angegebenen Aufwandmengen gut bewährt. Bei Präparat 2 (30 und 50 g/m²) und 7 (30 und 42 g/m²) ist die Wirkung nur in manchen Fällen befriedigend und die Leistungen sind recht unterschiedlich. Weniger gut ist die Wirkung von Präparat 4 und 8 (ca. 21 und 64 g/m² wirksame Substanz). In anderen Versuchen auf Moorböden ging die Wirkung der Präparate 3 und 6 (ohne Wasser) etwas zurück, dagegen war diejenige der Präparate 8 und 4 recht gut, während die Präparate 7 und 2 im allgemeinen schlechter abschnitten. In dem Versuch 1962 (s. Tab.) steht mit ausgezeichneter Wirkung das Präparat 5 (ca. 47 und 62 g wirksame Substanz/m²) an der Spitze, dann folgt mit fast ebenso guter Wirkung Präparat 3, während Präparat 8 (ca. 68 g/m²) in der nematiziden Wirkung trotz des ausgezeichneten Pflanzenbestandes nicht voll befriedigte. Ziemlich ähnliche Verhältnisse in bezug auf Präparat 3 und 5 liegen bei dem Versuch auf Mineralboden vor. Bei diesen beiden letzten Versuchen ist noch hervorzuheben, daß sie schon in ihrem äußeren Bild Unterschiede zeigten. Trotzdem die Karenzzeiten sich nur um 3 Tage unterschieden, waren auf Mineralboden starke Auflaufschäden auf den mit Präparat 3, 5 und 8 behandelten Parzellen zu beobachten, während auf dem Moorboden gerade diese Parzellen sich durch ihren außerordentlich guten Stand und ihr sattes Grün auffallend von den übrigen wesentlich schlechter entwickelten Parzellen abhoben (K e m p e r, 1962).

Bei den Präparaten 10 und 9, bei denen eine Wirkstoffmenge von 0,05 bzw. 0,1 g je Pflanze zur Anwendung kam und die, wie bei der Vektorenbekämpfung, in die Pflanzlöcher auf die Knollen gegeben wurden, konnte nur auf dem Mineralboden eine gewisse Wirkung festgestellt werden. Sie kam vor allem dadurch zum Ausdruck, daß die Zysten auch in ihrer Entwicklung in vielen Fällen deutlich gehemmt waren und z. T. wie verklemmt in der Wurzelrinde saßen.

Aus den zahlreichen Versuchen läßt sich erkennen, daß in stark humosem Niedermoorboden die auf Senfölbasis aufgebauten Bekämpfungsmittel, wie vor allem Präparat 3, 5 und auch 6, wesentlich wirksamer sind als die Mittel, die chlorierte Kohlenwasserstoffe als Grundlage haben. Dies dürfte wohl mit der starken Adsorption dieser Stoffe an die Humusbestandteile des Bodens zusammenhängen. In gleichzeitig durchgeführten Großversuchen hat sich bis jetzt Prä-

parat 3 am wirksamsten gezeigt und wird deshalb z. Z. auch fast ausschließlich für die Nematodenbekämpfung eingesetzt. Auch mit dem neuen Präparat 5, das sich allerdings erst noch in einem zweiten Nachbau bewähren muß, wurden im vergangenen Herbst und werden weiter im kommenden Frühjahr Großversuche zur Überprüfung seiner Wirkung angelegt.

Bei der Berechnung der Entseuchungskosten ist zu berücksichtigen, daß die Nematoden im allgemeinen nesterweise vorkommen, so daß es genügt, wie ich bereits früher ausgeführt habe (S p r a u, 1961, 1962), diese Herde möglichst nematodenfrei zu machen, wenn danach eine weitgestellte Fruchtfolge in bezug auf Kartoffeln eingehalten wird. Um unnötige Kosten zu vermeiden, wird zunächst eine genaue Feststellung der Herde durchgeführt (B e h r i n g e r, 1962). Dies geschieht dadurch, daß je ha 200 Mischproben gezogen werden, wobei das Feld zunächst in 200 Parzellen unterteilt wird, deren Grenzen mit einem Einscharpflug markiert werden. Alle Parzellen, in denen Zysten gefunden werden, werden daraufhin mit einem eigens dazu konstruierten Großgerät, das bereits an anderer Stelle beschrieben wurde, entseucht (B e h r i n g e r, 1962). Es handelt sich um ein Zweischargerät, bei dem das in einem Faß mitgeführte Bekämpfungsmittel in die offene Furche geträufelt und anschließend mit Erde wieder bedeckt wird. Die Bodenentseuchung geht sehr schnell vor sich, so daß mit dem Gerät, mit 2 Mann Bedienung und einer technischen Überwachungskraft Tagesleistungen von 0,6 bis 0,8 ha entseuchter Fläche erzielt werden. Über die Einbringung der Mittel liegen auch von anderer Seite Angaben vor (z. B. K i r s t e n 1962, W i e b e 1962).

Wenn tatsächlich nur Parzellen entseucht werden, in denen Zysten gefunden wurden, so bedeutet dies nach unseren Erfahrungen im Jahre 1962, daß durchschnittlich nur etwa 1/5 eines Grundstückes zur Entseuchung kommen und die Entseuchungskosten bei einem Mittelpreis von —,96 DM je m² 9600,— DM, 300,— DM Untersuchungskosten für die Proben und etwa 100,— DM Ausbringungskosten sich auf rd. 2000,— DM/ha belaufen. Legt man diese Art der Behandlung zugrunde, so können pro Tag 3—4 ha mit einem Entseuchungsgerät behandelt werden.

Je nach dem Verseuchungsgrad des Feldes und dem Zeitpunkt des letzten Kartoffelanbaues wird eine Pause von 2—3 Jahren eingeschaltet, in der keine Kartoffeln angebaut werden dürfen. Da aber selbst bei einer intensiven Bodenuntersuchung an den Stellen, wo keine Zysten gefunden wurden, mit einem wenn auch sehr geringen Nematodenbesatz zu rechnen ist, wird es für zweckmäßig erachtet, nach der Entseuchung eine nematodenresistente Sorte anzubauen, da durch dieses kombinierte Verfahren die Entseuchungswirkung noch erheblich gesteigert wird (I h l e m a n n 1962).

Bereits im vergangenen und vor allem in diesem Jahr wurden in großem Maßstab Bodenentseuchungen durchgeführt, wobei vom Bayer. Staatsministerium f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten die Mittelkosten bis zur Hälfte übernommen wurden und auch ein Zuschuß von einem Drittel zu den Kosten für die Bodenuntersuchung gezahlt wurde. Dieser Zuschuß wurde allerdings nur unter der Bedingung gewährt, daß sich die betreffenden Betriebe bereit erklärten, eine bestimmte Fruchtfolge in bezug auf Kartoffeln einzuhalten. Nach Ansicht der Praxis sind in Anbetracht der schnelleren Entseuchung der Grundstücke unter den geschilderten Voraussetzungen die Mittelkosten wirtschaftlich tragbar. Dies gilt

Zyst./ 200 ccm Boden vor der Behandlg.	Mittel	Gesamtwirk- stoffmenge	1. Bonit. — Zyst. Zahl je 1 m Wurzel			2. Bonitierung — Zyst. Zahl je Pflanze				
			unters. Pflanz.	davon befall. %/o	Ø Zyst. zahl je unters. Pflanz.	in % von Unbeh.	unters. Pflanz.	davon befall. %/o	Ø Zyst. zahl je unters. Pflanz.	in % von Unbehandelt
93	Unbehandelt	—	25	100	53	100	30	100	270	100
78	Präparat 3	ca. 30 g/qm	20	35	0,5	1	20	65	2	0,7
69	"	ca. 62 g/qm	20	0	0	0	20	20	1	0,4
81	"	ca. 62 g/qm	15	7	0,05	0,1	20	15	0,15	0,05
161	"	ca. 68 g/qm	20	65	3	6	20	40	50	18
129	"	ca. 0,05g/Knolle	20	100	83	157	20	100	419	155
124	"	ca. 0,1 g/Knolle	20	100	33	62	20	100	158	58

allerdings nur dann, wenn der tatsächlich zu enteuchende Teil der Fläche ein bestimmtes Maß nicht überschreitet.

Wenn auch in diesen besonders gelagerten Fällen zur chemischen Entseuchung geraten werden muß, so soll ihre Anwendung doch eine Ausnahme darstellen. Wohl in der Mehrzahl der Fälle kann bei nicht zu hohem Verseuchungsgrad durch eine weitgestellte Fruchtfolge und durch Anbau nematodenresistenter Sorten ebenfalls eine Bekämpfung durchgeführt werden. Erfreulich ist, daß — dank der Untersuchung der früheren Landesanstalt f. Landkultur u. Moorwirtschaft — heute die Zuckerrübe als vollwertige Frucht in die Fruchtfolge auf den Niederungsmooren eingeschaltet werden kann. Vor allem muß das Augenmerk auf die Gebiete gerichtet werden, die durch die Natur des Bodens zu einem gesteigerten Kartoffelanbau gezwungen sind und bei denen eine Verseuchung erst an wenigen Stellen und in geringem Maße vorhanden ist. Hier müßte, und dies gilt auch für Gebiete mit einer dreijährigen Fruchtfolge, mindestens bei jedem dritten Kartoffelanbau eine resistente Kartoffelsorte eingeschaltet werden, so daß diese alle 9 Jahre einmal auf das gleiche Feld kämen. Diese Anbauweise sollte, sobald geeignete Sorten vorhanden sind, sowohl im Konsum- als auch im Pflanzkartoffelbau allgemeine Regel werden.

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

In den extremen Sand- und Mooregebieten, die nur für wenige Feldfrüchte, insbesondere Kartoffeln und Roggen, geeignet sind, hat der zu häufige Kartoffelbau zu einer stetig ansteigenden Nematodenverseuchung geführt, der man mit den üblichen ackerbaulichen und sonstigen vorbeugenden Maßnahmen nicht Herr wurde. Da die nematodenresistente Sorte *Antinema* wegen ungünstiger Entwicklung auf Niederungsmoorböden in stark

befallenen Nematodenherden nur einen unzureichenden Entseuchungseffekt besaß, mußte zur Bodenbehandlung mit chemischen Mitteln übergegangen werden. In zahlreichen Versuchen zeigte sich, daß die bisher mit den Mitteln auf Mineralböden gemachten Erfahrungen nicht ohne weiteres auf Moorböden, die bis an 80 % und mehr Humus enthalten, übertragen werden können. So waren die auf Senfölbasis aufgebauten Bekämpfungsmittel, vor allem Präparat 3, aber auch die Präparate 5 und 6 wesentlich wirksamer als die Mittel, die chlorierte Kohlenwasserstoffe als Grundlage haben. Eine Erklärung findet diese Tatsache in der starken Adsorption solcher Stoffe an den Humus. Versuche mit Disulfoton, einem systemischen Insektizid, ergaben Anhaltspunkte einer gewissen hemmenden Wirkung, wenigstens auf Mineralböden. In Großversuchen hat sich bis jetzt das Präparat 3 am wirkungsvollsten gezeigt und wird deshalb z. Z. fast ausschließlich für die Nematodenbekämpfung, die jetzt in großem Ausmaß durchgeführt wird, angewandt. Die bei dieser Großbekämpfung angewandten Methoden werden erläutert und die entstehenden Kosten angeführt. Die chemische Entseuchung, die zweckmäßig mit dem Anbau einer nematodenresistenten Sorte kombiniert wird, soll aber nur in dringenden Fällen angewendet werden. Bei schwachem Nematodenbefall und zur Verhinderung des Auftretens von Kartoffelnematoden in den Gebieten, die durch ihre besonderen Klima- und Bodenbedingungen zu einem häufigeren Kartoffelanbau gezwungen sind, ist zum Anbau nematodenresistenter Sorten zu raten. Bei einer 3jährigen Fruchtfolge im Kartoffelbau wird empfohlen, bei jedem dritten Anbau, also alle 9 Jahre, eine nematodenresistente Sorte auf dieselbe Fläche zu bringen.

S u m m a r y

In the obvious sand and peat areas, qualified for a few crops only, frequent cultivation of potatoes has led to increasing nematode infestation of the soil, which could not be reduced by customary agricultural and other prohibitive measures. The nematode-resistant potato variety Antinema showed insufficient disinfection effects because of poor development on fen soils in heavily infested areas. Numerous trials with chemicals proved that the results, which could be obtained up till now, using fumigants on mineral soils, are not directly transferable to peaty soils. Therefore fumigants derived from mustard oils, were much more effective than fumigants on base of chlorinated hydrocarbons. These facts can be explained by a great adsorption of those compounds to humus. Trials with Disulfoton showed certain lethal effects on the development of cysts, at least on mineral soils. Up till now Methyl-iso-thiocyanate No. 3 was found to be the most effective and therefore is applied now almost exclusively for the nematode control, which is conducted to a great extent. The methods used thereby are explained and the costs considered. The chemical treatment, however, which may be combined with the cultivation of a nematode resistant variety, will be restricted to special cases only. If the nematode infestation is low, cultivation of nematode-resistant varieties is recommended. Using a 3 years' rotation in the cultivation of potatoes, a nematode resistant variety should be grown on the same field every third potato crop, i. e. every 9 years.

L i t e r a t u r

- Behringer, P., Erfahrung mit der chemisch-biologischen Nematodenbekämpfung. Kartoffelbau 13. 1962, 138-139.
 Ihlemann, W., Kombinierte Nematodenbekämpfung chemisch und biologisch. Kartoffelbau 13. 1962, 25.

- Kemper, A., Was ist beim Einsatz chemischer Bodenentseuchungsmittel im Freiland zu beachten? Gesunde Pflanzen 14. 1962, 205—209.
- Kirsten, D., Feldpraxis der Nematodenbekämpfung mit Trapex. Kartoffelbau 13. 1962, 71—72.
- Schmidt, O., Möglichkeit der Nematodenbekämpfung mit Trapex. Kartoffelbau 12. 1961, 110—112.
- Sprau, F., Über Versuche mit nematodenresistenten Kartoffelstämmen und Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis* Woll.) mit chemischen Mitteln in extremen Moorböden. Europ. Potato J. 4. 1961, 260—272.
- , Pflanzgutwechsel und weite Fruchtfolge, zwei weitere wichtige Maßnahmen zur Bekämpfung der Kartoffelkrankheiten. In: Böning, K., Pflanzenschutz, der sich lohnt. Bayer. Landw. Verlag, München 1962, 2. Aufl., S. 126.
- Wiebe, G., Praktische Erfahrungen in der Nematodenbekämpfung. Kartoffelbau 13. 1962, 72.

Diskussion

Die Diskussion erstreckte sich in der Hauptsache auf einen Vergleich mit Versuchsergebnissen aus anderen Gebieten und auf Fragen der Bodenbehandlung nach Anwendung der Mittel (Bodenlockerung durch Eggen oder Pflügen nach 14 Tagen). Sprau teilte ferner mit, daß die auf den Kartoffelanbau folgenden Getreidebestände in den Niederungsmooren sehr stark mit Kartoffeln aus dem Vorjahre durchsetzt sind. Hierdurch wird die Fruchtwechselwirkung stark herabgesetzt.

H. GOFFART,

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

Einige Beobachtungen zur Biologie und Ätiologie des Rübenkopffälchens *Ditylenchus dipsaci* (Kühn)

Die Kopffäule der Rüben, in der älteren Literatur auch als Trocken- oder Wurmfäule bezeichnet, wurde bereits von Vaňha und Stoklasa (1896) eingehend beschrieben und abgebildet. Als Ursache der Erkrankung sahen die Autoren schon damals Nematoden der Gattung *Tylenchus* an; es gelangen auch Infektionsversuche. Später ist die Wurmfäule der Rüben, deren Erreger als *Ditylenchus dipsaci* bestimmt wurde¹⁾, noch mehrfach erwähnt worden, so von Ritze ma Bos (1908). Hinweise finden sich ferner in den Jahresberichten des niederländischen Pflanzenschutzdienstes der Jahre 1925 und 1926 (van Poeteren), bei Goodey (1929), Goffart (1935), Roebuck und Hull (1937) und Kotthoff (1938). In den letzten Jahren scheint die Krankheit erheblich an Interesse gewonnen zu haben, nachdem sich mehr und mehr die Erkenntnis durchgesetzt hatte, daß die Fäule ursächlich auf den Befall durch *D. dipsaci* zurückzuführen ist. Da die Kopffäule stellenweise auch an Zuckerrüben in beachtlichem Umfange auftrat, und die Befallsymptome von den üblichen Merkmalen etwas abwichen, wurde die Frage der Lebensweise und Bekämpfung des Schädling zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht (Bernard, 1952, Dunning, 1954, Goffart, 1959, Goffart und Heiling, 1961, Salentiny, 1959, Graf, Keller, Liechti und Savary, 1960, 1961, 1962 und van Steyvoort, 1961).

Im Rahmen unserer Untersuchungen haben wir uns in den letzten Jahren mit einigen z. T. unbearbeiteten Teilfragen befaßt, über die kurz berichtet werden soll.

1. Die vertikale Verteilung des Rübenkopffälchens im Boden und die jahreszeitlichen Schwankungen in der Population

In den Jahren 1961 und 1962 wurden von zwei verseuchten Feldern aus dem südwestdeutschen Raum in bestimmten Zeitabständen und Tiefen Bodenproben von mehreren Stellen in unmittelbarer Nähe der wachsenden Rüben entnommen und nach der Elutriator-Methode von Seinhorst untersucht²⁾. Aus einem Vergleich der auf diese Weise erhaltenen Zahlen ergab sich, daß die Bodenverseuchung bis etwa 30 cm Tiefe herabreicht. Unterhalb dieser Schicht wurden nur vereinzelt Älchen angetroffen. Zieht man die Quersumme aus den während der Beobachtungsdauer in den einzelnen Bodenschichten gefundenen Älchenmengen, dann erkennt man im Jahresdurchschnitt eine größere Dichte in einer Tiefe von 10–20 cm als zwischen 0 und 10 cm, was sich leicht mit den weniger starken Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen in der tieferen Bodenschicht erklären läßt. Interessanter sind die während der Vegetationszeit auftretenden Schwan-

¹⁾ Oostenbrink (1953) beobachtete in zwei Fällen einen Befall mit *Ditylenchus destructor* an Rüben. Die Symptome waren ein oberflächliches Braunwerden des Rübenkörpers, dem eine Fäulnis folgt. Nach Dallimore und Thorne (1951) soll *D. destructor* im Staate Idaho (USA) eine ähnliche Fäule an Rüben hervorrufen.

²⁾ Herrn Dr. Löcher, Worms, danke ich für Entnahme und Zusendung der Bodenproben.

kungen in der Älchenpopulation (Abb. 1). Wenn man von gelegentlichen Abweichungen absieht, die immer wieder vorkommen und wahrscheinlich von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen weitgehend bestimmt werden³⁾, findet man in den Frühjahrsmonaten eine starke Bodenverseuchung, die bereits Mitte April abnimmt, offenbar, weil dann bereits Älchen in die auflaufenden Jungpflanzen eingewandert sind. Diese Abnahme hält — abgesehen von einem plötzlichen Wiederanstieg um den 15. Mai — im großen ganzen bis in den September hinein an, dann aber steigt die Älchenzahl wieder an, vermutlich, weil um diese Zeit viele Älchen infolge des Auftretens von Fäulniserscheinungen die Rüben verlassen. Dieser Rhythmus ist von den klimatischen Verhältnissen weitgehend abhängig, dürfte aber, wie ähnliche Beobachtungen von Graf und Mitarbeitern (1962) zeigen, wenigstens in seinen Grundzügen auch auf anderen verseuchten Feldern zu beobachten sein.

Untersuchung auf *Ditylenchus dipsaci* in Erde Worms
in 250 ccm Erde Schlag Reipoltskirchen

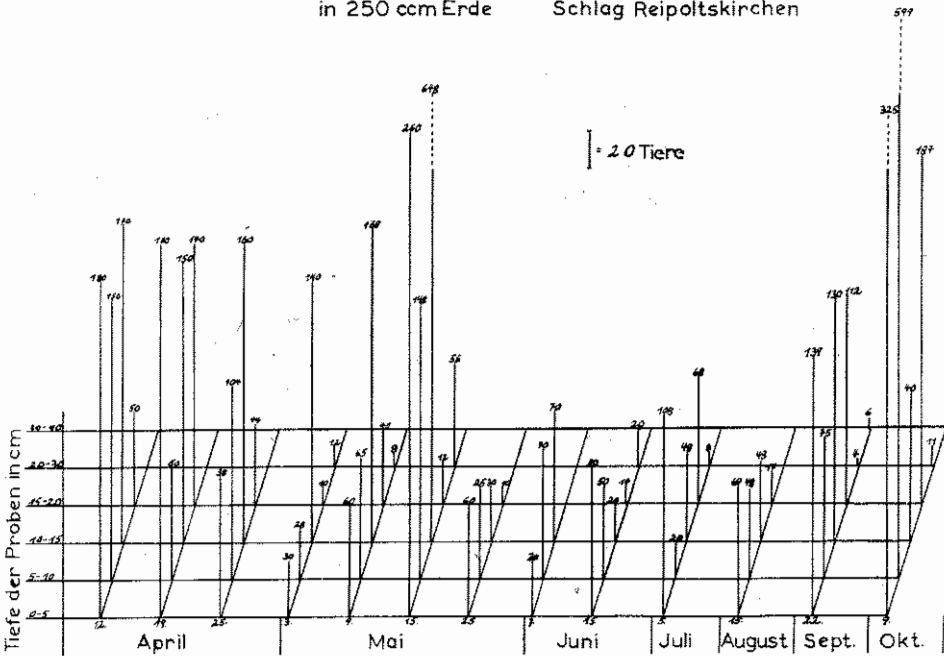


Abb. 1. Entwicklung der Bodenverseuchung mit *Ditylenchus dipsaci* auf einem Felde in den Monaten April bis Oktober

2. Die Infektionsbereitschaft der Älchen im Frühjahr und Sommer

Bekanntlich ist die Aktivität des Rübenkopfälchens im zeitigen Frühjahr sehr groß. Es befällt die noch im Keimblattstadium stehenden Pflanzen und ruft hier ein Anschwellen des Hypokotyls und eine Verdrehung der Keimblätter verbunden

³⁾ Nach Wallace (1962) kam *D. dipsaci* auf einer verseuchten Haferparzelle nach Regen an die Oberfläche.

mit einer Asymmetrie der Blattflächen infolge Schädigung des meristematischen Gewebes hervor. Auch im späteren Stadium zeigen sich an den Laubblättern noch Deformationen. Mit steigender Temperatur und der Gefahr, in eine Trockenheit hineinzukommen, scheint in vielen Fällen eine Minderung in der Aktivität und dem Wandervermögen einzutreten, deren Ausmaß vermutlich von den jeweils herrschenden klimatischen und ökologischen Verhältnissen abhängt. Die ersten Fäulniserscheinungen traten in unserem Beobachtungsbereich gegen Ende August auf. Ihr Auftreten hängt aber weitgehend von den sommerlichen Niederschlagsmengen ab.

3. Entstehung und Bedeutung der Pusteln

Über das Auftreten von Pusteln an Zuckerrüben berichtete S a v a r y (1960). Er fand sie im Sommer und zu Beginn des Herbstes als Warzen, die sich um den Rübenkopf vorzugsweise an den Insertionsstellen der früheren Blätter bilden,



Abb. 2. Rübenkörper mit Pustelbildung

und hält sie für ein charakteristisches Merkmal des Befalls durch Rübenkopfülchen. Zur Untersuchung des diagnostischen Wertes und der physiologischen Bedeutung der Pusteln wurden mit je 800 Stockälchen infizierte und nicht infizierte Zuckerrüben im Gewächshaus bei sehr unterschiedlicher Bodenfeuchtigkeit (70% und 30% der vollen Wasserkapazität) in trockener und feuchter Atmosphäre kultiviert. Pustelbildung am Epikotyl der Rüben wurde ausschließlich an infizier-

ten Rüben bei hoher Bodenfeuchtigkeit erstmalig 7 Wochen nach der Infektion beobachtet. In feuchter Atmosphäre waren die Pusteln wesentlich größer als in trockener Luft (Abb. 2). Die infizierten Rüben in der trockenen Erde wiesen dagegen bis zu dieser Zeit keine erkennbaren Pusteln auf, obgleich auch in diesen Stockälchen, allerdings in geringer Zahl, festgestellt wurden. Demnach ist die Pustelbildung bei Stockälchenbefall von den Wachstumsbedingungen der Rüben abhängig. Der diagnostische Wert dieser Bildungen erfährt hierdurch eine gewisse Einschränkung, da das Fehlen von Pusteln kein sicheres Merkmal von Nichtbefall darstellt.

Die Pusteln sind jedoch zu unterscheiden von ähnlichen Bildungen, die gelegentlich am Rübenkopf oder an anderen Teilen der Pflanze auftreten können. Dabei handelt es sich um zwei verschiedene Erscheinungen a) um Lentizellenwucherun-

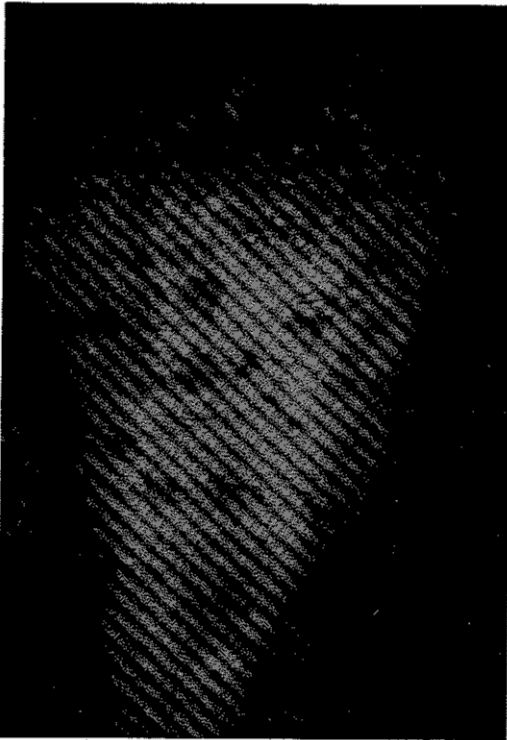


Abb. 3. Rübenkörper mit Lentizellen

gen, die vornehmlich im Freiland im Herbst zu beobachten sind und b) um Anschwellungen, die sich sowohl am Epikotyl wie an der Wurzel, besonders an den Wurzelansätzen zeigen können.

Die in mancher Hinsicht den oben beschriebenen Pusteln gleichenden weißen Lentizellenwucherungen (Abb. 3) sind kleiner und regelmäßiger angeordnet als die durch Stockälchenbefall verursachten Wucherungen und histologisch von letzteren dadurch unterscheidbar, daß bei diesen das innere Gewebe durch ein ge-

schlossenes Phellogen abgeschlossen bleibt und höchstens oberflächlich verkorkt, während bei Stockälchenbefall diese Schicht aufreißt und die Fäulnis in das noch gesunde Gewebe eindringt. (Abb. 4 u. 5). Bei der zweiten Erscheinung handelt es sich um spindelförmige meist 1–2 mm große Anschwellungen, bei denen die Epidermis vorgewölbt ist, aber nicht aufreißt.



Abb. 4. Schnitt durch eine
Lentizellenwucherung



Abb. 5. Schnitt durch eine Pustel

Zur Klärung der Bedeutung der pustelartigen Gebilde für den technischen Wert der Zuckerrübe wurden Rinde, Hypokotyl und Wurzeln von Rüben mit und ohne Lentizellenwucherungen auf Stickstoff, Kohlehydrate und lösliche Asche untersucht⁴⁾. Die mit Anschwellungen besetzte Rinde enthält erheblich mehr löslichen und nicht löslichen Stickstoff, lösliche Asche und reduzierenden Zucker, dafür aber um mehr als die Hälfte weniger Saccharose als gesunde Rinde. Im Hypokotyl waren nur geringe, in der Wurzel gar keine Gehaltsunterschiede festzustellen (Abb. 6). Daneben ergaben die Analysen, daß die Rübenrinde sämtliche zucker-technisch unerwünschte Stoffe, wie Invertzucker, löslichen Stickstoff und lösliche Asche enthält, und zwar 2- bis 10mal so viel wie die übrige Rübe (Abb. 7). Die Rinde ist daher als hauptsächlicher Sitz dieser Substanzen anzusehen. Daß auch der Anteil der zuckertechnologisch unerwünschten Stoffe in den Pusteln höher liegt als im normalen Gewebe, ist anzunehmen.

⁴⁾ Die chemischen Untersuchungen wurden freundlicherweise von meinem Mitarbeiter, Herrn Dr. A. Heiling †, durchgeführt.

4. Verhalten der Wildrüben gegenüber Rübenkopfälchen

Nach Graf u. Mitarb. (1960, 1961) traten bei der Prüfung von 51 Zuckerrüben- und 22 Futterrübensorten weder resistente noch tolerante Stämme auf. Selbst Kreuzungen mit *Beta maritima* wurden erheblich befallen. Versuche, die wir im Jahre 1962 mit *Beta maritima* von der afrikanischen und der atlantischen

Stickstoffgehalt an Rüben mit und ohne Lentizellenwucherungen

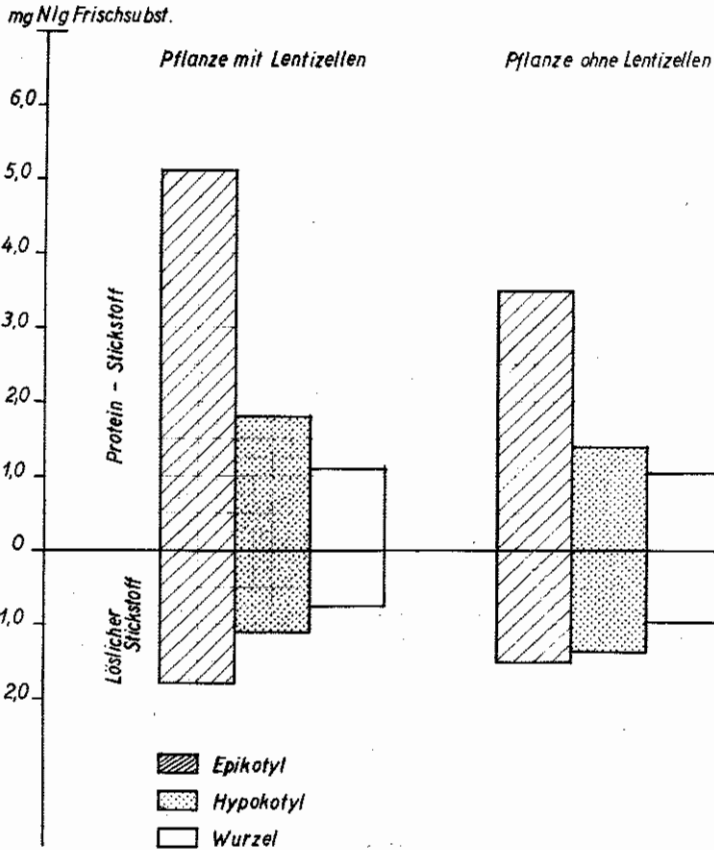


Abb. 6. Stickstoff-Gehalt von Rüben-gewebe mit und ohne Lentizellen

Küste sowie mit *B. patellaris*, *B. webbiana* und *B. procumbens* durchführten⁵⁾, zeigten, daß diese Wildrübenarten mit Ausnahme von *B. patellaris* typische Befallsymptome mit Auflösung der Mittellamellen und Älchenvermehrung aufzuweisen hatten. Bei *B. patellaris* konnte wegen unzureichenden Pflanzenmaterials die

⁵⁾ Das Wildrübenmaterial wurde vom Instituut voor rationele Suikerproductie in Bergen op Zoom (Holland) zur Verfügung gestellt, dem ich auch an dieser Stelle bestens danken möchte.

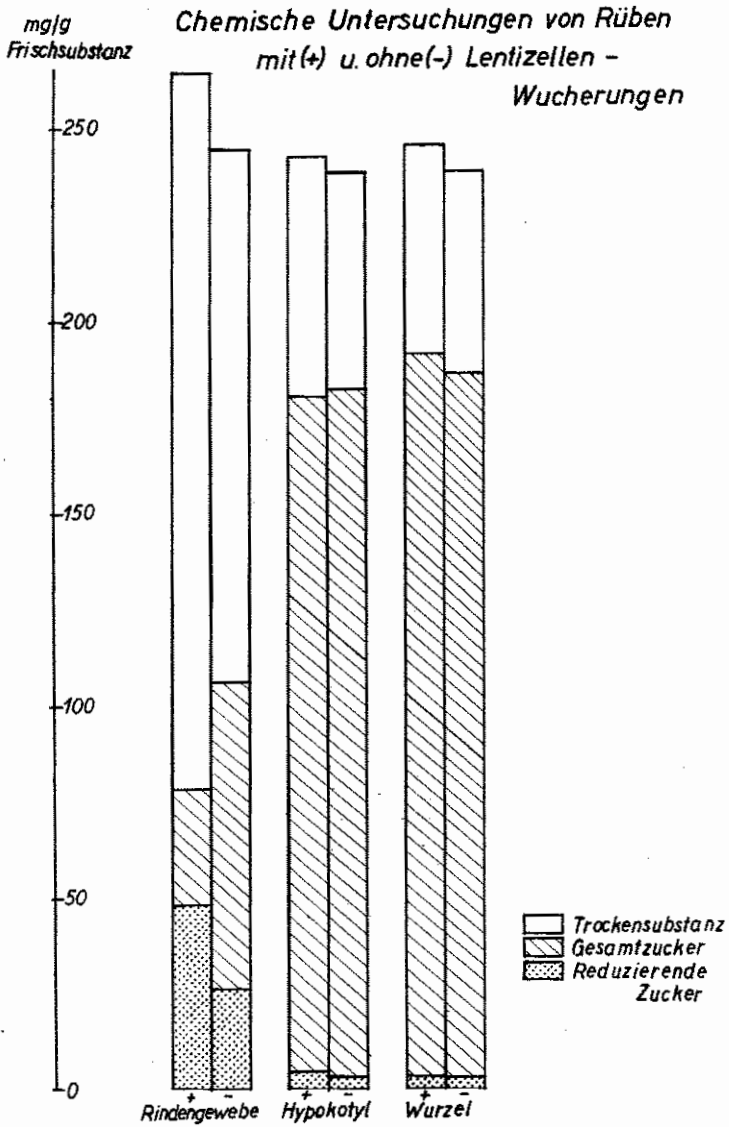


Abb. 7. Trockensubstanz, Gesamtzucker und reduzierende Zucker in Lentizellengewebe und in normalem Gewebe

Frage der Älchenvermehrung nicht geklärt werden. Pustelbildung wurde bei *B. maritima* festgestellt. Nach den bis jetzt vorliegenden Ergebnissen scheint damit die Hoffnung, auf dem Wege der Züchtung zu resistenten Sorten zu kommen, sehr gering zu sein.

5. Beobachtungen zum Wirtspflanzenkreis des Rübenkopfälchens

Über den Wirtspflanzenkreis der Rübenrasse von *Ditylenchus dipsaci* haben u. a. Bernard (1952), Dunning (1954), Salentiny (1959), Graf u. Mitarb. (1960, 1962) berichtet, jedoch beziehen sich die Ergebnisse sämtlich auf Freilandbeobachtungen bzw. Infektionsversuche mit Älchenpopulationen, von denen es nicht feststeht, ob ein Rassengemisch vorlag oder nicht. Hieraus dürften sich einzelne Abweichungen im Wirtspflanzenkreis erklären. Seinhorst (1957) nimmt nämlich an, daß Rüben mindestens von der Roggen- und Zwiebelrasse angegriffen werden. Die Frage läßt sich einwandfrei nur klären, wenn man von einem befruchteten Weibchen ausgeht und dessen Nachkommenschaft auf ihr Verhalten gegenüber einem größeren Kulturpflanzen- und Unkrautsortiment prüft. Eine derartige Untersuchung ist bisher nicht erfolgt, da sie technisch schwierig und zeitraubend ist. Aber abgesehen von der Möglichkeit des Auftretens von Rassengemischen, sind auch Pflanzen, die nur äußere Symptome, wie Anschwellungen des Hypokotyls, Nekrosen, Wachstumsstauungen und Blattmißbildungen, zeigen, nicht ohne weiteres als Wirtspflanzen anzusprechen, sondern nur solche, bei denen auch eine Auflösung der Mittellamellen und eine Älchenvermehrung eingetreten ist. Vorerst können wir nur aus einer vergleichenden Betrachtung der bisherigen Angaben den Wirtspflanzenkreis des Rübenkopfälchens mit einem gewissen Vorbehalt im großen Rahmen festlegen, wie es in der Tabelle geschehen ist. Ergänzend sei hierzu mitgeteilt, daß die Zahl der Kreuze den Schädigungsgrad angeben soll. Bei den von uns als befallen genannten Pflanzen wurde auch eine Älchenvermehrung und eine Auflösung der Mittellamellen beobachtet.

Mit diesen Ausführungen sollten einige bisher nicht oder nur wenig bearbeitete Teilfragen des Rübenkopfälchenproblems einer Klärung nähergebracht und, soweit nötig, zu weiteren Untersuchungen angeregt werden.

Zusammenfassung

1. Die Verbreitung des Rübenkopfälchens beschränkt sich im Boden im allgemeinen auf die oberen 30 cm. Nach Aussaat der Rüben nimmt die Population im Boden ab, steigt aber zum Herbst wieder erheblich an, wenn die Älchen den Rübenkörper verlassen.
2. Die Infektionsbereitschaft scheint von klimatischen und ökologischen Faktoren abhängig zu sein.
3. Älchenbefall kann bei Zuckerrüben bei entsprechender Feuchtigkeit zur Bildung von Pusteln am Rübenkopf führen. Diese sind jedoch von den zuweilen auftretenden Lentizellen oder anderen Wucherungen zu unterscheiden und zeigen auch histologisch ein anderes Bild.
4. Bei Untersuchung von Lentizellengewebe und benachbartem normalen Gewebe ergab sich besonders in der Rinde des Epikotyls eine erhebliche Verminde-

Tabelle
Wirtspflanzen der Rübenrasse von *Ditylenchus dipsaci*

	Bernard	Dunning	Graf u. a.	Salentiny	Goffart
Z.-Rübe		++	+++	++	+++
F.-Rübe	++	++	+++	++	+++
Zwiebel	++	++	++		++
Tabak			+++		
Raps			++		
Ackerbohne					++
Buschbohne		++			++
Mais				++	++
Weizen					—
Roggen	++	++	—	++	
Gerste					—
Hafer	+	++	—	++	—
Erbse	++	++			
Möhre			—		+
Gurke					++
Klee	—		—	+	—
Luzerne				+	—
Schnittlauch			—		
Sonnenblume				++	+
Kartoffel	++			+	
Kreuzkraut				+	+
Kornblume					+
Wegerich				+	+

zung des Gehalts an Saccharose, dafür aber eine bedeutende Steigerung an Invertzucker, löslichem Stickstoff und löslicher Asche.

5. Typische Befallssymptome mit Auflösung der Mittellamellen und Älchenvermehrung zeigten sich auch bei den Wildrübenarten *Beta maritima*, *B. patellaris*, *B. webbiana* und *B. procumbens*. Bei *B. maritima* trat auch Pustelbildung auf.
6. Zum Wirtspflanzenkreis können nur solche Pflanzen gerechnet werden, in denen sich auch das Rübenkopffälchen vermehrt. Die Vermehrung trat ein bei Zwiebel, Mais, Ackerbohne, Gartenbohne, Möhre, Gurke, Sonnenblume, Kreuzkraut, Kornblume und Wegerich.

Summary

1. *Ditylenchus dipsaci* on beets occurs in soil up to 30 cm. The population decreases in May and June and increases in September after the nematodes have left the beets.
2. The susceptibility to infestation is dependant of climate and ecological conditions.

3. Infestation with eelworms may lead to knot formation. However, they should be distinguished from lenticells and other swellings because they differ histologically.
4. Lenticells and normal cells differ in sugar content. Lenticells have a high increase of glucose, soluble nitrogen and soluble ash.
5. *Beta maritima*, *B. patellaris*, *B. webbiana* and *B. procumbens* show typical symptoms with dissolution of middle lamellas and eelworm propagation. *B. maritima* showed knots too.
6. Host plants of the stem nematode attacking beets are onion, maize, field bean (*Vicia faba*), garden bean (*Phaseolus vulgaris*), carrot, cucumber, sunflower, *Senecio vulgaris*, *Centaurea cyanus* and *Plantago lanceolata*.

Literatur

- Bernard, J., Recherches sur les plantes-hôtes de *Ditylenchus dipsaci* Kühn provenant de betteraves fourragères. Parasitica 8. 1952, 28-39.
- Dallimore, C. E., and Thorne, G., Infection of sugar beets by *Ditylenchus destructor* Thorne. Phytopathology 41. 1954, 161-166.
- Goffart, H., Über Schadauftreten von Stockälchen an Rüben und Sellerie. Dtsch. landw. Presse 62. 1935, 3.
- , Untersuchungen über einen Befall durch Stengelälchen (*Ditylenchus dipsaci*) an Futterrüben. Anz. Schädlingskunde 32. 1959, 21-23.
- , und Heiling, A., Über Schadauftreten von Stengelälchen, *Ditylenchus dipsaci*, im Zuckerrübenbau. Ztschr. Zuckerind. 9 (LXXXIV). 1959, 349-351.
- Goodey, T., The stem eelworm. *Tylenchus dipsaci* (Kühn, 1958): observations on its attacks on potatoes and mangolds with a host-list of plants parasited by it. J. Helminth., London, 7. 1929, 183-200.
- Graf, A., Keller, E., Liechti, H., und Savary, A., Das Rübenkopfälchen. Mitt. schweiz. Landw. 8. 1960, 33-45
- , Wo stehen wir heute in der Bekämpfung des Rübenkopfälchens (*Ditylenchus dipsaci*)? Mitt. schweiz. Landw. 9. 1961, 87-93.
- , Beobachtungen und Versuche über das Rübenkopfälchen (*Ditylenchus dipsaci*) im Jahre 1961. Mitt. schweiz. Landw. 10. 1962, 26-31.
- Kotthoff, P., Wurmfäule der Runkeln. Wochenbl. Landesbauernsch. Westfalen 16. 1938, 699.
- Oostenbrink, M., Actuele waarnemingen en meldingen of nematologisch gebied. Versl., Meded. plantenziektenkdg. Dienst, Wageningen, Jaarb. 120. (1951-52). 1953, 165-175.
- Ritzema-Bos, J., Het stengelaaltje (*Tylenchus devaestratrix*) oorzaak van „Rot“ in de bieten. Tijdschr. Plantenziekten 14. 1908, 65-77.
- Roebuck, A., and Hull, R., The stem eelworm *Anguillulina dipsaci*: Attacks on sugarbeet. J. Helminth., London, 15. 1937, 243-245.
- Salentiny, T., Untersuchungen über den Wirtspflanzenkreis einer Rübenrasse von *Ditylenchus dipsaci* in Baden-Württemberg. Nematologica, Suppl. 2. 1957, 382-386.
- Savary, A., Les nématodes de la betterave. Stat. féd. Essais agric., Lausanne, nr. 619. 1960, 10 p. Auszug aus Rev. romande Agric. Vitic. Arboric. 16(6) u. 16(7). 1960, 57-60 u. 62-67.
- Seinhorst, J. W., Some aspects of the biology and ecology of stem eelworms. Nematologica, Suppl. 2. 1957, 355-361.

- Tempel, W., und Niemöller, A., Bekämpfung des Rübenkopffälchens in Rheinland-Pfalz. Gesunde Pflanzen 14. 1962, 91-96.
- Vaňha, J. J., und Stoklasa, J., Die Rübennematoden (*Heterodera*, *Dorylaimus* und *Tylenchus*), mit Anhang über die Enchytraeiden. Verlag Parey, Berlin 1896, 96 S.
- Van Poeteren, N., Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundige Dienst in het jaar 1925. Versl., Meded. plantenziektenkdg. Dienst, Wageningen, 44. 1926, 15.
- Van Steyvoort, L., La culture betteravière belge devant le problème *Ditylenchus dipsaci*. Publ. techn. Inst. belge Amélior. Betterave 3. 1961, 48 p.
- Wallace, H. R., Observations on the behaviour of *Ditylenchus dipsaci* in soil. Nematologica 7. 1962, 91-101.

A. NIEMOLLER,

Landespflanzenchutzamt Mainz.

Bekämpfung des Rübenkopffälchens (*Ditylenchus dipsaci*) in Rheinland-Pfalz

Seit mehreren Jahren tritt in verstärktem Maße in Rheinland-Pfalz an Futter- und Zuckerrüben eine Fäule auf, die meistens den ganzen Rübenkörper erfaßt und zerstört. Der Erreger dieser Krankheit ist das Stock- oder Stengelälchen, *Ditylenchus dipsaci*, das dieser speziellen Rübenfäule den Namen Wurmfäule gegeben hat. Das befruchtete Weibchen legt Eier in großer Anzahl in junge Rübenpflanzen ab, aus denen sehr bald Älchen schlüpfen. Diese erlangen wiederum schnell die Geschlechtsreife zur weiteren Vermehrung, so daß mehrere Generationen rasch aufeinanderfolgen. So ist es zu erklären, daß die Böden, die anfangs nur schwach mit Älchen durchsetzt sind, in wenigen Jahren total verseucht werden. Die Durchsetzung wird noch besonders dadurch gefördert, daß das Stockälchen einen großen Wirtspflanzenkreis, darunter viele heimische Unkräuter besitzt (S a l e n t i n y). Untersuchungen, die klären sollen, ob das Rübenkopffälchen mit der Stockälchenrasse an Roggen und Hafer identisch ist, sind noch nicht abgeschlossen. Derartige Arbeiten sind schwierig, da es sich um Rassengemische handelt und die heute bekannten Rassen von *Ditylenchus dipsaci* sich äußerlich nicht durch besondere Merkmale unterscheiden.

Die Älchen bohren sich durch das noch zarte Pflanzengewebe in die jungen Rüben ein und beginnen hier Fraßgänge zu bilden. Dabei werden die Gefäßbündel, die für Nährstoff- und Wasserzufuhr sorgen, nicht beschädigt. So erscheinen Rübenfelder, die total befallen sind, äußerlich infolge des normal gewachsenen Blattes ganz gesund und wüchsig. Ein leichter Stoß genügt aber, um den Kopf mit dem noch stabilen Blattwerk vom morschen Rübenkörper zu trennen.

Das starke Faulen der Rüben wird nicht durch die Älchen, sondern durch die eindringenden fäulnisregenden Pilze oder Bakterien verursacht, die in die Fraßgänge der Älchen vom Boden her nachdringen. Bei Futterrüben zeigt sich der Fäulnisbefall zwischen Erdboden und Rübenkopf, bei Zuckerrüben mehr am Kopfteil. Bei der Ernte sind die Rüben dann oft weitgehend zerstört und können nicht mehr verwertet werden.

Die Ursache für das gebietsweise starke Auftreten des Rübenkopffälchens dürfte in den Anbaumethoden liegen. Die Futterrüben wurden seit Jahrzehnten in den Hausgärten angezogen und dann verpflanzt. Aus den im Laufe der Jahre infizierten Hausgärten wurden die bereits mehr oder weniger stark befallenen Jungpflanzen auf die Felder gebracht und infizierten auch diese, so daß heute ein Ausdrillen von Futterrüben auf manchen Feldern ohne erhebliche Gefährdung der Ernte nicht möglich ist.

Durch mehrere Jahre hindurch hat das Landespflanzenchutzamt in Verbindung mit der Arbeitsgemeinschaft für Pflanzenschutz und Bodenmüdigkeit im Zuckerrübenbau Worms und der Landwirtschaftsschule in Wolfstein die Frage einer wirtschaftlich tragbaren Bekämpfung des Rübenkopffälchens mit neuen, chemischen Bodendesinfektionsmitteln geprüft. Auch Beizmittel wurden dabei eingesetzt. Gleichzeitig wurden verschiedene Düngemittel in unterschiedlichen Gaben nach einem bestimmten Versuchsplan eingebracht. Ebenso wurden Rüben aus dem Gebiet des

Westerwaldes, das bisher keinerlei Befall durch Wurmfäule gezeigt hatte, auf das Versuchsfeld gepflanzt.

Nach den bisherigen Versuchsbeobachtungen kann die Wirkung der Bodendesinfektionsmittel in keinem Fall als befriedigend angesehen werden. Die Rüben sind durchschnittlich bis 75% befallen, teilweise sogar noch höher als in unbehandelten Parzellen. Eine Wirkung auf Nematoden durch Ammoniakgase, hervorgeufen durch das Einbringen von schwefelsaurem Ammoniak und Branntkalk in verschiedenen Mengen, blieb ebenfalls aus. Kali-Steigerungsversuche waren nicht eindeutig und Natronsalpetergaben in verschiedenen Aufwandmengen blieben erfolglos. Lediglich das Auspflanzen von Futterrüben aus gesunder Anzucht (Westerwald) zeigte nach den bisherigen Beobachtungen einen 100%igen Erfolg. In der Miete blieben die Rübenkörper gesund. Diese Tatsache ist darin begründet, daß die Futterrübenpflänzchen erst Anfang Juni gesetzt werden und zu dieser Zeit die Bodenwanderung der Rübenkopffälchen schon zum Abschluß gekommen ist. Auch nimmt mit zunehmenden Bodentemperaturen und verminderter Bodenfeuchtigkeit ihre Aktivität im Boden rasch ab.

In vielen Gemeinden bildeten sich auf Grund dieses Ergebnisses Pflanzgemeinschaften, die neue Pflanzmaschinen beschafften. Sie führen die gesunde Aufzucht der Rüben unter Aufsicht des Landespflanzenschutzdienstes und der Landwirtschaftsschulen durch. Damit soll erreicht werden, daß das Pflanzgut nicht mehr alljährlich auf demselben Hausgartenstück herangezogen und mit Älchen durchsetzt auf die Äcker gepflanzt wird. Bei den für die Anzucht bestimmten Äckern werden vorher Proben vom Landespflanzenschutzamt auf Befall durch *Ditylenchus dipsaci* im Laboratorium untersucht. Nur völlig befallsfreie Äcker werden für die Anzucht der jungen Rübenpflänzchen ausgewählt. Da in den Hauptbefallsgebieten der Pfalz die Viehwirtschaft auf Futterrüben angewiesen ist, diese aber durch das Rübenkopffälchen alljährlich zum größten Teil zerstört werden, wurde von der landwirtschaftlichen Beratung der Landwirtschaftsschulen inzwischen der Anbau von Mais empfohlen. Aber auch dieser wurde in großem Umfange von *Ditylenchus dipsaci* befallen, und viele Maisfelder mußten umgebrochen werden.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen werden Anbauern folgende Empfehlungen gegeben:

Zucker- und Futterrüben sollen in der Fruchtfolge nur alle 3–4 Jahre erscheinen, im Hauptbefallsgebiet besser noch seltener.

Hafer und Mais sind Wirtspflanzen des Rübenkopffälchens und dürfen daher nicht nach Rüben angebaut werden. Auf befallenen Flächen sind Luzerne, Klee, Sommergerste und Sommerweizen zu bevorzugen.

Futterrüben sind möglichst zu pflanzen, nicht zu drillen. Dabei sollten moderne Pflanzmaschinen zum Einsatz kommen.

Wichtig ist eine intensive Unkrautbekämpfung in allen Kulturen, da viele Unkräuter als Wirtspflanzen die Vermehrung der Älchen begünstigen.

Kranke Rüben oder Teile von ihnen dürfen weder auf dem Felde liegenbleiben, noch auf den Mist- oder Komposthaufen gelangen. Am besten sind sie in eine von der Gemeindeverwaltung anzugebende alte Grube zusammenzufahren, weil hier am ehesten der Gefahr einer Verschleppung der Fadenwürmer vorgebeugt wird.

Befallene Futterrüben sind für die Einmietung unbrauchbar, da sich die Fäule in den Mieten weiter ausbreitet. Befallene Zuckerrüben sollen möglichst bald ver-

arbeitet werden. Bei Verfütterung teilerkrankter Rüben soll der anfallende Mist sorgfältig gestapelt und mindestens vier Monate gelagert werden. Verschleppung der Älchen mit verseuchter Erde ist zu vermeiden. Das Vorkommen von wurmfaulen Rüben sollte dem zuständigen Pflanzenschutztechniker über die Landwirtschaftsschule gemeldet werden.

Der Landespflanzenschutzdienst in Rheinland-Pfalz hat in den letzten Jahren auch Feststellungen über den Umfang des Befalls durch Rübenkopffälchen an Futterrüben durchgeführt. Fast alle Landkreise waren mehr oder weniger stark befallen. Am stärksten trat die Rübenfäule in den Kreisen Kusel, Bitburg, Bernkastel, Prüm, Saarburg und Trier auf, in denen 10 Gemeinden und mehr befallen waren.

Zusammenfassung

Das Rübenkopffälchen (*Ditylenchus dipsaci*) tritt in Rheinland-Pfalz in zahlreichen Gemeinden besonders als Schädling der Futterrüben auf. Bekämpfungsversuche mit chemischen Mitteln führten zu keinem nennenswerten Erfolg. Als beste Gegenmaßnahme ist die Anzucht von Pflanzen auf gesunden Böden zu empfehlen, die Anfang Juni auf die befallenen Flächen ausgepflanzt werden und bis zur Ernte befallsfrei bleiben.

Summary

Ditylenchus dipsaci occurs on beets, especially fodder beets in many localities of the country Rheinland-Pfalz. Control measures with chemicals gave no satisfactory results. Sowing of fodder beets on healthy soils and transplanting the young plants at the beginning of June to the infested areas has been recommended as the best control measure. Such plants did not become infested until the harvest.

Literatur

Salentiny, Th., Durch die Rübenrasse des Stockälchens *Ditylenchus dipsaci* hervorgerufene Schadbilder, bei einigen Unkrautarten. Nematologica 4. 1959, 142–146.

FR. LÖCHER,

Arbeitsgemeinschaft für Pflanzenschutz und Bodenkultur
im Zuckerrübenbau, Worms.

Verbreitung des Rübenkopffälchens (*Ditylenchus dipsaci*) in Süddeutschland und Versuche zu dessen Bekämpfung

Im Jahre 1958 wurde in Eppingen, Kreis Sinsheim/Baden zum ersten Male in größerem Umfange das Auftreten von *Ditylenchus dipsaci* an Zuckerrüben beobachtet (Feltz, 1959, Löcher, 1960). Die daraufhin im Bereich der Süddeutschen Zucker A.G., der Zuckerfabrik Franken GmbH. und der Aktienzuckerfabrik Wetterau angestellten Ermittlungen ergaben, daß der Schädling weiter verbreitet war, als man vermutet hatte. Die Hauptschwerpunkte des Befalles lagen in Rheinland-Pfalz, in der Süd- u. Westpfalz, in Nordbaden, im Kreis Tauberbischofsheim, wo das Vorkommen von *Ditylenchus* an Futterrüben schon längere Zeit bekannt ist, und im Kreis Sinsheim. Kleinere Herde wurden 1959 noch in Oberhessen und im Kreis Würzburg festgestellt.

In den folgenden Jahren wurde dem Schädling mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Das Abnahmepersonal in den Zuckerfabriken wurde mit dem Schadbild vertraut gemacht und alle befallenen und befallsverdächtigen Rüben mußten zur Untersuchung zu uns nach Worms geschickt werden. Die Pflanzenschutzämter führten ebenfalls Erhebungen über das Vorkommen des Stockälchens an Rüben durch. So konnte man sich bald ein genaues Bild über Auftreten und Verbreitung der Wurmfäule machen (Dern 1961). Nach den von den Pflanzenschutzämtern freundlicherweise gelieferten Unterlagen stellten wir 1961 eine neue Verbreitungskarte über das Rübenkopffälchen zusammen. In dieser wurde dabei jede Gemeinde, in der Befall festgestellt worden war, mit einem Punkt gekennzeichnet (Abb. 1).

Zu den alten Befallsgebieten in der Süd- u. Westpfalz und Nordbaden kam Oberhessen mit sehr intensiver Verseuchung, vor allem in den Kreisen Alsfeld und Schwalbach hinzu. Ebenso ist im Einzugsgebiet der Zuckerfabrik Stuttgart starkes Vorkommen des Rübenkopffälchens zu beobachten. Nicht weniger stark befallen ist auch das Gebiet westlich des Bodensees, das an die Schweiz angrenzt, und ferner die Eifel. Auffallend ist, daß bis jetzt in Bayern, abgesehen von dem fränkischen Gebiet, nur ein einziger Ort bekannt ist, wo das Stockälchen an Rüben auftritt, und zwar im Einzugsgebiet der Zuckerfabrik Rain in Donaumünster-Erlingshofen. Die Erhebungen 1962 brachten bis auf eine neue Gemeinde im Kreise Worms keine weiteren Befallsherde.

Seit dem Jahre 1959 werden von der Arbeitsgemeinschaft in Worms, zum Teil in Zusammenarbeit mit dem Landespflanzenschutzamt in Mainz, in Reipoltskirchen und Nußbach (Westpfalz) und in Rohrbach, Nordbaden, umfangreiche Bekämpfungsversuche durchgeführt. Sowohl in Reipoltskirchen als auch in Rohrbach waren die Versuchsflächen in jedem Jahre sehr stark und sehr gleichmäßig mit *Ditylenchus dipsaci* verseucht. Die Kontrollen wiesen in den Versuchen, die hier zur Auswertung herangezogen werden, durchschnittlichen Befall zwischen 95 und 100% auf. Die Anlage der Versuche erfolgte nach der Blockmethode mit vier- oder fünffacher Wiederholung. Soweit es sinnvoll war, wurde eine varianzanalytische Verrechnung durchgeführt. Die 25 m² großen Versuchsflächen waren stets mit Futterrüben bestellt, da bei diesen die Befallsbonitierung wesentlich einfacher, schneller und auch leichter vorgenommen werden konnte als bei tiefsitzenden Zuckerrüben. Beide Rübenarten werden, wie in eigenen Versuchen beobachtet wer-

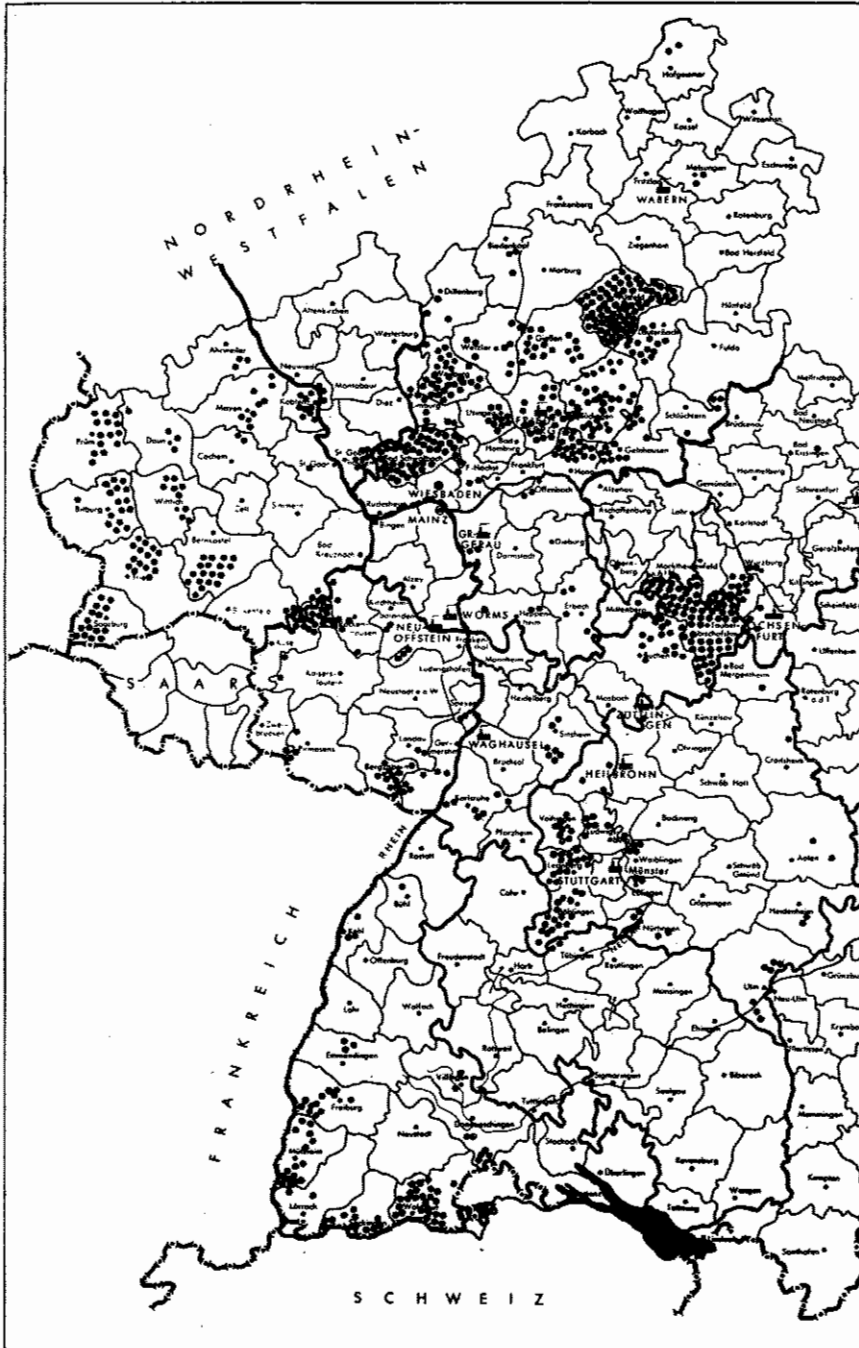


Abb. 1. Verbreitung des Rübenkopffälchens (*Ditylenchus dipsaci*) 1961

den konnte, gleichmäßig stark befallen, nur sind die Auswirkungen der Sekundär-schäden bei den wasserreichen und gewebeweicheren Futterrüben gravierender.

Die Hauptbonitierung der Versuche fand im Oktober und die Zwischenbonitierung im August statt. Die Hauptbonitierung erfolgte nach vier Befallsstufen:

Befallsstufe 1: gesund

Befallsstufe 2: leichter Befall, warzenartige Pusteln oder Anschwellungen, jedoch keine Fäulnis

Befallsstufe 3: mittlerer Befall, Auftreten von Faulstellen

Befallsstufe 4: schwerer Befall, große Teile des Rübenkörpers faul, nicht mehr verwertbar.

Bei der Zwischenbonitierung wurden nur gesunde und älchenkranke Rüben erfaßt.

Neben der reinen chemischen Bekämpfung mit Nematiziden, die am wirkungsvollsten und am aussichtsreichsten erschienen, wurden eine ganze Reihe von Kulturmaßnahmen auf ihre Wirksamkeit gegen *Ditylenchus* geprüft. Kalkstickstoffgaben von 300 und 400 kg N/ha, 5 Wochen vor der Einsaat der Rüben gegeben, konnten den Älchenbefall weder verhindern noch reduzieren. Dagegen brachte das Angießen der Pflanzen mit Jauche, kurz nach dem Auflaufen, wenn die Älchen noch nicht in die jungen Pflanzen eingewandert sind, bei 400 l/ar eine 40 %ige Befalls-minderung (Löcher 1960). Wie die Nachprüfung in Laboratoriumsversuchen ergab, und wie auch aus der Literatur bekannt ist, dürfte das Ammoniak in der Jauche für diese Befallsreduzierung verantwortlich sein. Der Anteil des Ammoniaks in der Jauche ist allerdings sehr gering. Es wurde deshalb eine Mischung aus schwefelsaurem Ammoniak und Branntkalk im Verhältnis von 1 : 0,4 zusammengestellt. Beim Eindringen der Mischung in feuchten Boden findet durch Wasserzutritt eine chemische Umsetzung statt und Ammoniakgas wird frei. In Gefäßversuchen konnten damit ganz beachtliche Erfolge erzielt werden. In den Freilandversuchen wurde die Mischung mit 60, 120 und 180 g/m² 10 bis 14 Tage vor der Saat 5 bis 10 cm tief in den Boden eingestreut und sofort abgedeckt. Die Behandlung wurde sowohl ganzflächig als auch im Band- oder Streifenverfahren vorgenommen. Bei dem Bandverfahren beschränkte sich die Bodenbehandlung auf ein 20 cm breites Band, auf das später die Rüben gedrillt wurden. Durch das Streifenverfahren können die Mittelmengen/ha um ²/₃ gesenkt werden. Die Erwartungen, die auf diese schwefelsaure Ammoniak-Branntkalkmischung gesetzt wurden, gingen aber nicht in Erfüllung. Bei keiner Aufwandmenge konnte eine Reduzierung des Befalls beobachtet werden. Selbst mit reinem Ammoniakgas, das bei dem Versuch 1961 eingesetzt wurde, zeigten Mengen von 200, 400 und 800 kg/ha nicht nur keine Wirkung, sondern der Prozentsatz der stark verfaulten Rüben war gegenüber der Kontrolle erhöht. Dies dürfte auf die einseitige Überdüngung mit N und das damit verbundene mastige Wachstum zurückzuführen sein. Das Ammoniakgas wurde mit einer Spezialpumpe mittels einer vierdornigen Lanze in 15 cm Tiefe in den Boden eingebracht.

Ohne Erfolg waren auch Quecksilberchloridgaben von 2, 4, und 5 g/m² sowohl in Ganzflächen- als auch Streifenverfahren vier Wochen vor dem Drillen der Rüben gegeben. Negativ blieb ferner die Wirkung einer extrem tiefen Furche von ca. 35 cm. Der Gedanke war hier, die Masse der in der Oberkrume sitzenden Älchen zu vergraben und so den Infektionsdruck zu verringern. Eine weitere Maßnahme zur Reduzierung der Älchen war das Abflammen der Rüben. Im Frühjahr

wurden Hafer, Mangold und Rüben breitwürfig dick ausgesät. Nach dem Einwandern der Ditylenchen in die Pflanzen wurde mit einem Flammenwerfer das Ganze abgebrannt. Anschließend wurden die Parzellen wieder saarfertig gemacht und neu mit Rüben bestellt. Diese zweite Saat blieb befallsfrei, da Spätsaaten, wie die eigenen und S a l e n t i n y s (1959) Versuche gezeigt haben, nicht durch die Älchen gefährdet werden. Erst eine erneute Bestellung mit Rüben im folgenden Jahr konnte zeigen, ob das Abflammen einen tatsächlichen Befallsrückgang zur Folge hat. Aber auch hier blieb der Erfolg sowohl auf den Hafer- als auch auf den Rüben- und Mangoldparzellen aus. Selbst das manuelle Entfernen der Rüben oder Totspritzen mit einem DNC-Mittel statt des Abbrennens konnte keine Verbesserung der Ergebnisse bringen. Auch Kompostgaben von 2,5, 5 und 10 kg/m² verhinderten nicht die Einwanderung der Stockälchen in die Rüben. Ebenso erfolglos war auch der Nachbau von Rüben auf Flächen, die im Vorjahr mit *Tagetes erecta* bepflanzt waren, und der Anbau von *Tagetes* innerhalb der Rübenreihen. Zu den Kulturmaßnahmen, die im Rahmen der Bekämpfungsversuche geprüft wurden, gehört auch das Pflanzverfahren, mit dem wir die gleich guten Erfolge erzielen konnten wie S a l e n t i n y (1959) und über das auch Dr. N i e m ö l l e r, Mainz, berichtete.

Neben den Kulturmaßnahmen wurden noch verschiedene chemische Präparate, die nicht spezifisch nematizid sind, in die Versuche mit aufgenommen. Gießen mit einer 25 %igen Demeton-0-methyl-Emulsion 5 ccm/10 m Rübenreihe war ebenso nutzlos wie die Saatgutpuderung mit 30 %igem Aldrin und Dieldrin je 1000 g/50 kg Samen. Mit einer Disulfoton-Saatgutpuderung 1,2 kg/ha konnte der Befall um 20 % gedrückt werden, dagegen wies die Anwendung von 2 kg/ha Disulfoton-Granulat (feingranuliert), 1959 mit dem Saatgut gemischt ausgebracht, keinen Unterschied gegenüber der Kontrolle auf. Zu ähnlichen Ergebnissen kam W a g n e r (1960). 1960 erhielt man mit Disulfoton-Granulat (grobkörnig), ebenfalls mit dem Saatgut gemischt, in Rohrbach 41 % gesunde Rüben, in Reipoltskirchen dagegen nur 17 % gesunde Rüben. Die unterschiedliche Wirkung des Disulfoton-Granulats ist sehr wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß der Zeitpunkt der Älcheneinwanderung von Jahr zu Jahr und von Versuchsfeld zu Versuchsfeld sehr verschieden ist.

Das Hauptaugenmerk bei den Versuchen lag bei den Bodenentseuchungsmitteln. Die Präparate wurden, soweit sie flüssig waren, mit einem Bodeninjektor in den saarfertigen Boden in eine Tiefe von 15 cm eingebracht. Bei der Flächenbehandlung erfolgten die Einstiche im Verband, und zwar 9 bis 10 Einstiche/m², beim Streifenverfahren 3 Einstiche auf den laufenden Meter. Geprüft wurden folgende Nematizide:

Eine Dichlorpropan-Dichlorpropan-Mischung mit 60 und 90 ccm, Methylisothiocyanat 25 ccm, Disulfoton-Emulsion 23 ccm, 1,4 Dichlorbuten + 3,4 Dichlorbuten-Mischung mit 11 und 22 ccm/m² (Flächen- und Streifenbehandlung), N,N'dimethylthiurandisulfid mit 30 und 60 g/m² und N-methyldithiocarbaminsaures Zink mit 30 und 60 g/m². Die beiden letztgenannten Wirkstoffe wurden im Herbst in die Furche eingestreut, und das Feld anschließend abgeschleppt. Die Wirkung aller Bodenentseuchungsmittel war nicht befriedigend, da der Prozentsatz der gesunden Rüben nicht höher als 36 % lag. Das Versagen der Bodenentseuchungsmittel im Freiland dürfte auf folgende Gründe zurückzuführen sein:

1. Im Boden sind, selbst bei sorgfältiger Bodenbearbeitung, immer noch kleine Schollen und Klumpen, in die das Gas nicht eindringen kann.

2. Nach unseren Untersuchungen sitzen die Älchen hauptsächlich bis zu einer Tiefe von 30 cm im Boden und werden so von den Gasen nicht genügend erfaßt.
3. Die Gase entweichen in der Nähe der Bodenoberfläche zu schnell, so daß die obersten 5 cm nur ungenügend entseucht werden.

Die gleichen schlechten Erfahrungen mit den Bodenentseuchungsmitteln wurden auch in der Schweiz von Graf, Keller, Liechti und Savary 1960 und 1961 gemacht. Befriedigende Ergebnisse konnten nach den schweizerischen Untersuchungen mit Nematiziden nur dann erreicht werden, wenn die Fläche nach der Behandlung eine gewisse Zeit mit Folie abgedeckt wird. Als klar war, daß mit den Bodenentseuchungsmitteln nicht weiterzukommen war, wurde das Augenmerk mehr auf systemisch wirkende Mittel gelegt.

In den Versuchen im Jahre 1961 wurden deshalb keine Bodenentseuchungsmittel mehr eingesetzt. Geprüft wurden verschiedene Spritzformulierungen und Granulate, die schon erfolgreich gegen Blattälchen eingesetzt wurden. Zum Teil waren es auch neu entwickelte Präparate.

600 ccm/ha eines 25 %igen Diäthyl-2-chlorvinylphosphats brachte sowohl bei 4, 5 und 6maliger Spritzapplikation als auch bei 4maligem Angießen der Pflanzen, jeweils im Abstand von 8–14 Tagen nach dem Auflauf gegeben, keinen Erfolg. Ebenso negativ war die Anwendung von 100 kg/ha eines 20 %igen Dibromchlorpropan-Granulats, wie auch das einmalige Gießen von 6 und 15 l/ha einer 75 %igen Dibromchlorpropan-Emulsion bei beginnender Infektion. Bei 30 l/ha gingen die Rübenpflanzen nach der Behandlung ein. Mit 20 und 40 g/m² eines 5 %igen Zinophos-Granulats (Ganzflächen- oder Streifenbehandlung) am Tage der Saat konnten die Rüben nicht gesund erhalten werden, dasselbe negative Ergebnis erhielt man auch, wenn die Gesamtgabe von 40 g/m² geteilt wurde, und zwar 20 g zur Saat und der Rest vier Wochen nach dem Aufgang. Auch eine dreimalige Spritzung von 600 ccm/ha einer 45 %igen Zinophos-Emulsion blieb ohne Erfolg. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den Versuchen von Wagner (1960), der mit 50 g/m² eines 5 %igen Zinophos-Granulats befallsfreie Rüben erhielt. Allerdings dürfte der Versuch bei Wagner nicht voll aussagekräftig sein, denn die Rüben wurden erst in der zweiten Maihälfte gedrillt, wo die Einwanderung nur noch sehr gering ist (Kontrolle 13 % Befall).

Das Angießen der Pflanzen mit 1200 ccm/ha einer 40 %igen 0,0-Diäthyl-0,2-(äthyl-mercapto-butenyl-(3)-)-thionophosphat-Emulsion konnte den Totalbefall genausowenig verhindern, wie das Ausbringen von 20 kg/ha eines 40 %igen Dimethoat-Granulats im Verhältnis von 1 : 1 mit dem Saatgut gemischt.

Eine beachtliche Befallsreduzierung gelang mit 0,0-Diäthyl-0(4-methyl-mercapto-phenyl)thiophosphat. Der Wirkstoff wurde als 10 %iges Granulat und als 50 %ige Emulsion eingesetzt. Das Granulat wurde mit dem Saatgut im Verhältnis von 1 : 1 gemischt und mit 20 kg/ha ausgebracht. Im Herbst waren 45,2 % der Rüben gesund und der Anteil der schwach befallenen Rüben war mit 14,2 % noch groß, so daß bei Zusammenfassung dieser beiden Bonitierungsstufen unter dem Begriff „verwertbare Rüben“ das Bild mit 59,4 % noch wesentlich besser aussieht. Die Wirkung der Emulsion war mit 27,9 % gesunder Rüben deutlich schlechter als die Granulatform. Die Befallsunterschiede zwischen dem Granulat und der Emulsion sind statistisch sehr gut gesichert.

Phytotoxische Schäden konnten nur bei dem Granulat festgestellt werden. Die Rüben hatten einen stark verzögerten und lückigen Aufgang. Die Pflanzen zeigten spinatförmiges Aussehen bei sehr starker Dunkelfärbung der Blätter. Im Laufe der Vegetationsperiode wuchsen sich diese Blattanomalien wieder etwas aus, jedoch war immer ein Unterschied im Wachstum gegenüber der unbehandelten Kontrolle festzustellen.

Die Arbeiten zur Bekämpfung des Rübenkopffälchens wurden 1962 in Rohrbach mit den Granulaten von 0,0-Diäthyl-0(4-methyl-mercapto-phenyl)thiophosphat, Zinophos und Disulfoton fortgeführt. Bei dem erstgenannten Granulat wurde die Gesamtaufwandmenge auf 30 und 40 kg/ha erhöht, die Gabe aber auf mehrere Behandlungen verteilt, um den Auflaufschäden, die 1961 bei 20 kg/ha auftraten, auszuweichen.

Zinophos wurde trotz der schlechten Wirkung im Vorjahr nochmals in die Versuche mit einbezogen, da es in Laboratoriumsversuchen eine gute, aber nur kurz andauernde nematizide Wirkung hatte.

Mit einem 5 %igen Disulfoton-Granulat konnte selbst bei der hohen Aufwandmenge von 60 kg/ha keine Reduzierung des Befalls erreicht werden, gleichgültig, ob dabei die Gesamtaufwandmenge zur Saat oder 4 Wochen später im top-dressing-Verfahren gegeben wurde, oder ob die Gabe geteilt wurde (Abb. 2). Beim top-dressing-Verfahren wird das Granulat auf die Rübenreihe gestreut.

Die beste Wirkung hatte das 10 %ige 0,0-Diäthyl-0 (4-methyl-mercapto-phenyl)thiophosphat-Granulat bei einer Aufwandmenge von 40 kg/ha mit 87,2 % gesunder Rüben. Die Gesamtmenge wurde dabei auf 4×10 kg aufgeteilt und die Einzelgaben folgendermaßen verabreicht: 10 kg zur Saat, 10 kg beim ersten Laubblattpaar ca. 4 Wochen nach der Saat, 10 kg nach dem Vereinzeln ca. 7 Wochen nach der Saat und 10 kg ca. 9 Wochen nach der Saat. Der Prozentsatz der gesunden Rüben war geringer und lag bei 75,1 %, wenn die letzte Behandlung weggelassen wurde, also die Aufwandmenge 3×10 kg/ha betrug (Abb. 2).

Ein guter Erfolg wurde auch mit dem 5 %igen Zinophos-Granulat bei 4×10 kg/ha, Anwendungszeiten wie bei 40 kg 0,0-Diäthyl-0 (4-methyl-mercapto-phenyl)thiophosphat-Granulat, erreicht. Es waren 78,6 % der Rüben gesund. In der Wirkung abfallend — 63,7 % gesunde Rüben — war Zinophos bei einer Aufwandmenge von 2×10 kg/ha, und zwar zur Saat und im Stadium des ersten Laubblattpaares gestreut.

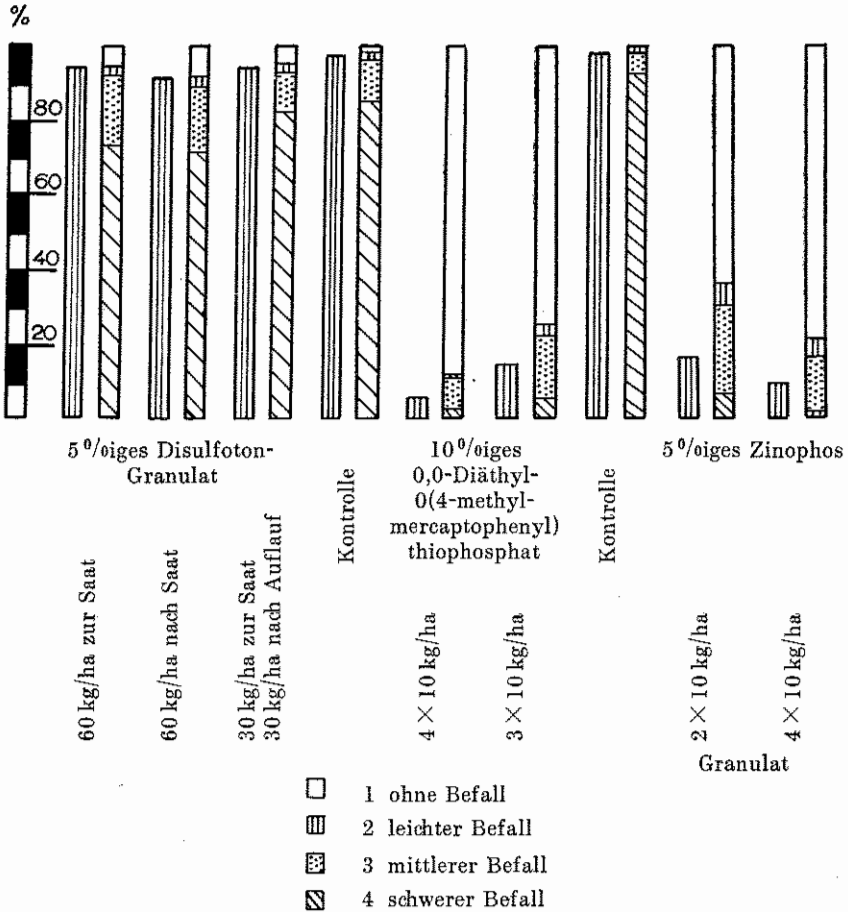
Erstaunlich ist die Wirkung von Zinophos bei nur 40 kg/ha, also 4 g/m^2 , während die Versuche im Jahre 1961 bei einer Aufwandmenge von 40 g/m^2 , also der 10fachen Menge, keine Befallsminderung brachten. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Gesamtaufwandmenge 1962 erstens auf vier Behandlungen verteilt und zweitens die Gaben erst nach dem Aufgang gestreut wurden. Den Pflanzen stand dadurch laufend der Wirkstoff zur Verfügung, und so wurden die zu verschiedenen Zeiten neu einwandernden Älchen immer abgetötet. Die ebenfalls gute Wirkung von 0,0-Diäthyl-0 (4-methyl-mercapto-phenyl)thiophosphat dürfte auch auf die mehrmalige Behandlung mit dem Granulat zurückzuführen sein.

Der Befall mit Rübenkopffälchen war in Rohrbach 1962 sehr stark und sehr früh. Im Keimblattstadium waren schon deutlich Befallssymptome zu erkennen. Bei der ersten Behandlung nach der Saat, im 1. Laubblattstadium der Rüben, war also die erste Einwanderung in die Pflanzen schon erfolgt. Untersuchungen 14 Tage nach der Behandlung mit 0,0-Diäthyl-0 (4-methyl-mercapto-phenyl)thio-

phosphat und Zinphos zeigten, daß in Rüben mit starken Befallssymptomen keine Älchen mehr gefunden werden konnten, während bei den unbehandelten Pflanzen lebende Älchen beobachtet wurden.

Auflaufverzögerungen oder Pflanzenschäden konnten 1962 bei keiner Granulatbehandlung wahrgenommen werden.

Abb. 2. Versuch Rohrbach 1962
Saat am 19. April



Die Befallsunterschiede bei den Aufwandmengen von 40 kg/ha 0,0-Diäthyl-0 (4-methyl-mercapto-phenyl)thiophosphat und 40 kg/ha Zinphos sind ebensowenig statistisch gesichert wie zwischen 40 kg und 30 kg 0,0-Diäthyl-0 (4-methyl-mercapto-phenyl)thiophosphat. Statistisch gesichert ist dagegen der Unterschied zwischen 30 und 40 kg 0,0-Diäthyl-0 (4-methyl-mercapto-phenyl)thiophosphat, zwischen 40 und 20 kg Zinphos und zwischen 30 kg 0,0-Diäthyl-0 (4-methyl-mercapto-phenyl)thiophosphat und 20 kg Zinphos.

Ein weiterer Versuch in Reipoltskirchen, bei dem die angeführten Präparate und darüber hinaus noch eine 50 %ige Parathion-Emulsion bei verschiedenen Aufwandmengen und Anwendungszeiten — insgesamt 25 Versuchsglieder — geprüft wurden, kann nur bedingt ausgewertet werden, da durch die anhaltende Trockenheit in der Westpfalz 1962 der Befall nicht so stark war.

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

1. Das Rübenkopfälchen (*Ditylenchus dipsaci*) tritt im Gebiet der Süd- und Westpfalz, in Nordbaden und Oberhessen, auf Flächen westlich des Bodensees und in der Eifel verbreitet auf.
2. Alle geprüften Kulturmaßnahmen blieben ohne Einfluß auf den Älchenbefall. Lediglich das Pflanzen von gesunden Futterrübensetzlingen brachte auf den mit *Ditylenchus dipsaci* verseuchten Flächen befallsfreie Rüben.
3. Mit chemischen Bodenentseuchungsmitteln konnten aus verschiedenen Gründen nur sehr unbefriedigende Erfolge erreicht werden.
4. Von systemisch wirkenden Nematiziden ergaben 0,0-Diäthyl-0 (4-methylmercapto-phenyl)thiophosphat und Zinophos eine ausreichende Befallsreduzierung. Ausschlaggebend für eine gute Wirkung scheint aber eine mehrmalige Behandlung zu sein.

S u m m a r y

In southern Germany the occurrence of *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) on sugar beets was observed for the first time to a larger extent in 1958. In the following years several severely infested areas could be found.

Since 1959 extensive control trials were conducted. Several culture measures as increased quantities of calcium cyanamide and of liquid manure, a mixture of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ with quick lime, ammonia gases, HgCl_2 , as well as the trap plant method and the cultivation of *Tagetes erecta* did not reduce the infestation. Only by using the method of planting fodder beets healthy plants could be obtained on heavily infested fields.

Several soil fumigants could not reduce the infestation sufficiently. Systemic nematicides however caused reductions of infestation from 50 % to 80 % in 1961 and 78 % resp. 87 % in 1962. To acquire those results it is important to divide the total dosage between several applications.

L i t e r a t u r

- Dern, R., Die Verbreitung des Rübenkopfälchens (*Ditylenchus dipsaci*) in Hessen-Nassau. Landw. Wochenbl. Hessen-Nassau 144. 1961, Nr. 3, S. 3—4.
- Feltz, H., Das Stock- oder Stengelälchen *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev als Rübenschädling. Ztschr. Zuckerind. 9. 1959, 24—25.
- Graf, A., Keller, E., Liechti, H. und Savary, A., Das Rübenkopfälchen. Mitt. schweiz. Landw. 8. 1960, 33—45.
- , Beobachtungen und Versuche über das Rübenkopfälchen (*Ditylenchus dipsaci*) im Jahre 1961. Mitt. schweiz. Landw. 10. 1962, 26—31.
- Hanf, E., und Löcher, F., Verbreitung, Biologie u. Bekämpfung des Rübenkopfälchens (*Ditylenchus dipsaci*) in Süddeutschland. Conféd. Int. Betterav. europ. XIX. Congr. Bologna, 2.—7. 6. 1962.

- Löcher, F., Ergebnisse der Bekämpfungsversuche gegen das Rübenkopffälchen (*Ditylenchus dipsaci*) im Jahre 1959. Pflanzenschutz 12. 1960, 47–49.
- Rademacher, B., Über einige wissenschaftliche Probleme des Pflanzenschutzes in Südwestdeutschland. Gesunde Pflanzen 12. 1960, 245–260.
- Salentiny, T., Untersuchungen über einige Maßnahmen zur Verminderung des Befalls von *Ditylenchus dipsaci* an Rüben in Baden-Württemberg. Ztschr. Pfl.krankh. 66. 1959, 210–220.
- Wagner, F., Ergebnisse von Bekämpfungsversuchen gegen das Rübenkopffälchen (*Ditylenchus dipsaci*) in den Jahren 1959 und 1960. Pflanzenschutz 12. 1960, 1953–1954.

Diskussion

Im Anschluß an die Vorträge über das Rübenkopffälchen stellte Wagner, Würzburg, die Frage, ob hier eine ernste Gefahr für den Rübenbau vorliege. Er geht insbesondere den Gründen für die Bodenverseuchung nach (Fruchtfolgefehler, Gefahr der Verschleppung). In diesem Zusammenhang wird auch die Verbreitung der Älchen durch das Abweiden befallener Felder durch Schafe erörtert. Hinsichtlich der Bekämpfung weist Wagner auf die günstigen Erfahrungen mit dem Verpflanzen gesunder Futterrüben sowie auf Erfolge bei Verwendung von Systox hin. Nach Behandlung der Rüben mit Zinophos zeigten 86 % von ihnen keinen Befall.

In der weiteren Diskussion wird von Niemöller auf Anfrage bestätigt, daß das Verpflanzen der Futterrüben im Juni mitunter in eine Trockenperiode fallen kann, so daß die Rüben angegossen werden müssen. Goffart weist auf die in Süd- und Südwestdeutschland vorhandenen besonderen Anbauverhältnisse im Futterrübenbau hin, die im Laufe der Jahre zu einer steigenden Verseuchung der Hausgärten und damit zur Infektion der Setzrüben geführt haben. Diese verseuchten ihrerseits die Felder mit Rübenkopffälchen, so daß eine unmittelbare Aussaat auf manchen Feldern heute zu einem Mißerfolg führt. Da in Norddeutschland Rüben grundsätzlich gesät werden, konnte es hier praktisch zu keinem Schadauftreten des Rübenkopffälchens kommen. An der weiteren Diskussion über das Bekämpfungsproblem beteiligten sich Dern, Goffart, Homeyer, Löcher, Niemöller, Sprau und Wagner.

LANGE, B., MEYER, J.,*) und BURMEISTER, P.,
Pflanzenschutzamt Oldenburg.

Vorläufige Ermittlungen über Schäden an Tabak durch freilebende Nematoden und Versuche zu ihrer Bekämpfung

Im Bereich der Landwirtschaftskammer Weser-Ems (Oldenburg, Osnabrück, Aurich) beläuft sich die Tabak-Anbaufläche auf etwa 250–300 ha jährlich. In den letzten Jahren wurden hier zunehmend Schäden beobachtet, deren Ursache auch nach eingehenden Nährstoffanalysen und Untersuchungen über die Strukturverhältnisse der Böden ungeklärt blieb. Auch Bearbeitungsfehler konnten als Ursache nicht in Betracht gezogen werden. Der auftauchenden Vermutung, daß Nematoden die Ursache der Schäden seien, wurde daraufhin von uns eingehender nachgegangen. Das Untersuchungsergebnis der ersten Bodenproben von verschiedenen Schadstellen bestärkte unseren Verdacht. Die im folgenden näher beschriebenen Untersuchungen beziehen sich auf die Tabakflächen eines Betriebes im Kreise Cloppenburg (Oldenburg). Die Schadstellen sind jedoch im ganzen Gebiet gleichartig. Das Krankheitsbild zeigte sich allgemein nur bei der Tabaksorte Virgin SCR, während bei Burley E derartige Schäden nicht beobachtet wurden.

K r a n k h e i t s b i l d

Etwa 3 Wochen nach dem Pflanzen des Tabaks beginnen sich im Bestande mehr oder weniger große Stellen abzuzeichnen, auf denen die Pflanzen kleiner bleiben und eine hellere Blattfärbung aufweisen. Mit fortschreitender Jahreszeit werden die Wachstumsdepressionen deutlicher. Es werden nur kleine, schmale Blätter von ungesund hellgrüner Färbung gebildet. Während häufig die unteren Blattpartien vergilben, zeigen die höher inserierten, noch grünen Blätter eine starre Aufrechtstellung. Im Hochsommer kann man dann inmitten annähernd 2 m hoher Tabakbestände Nester unterschiedlicher Größe mit Pflanzen von kaum 50 cm Höhe finden (Abb.1). Manchmal sind im Bestand kleinste kümmerpflanzen scharf gegen normal gewachsene Pflanzen der Nachbarreihe abgesetzt. Die einzelnen Schadstellen sind oft nicht größer als 50 m². Am Wurzelwerk der kranken Pflanzen zeigen sich zunächst kleine bräunliche Flecke, die sich allmählich vergrößern, zusammenfließen und zur Verbräunung und Vermorschung der ganzen Wurzel führen. Auch die sich dann bildenden Adventivwurzeln zeigen später die gleichen Schäden. Durch ständiges Absterben und darauffolgende Neubildung von Wurzeln verfügt die Pflanze nur über einen flachen und im Radius relativ kleinen Wurzelballen.

Schäden ähnlicher Art treten in den USA und in Kanada seit mehr als 35 Jahren auf und sind dort unter der Bezeichnung „brown root rot“ bekannt.

Die von amerikanischen und kanadischen Autoren beschriebenen Symptome weichen teilweise nur geringfügig von den oben für unser Gebiet beschriebenen ab, wie den Arbeiten von J e n k i n s sowie V a l l e a u und J o h n s o n entnommen werden kann. Die Suche nach dem Erreger der Krankheit blieb in Amerika jahrelang ergebnislos. Infektionsversuche mit aus gebräunten Wurzeln isolierten Pilzen verliefen negativ, so daß diese als primäre Schadursache nicht in Betracht gezogen wurden.

*) Jetzt Husum.



Abb. 1. Nematoden-Schadstelle in Tabak (Foto: PSA Oldenburg)

Die ersten Berichte über eine offensichtlich wesentliche Beteiligung von Nematoden am Auftreten der „brown root rot“ stammen von Lehmann (USA) aus dem Jahre 1931 (zit. bei Mountain). Später (1942, 1944) erwies sich dort eindeutig, daß derartige Tabakschäden in erster Linie durch *Pratylenchus*-Arten verursacht wurden. In South Carolina, Virginia, Ontario (zit. bei Mountain) sowie Kentucky, Connecticut, Maryland und Wisconsin (zit. bei Valleau und Johnson) waren die Untersuchungsergebnisse gleichartig.

In Deutschland (Bayern) sind von Sprau (1959) Beobachtungen über Nematoden-Schäden an Tabak gemacht worden, die eine gewisse Ähnlichkeit mit unseren Schadbildern haben. Sprau glaubt, daß an dem Zustandekommen dieser Schäden die Nematoden-Art *Longidorus maximus* (Bütschli) Thorne et Swanger zumindest stark beteiligt ist. Auch Dieck's berichtete über derartige Schäden an Tabak in Bayern.

Um zu klären, welche Gattungen (bzw. Arten) von freilebenden Nematoden und in welchem Umfange diese derartige Schäden in unserem Gebiet hervorrufen, wurden von uns zahlreiche Bodenproben aus verschiedenen Schadstellen mittels des Seinhorst-Elutriators untersucht und Versuche mit chemischen Bodenentseuchungsmitteln angelegt. Von Bedeutung war auch für uns der Versuch, zu klären, ob unter unseren Verhältnissen trotz Vorhandenseins schädigender Nematoden-Gattungen beim Anbau von Tabak nach Tabak keine Zunahme der Schäden erfolgt, bzw. diese sogar geringer werden, wie Mountain es für Kanada angibt. Ferner sollte in notwendigerweise mehrjährigen Versuchen geprüft werden, ob der Anbau von Gerste, der hier im Wechsel mit Tabak ortsüblich ist, einen fördernden Einfluß auf die Nematoden haben könnte. Dieser Frage wollten wir nachgehen, da von einigen Autoren Gerste ganz allgemein als ungünstige Vorfrucht bei Auftreten von einigen Gattungen freilebender Nematoden (z. B. *Pratylenchus*) angesehen wird.

Versuche in den Jahren 1961 und 1962

Im Sommer resp. im Herbst 1961 wurden von uns 2 Versuche angelegt, die zur Klärung einiger vordringlicher Fragen beitragen sollten. Dabei mußten Möglichkeiten der Verhütung und Bekämpfung, an denen die Praxis am meisten interessiert ist, schon von vornherein in die Versuche einbezogen werden, obgleich die Feststellung der schädigenden Nematoden-Gattungen bzw. -Arten und ihr Populationsverlauf zunächst noch mehr im Vordergrund hätte stehen müssen. Die aus den nachfolgend beschriebenen Versuchen gewonnenen Ergebnisse sind zwar in mancher Hinsicht aufschlußreich, reichen aber noch nicht aus, für alle sich ergebenden Fragen erschöpfend Auskunft zu geben.

Anlage der Versuche

Für den ersten Versuch (im folgenden als Versuch I bezeichnet) wurde eine Fläche herangezogen, auf der in der abgelaufenen Vegetationsperiode (1961) Tabak der Sorte Virgin SCR mit annähernd gleichmäßig ausgeprägtem Kümmerwuchs gestanden hatte. Es sollte geprüft werden, ob durch Behandlung mit nematizid und fungizid wirkenden Mitteln bei nachfolgendem Tabakanbau die Wachstumsdepressionen beseitigt werden könnten. Die Einschaltung des wenig fungizid wirkenden DD schien uns dabei ratsam, um erkennen zu können, ob Nematoden primär als Schadensursache anzusehen seien. Gleichzeitig sollte der Populationsverlauf der an diesen Stellen in großem Umfange gefundenen freilebenden Nematoden, insbesondere der von *Pratylenchus* spp. nach verschiedenen Maßnahmen im Nachbau verschiedener Kulturen verfolgt werden. Diese Feststellungen erfolgten

a) bei Anbau von Tabak und Gerste auf entseuchter und nicht entseuchter Fläche,

b) bei Anbau von *Tagetes patula* und bei Brache auf nicht entseuchter Fläche.
Die Versuchsanordnung in Versuch I war wie folgt:

Versuch I

Parzelle	Behandlung	Nachbau-Kultur 1962
1	Unbehandelt	Tabak
2	Shell-DD, 60 ccm/m ²	Tabak
3	Vapam, 100 ccm in 5 Liter Wasser pro m ²	Tabak
4	<i>Tagetes</i>	—
5	Brache	—
6	unbehandelt	W-Gerste
7	Vapam, 100 ccm in 5 Liter Wasser pro m ²	W-Gerste
8	Methylisothiocyanat (20 ‰), 125 ccm/m ²	W-Gerste

Die Behandlung mit dem Methylisothiocyanat-Präparat (MIT) auf Parzelle 8 und mit Vapam auf Parzelle 7 erfolgte im Hinblick auf die Einsaat von Wintergerste bereits am 2. 8. 1961. Auf Parzelle 4 wurde Vapam am 10. 10. 1961 eingebracht. Beide Präparate wurden in die Pflugfurche eingeträufelt. Shell-DD wurde am 4. 10. 1961 mittels Handinjektors in Abständen von 30 × 30 cm etwa

20 cm tief in den Boden eingebracht. Die Bepflanzung der Parzellen 1–3 mit Tabak erfolgte am 15. 5. 1962. Parzelle 4 wurde mit im Gewächshaus vorkultierten *Tagetes patula* im Abstand von 20×20 cm bepflanzt.

Der zweite Versuch (im folgenden als Versuch II bezeichnet) sollte den Effekt der Nematizidbehandlung bei gegenüber dem Versuch I wesentlich höheren Ausgangspopulationen der Gattung *Pratylenchus* (zwischen 600 und 1000 *Prat.*/250 cm³ Boden) überprüfen. Auf der Versuchsfläche hatte 1960 Tabak gestanden, der die oben erwähnten Krankheitserscheinungen aufwies. 1961 war hier Wintergerste angebaut worden. Zur Bodenentseuchung wurden die Präparate MIT und Vapam herangezogen. Die Parzellengröße betrug jeweils, wie auch in Versuch I, 10×10 m. Die Einbringung der Mittel erfolgte am 17. 11. 1961 auf die gleiche Weise und in der gleichen Konzentration wie in Versuch I, Vapam, jedoch unverdünnt. Die Fläche wurde am 14. 5. 1962 mit Tabak bepflanzt.

Technik der Versuchsauswertung

Der Erfolg der Behandlungen wurde einmal durch Augenscheinbonitierung des Pflanzenwuchses und durch Messen des Längenwachstums der Tabakpflanzen ermittelt (die Messungen wurden eingestellt, als die Pflanzen in den Kontrollparzellen zur Blütenbildung übergingen).

Darüber hinaus wurden Bodenproben nach den Anweisungen, die Sprau in Bayern für zweckmäßig hält, entnommen, und auf ihren Besatz mit freilebenden Nematoden untersucht. Im Hinblick auf den hohen Arbeitsaufwand mußten wir uns auf die Untersuchung von nur einer Probe pro Parzelle beschränken. Die Probe setzte sich aus 40 gleichmäßig über die Parzelle verteilten Einstichen zusammen.

Die erste Probenahme erfolgte jeweils unmittelbar vor der Behandlung, die folgende etwa 8 Wochen danach. Während des Winters wurde auf die Untersuchung von Bodenproben verzichtet. Erst im Frühjahr, kurz vor der Aussaat des Tabaks, setzte die Entnahme von Bodenproben wieder ein, die von diesem Zeitpunkt ab in 3wöchigen Abständen bis November 1962 weitergeführt wurde. Zur Isolierung der Nematoden aus dem Boden verwendeten wir das Extraktionsgerät nach Seinhorst. Die quantitative Erfassung der Nematoden erfolgte nach den von Goffart bekanntgegebenen Methoden unter Beachtung der von ihm 1962 für die Benutzung der Seinhorst-Apparatur angegebenen Änderungen und Ergänzungen. Bei der Auswertung mußten wir uns auf die Bestimmung der Gattungen beschränken.

V Versuchsergebnisse

1. Kulturzustand der Pflanzen

Bedingt durch die nach dem Aussaat des Tabaks herrschende kalte und trockene Witterung war der Pflanzenzustand, auch außerhalb der Versuchsanlage, anfangs äußerst schlecht, Unterschiede zwischen „behandelt“ und „unbehandelt“ waren in den ersten Wochen nicht zu verzeichnen. Erst bei der 6. Woche nach dem Pflanzen durchgeführten Bonitierung zeichneten sich die MIT- und Vapam-Parzellen durch ein sattgrünes und üppiges Laub des Tabaks gegenüber den Kontrollen und der DD-Parzelle deutlich ab. Die Wachstumsunterschiede kamen später bei der Bonitierung vom 13. 8. 1962 besonders deutlich heraus, wo die Pflanzen der MIT- und Vapam-Parzellen teilweise die 3–4fache Höhe gegenüber

den Kontrollpflanzen erreicht hatten. Sie sind aus nachstehender Übersicht zu ersehen:

Versuch I		Versuch II	
Unbehandelt	22,8 cm	Unbehandelt	22,9 cm
Shell-DD	35,1 cm	MIT	84,2 cm
Vapam	60,2 cm	Vapam	84,4 cm

Als Beispiel zeigt Abb. 2 den Pflanzenstand auf der DD-Parzelle im September im Vergleich zur Kontrolle. Das Krankheitsbild der Kontrollpflanzen war viel stärker ausgeprägt, als es in früheren Jahren beobachtet worden war. Die Pflanzen bildeten nur wenige, kleine Blätter von ungesund hellgrüner Färbung



Abb. 2. Stand der Tabakpflanzen in der DD-Parzelle (hinten) im Vergleich zur unbehandelten Parzelle (Foto: PSA Oldenburg)

und gingen sehr früh zur Blütenbildung über. Im Laufe des Juli und August traten die eingangs erwähnten von unten nach oben fortschreitenden Blattvergilbungen auf. Zahlreiche Pflanzen waren im Spätsommer mit Ausnahme der jüngsten Blätter völlig gelb. Ein Teil der Pflanzen wies, etwa 5 cm über dem Wurzelhals beginnend, nach oben fortschreitende Verbräunung des Stengels auf.

2. Verlauf der Nematodenpopulationen

In den Bodenproben wurden die folgenden Gattungen parasitärer Nematoden gefunden:

Pratylenchus, *Paratylenchus*, *Tylenchorhynchus* und die *Rotylenchus*-Gruppe. Außerdem enthielten einige Proben beträchtliche Mengen von *Dorylaimus* sowie in seltenen Fällen *Criconemoides* und *Hemicycliophora*. Die zuletzt genannten Gattungen wurden zahlenmäßig nicht einzeln erfaßt.

Am regelmäßigsten und in den meisten Fällen auch zahlenmäßig am stärksten war vor der Behandlung in allen Proben die Gattung *Pratylenchus* vertreten. Die von der BBA Münster freundlicherweise vorgenommene Artbestimmung aus einer Probe läßt die Annahme zu, daß es sich in der Hauptsache um *Pratylenchus crenatus* handelte. Der Populationsverlauf der Gattung *Pratylenchus* wurde deshalb von uns besonders sorgfältig verfolgt.

a) Versuch I

Die vor der Behandlung gezogenen Proben in Versuch I aus den Parzellen 1—5 enthielten durchschnittlich 300—400 *Pratylenchus*/250 cm³. In den folgenden Parzellen, bei denen Behandlung und erste Probenahmen mit Rücksicht auf die W-Gersten-Einsaat bereits im August erfolgen mußte, lagen die Zahlen zu dieser Zeit noch unter 100 *Pratylenchus*/250 cm³. In der Kontrollparzelle (Parz. 6) stieg die Zahl jedoch bis zum Zeitpunkt der Probenahme und Behandlung der erstgenannten Parzellen auf über 400, so daß eine annähernd gleichmäßige Ausgangspopulation in allen Parzellen unterstellt werden darf. In fast allen Proben war auch die Gattung *Tylenchorhynchus* vertreten. Die Werte lagen zwischen 250 und 1050 pro Probe. Für *Paratylenchus* wurden Zahlen zwischen 90 und 240 ermittelt. In nur geringer Menge war die *Rotylenchus*-Gruppe vertreten. Während der ganzen Beobachtungszeit stieg ihre Zahl niemals über 20 an.

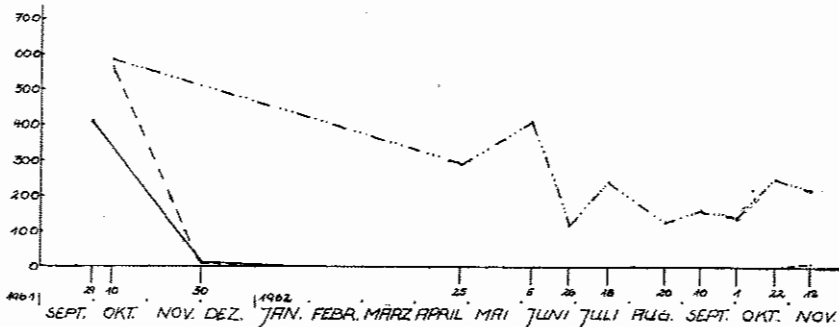


Abb. 3. Verlauf der *Pratylenchus*-Populationen an Tabak in Versuch I nach chemischer Bodenentseuchung

- · · · · · Unbehandelt
- Shell D-D
- - - - - Vapam

Die Behandlung mit Vapam, MIT und DD führte in allen Parzellen zu einer fast vollständigen Eliminierung der Nematoden. *Pratylenchus*, bei der ersten Probenahme nach der Behandlung in fast allen Proben noch mit 20 Individuen vorhanden, konnte in der DD- und der MIT-Parzelle nach der Behandlung nicht wieder festgestellt werden. Bis Ende Oktober konnte auch in beiden Vapam-Parzellen *Pratylenchus* nicht wieder nachgewiesen werden. Erst in den am 12. November gezogenen Proben waren wieder 10 Tiere dieser Gattung enthalten (Abb. 3).

Die Gattung *Paratylenchus* wurde dagegen auf den Parzellen 2 (Shell-DD) und 3 (Vapam), die 1962 mit Tabak bestanden waren, nach der Behandlung in keiner Probe wieder festgestellt. In den mit Vapam bzw. MIT behandelten Gerstenparzellen (7 u. 8) erfolgte ab Ende August 1962 ein langsamer Wiederaufbau der *Paratylenchus*-Populationen, der bis zum November jeweils den Wert von 60 erreicht hatte. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei *Tylenchorhynchus*. Diese Gattung wurde in der Parzelle 7 bereits Mitte Mai, in Parzelle 8 Ende Juni wieder ermittelt. Die Population erhöhte sich jedoch bis zum September nicht wesentlich. Im November wurden erstmals auch wieder in den Parzellen 2 und 3 geringe Mengen von *Tylenchorhynchus* gefunden.

Auf den un behandelten Parzellen 1 (Tabak) und 6 (Gerste) sank die Populationsdichte von *Pratylenchus* (635 bzw. 410 Nov. 1961) in der ersten Hälfte des Jahres 1962 laufend ab und erreichte in beiden Parzellen Ende Juni ihren tiefsten Stand. In der Gerste-Parzelle waren die Zahlen bis zum 12. November auf 200 *Pratylenchus*/250 cm³ und in der Tabak-Parzelle auf 220 *Pratylenchus*/250 cm³ wieder angestiegen. In der mit *Tagetes* bepflanzten Parzelle sank die *Pratylenchus*-Population im Juni/Juli stark ab und blieb ab August unverändert bis November bei einer Dichte von 20–30 Tieren pro Probe (Abb. 4).

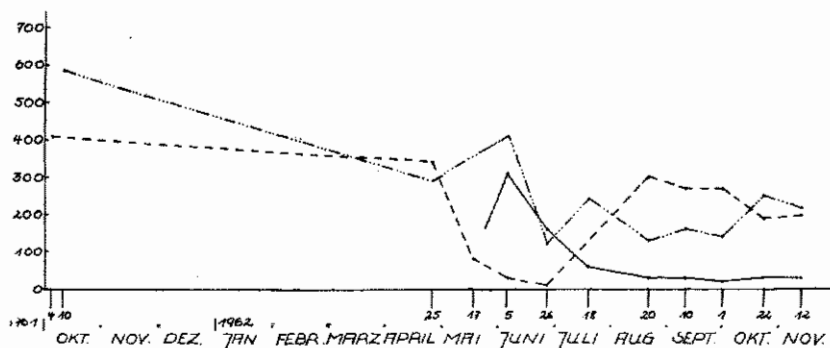


Abb. 4. Verlauf der *Pratylenchus*-Populationen an Tabak in Versuch I bei verschiedenen Fruchtfolgen und *Tagetes*-Anbau

- · · · — · · · Tabak nach Tabak
- Tagetes nach Tabak
- - - - - Gerste nach Tabak

Die Gattungen *Paratylenchus* und *Tylenchorhynchus* unterlagen einem sehr ähnlichen Populationsverlauf, erreichten bei der Tabak- und *Tagetes*-Parzelle im Gegensatz zu *Pratylenchus* jedoch wieder im November 1962 die Dichte des Vorjahres. In der Gerste-Parzelle hatte sich die Anzahl beider Gattungen bis November 1962 gegenüber Herbst 1961 sogar verdoppelt.

Ganz gegen unsere Erwartung fiel das Untersuchungsergebnis der Schwarzbrache-Parzelle aus. *Pratylenchus* stieg hier nach anfänglich starker Reduktion bereits Ende Juni auf über 500 und blieb bis November 1962 stets höher als zum Zeitpunkt der ersten Probenahme (300–400) im Herbst 1961. Während hier *Paratylenchus* ab Mitte Mai 1962 immer mit weniger als 100 Individuen in den Proben enthalten war, erreichte *Tylenchorhynchus* eine Dichte von

über 1000 Tieren/250 cm³ Boden. Dieses Ergebnis steht offenbar im Widerspruch zu uns bekannt gewordenen Versuchsergebnissen einiger anderer Autoren. Eine Erklärung dafür können wir noch nicht geben.

b) Versuch II

Der Versuch II bestätigte die Ergebnisse der vergleichbaren Parzellen von Versuch I. Trotz einer wesentlich höheren Populationsdichte im Herbst 1961 vor der Behandlung enthielten die Proben der MIT- und Vapam-Parzellen am 12. 11. 1962, also ein Jahr nach der Behandlung, jeweils nur 20 *Pratylenchus*/250 cm³ Boden. *Pratylenchus* wurde fast völlig eliminiert. Es wurden lediglich am 12. November 1962 10 Tiere dieser Gattung in der Probe aus der Vapam-Parzelle ermittelt. Die Gattung *Tylenchorhynchus* wurde in allen Monaten in durchweg geringen Mengen gefunden. Sie betrug maximal im Herbst 200/250 cm³ in der Vapam-Parzelle, und 80/250 cm³ in der MIT-Parzelle.

In der unbehandelten Parzelle wurde vom Oktober 1961 bis November 1962 ein Rückgang der Populationsdichte von 1060 auf 740 *Pratylenchus*/250 cm³ Boden festgestellt. Die hier aus den Proben ermittelten Zahlenwerte für *Pratylenchus* unterlagen unregelmäßigen Schwankungen. Die Extremwerte lagen bei 0 am 5. 6. 1962 und bei 160 am 29. 10. 1962. Die Gattung *Tylenchorhynchus* erreichte während des Sommers in Unbehandelt zeitweise eine Populationsdichte von über 500 Tieren pro Probe.

Zusammenfassung

In Tabakkulturen von Weser-Ems auftretende Schäden sind offensichtlich auf freilebende Nematoden, mit großer Wahrscheinlichkeit auf den starken Befall der Wurzeln durch die Gattung *Pratylenchus* zurückzuführen. Die kritische Befallszahl von 500 Tieren je 250 cm³ Boden, die Mountain in Amerika für *Pratylenchus penetrans* an Tabak angibt, wurde bei uns durchaus nicht immer in den geschädigten Tabakbeständen erreicht. Sie dürfte darum bei der Gattung *Pratylenchus* als Tabak-Schädiger in unserem Gebiet tiefer liegen. Das Untersuchungsergebnis der DD-Parzelle läßt eine Ausschaltung von pilzlichen Ursachen für die Schäden zu.

Nach chemischer Bodenentseuchung mit den Mitteln Methylisothiocyanat-Präparat, Vapam und DD in den 1961/62 amtlich anerkannten Konzentrationen wurde in der darauffolgenden Vegetationsperiode ein normales Wachstum der Tabakpflanzen erzielt. Die Populationen von *Pratylenchus* wurden durch die Behandlung so stark reduziert, daß sie danach nur mehr geringfügig in einem Teil der untersuchten Proben nachgewiesen werden konnten. Auch 1 Jahr nach der Behandlung war die Populationsdichte noch äußerst gering. Dies läßt vermuten, daß sich die Wirkung der Behandlung auf eine mehr als 1jährige Spanne erstrecken kann.

Nach 12monatiger Beobachtung war bei *Pratylenchus* in der Fruchtfolge Tabak-Tabak und Tabak-Gerste am Ende der Vegetationsperiode 1962 ein leichter Rückgang der Population gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen.

Durch Anbau von *Tagetes patula* wurde eine beträchtliche Verminderung des *Pratylenchus*-Besatzes erzielt. Am Ende der Vegetationsperiode lag die Populationsdichte mit der in den chemisch behandelten Parzellen etwa auf gleicher Höhe.

Summary

The agents causing damage in tobacco-plantations in the Weser-Ems-District seem to be free-living nematodes, probably of the genus *Pratylenchus*, which infest the roots heavily. The critical infestation rates of 500 specimens per 250 cc of soil, however, which are reported by Mountain for *Pratylenchus penetrans* on tobacco in America, could not always be attained in the areas of infestation. Hence, the critical population level for the genus *Pratylenchus* as a pest of tobacco is probably lower in our region.

Soil fumigation with Methylisothiocyanate (20 %), Vapam and DD resulted in normal growth of the tobacco plants in the following growing season, the populations of *Pratylenchus* being strongly reduced. One year after treatment the population density was still extremely low. Cultivation of *Tagetes patula* led to a considerable decrease of the *Pratylenchus* population, which, at the end of the growing season, was at the same level as that of the plots treated with chemicals.

Literatur

- Diercks, R., Pflanzenkrankheiten und -schädlinge durch gefährliche Fruchtfolgen und ihre Abwehr. Bayer. landw. Jahrb. 39. 1962, 131-155. (Mit Abb. über Tabak-Schadbild von Sturhan).
- Goffart, H., Über den Wiederaufbau von Nematodenpopulationen nach Anwendung chemischer Mittel im Gartenbau. Mitt. biol. Bundesanst. H. 104. 1961, 165-172.
- , Methoden zur Bodenuntersuchung auf nicht zystenbildende Nematoden. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig, 11. 1959, 49-54. (Mit Ergänzung bzw. Änderung von 1962).
- Jenkins, W. A., Root rot disease-complexes of tobacco in Virginia, I. Brown root rot. Phytopathology 38. 1948, 528-541.
- Mountain, W. B., Studies of nematodes in relation to brown root rot of tobacco in Ontario. Canad. J. Bot. 32. 1954, 737-759.
- Sprau, F., Bemerkenswerte Schäden an verschiedenen Pflanzenarten, wahrscheinlich verursacht durch den freilebenden Nematoden *Longidorus maximus* (Bütschli 1874) Thorne et Swanger 1936. Pflanzenschutz 11. 1959, 27-30.
- , Untersuchung auf pflanzenschädigende Nematoden (Probenahme-Anweisung, vielfältigt), ohne Datum.
- Valleau, W. D., and Johnson, E. M., The relation of meadow nematodes to brown root rot of tobacco. Phytopathology 37. 1947, 838-841.

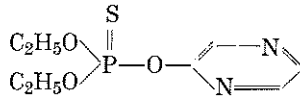
L. K. SIMON,

Cyanamid GmbH, München.

Praktische Erfahrungen mit systemischen Nematiziden

Die Nematodenbekämpfung ist mit den bis heute verwendeten Begasungsmitteln verhältnismäßig einfach. Fast alle diese Präparate sind jedoch nicht pflanzenverträglich. Von einigen Ausnahmen (z. B. Nemagon) soll hier abgesehen werden, da sie für unseren Bereich nicht in Frage kommen. Eine Behandlung läßt sich deshalb nur während der Vegetationsruhe, meist von Herbst bis Frühjahr, durchführen. Zur Applikation sind außerdem umständliche Geräte erforderlich, die wohl in der letzten Zeit neu entwickelt wurden, aber doch noch nicht überall Eingang gefunden haben. Bei Dauerkulturen oder Pflanzen mit mehreren Ertragsjahren ist eine Anwendung während der Vegetationsruhe gewöhnlich nicht durchführbar.

Es war deshalb von Interesse, systemische Präparate zu finden, die eine Behandlung der stehenden Kultur während des Wachstums gestatten. Unter einer Reihe getesteter Substanzen erwies sich ein Wirkstoff mit dem Namen Zinophos*) als günstig. Vielfach ist er noch unter der Versuchsbezeichnung EN 18 133 bekannt. Chemisch handelt es sich dabei um einen Thiophosphorsäure-0,0-diäthyl-0-2-pyrazinylester mit der Strukturformel



Die Wasserlöslichkeit von Zinophos beträgt etwa 0,1 % bei 27° C. Diese Konzentration ist für die meisten Nematodenarten tödlich. Auch ungeschlüpfte Larven von Wurzelgallenälchen werden abgetötet. Für *Meloidogyne* sind die Verhältnisse gut bekannt. Dosen von nur 10 ppm töten geschlüpfte Larven innerhalb von 72 Stunden, während bei 1 ppm die Bewegung der Larven nach 4 Stunden aufhört. Konzentrationen von 1,5–5 ppm verhindern ein Schlüpfen der Larven in den Eipaketen. Die in unseren Versuchen verwendeten Aufbereitungen waren Emulsionen und Streugranulate.

Das Mittel ist systemisch und wird von vielen Pflanzen durch die Wurzel aufgenommen. Verschiedene Nematoden sitzen verhältnismäßig tief unten in der Pflanze (z. B. Stengelälchen), so daß hier eine Wurzelbehandlung (Streuen oder Gießen) angebracht ist. Bei anderen Arten wird Spritzen, vielleicht auch Tauchen, günstiger sein. Nach unserem bisherigen Eindruck ist das Mittel in der lebenden und wachsenden Pflanze am wirksamsten. Befindet sich die Pflanze in der Vegetationsruhe oder in einem verhältnismäßig späten Stadium, dann wird das Präparat nicht mehr über die Pflanze an die Nematoden gebracht. Obwohl das Präparat auch im Boden nematizid wirkt, kommt es doch über die Pflanze schon in kleineren Mengen zur Geltung.

Die nematiziden Mengen bewegen sich in unseren Versuchen zwischen 2 und 20 kg Wirkstoff je ha. Bei diesen Dosierungen war die Pflanzenverträglichkeit allgemein sehr gut. Lediglich in einzelnen Fällen, z. B. bei Tomaten und phosphorsäureesterempfindlichen Zierpflanzen, waren leichte Pflanzenschäden zu beob-

*) Der Wirkstoff wurde von der Am. Cyanamid Co. entwickelt.

achten. Sie äußerten sich in leichtem Blattrollen und frühzeitigem Vergilben älterer Blätter. Die schädliche Grenze für Breitsaat von Douglasien und Kiefern konnten wir mit 100 kg Wirkstoff/ha festlegen. Bei höherer Aufwandmenge waren starke Schäden bis zu völligem Absterben der Sämlinge zu beobachten.

Über die toxikologische Seite des Präparates kann zunächst noch nicht viel berichtet werden. Die LD₅₀ für den reinen Wirkstoff beträgt etwa 12 mg/kg Körpergewicht männlicher Albinoratten. Soviel bisher bekannt ist, wird der Wirkstoff in der lebenden Pflanze in verhältnismäßig kurzer Zeit (10–20 Tage) zu unschädlichen Metaboliten abgebaut, während er im Boden 4–6 Wochen wirksam ist. Wir haben in unseren Versuchen mit einer Karenzzeit von 6–8 Wochen gearbeitet und konnten in den geprüften Fällen keinerlei nachteilige, toxische oder geschmackliche, Wirkung des Präparates feststellen. (Selbst bei Erdbeeren wurde keine Geschmacksbeeinträchtigung konstatiert.) Natürlich sind beim Umgang mit Zinophos die auch für andere systemische und toxische Phosphorsäurepräparate geltenden Vorsichtsmaßnahmen zu beachten.

Bei Rotklee dürfte eine einmalige Behandlung zur Saat oder beim Auflaufen des Klees ausreichen, um die Kultur vor größeren Schäden durch *Ditylenchus dipsaci* zu schützen. In Versuchen war der Stoppelklee normal. Auswinterschäden traten in den behandelten Parzellen nicht auf; daher war der erste Schnitt sehr gut. Beim zweiten Schnitt können manches Mal wieder leichte Nematodenschäden auftreten, die aber wirtschaftlich nicht ins Gewicht fallen. In den Versuchen wurden 20 kg Wirkstoff/ha verwendet, vermutlich wird man aber die Aufwandmengen noch senken können.

Erdbeeren konnten mit zwei Behandlungen, kurz nach der Ernte und unmittelbar vor der Blüte, zu einer normalen Ernte gebracht werden. Die Pflanzen waren praktisch ohne Symptome. Im Vorjahr zeigten die gleichen Pflanzen starke Blattälchenschäden, die durch Befall mit Roter Spinnmilbe und Blattläusen noch verstärkt wurden. Zinophos wurde hier mit je 2 kg/ha gespritzt. Gießen und Tauchen der Pflanzen führte zu mehr oder weniger starken Pflanzenschäden.

Gegen Rübenkopffälchen (*Ditylenchus dipsaci*) konnten sowohl bei Futter- wie bei Zuckerrüben sehr erfreuliche Erfolge erreicht werden. Bei entsprechend früher Anwendung wird auch der Moosknopfkäfer (*Atomaria linearis*) mit abgetötet. Bei Rüben werden Aufwandmengen von 2–10 kg Wirkstoff/ha in mehreren getrennten Gaben nötig sein.

Im Feldgemüsebau waren freilebende Nematoden (*Longidorus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Tylenchorhynchus*) im Boden mit Gaben von 10–20 kg Wirkstoff/ha ausgezeichnet zu bekämpfen. Die Mittel wurden als Granulate beim Erscheinen der ersten Symptome breitwürfig ausgebracht. Erfolge konnten an Sellerie, Lauch, Petersilie, Salat, Möhren und anderen Pflanzen verzeichnet werden. An Gurken waren Wurzelgallen 10 Tage nach der Behandlung vermorscht.

In Baumschulen mit humosen Sandböden war eine Gabe von 10 kg Wirkstoff/ha ausreichend, um die gesamte Nematodenpopulation abzutöten. In der unbehandelten Parzelle konnten in 250 cm Boden 458 Älchen aus pflanzenschädlichen Arten gefunden werden.

Bei Zierpflanzen erwiesen sich Spritzungen als sehr erfolgreich. In einem Betrieb wurde der stark befallene *Saintpaulia*-Bestand durch drei Spritzungen völlig gesund. Voraussetzung war, daß auch die Stellagen mitbehandelt wurden. Chrysanthenen, Gloxinien und Hortensien können gespritzt oder gegossen werden.

Der Erfolg ist gegen *Aphelenchoides*- und *Ditylenchus*-Arten ausgezeichnet. Bei von Stockälchen befallenem *Phlox* genügt eine einmalige Spritzung beim Austrieb (ca. 2 kg/ha), um den Pflanzen ein normales Aussehen zu geben. In den Gewächshausversuchen ergab sich nebenher, daß Zinophos von allen getesteten Phosphorsäurepräparaten die beste Wirkung gegen Tausendfüßler, Zwergfüßler, Collem-bolen und Asseln hatte.

Kurz seien hier noch einige Anwendungsgebiete gestreift, für die systemische Präparate weniger in Betracht kommen werden. Alle zystenbildenden Nematoden bieten allein von der Biologie her gewisse Schwierigkeiten. Wenn es das Ziel einer Behandlung sein soll, lediglich die Pflanze vor einem stärkeren Befall zu schützen, dann kann der Erfolg durchaus gut werden. Ich darf hier auf die Versuche von Fraser und Lindley hinweisen, die in England eine beachtliche Ertragszunahme bei Kartoffeln demonstrieren konnten. In Deutschland, wo es sich besonders um die Bekämpfung von *Heterodera rostochiensis* bei Saatkartoffeln handelt, wird ein derartiges Präparat nicht von großem Nutzen sein. Die Eier und Junglarven in der Zyste werden kaum abgetötet. Eine wirkliche Bekämpfung findet erst über die Pflanze statt. Das würde also bedeuten, daß im Boden immer noch lebende Zysten gefunden werden und damit die Fläche nicht frei im Sinne der Nematoden-Verordnung ist.

Schwierigkeiten bereitet auch die Bekämpfung von *Meloidogyne* bei Tomaten und Gurken unter Glas. Wie wir durch Versuche aus Griechenland und Italien wissen, ist sie im Freiland möglich. Offenbar ist bislang noch nicht der richtige Zeitpunkt für die Applikation im Gewächshaus gefunden. Unsere Versuche haben zunächst recht widersprechende Ergebnisse geliefert.

Weil systemische Nematizide auch insektizid wirksam sind — gegen Möhrenfliege wurden 2,5—3,5 kg Wirkstoff/ha verwendet — wird es möglich sein, außer Nematoden auch Insekten zu bekämpfen. Entscheidend ist der Schutz der Pflanze vor Befall. Mit systemischen Nematiziden kündigt sich eine Möglichkeit an, unsere Kulturen unabhängig von der Populationsdichte wandernder Nematoden wieder zu normalen Erträgen zu bringen.

Zusammenfassung

Die Bekämpfung von Nematoden ist mit den modernen Nematiziden (Begasungsmitteln) verhältnismäßig einfach. Leider ist sie wegen der Pflanzenunverträglichkeit der Mittel nur während der Vegetationsruhe möglich. Für bestimmte Nematodenarten und auch für bestimmte Kulturen ist dieser Zeitpunkt der Behandlung ungünstig. Es wurde deshalb die Behandlung von stehenden Kulturen während der Vegetation mit systemischen Nematiziden untersucht. Erfahrungen liegen vor mit Formulierungen, die als Wirkstoff Zinophos enthalten. Diese Mittel sind in den wirksamen Konzentrationen pflanzenverträglich, werden von der Wurzel aufgenommen und in der Pflanze transportiert. In den Versuchen erwiesen sich die Präparate als hervorragend. Vor allem freilebende Nematoden scheinen sehr empfindlich zu sein. Entscheidend für den Erfolg ist eine der jeweiligen Kultur und der jeweiligen Nematodenart oder -population zeitlich angepaßte Bekämpfung. Da Zinophos auch eine ausgezeichnete insektizide Wirkung hat, läßt sich die Behandlung voraussichtlich so einrichten, daß Nematoden und Schadinsekten möglichst gemeinsam getroffen werden können.

Summary

Nematode control with modern nematicides (fumigants) is relatively simple. Unfortunately, due to their phytotoxicity, these agents can be applied only between seasons. This period is not the best time for treatment of certain nematode species and of certain crops. For this reason treatment of growing crops with systemic nematicides was investigated during the vegetation period. Experiences have been gathered with formulations which contain Zinophos as active substance. These agents are tolerated by the plant in their most effective concentrations, are absorbed by the roots and transported within the plant. In trials the preparations proved to be excellent. Especially migratory nematodes appeared to be quite susceptible. A timely adjustment of application to each individual crop and to the individual nematode species or populations is decisive in order to achieve control. As Zinophos also displays an excellent insecticidal effect; treatment can presumably be planned so as to cause joint control of nematodes and harmful insects.

Literatur

- Anonym, Experimental Nematocide 18 133. Research Summary-1958. Amer. Cyanamid Co. agric. Div. 1959.
- , Experimental Nematocide 18 133. Research Summary-1959. Amer. Cyanamid Co. agric. Div. 1960.
- , CYNEM zinophos (Experimental Nematocide 18 133). Research Summary-1960. Amer. Cyanamid Co. agric. Div. 1961.
- , Experimental Nematocide 18 133. Amer. Cyanamid Co. Cyanamid int. agric. Prod. Inform. 1961.
- Barker, K. R., and Sasser, J. N., Biology and control of the stem nematode *Ditylenchus dipsaci*. Phytopathology 49. 1959, 664—670.
- Fraser, W. D., and Lindley, C. D., Field experiments with a new organophosphorus nematocide against potato root eelworm. Brit. Insecticide, Fungicide Conf. 1962. (Im Druck).
- Golz, H. H., and Schaffer, C. B., Toxicological Information on Cyanamid Pesticides. Amer. Cyanamid Co. 1960.
- Holz, W., und Lange, B., Fortschritte in der chemischen Schädlingsbekämpfung. Landw.verl. Weser-Ems, Oldenburg 1962, 256 S., (5. Aufl.).
- Jepson, W. F., The progress of eelworm control with 0-0-diethyl 0-2-pyrazinyl phosphorothioate (Zinophos) in Europe. Irish Plant Prot. Conf. 1962.
- Martin, W. J., Elimination of root knot nematodes from infested sweetpotato roots and plants. Plant Dis. Repr. 46. 1962, 21—23.
- Mottinger, R. E., Evaluation of an experimental nematicide, 0,0-diethyl 0-2-pyrazinyl phosphorothioate. Plant Dis. Repr. 45. 1961, 335—340.
- Wagner, F., Ergebnisse von Bekämpfungsversuchen gegen das Rübenkopffälchen (*Ditylenchus dipsaci*) in den Jahren 1959 und 1960. Pflanzenschutz 12. 1960, 153—154.

Diskussion

Goffart weist auf die Notwendigkeit einer Klärung der Rückstandsfrage hin, da sich bei behandelten Pflanzen in Blättern und Früchten mehrfach Rückstände des Mittels im Drosophila-Test nachweisen ließen. Dieser Punkt wird, wie Simon erklärt, gegenwärtig noch überprüft.

B. WEISCHER,

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
 Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung in Münster (Westf.).

Nematoden als Vektoren von Pflanzenviren

Der vor wenigen Jahren erstmals gelungene Nachweis einer Virusübertragung durch Nematoden hat weit über die Grenzen der Nematodenforschung hinaus Interesse gefunden. Der Verdacht auf das Vorhandensein einer solchen Fähigkeit ist von nematologischer Seite auf Grund von Feldbeobachtungen schon früher geäußert worden (Steiner, 1949), doch wurde dem von den Virologen keine große Beachtung geschenkt. Seit der grundlegenden Arbeit von Hewitt, Raski und Goheen (1958) hat sich aber das Studium der Beziehungen zwischen Nematoden und Viren zu einem wichtigen eigenen Forschungsgebiet entwickelt, an dem in der ganzen Welt intensiv gearbeitet wird. Wenn die Anzahl der bisher gelungenen Nachweise einer Übertragung noch nicht sehr groß ist, dann liegt das in erster Linie an den großen methodischen Schwierigkeiten. In der Tabelle sind die bis jetzt veröffentlichten Ergebnisse dieser Forschungen zusammengestellt.

Diese Zusammenstellung, die sich im Laufe der Zeit sicher noch erweitern wird, ist in mehrfacher Hinsicht aufschlußreich. Sie zeigt zunächst, daß nur mit wenigen Arten aus der Vielzahl der pflanzenschädigenden Nematoden eine Übertragung gelungen ist. Alle Versuche, die mit den Arten aus der Ordnung der *Tylenchida* gemacht worden sind, zu der die weitaus meisten und häufigsten der Pflanzenparasiten gehören, verliefen negativ. Bisher sind nur Versuche mit Angehörigen der *Enoplida* gelungen. Diese Ordnung ist mit den Tylenchiden nicht verwandt und gehört zu einer anderen Unterklasse. Morphologisch und physiologisch sind die beiden Gruppen stark unterschieden. Darin dürfte auch wohl der Grund dafür liegen, daß nur mit Enopliden Übertragungen positiv verlaufen sind und nicht, wie Nolte (1961) annimmt, in der zu geringen Anzahl der Versuche mit Tylenchiden.

Die Gruppe der nematodenübertragbaren Viren ist u. a. dadurch gekennzeichnet, daß sie zur Infektion ein übertragendes Agens benötigen und empfindlich gegen Austrocknung sind. Sie verlieren schon bei Lufttrocknung ihre Infektionsfähigkeit.

Tabelle
 Nachweise einer Virusübertragung durch Nematoden

Nematodenart	übertragenes Virus	Literatur
Ordn. <i>Enoplida</i>		
U. O. <i>Dorylaimina</i>		
Fam. <i>Tylencholaimidae</i>		
<i>Xiphinema index</i>	Arabis mosaic grape vine fanleaf strain	Hewitt, Raski u. Goheen (1958)
<i>Xiphinema diversicaudatum</i>	Arabis mosaic type strain	Ihau, Posnette (1959, 1961) Harrison u. Cadman (1959)
<i>Xiphinema americanum</i>	Tobacco ringspot peach yellow bud mosaic strain	Breece u. Hart (1959)

Nematodenart	übertragenes Virus	Literatur
<i>Xiphinema americanum</i>	Tobacco ringspot	Fulton (1962)
<i>Xiphinema spec.</i>	Tobacco ringspot peach yellow bud mosaic strain	Frazier u. Maggenti (1962)
<i>Longidorus macrosoma</i>	Raspberry ringspot	Harrison (1962)
<i>Longidorus elongatus</i>	Raspberry ringspot	Taylor (1962)
<i>Longidorus elongatus</i>	Tomato black ring beet ringspot strain	Harrison, Mowatu. Taylor (1961)
<i>Longidorus attenuatus</i>	Tomato black ring lettuce ring- spot strain	Harrison, Mowatu. Taylor (1961)
U. O. <i>Alaimina</i>		
Fam. <i>Trichodoridae</i>		
<i>Trichodorus pachydermus</i>	Tobacco rattle (Niederlande)	Sol, van Heuven u. Scinhorst (1960)
	Tobacco rattle (Deutschland)	Köstlin (1962)
<i>Trichodorus pachydermus</i>	Early browning of peas	van Hoof (1962)
<i>Trichodorus teres</i>	Early browning of peas	van Hoof (1962)
<i>Trichodorus primitivus</i>	Tobacco rattle (England)	Harrison, Mowatu. Taylor (1961)
<i>Trichodorus christiei</i>	Tobacco rattle potato corky ring- spot strain (Florida)	Walkinshaw, Grif- fin u. Larson (1961)
<i>Trichodorus viruliferus</i>	Tobacco rattle	Hooper (1963)

Die Tabelle zeigt eine Aufteilung in 2 Gruppen sowohl bei den Älchen als auch bei den Viren. Bei den Älchen werden durch die Trennungslinie 2 Familien aus 2 verschiedenen Unterordnungen getrennt. Es sind die *Tylencholaimidae*, zu denen die genannten *Xiphinema*- und *Longidorus*-Arten gehören und die *Trichodoridae*. Die beiden Gruppen sind unter sich sehr wenig verwandt (Clark, 1961, 1962).

Bei den Viren werden durch die Trennungslinie isometrische und stäbchenförmige Arten getrennt. Nach den bisherigen Erfahrungen sind die zu den Tylencholaimiden gehörenden Arten nicht in der Lage, stäbchenförmige Viren zu übertragen. Auf der anderen Seite können die Trichodoriden keine Viren mit isometrischen Partikeln weitergeben. Die Gründe für diese Spezialisierung sind noch nicht bekannt. Sie könnten wenigstens z. T. mechanisch bedingt sein, da die Mundstachel der beiden Gruppen ganz verschieden gebaut sind. Weitere Eigentümlichkeiten und Spezialisierungen in den Beziehungen zwischen Älchen und Viren innerhalb der genannten Gruppen weisen aber darauf hin, daß physiologische Unterschiede von entscheidender Bedeutung sind. Offenbar kann eine Nematodenart in der Regel nur ein Virus oder sogar nur einen bestimmten Virusstamm übertragen. Es bestehen direkte Parallelen im Verwandtschaftsgrad bei den Älchen und bei den Viren. So sind z. B. *Xiphinema index* und *X. diversicaudatum* sehr nahe verwandt, und sie übertragen auch verschiedene Stämme des gleichen Virus. Ähnliche Verhältnisse finden wir bei *Trichodorus*. Ausnahmen von dieser strengen Spezialisierung machen bisher *Longidorus elongatus* und *Trichodorus pachydermus*, die beide zwei verschiedene, serologisch nicht miteinander verwandte Viren übertragen können.

Die Einzelheiten der Übertragung sind noch weitgehend unbekannt. Die Virus-
teilchen gelangen beim Saugakt mit dem Zellsaft kranker Pflanzen in die Nema-
toden. Eine genaue Lokalisation im Nematodenkörper war noch nicht möglich.
O t e i f a (persönliche Mitt.) hat Versuche mit radioaktiv markierten Molekülen
begonnen. Nach H a r r i s o n und W i n s l o w (1961) können Larven von *Xiphinema
diversicaudatum* durch die Häutung das aufgenommene Virus bzw. ihre In-
fektionsfähigkeit verlieren. Das könnte bedeuten, daß sich die Partikeln in oder
an den dabei abgestoßenen Teilen (Cuticula, Mundhöhlenauskleidung, Vorderteil
des Mundstachels, Amphidentaschen, Papillen) befinden. Es kann sich aber auch
um eine vorübergehende oder dauernde Inaktivierung des Virus durch die mit
der Häutung verbundenen Stoffwechseländerungen im Nematodenkörper handeln.

Die Frage nach einer Vermehrung des Virus im Nematodenkörper ist ebenfalls
noch ungeklärt. Eine Weitergabe des Virus über die Eier an die nächste Generation
scheint nicht vorzukommen, doch können z. B. bei *X. index* alle beweglichen Sta-
dien das fanleaf-Virus übertragen (R a s k i und H e w i t t, 1960). Bei *X. diversicaudatum*
fanden H a r r i s o n und W i n s l o w (1961), daß erwachsene Tiere
bessere Vektoren sind als Larven.

Sofern bisher untersucht, genügt eine Saugzeit von einigen Stunden an einer
kranken Pflanze, um einen Nematoden infektionsfähig zu machen. Diese Fähig-
keit hält, ohne daß inzwischen Nahrung aufgenommen werden muß, je nach
Nematodenart 3–6 Wochen an. Für die Übertragung auf eine gesunde Pflanze
genügt es, wenn ein einziges Tier etliche Stunden saugt. Genaue zeitliche Angaben
sind sehr schwer zu gewinnen, da eine direkte Beobachtung außerordentlich selten
gelingt.

Experimentelle Arbeiten mit den als Vektoren wirkenden Nematodenarten be-
reiten erhebliche Schwierigkeiten. *Xiphinema* und *Longidorus* sind schon wegen
ihrer Körpergröße sehr empfindlich und verlieren sehr leicht ihre Infektions-
fähigkeit. Schon durch das Ausschlämmen z. B. mit dem S e i n h o r s t-Elutriator
und das anschließende Durchwandernlassen durch Filter und Sieb werden sie
so geschwächt, daß sie für Infektionsversuche nicht mehr zu verwenden sind.
Das liegt neben der mechanischen Beanspruchung wohl vor allem an dem metho-
disch bedingten langen Aufenthalt im Wasser, der sich bei den Älchen und bei
den Viren nachteilig auswirken kann. Zur Gewinnung von Tieren für Versuche
mit künstlicher Infektion muß man daher zu einem der kürzeren, aber ungenaue-
ren Sieb- und Dekantierverfahren greifen und die Tiere mit der Hand aus der
so gewonnenen Suspension auslesen.

Auch die Kultur der großen Nematoden in Töpfen hat in eigenen Versuchen
keine ausreichenden Erfolge gebracht. Die an Reben gefundenen Xiphinemen
halten sich wohl einige Zeit, aber auf die Dauer ist die Vermehrungsrate geringer
als die Sterblichkeit.

In Deutschland ist die Übertragung des Arabis-Mosaik an Erdbeeren durch
Xiphinema diversicaudatum und die des Tobacco rattle durch *Trichodorus pachy-
dermus* nachgewiesen (L i s t e r und K r e z a l, 1962, K ö s t l i n, 1962). Außer
diesen beiden sind in Deutschland auch noch andere der als Vektoren bekannten
Arten vertreten, doch wurden noch keine Übertragungsversuche veröffentlicht.
Am meisten bearbeitet, aber noch ungeklärt ist das Problem der Übertragung
der Rebvirose in Deutschland, wobei die Schwierigkeiten bei der Definition
der Viruskrankheiten an dieser Stelle nicht berücksichtigt werden.

In den deutschen Weinbaugebieten wurden bei eigenen Erhebungen außer *X. diversicaudatum* 2 weitere Xiphinemen gefunden. Ihre Artzugehörigkeit läßt sich im Augenblick noch nicht einwandfrei bestimmen. Sie werden vorerst als Form I und II bezeichnet. Untersuchungen zur Klärung der Taxonomie wurden vor einiger Zeit aufgenommen.

Form I (Abbildung 1 A) ist u. a. charakterisiert durch eine Schwanzspitze von etwa $9\ \mu$ Länge, eine ziemlich flache Lippenregion und eine Vulvalage von etwa 40%. Die Tiere kommen nur in geringerer Menge vor (1–5 in $250\ \text{cm}^3$ Rhizosphärenerde). Ihr Auftreten ist immer mit einer deutlichen Ausbreitung von Virusbefallstellen verbunden.

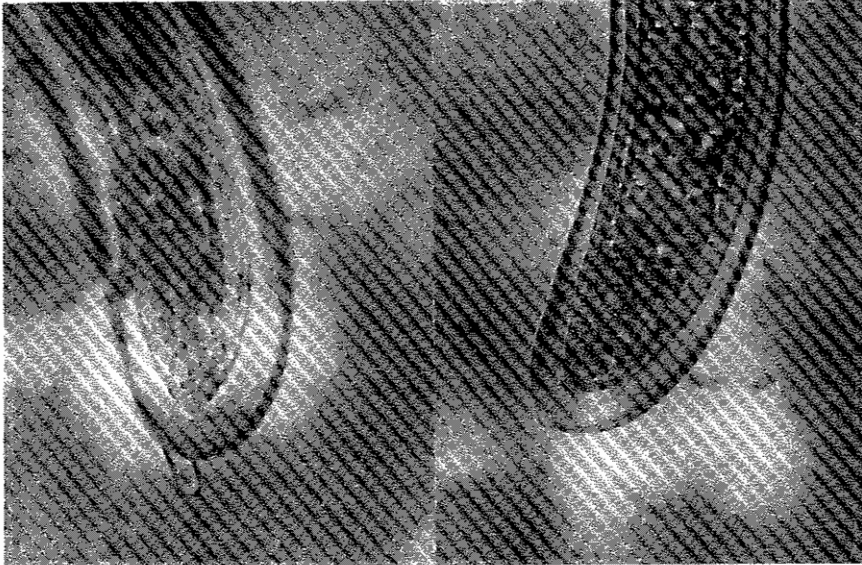


Abb. *Xiphinema* spp. aus der Rhizosphäre von Reben. Hinterenden der Weibchen
A. Form I, B. Form II

Es ist möglich, daß es sich hierbei um *Xiphinema index* handelt, doch ist es z. Z. nicht möglich, diese Art sicher zu bestimmen, da die Originalbeschreibung von Thorne und Allen (1950) zu wenig einwandfreie Unterscheidungsmerkmale zu anderen Arten, insbesondere zu *X. diversicaudatum*, enthält.

Form II hat eine sehr kurze oder gar keine Schwanzspitze ($0\text{--}4\ \mu$), eine etwas gewölbtere Lippenregion und eine Vulvalage von 45–50%. Normalerweise beträgt die Populationsdichte etwa 20 Tiere in $250\ \text{cm}^3$ Boden aus der Rhizosphäre. Sie kann aber mehr als die zehnfache Höhe erreichen. Diese Form ist also zahlreicher und auch weiter verbreitet in den deutschen Weinbaugebieten als Form I. Das Auftreten ist hier oft, aber nicht immer mit einer Ausbreitung von Virusherden verbunden. Die beobachteten Ausbreitungen scheinen langsamer vor sich zu gehen. Bei dieser Form handelt es sich wahrscheinlich um eine neue, noch nicht beschriebene Art.

Experimentelle Untersuchungen über die Übertragung von Rebviren durch diese beiden Xiphinemen führten bisher noch nicht zum Erfolg. Vielleicht lassen sich durch die Verwendung krautiger Testpflanzen bessere Ergebnisse erzielen, da sie die Virusinfektionen schneller und deutlicher anzeigen als Reben. Dazu gehören z. B. *Chenopodium amaranticolor*, *Ch. quinoa*, *Ch. murale* und *Gomphrena globosa*.

In Frankreich kommen neben anderen *Xiphinema*-Arten anscheinend auch die in Deutschland gefundenen Formen vor (V u i t t e n e z, 1962). *X. americanum*, die häufigste Art dieser Gattung in ganz Südeuropa, wurde in Deutschland nicht festgestellt. An einigen Stellen, besonders wo Weinberge und Obstanlagen aneinandergrenzen, wurde auch *X. diversicaudatum* in der Rhizosphäre von Reben gefunden, doch scheint das Auftreten nicht typisch zu sein.

Wegen der großen wirtschaftlichen Bedeutung der als Vektoren bekannten Nematoden und der von ihnen übertragenen Viruskrankheiten bei einigen wertvollen Kulturen ist die Frage der Bekämpfung sehr wichtig. Fruchtfolgemaßnahmen können sehr wirksam sein, da die genannten Viren nicht längere Zeit frei im Boden vorkommen, und die Nematoden nur in Gegenwart von Wirtspflanzen leben können. Beseitigt man die Virusquellen, also die viruskranken Pflanzen, und vermeidet den Anbau von Wirtspflanzen, so nimmt die Infektionsgefahr in einem verseuchten Boden deutlich ab. Die Nematodenpopulation wird reduziert, und da das Virus nicht von Generation zu Generation weitergegeben wird, verschwindet auch die Virusverseuchung der Nematoden. V u i t t e n e z (1962) konnte für Reben zeigen, daß die Anzahl der Neuinfektionen bei der Wiederbepflanzung eines mit *Xiphinema* verseuchten, vorher mit viruskranken Reben bestandenen Weinbergs mit dem Größerwerden des zeitlichen Abstands zwischen dem Roden der alten und dem Setzen der neuen Stöcke erheblich abnahm. Bei unmittelbar anschließender Wiederbepflanzung waren nach 6 Jahren 93 % der neugepflanzten Reben viruskrank, bei einer Wartezeit von 18 Monaten 36 % und bei 5 Jahren Abstand nur 10 %. Das zeigt, daß das Einschalten einer Brache oder die Einhaltung einer entsprechenden Fruchtfolge eine sehr wirksame Maßnahme sein kann. Bei gärtnerischen oder landwirtschaftlichen Kulturen lassen sich auf diese Weise größere Schäden vermeiden. In anderen Fällen, wie z. B. bei Reben, ist ein mehrjähriges Aussetzen des Weinbaus wirtschaftlich kaum tragbar. Außerdem werden bei der 30–50jährigen Kulturdauer der Rebe die durch die Fruchtfolgemaßnahmen zwar reduzierten, aber nicht vernichteten Populationen doch so schnell wieder auf die alte Höhe gebracht, daß es noch zu einer erheblichen Schädigung kommen kann. Eine gründlichere Entseuchung läßt sich mit einer chemischen Bodenbehandlung erreichen. Sie führt besonders bei kurzlebigen Kulturen zu guten Erfolgen (P i t c h e r, 1961, K ö s t l i n, 1962). Hier befindet sich der größte Teil der Nematoden in der oberen, leichter zu behandelnden Schicht. Die an Reben lebenden Xiphinemen haben dagegen nach unseren Untersuchungen ihre größte Populationsdichte zwischen 30 und 60 cm Tiefe und finden sich auch noch in größerer Tiefe. Sie sind also, obwohl sie nach den bisherigen Versuchen empfindlicher gegen Nematizide sind als die meisten anderen parasitären Arten, mit den bisherigen Mitteln schwerer zu vernichten. Diese können wegen ihrer Phytotoxizität nur auf pflanzenfreien Flächen angewandt werden. Eine Behandlung wäre also nur alle 30–50 Jahre möglich. Es gelingt damit zwar, den Befall für etliche Jahre zurückzudrängen, aber das reicht, wie beim Fruchtwechsel, für eine so langlebige Kultur nicht aus. Eine gewisse Verbesserung der Wir-

kung läßt sich erzielen, wenn die zu rodenden Stöcke schon im Sommer mit einem chemischen Mittel behandelt werden, das außer den oberirdischen Teilen auch die Wurzeln abtötet. Dadurch wird den Nematoden schon vorzeitig die Nahrung entzogen und verhindert, daß beim späteren Roden noch lebende Wurzeln im Boden bleiben, die den Tieren als Nahrungsreserven dienen könnten. Die dadurch schon geschwächten Populationen werden dann nach dem Roden der alten Stöcke mit einem Nematizid direkt bekämpft.

Neuerdings zeichnen sich in der Entwicklung systemischer Mittel, die bei stehenden Kulturen angewandt werden können, neue Möglichkeiten ab. Diese Substanzen werden von den Pflanzen aufgenommen und töten alle Nematoden, die sie befallen. Die Behandlung müßte dann in gewissen zeitlichen Abständen wiederholt werden. Schwierigkeiten können aus der noch ungeklärten Frage giftiger Rückstände im Erntegut entstehen, doch ergeben sich durch diese Mittel neue Möglichkeiten für die Anzucht virusfreien Pflanzenmaterials. Es ist allerdings noch nicht bekannt, ob in der kurzen Saugzeit, in der die Tiere den Wirkstoff mit dem Pflanzensaft aufnehmen müssen, schon das Virus übertragen wird. Dadurch könnte die gewünschte Wirkung der Behandlung zunichte gemacht werden. Diese Fragen sind z. Z. Gegenstand eingehender Untersuchungen.

Eine Bekämpfung der Nematoden oder eine Vermeidung von Schäden durch Züchtung resistenter Sorten ist noch nicht möglich. Diese Frage ist bei den virusübertragenden Arten noch kaum bearbeitet.

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

Seit dem im Jahre 1958 veröffentlichten ersten Nachweis darüber, daß Nematoden die Erreger pflanzlicher Viruskrankheiten übertragen können, wird an diesem Problem in der ganzen Welt intensiv gearbeitet. Bisher sind 11 virusübertragende Nematodenarten und 9 nematodenübertragbare Virose bekanntgeworden, 6 mit isometrischen und 3 mit stäbchenförmigen Partikeln. Die Fähigkeit zur Virusübertragung ist nach den bisherigen Untersuchungen auf wenige Gattungen und innerhalb dieser wieder auf einzelne Arten beschränkt. Die weitaus meisten pflanzenparasitären Älchen scheinen nicht als Vektoren wirken zu können. Bei den virusübertragenden Formen gelten die Vektoreigenschaften in der Regel nur für ein bestimmtes Virus oder für einen bestimmten Virusstamm. Über die Gründe der Spezialisierung ist noch wenig bekannt. Auch die Aufklärung der physiologischen Beziehungen zwischen den Viren und ihren Überträgern steht erst am Beginn. Die Bekämpfung der virusübertragenden Nematoden ist vor allem bei langjährigen Kulturen schwierig. Es zeichnen sich aber in der Entwicklung pflanzenverträglicher, systemisch wirkender Nematizide neue Möglichkeiten ab.

S u m m a r y

Since the first information on nematodes as vectors of plant viruses had been published in 1958, the work on this problem has been intensified all over the world. Up to now eleven virus-transmitting nematode species and nine viruses transmittable by nematodes are known. Six viruses have isometric particles and three have rod-shaped ones. The investigations conducted up till now show, that the ability to transmit virus is restricted to a few genera and within these to some species only. Most of the plant parasitic nematodes probably cannot act as vectors.

Little is known on the reasons for this specialisation as well as on the physiological relationships between the viruses and their vectors. The control of virus-transmitting nematodes proved to be difficult especially in perennial crops. The development of systemic nematicides which are tolerated by plants opens new paths.

Literatur

- Breece, J. R., and Hart, W. H., A possible association of nematodes with the spread of peach yellow bud mosaic virus. *Plant Dis. Repr.* 43. 1959, 989-990.
- Clark, W. C., A revised classification of the order Enoplida (Nematoda). *New Zealand J. Sci.* 4. 1961, 123-150.
- , The systematic position of the Alaimidae and the Diphtherophoridae (Enoplida, Nematoda). *Nematologica* 7. 1962, 119-121.
- Frazier, N. W., and Maggenti, A. R., Nematode transmission of yellow bud mosaic virus to strawberry. *Plant Dis. Repr.* 46. 1962, 303-304.
- Fulton, J. P., Transmission of tobacco ringspot by *Xiphinema americanum*. *Phytopathology* 52. 1962, 375.
- Harrison, B. D., in: Rothamsted Exp. Stat. Rept. 1961. 1962, 105.
- , and Cadman, C. H., Role of a dagger nematode (*Xiphinema* sp.) in outbreaks of plant diseases caused by arabis mosaic virus. *Nature, London*, 184. 1961, 1624.
- , Mowat, W. P., and Taylor, C. E., Transmission of a strain of tomato black ring virus by *Longidorus elongatus* (Nematoda). *Virology* 14. 1961, 480-485.
- , 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.
- Hewitt, W. B., Raski, D. J., and Goheen, A. C., Nematode vector of soil-borne fanleaf virus of grapevines. *Phytopathology* 48. 1958, 586-595.
- Hooper, D. J., *Trichodorus viruliferus* n. sp. (Nematoda: Dorylaimida). *Nematologica* 9. 1963, 200-204.
- Iha, A., and Posnette, A. F., Transmission of a virus to strawberry plants by a nematode (*Xiphinema* sp.). *Nature, London*, 184. 1959, 962-963.
- , and Posnette, A. F., Transmission of Arabis mosaic virus by the nematode *Xiphinema diversicaudatum* (Micol.) *Virology* 13. 1961, 119-123.
- Köstlin, H., Weitere Untersuchungen über das bodengebundene Rattel-Virus an Kartoffeln. *Diss. Univ. Gießen* 1962.
- Lister, R. M., und Krczal, H., Über das Auftreten des Arabis-Mosaiks bei der Erdbeere in Deutschland. *Phytopath. Ztschr.* 45. 1962, 190-199.
- Nolte, H.-W., Die derzeitige Bedeutung und der Stand der Nematodenforschung im Weltmaßstab mit Schlußfolgerungen für die in der Deutschen Demokratischen Republik durchzuführenden Arbeiten und Maßnahmen auf diesem Gebiet. *Sitzungsber. dtsh. Akad. Landw. wiss.* 10. 1961, H. 7, 24 S.
- Pitcher, R. S., Nematode vectors of plant viruses, with special reference to *Xiphinema diversicaudatum* (Micol.) and arabis mosaic virus. VI. Int. Symp. Nematologie. *Gent* 1961. — *Nematologica* 7. 1962, 9-10.
- , and Iha, A., On the distribution and infectivity with arabis mosaic virus of a dagger nematode. *Plant Path.* London, 10. 1961, 67-71.
- Raski, D. J., and Hewitt, W. B., Experiments with *Xiphinema* index as a vector of fanleaf of grapevines. *Nematologica* 5. 1960, 166-170.

- Sol, H. H., van Heuven, J. C., and Seinhorst, J. W., Transmission of rattle virus and *Atropa belladonna* mosaic virus by nematodes. Tijdschr. Planteziekten 66. 1960, 228-231.
- Steiner, G., Nematodes and the life association of the soil. Proc. Florida Soil Sci. Soc. 4-B (1942). 1949, 7.
- Taylor, C. E., Transmission of raspberry ringspot virus by *Longidorus elongatus* (de Man) (Nematoda: Dorylaimidae). Virology 17. 1962, 493-494.
- Thorne, G., and Allen, M. W., *Paratylenchus hamatus* n. sp. and *Xiphinema index* n. sp., two nematodes associated with fig roots, with a note on *Pratylenchus aniceps* Cobb. Proc. helm. Soc. Washington 17. 1950, 27-35.
- van Hoof, H. A., *Trichodorus pachydermus* and *T. teres*, vectors of the early browning virus of peas. Tijdschr. Planteziekten 68. 1962, 391-396.
- Vuittenez, A., Les nématodes vecteurs de virus et le problème de la dégénérescence infectieuse de la vigne. in: Auct. div.: Les nématodes. Centre nat. Rech. agron. Versailles 1961. 1962, 55-78.
- Walkinshaw, C. H., Griffin, G. D., and Larson, R. H., *Trichodorus christiei* as a vector of potato corky ringspot (tobacco rattle) virus. Phytopathology. 51. 1961, 806-808.

Diskussion

In der Diskussion, an der sich u. a. Ehrenhardt, Niemeyer, Hopp, Hahn und Homocyr beteiligten, wurden in erster Linie Einzelheiten der chemischen Bekämpfung erörtert.

D. STURHAN,

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

Zur Frage der Bekämpfung von *Longidorus maximus* (Bütschli)

In den letzten Jahren trat im nördlichen Bayern, im angrenzenden Baden-Württemberg und in Hessen der freilebende Nematode *Longidorus maximus* (Bütschli 1874) Thorne und Swanger 1936 als beachtlicher Pflanzenschädling auf. Von den phytoparasitären Nematoden kommt ihm vor allem im fränkischen Raum eine große wirtschaftliche Bedeutung zu, führt doch diese Nematodenart alljährlich besonders in wertvollen Kulturen, wie Baum- und Rebschulen, Tabak- und Gemüsekulturen, zu beträchtlichen Verlusten, so daß die Ermittlung geeigneter Bekämpfungsmaßnahmen zu den vordringlichen Aufgaben des Pflanzenschutzes gehört. Über einige bisher gewonnene Erfahrungen soll hier kurz berichtet werden. Die Ergebnisse von Untersuchungen über die Biologie, Ökologie und Pathogenität von *Longidorus maximus* werden an anderer Stelle mitgeteilt (Sturhan, 1963).

Pflanzenbauliche Maßnahmen

Eine wirksame und meist wirtschaftliche Methode zur Verhütung von Nematodenschäden ist das Ausschalten von Wirtspflanzen, die selbst Schaden erleiden



Abb. 1. (s. Text)

oder auch nur die Nematodenvermehrung begünstigen können. Bei dem äußerst weitgespannten Wirtspflanzenkreis von *L. maximus* — es wurden bisher fast 100 Pflanzen aus nahezu 40 Familien als zumindest „verdächtig“ erkannt (vgl. Sturhan 1963) — fällt es jedoch schwer, bei einem Schadaufreten günstige Fruchtwechselfflanzen zu empfehlen, da fast alle angebauten Kulturpflanzen als anfällig zu gelten haben. Als besonders empfindlich erwiesen sich nach bis-

herigen Ermittlungen neben Holzgewächsen, wie Koniferen, zahlreichen Laubhölzern und dem Wein, unter anderen die *Allium*-Arten, Salat, Schwarzwurzel, Sellerie, Möhre und Tabak. Nur die wichtigsten Getreidearten sowie etliche Cruciferen, wie Raps und Rettich, scheinen keine Wirte zu sein oder zumindest nicht geschädigt zu werden. Die Vermehrung von *L. maximus* fördern sie offenbar nicht. So zeigte eine Rebschule bei Nordheim/Main auf dem Teil, der als Vorfrucht Gerste getragen hatte, einen guten Bestand, während — mit scharfer Grenze — der andere Teil mit Kartoffel als Vorfrucht einen ausgedehnten Nematodenherd aufwies (Abb. 1).

Die Einhaltung eines geeigneten Fruchtwechsels läßt sich z. B. in Baumschulen kaum durchführen. Außerdem wirkt sich ungünstig aus, daß *L. maximus* auch ohne Nahrung lange Zeit lebensfähig bleiben kann (nach eigenen Untersuchungen mindestens 17 Monate) und eine größere Anzahl von Unkräutern zu seinen Wirten zählt.

Biologische Bekämpfung

Zur Bekämpfung parasitärer Nematoden unter Umgehung chemischer Maßnahmen und weitgehender Schonung der Böden und Erhaltung des Bodenlebens wurde nach biologischen und ökologischen Möglichkeiten gesucht. Die Anpflanzung von *Tagetes*-Arten (*T. erecta* L. und *T. patula* L.) als sogenannte Feindpflanzen bewirkte eine deutliche Verminderung der Populationen verschiedener *Pratylenchus*-, *Rotylenchus*-, *Tylenchorhynchus*-, *Paratylenchus*- und *Meloidogyne*-Arten (Oostenbrink, Kuiper und s'Jacob 1957 u. a.). Keinen oder einen nur unbedeutenden Einfluß auf *Dorylaimus*-Arten stellte Rühm (1960) bei Bekämpfungsversuchen in Forstbaumschulen in Norddeutschland fest.

Für die Bekämpfung von *Longidorus maximus* ist der Anbau von *Tagetes erecta* und *T. patula* ebenfalls unwirksam. Durch mehrere Untersuchungen konnte *T. erecta* sogar als gute Wirtspflanze von *L. maximus* ermittelt werden, welche die typischen Befallssymptome an den Wurzeln zeigt und bei starkem Befall auch selbst beträchtlichen Schaden erleiden kann. Bei den in der Tabelle zusammengestellten Nematodenspektren aus Bodenproben von dem Anschein nach gesunden und von deutlich geschädigten *Tagetes*pflanzen kommt bei den ermittelten Individuenzahlen allein *L. maximus* eine phytopathogene Bedeutung zu, da bei dieser Nematodenart schon äußerst niedrige Befallszahlen zu deutlichen Pflanzenschäden führen können. In der Rhizosphäre von *Tagetes* wurden neben *L. maximus* an einzelnen Untersuchungsstellen auch die nahe verwandten Arten *L. elongatus* (de Man) und *Xiphinema diversicaudatum* (Micoletzky) festgestellt. In mehreren Baumschulen und auf Gemüseanbauflächen erfolgter großflächiger *Tagetes*-Anbau erbrachte daher verständlicherweise nicht die erwarteten Erfolge, ebenso nicht ein Versuchsanbau zur Bekämpfung von *Xiphinema diversicaudatum* in Erdbeerkulturen (vgl. auch Sturhan und von Krosigk 1960).

Nach Angaben von Oostenbrink (1961) und Kuiper und Oostenbrink (1962) scheint *Tagetes patula* auch durch *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) und *Hemicycliophora* sp. geschädigt zu werden bzw. deren Vermehrung zu begünstigen.

Rohde und Jenkins (1958) stellten fest, daß die Wurzeln von Spargel (*Asparagus officinalis* var. *atilis*) ein nematizides Glykosid erzeugen, das sich im Boden ausbreitet, *Trichodorus christiei* Allen abtötet und auch toxisch auf

andere pflanzenparasitische Nematoden wirkt. Da *L. maximus* als bemerkenswerter Schädling an Spargel nachgewiesen werden konnte (Klein 1960, eigene Ermittlungen), ist anzunehmen, daß nicht alle Spargelvarietäten diese nematizide Eigenschaft besitzen oder daß sich *L. maximus* auch hier als unempfindlich gegenüber diesen toxisch wirkenden Pflanzenausscheidungen erweist. Auch einige andere Nematodenarten wurden als Parasiten an Spargel festgestellt.

Tabelle

Nematodenpopulationen in Boden aus der Rhizosphäre und in Wurzeln von *Tagetes erecta* L. (Mittel von je vier Mischproben von gut- und geringwüchsigen Stellen desselben Pflanzenbestandes).

Nematoden	Boden (100 cm ³)		Wurzeln (5,0 g)	
	gesund	krank	gesund	krank
<i>Longidorus maximus</i>	—	12	—	+
<i>Trichodorus</i>	—	7	—	—
übrige Dorylaimoidea	367	252	3	7
<i>Pratylenchus</i>	9	8	+	9
<i>Rotylenchus</i>	—	3	—	1
<i>Tylenchorhynchus</i>	21	41	—	1
<i>Criconemoides</i>	3	5	—	—
Aphelenchoidea	84	56	16	526
übrige Tylenchida	45	116	11	7
Saprobionte + <i>Mononchus</i>	1606	454	52	243
Gesamtzahl	2135	954	82	794

Ob starke organische Düngung zur Verringerung der *L. maximus*-Population im Boden führen kann, wie man in einer Baumschule angeblich festgestellt haben will, bleibt noch zu untersuchen. Für die mehrfach getroffene Feststellung, daß organische Düngung gewisse Wirkungen auf den Verseuchungsgrad des Bodens und die Vermehrung von *Heterodera*-, *Meloidogyne*- und *Pratylenchus*-Arten erkennen läßt, wurde als mögliche Erklärung Einbringung und Förderung der Entwicklung natürlicher Nematodenfeinde und physiologische Änderungen in der Pflanze herangezogen (Oostenbrink 1960). Bei dem unter den Bodennematoden bemerkenswert großen *L. maximus*, der eine Körperbreite bis zu fast 120 μ erreicht, besteht aber auch die Möglichkeit, daß durch eine Anreicherung von Humus die damit verbundene Verringerung des Porenvolumens und die stärker absorptive Bindung freien Bodenwassers sich ungünstig auf die ökologischen Ansprüche dieser Nematodenart auswirken. Diese Annahme wird dadurch bekräftigt, daß *L. maximus* in seinem Vorkommen auf leichte, sandige Böden mit geringem Anteil an kolloidalen Stoffen beschränkt ist. Durch eine Düngung und die damit gleichzeitig erfolgende Verbesserung der Bodenstruktur und Vergrößerung der wasserhaltenden Kapazität wird außerdem ganz allgemein der Pflanzenwuchs gefördert, wodurch ein Nematodenbefall nicht in Erscheinung zu treten braucht.

Chemische Bekämpfung

Die bei verwandten pflanzenparasitären *Longidorus*- und *Xiphinema*-Arten durchgeführten Bekämpfungsversuche mit chemischen Mitteln (Adams 1955, Nusbaum 1955, Hansbrough und Hollis 1957, Jensen und Horner 1957 u. a.) zeigen, daß auch für diese Nematoden die übliche, allgemein zur Bekämpfung freilebender, ektoparasitischer Älchen benutzte Bodenentseuchung Erfolge verspricht.

Versuche zur Bekämpfung von *L. maximus* mit Nematiziden wurden in den Befallsgebieten seit dem starken Auftreten von Schäden von verschiedenen Stellen durchgeführt. Wagner (1959) erzielte bei bereits 1957 in einer Forstbauschule in Miltenberg/Main begonnenen Versuchen befriedigende Erfolge mit Shell DD und Vapam. Auch im Bamberger Gemüseanbaugesamt waren im selben Jahr nach Sprau (1960) Bekämpfungsversuche mit Vapam mit gutem Ergebnis abgeschlossen worden.

In Zusammenarbeit mit der Bayer. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in den Jahren 1959 und 1960 durchgeführte Versuche, über die teilweise Sprau (l. c.) schon berichtete, lieferten mit Shell DD, Vapam und Mylone zumeist zufriedenstellende Resultate. Bei Behandlung war meist sowohl eine wesentlich bessere Entwicklung der Pflanzen einschließlich ihres Wurzelsystems als auch eine starke Reduktion der Bodennematoden zu verzeichnen (Abb. 2).



Abb. 2. Bekämpfungsversuch mit Shell D-D. Links unbehandelt, rechts behandelt; Versuchspflanze: Robinie (*Robinia pseudo-acacia*).

Einige andere chemische Mittel erwiesen sich als weniger günstig oder unbrauchbar. Über die Wirksamkeit, Vor- und Nachteile der einzelnen Nematizide, Anwendungsmöglichkeit in verschiedenen Böden und auf besonderen Kulturflächen, wie Baumschulen, Rebanlagen usw., gibt eine umfangreiche Spezialliteratur Auskunft.

Die Auswirkung der Mittelbehandlung auf die *L. maximus*-Populationen ließ sich bisher nicht mit hinreichend gesicherten Zahlen belegen, da diese Nematodenart trotz deutlicher Pflanzenschädigungen häufig nur in ganz geringer Anzahl

vorkommt und in kleinen Bodenmengen bei ungünstiger Probeentnahme sogar oft nur schwer nachweisbar ist (als Höchstzahl wurden 112 Ex. in 100 cm³ Boden aus unmittelbarer Wurzelnähe ermittelt). Außerdem bereitet die quantitativ genaue Extraktion der von Larvenstadium I bis zu den Adulten etwa ein bis über zwölf Millimeter langen Tiere aus dem Boden mittels der gebräuchlichen Auswaschverfahren einige Schwierigkeiten.

Bei Beurteilung der nach einer Bodenbehandlung erzielten Ergebnisse ist stets in Rechnung zu stellen, daß günstige Wuchsleistungen und Ertragssteigerungen meist nicht allein auf die Ausschaltung phytopathogener Nematoden zurückzuführen sind, sondern z. T. auf eine im einzelnen noch weitgehend unbekannt stimulierende Wirkung der Mittel, wie chemischer Bodenaufschluß, Düngung, Einwirkung auf die Verdunstungskraft des Bodens. Auf eine Mitteilung der bei den durchgeführten Versuchen gewonnenen Bonitätswerte des Pflanzenwuchses wird hier deshalb verzichtet.

Neuerliches sporadisches Schadauftreten von *L. maximus* nach der Bodenentseuchung auf behandelten Flächen trotz vorschriftsmäßiger Anwendung der Mittel, wie es z. B. bei Mylone und Trapex festgestellt wurde, dürfte teilweise darin eine Erklärung finden, daß sich ein Teil der Individuen von *L. maximus* — im Unterschied zu den meisten anderen Bodennematoden — in großer Bodentiefe aufhält und so, ohne Schaden zu nehmen, die Bodenbehandlung übersteht. Nach Untersuchungen über die Vertikalverteilung von *L. maximus* im Boden kamen 54 % aller Individuen in einer Bodentiefe von 20—40 cm vor, noch 27 % in 40—60 cm Tiefe und nur 19 % in der obersten Bodenschicht von 20 cm (S t u r h a n 1963). Es scheint außerdem im Herbst und Winter eine beschränkte Abwanderung aus der oberen Bodenschicht und eine Anreicherung in größeren Tiefen zu erfolgen, was sich auf die Erfolge zu diesen Zeiten stattfindender Bodenentseuchungen wieder nachteilig auswirken mag.

Erhebliche Ausfallserscheinungen, die in einer Forstbaumschule nach Vapam-Behandlung in Erlenquartieren (*Alnus glutinosa*) auftraten, waren vermutlich auf eine Störung der Mycorrhizabildung zurückzuführen. Ähnliche Feststellungen traf W r i g h t (1957) an *Pinus ponderosa* nach Chlorpikrineinwirkung.

Hygienische Maßnahmen

Der Verbreitung von Nematoden mit Pflanzgut oder Arbeitsgerät kann auch bei den nichtzystenbildenden Arten eine gewisse Bedeutung zukommen. Die Gefahr einer Verschleppung ist bei dem ektoparasitisch an den Wurzeln lebenden *L. maximus* wegen seiner großen Körperlänge und der Unfähigkeit, Austrocknung zu überstehen, allerdings als gering anzusehen. Beobachtungen in Baumschulen, wo *L. maximus* in teilweise weit auseinander liegenden Quartieren desselben Betriebes als Schädling auftrat, sich in den Nachbarkulturen aber nicht bemerkbar machte, deuten jedoch darauf hin, daß sie möglich ist.

Eintauchen der Wurzeln in ein Wasserbad von etwa 42° C, was von den meisten Pflanzen noch vertragen wird, aber wohl meist auf Schwierigkeiten in der technischen Durchführung stößt, verspricht gute Erfolge. Lösungen verschiedener Konzentration von einigen Parathion-, Lindan- und Demeton-Präparaten erwiesen sich für eine Abtötung von *L. maximus* als mehr oder weniger unwirksam. Etwas besser waren die Ergebnisse bei Tauchbädern in 6%iger Obstbaumkarbolineumemulsion, die z. B. im Weinbau zur Bekämpfung der Reblaus (*Viteus*

vitifolii [Fitch.] Anwendung findet. Gute Erfolge wurden durch Eintauchen in Lösungen eines neueren systemischen Nematizids erzielt.

Allgemein dürfte als Präventivmaßnahme eine Säuberung des Pflanzgutes von anhaftendem Boden bereits weitgehend einer Verschleppung von *L. maximus* vorbeugen.

Zusammenfassung

Pflanzenbauliche Maßnahmen zur Verhütung von Schäden durch *Longidorus maximus*, der als beachtlicher Schädling im süddeutschen Raum auftritt, lassen sich nur bedingt durchführen, da außer den Getreidearten und einigen Cruciferen fast alle angebauten Kulturpflanzen als anfällig zu gelten haben. Ein Anbau von *Tagetes* als „Feindpflanzen“ ist unwirksam. Bodenbehandlungen mit Nematiziden (Shell DD, Vapam, Mylone) zeigen befriedigende Erfolge, doch kann eine völlige Vernichtung der *L. maximus*-Populationen nicht immer erreicht werden, da diese Nematodenart vorwiegend tiefere Bodenschichten besiedelt. Zur Verhütung einer Verschleppung ist eine gründliche Säuberung von bewurzelttem Pflanzgut zumeist als ausreichend anzusehen.

Summary

Longidorus maximus occurs as an important plant pest at several places in southern Germany. Since most of our cultivated plants, with exception of the cereals and some crucifers, can be considered as hosts, crop rotation measures are of limited value only. Cultivation of *Tagetes* shows no nematode-reducing effects. However, soil disinfection with nematicides (Shell DD, Vapam, Mylone) gives satisfactory results, but a complete reduction of the *L. maximus* populations cannot be attained in each case, for this nematode species mainly lives in the lower soil layers. A good cleaning of rooted plants from adhering soil particles generally seems to be sufficient to prevent spreading of the nematode.

Literatur

- Adams, R. E., Evidence of injury to deciduous fruit trees by an ectoparasitic nematode (*Xiphinema* sp.) and a promising control measure. *Phytopathology* 45. 1955, 477—479.
- Hansbrough, T., and Hollis, J. P., The effect of soil fumigation for the control of parasitic nematodes on the growth and yield of loblolly pine seedlings. *Plant Dis. Repr.* 41. 1957, 1021—1025.
- Jensen, H. J., and Horner, C. E., Peppermint decline caused by *Longidorus sylphus* can be controlled by soil fumigation. *Phytopathology* 47. 1957, 18, (Abstr.).
- Klein, Schäden durch freilebende Nematoden an Spargeljungpflanzen. *Pflanzenschutz* 12. 1960, 128—129.
- Kuiper, K., en Oostenbrink, M., Enige bijzondere aaltjesaantastingen in 1961. *Tijdschr. Planteziekten* 68. 1962, 154.
- Nusbaum, C. J., Variable effects of nematocides on parasitic nematode populations in row-fumigated tobacco plots. *Phytopathology* 45. 1955, 349, (Abstr.).
- Oostenbrink, M., Population dynamics in relation to cropping, manuring and soil disinfection. In: J. N. Sasser and W. R. Jenkins, *Nematology*, Chapel Hill, 1960.
- , Enige bijzondere aaltjesaantastingen in 1960. *Tijdschr. Planteziekten* 67. 1961, 57—58.

- Oostenbrink, M., Kuiper, K., and s'Jacob, J. J., *Tagetes* als Feindpflanzen von *Pratylenchus*-Arten. *Nematologica*, Suppl. I. 1957, 424—433.
- Rohde, R. A., and Jenkins, W. R., The chemical basis of resistance of asparagus to the nematode *Trichodorus christiei*. *Phytopathology* 48. 1958, 463, (Abstr.).
- Rühm, W., Zur Bodenentseuchung in Forstbaumschulen und Forstkamps gegen pflanzenparasitäre Nematoden. *Dtsch. Bumschule* 12. 1960, 113—116.
- Sprau, F., Über ein vermutlich pflanzenschädigendes Auftreten eines freilebenden Nematoden, *Longidorus maximus* (Bütschli), an einer Reihe von Kulturpflanzen. *Nematologica*, Suppl. II. 1960, 49—55.
- 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.
- , und von Krosigk, Ch., Nematoden an Erdbeeren in Bayern. *Pflanzenschutz* 12. 1960, 78—80.
- Wagner, F., Über Versuche zur Nematodenbekämpfung in Forstbaumschulen. *Pflanzenschutz* 11. 1959, 31—32.
- Wright, E., Importance of Mycorrhizae to *Ponderosa* pine seedlings. *Forest Sci.* 3. 1957.

R. DERN,

Pflanzenschutzamt Frankfurt/M.

Vorkommen und Verbreitung der wirtschaftlich wichtigsten Nematoden in Hessen-Nassau

Da es bisher keine Zusammenstellung über Vorkommen und Verbreitung der wirtschaftlich wichtigsten Nematoden in Hessen-Nassau gibt, sei der gegenwärtige Stand der Ermittlungen auf Grund von Bodenuntersuchungsergebnissen und Feldbegehungen kurz mitgeteilt.

In Hessen-Nassau werden jährlich auf etwa 40 000 ha Ackerland, das sind ca. 11 % der gesamten Ackerfläche, Zucker- oder Futterrüben angebaut. Dort, wo in jedem dritten oder sogar jedem zweiten Jahr Rüben, evtl. auch noch im Wechsel mit Markstammkohl, auf gleichen Flächen gezogen werden, ist die Vermehrung des seit langem vorhandenen Rübennematoden (*Heterodera schachtii*) sehr gefördert worden. Die Rübennüdigkeit ist besonders auf den leichteren Böden im Süden weit verbreitet. Von den in den letzten 5 Jahren auf *Heterodera schachtii* untersuchten rund 10 000 Erdproben waren im Gebiet der Wetterau (Kr. Friedberg) 1/3 und im Hessischen Ried (Kr. Groß-Gerau) 2/3 aller Proben verseucht. Eine Verseuchung mit mehr als 40 Zysten/100 g Erde konnte in der Wetterau in etwa 5 %, im Hessischen Ried in wenigstens 10 % aller befallenen Proben festgestellt werden. In 60 Gemeinden gibt es stark mit Rübennematoden verseuchte Äcker. Hier zeigen sich die Schäden besonders auf leichteren Böden in Jahren mit trockenem Sommer.

Der Hafernematode (*H. avenae*) ist bisher in 18 Gemeinden festgestellt worden, die über das ganze Land verteilt sind. Schäden durch Hafernematoden, die zum Umbruch der Befallsflächen führten, wurden, wenn auch nur vereinzelt, bisher in jedem Jahr bekannt. Bei Bodenuntersuchungen auf solchen Flächen konnten meist zwischen 7–29 Zysten (auf einem Acker bis 68 Zysten) pro 100 g Erde ausgezählt werden.

In einigen Gemeinden in der Wetterau und im Hessischen Ried sind Hafer- und Rübennematoden auf den gleichen Äckern zu finden.

Über die Zunahme der Verbreitung des Kartoffelnematoden (*H. rostochiensis*) können keine genauen Angaben gemacht werden. Es läßt sich schwer entscheiden, ob erstmalig entdeckte Fundstellen wirklich neu oder schon relativ alt sind. Insgesamt müssen wir z. Z. 24 Gemeinden in Hessen-Nassau als teilverseucht und wenigstens die gleiche Anzahl von Gemeinden als befallsgefährdet bezeichnen. Mit der Auffindung weiterer Befallsherde oder Befallsflächen kann gerechnet werden. Eine Einschleppung des Kartoffelnematoden mit dem in Hessen-Nassau eingeführten Kartoffelsaatgut konnte wiederholt nachgewiesen werden. Die Verseuchung einzelner Äcker reicht bis zu 375 Zysten/100 g Erde. Der durchschnittliche Befall liegt bei ca. 40 Zysten/100 g Erde.

Die auf den Anbau der resistenten Kartoffelsorte „Antinema“ gesetzten Erwartungen haben sich nur teilweise erfüllt. Selbst in Gemeinden, in denen auf Grund eines starken Kartoffelnematodenbefalls der Anbau anfälliger Kartoffelsorten untersagt ist, konnten sich nur wenige Bauern für die weißfleischige „Antinema“ entscheiden. In den vergangenen zwei Jahren waren die geernteten Kartoffeln dieser Sorte sehr klein, was dazu geführt hat, daß in diesem Jahr noch

weniger Interessenten für den „Antinema“-Anbau gefunden werden konnten. Da jedoch 1962 die Ernte von „Antinema“ relativ gut ausgefallen ist (in Großversuchen bis 350 dz/ha), dürften im nächsten Jahr vielleicht wieder mehr Anbauer für die Sorte „Antinema“ zu finden sein. Leider ist der Entseuchungserfolg nach einmaligem „Antinema“-Anbau bei dem üblichen Reihenabstand von 62,5 cm nicht ausreichend. Im Durchschnitt konnte nur eine 60%ige Verminderung der Larven in den Zysten festgestellt werden.

Allgemein darf gesagt werden, daß die Bedeutung des Kartoffelnematoden in Hessen-Nassau nicht so sehr in den angerichteten Schäden, als vielmehr in der Gefahr für den Export zu erblicken ist. Bisher konnte aber noch kein Vorkommen dieses Nematoden in der Nähe von oder in Baumschulen nachgewiesen werden. —

Wesentlich mehr Bedeutung als Schädling hat das Stock- oder Stengelälchen (*Ditylenchus dipsaci*). Der Schaden, der jährlich durch diesen Nematoden in Hessen-Nassau angerichtet wird, ist beträchtlich. Von 1495 Gemeinden sind Stöckälchen bisher in 300 Gemeinden als Schädlinge aufgetreten. Während ein starker

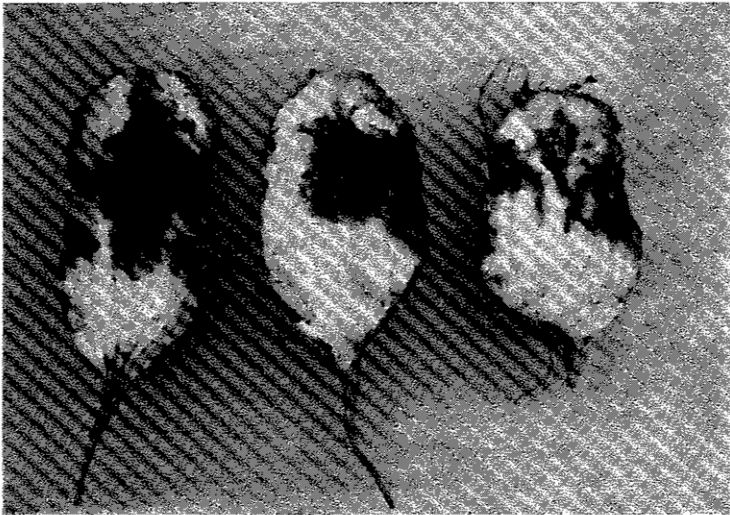


Abb. 1. Schäden durch *Ditylenchus dipsaci* an Futterrüben.

Befall an Mais, Weizen, Hafer, Roggen, Rotklee und Luzerne, Gurken und Sellerie nur gelegentlich festgestellt werden kann, sind die Schäden an Zucker- und besonders an Futterrüben weit verbreitet und treten besonders in Jahren mit feuchtem Frühjahr und Herbst sehr stark in Erscheinung. Ein Befall bis zu 10% an Futter- und Zuckerrüben ist leider häufig, ein starker Befall von 70–90% dagegen auf relativ wenige Fälle beschränkt. Ein 100%iger Befall konnte bisher nur einmal gefunden werden, und zwar auf einem befallenen Acker, dessen Wegrand wiederholt als Rübenmiete verwandt worden war.

Wie mehrjährige Erhebungen gezeigt haben, werden alle hier angebauten Futterrübensorten stark von *Ditylenchus dipsaci* befallen (Abb. 1). Unterschiede in der Befallsstärke sind nicht auf die Rübensorten, sondern auf verschiedene Saat-

zeiten und auf verschiedene Witterungsbedingungen zurückzuführen. Die Höhenlage spielt für den Rübenkopffälchenbefall in Hessen-Nassau keine Rolle. Auf leichten Sandböden sind bisher noch keine Schäden durch *Ditylenchus dipsaci* an Zucker- und Futterrüben festgestellt worden. Es hat sich aber gezeigt, daß Zuckerrüben auf besonders reichlich mit Stickstoff versorgten Flächen besonders stark befallen und geschädigt wurden. Rüben in Senken oder auf Kuppen eines Ackers sind gleichstark befallsgefährdet. Die Annahme, daß tiefer gelegene Stellen evtl. auf Grund ihrer größeren Feuchtigkeit einen stärkeren Befall aufweisen müßten, trifft nicht zu.

Bei der Untersuchung von Erdproben befallener, unter Kontrolle stehender Äcker zeigte sich, daß bei mehr als 8 Stockälchen/250 ccm Erde im Frühjahr (Februar/März) in einem feuchten Jahr mit einem Verlust von etwa 30 % bei

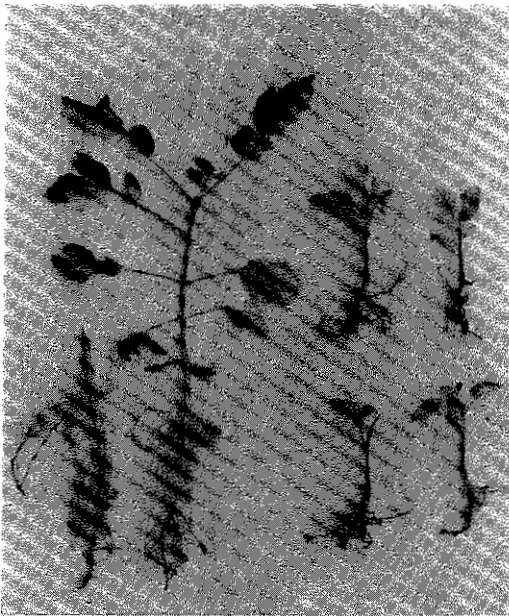


Abb. 2. Schäden an Eschen (1/0) durch *Longidorus maximus* (Pflanzen rechts geschädigt).

Futterrüben gerechnet werden muß. In diesem Jahr haben die Prognosen auf Grund von Bodenuntersuchungen im Frühjahr — vermutlich infolge zu großer anhaltender Trockenheit — leider nicht befriedigt. Denn dort, wo auf untersuchten Äckern ein Ausfall von 10–30 % erwartet worden war, zeigten sich befallene Rüben nur vereinzelt. Trotzdem soll versucht werden, auf Grund von Bodenuntersuchungen, ev. in Verbindung mit der langfristigen Wettervorhersage, Möglichkeiten für Befallsprognosen herauszufinden. Es fehlte auch nicht an Überraschungen. So traten z. B. 1960 auf einem erstmalig mit Futterrüben bestellten Acker, der nachweislich 12 Jahre vorher als Wiese genutzt worden war, bereits im ersten Jahr Ausfälle von 60 % durch das Rübenkopffälchen auf. Auf einem anderen Acker, auf welchem im Jahre 1960 erhebliche Schäden an Futter-

rüben festgestellt worden waren, zeigte der handhohe Winterweizen im Frühjahr 1961 starke Wuchsdepressionen. Aus 100 gewaschenen und zerkleinerten Weizenpflanzen wanderten 370 Rübenkopffälchen, aus 250 ccm Erde des oberen Wurzelbereiches (mit Wurzelmasse) 520, während im Boden selbst nur noch 100 Älchen/250 ccm nachgewiesen werden konnten. Die Frage, ob es sich um eine besondere Rasse oder um mehrere Rassen von *Ditylenchus dipsaci* handelt, ist noch zu klären. Infektions- und Anbauversuche in Freilandkästen zeigten, daß die Rübenrasse in Hessen-Nassau Karotten, Sellerie und Weizen befällt, nicht aber Klee, Luzerne und Erdbeeren.

Die in Baumschulen, Forstbaumschulen, Rosenzuchten und Gartenbaubetrieben festgestellten Bodenmüdigkeitserscheinungen sind nach unseren Untersuchungen etwa zur Hälfte auf Nematodenschäden zurückzuführen. Bei den Untersuchungen konnten *Longidorus maximus* als Schädling bei Esche, Douglasie, Kiefer, Fichte, Erle, Eiche, Linde und Ahorn häufig gemeinsam mit *Rotylenchus robustus* und verschiedenen *Pratylenchus*-Arten gefunden werden (Abb. 2). Auch eine noch nicht bestimmte Art von *Xiphinema* konnte im Schattenkamp einer Forstbaumschule ermittelt werden (50–60 Älchen/250 ccm Erde). *Pratylenchus*-Arten allein, z. T.



Abb. 3. Schäden an Erdbeeren durch *Xiphinema diversicaudatum* und Arabis-Mosaik-Virus.

auch gemeinsam mit *Rotylenchus*, sind für die Bodenmüdigkeit vieler Rosenfelder, besonders im Kr. Friedberg, verantwortlich (Befallszahlen von 250–430, nach Sonnenblumenanbau bis 2620/250 ccm Erde).

Im Erdbeeranbau (es werden in Hessen-Nassau etwa 400 ha mit Erdbeeren bebaut) sind vor allem Blattälchen (*Aphelenchoides fragariae*) weit verbreitet, während *Ditylenchus* nur vereinzelt als Erdbeerschädling vorkommt. Schwere

Schäden finden wir aber auf solchen Flächen, die mit *Xiphinema diversicaudatum* verseucht sind. Bekanntlich überträgt *X. diversicaudatum* das Arabis-Mosaik-Virus. Infizierte Pflanzen kümmern und sterben ab (Abb. 3). Die typischen Befalls-symptome sind bereits von Lister und Krczal (1962) beschrieben worden. Bisher wurden mehrere befallene Felder in 5 Odenwaldgemeinden ermittelt. Die Zahl der in 250 cm Erde aufgefundenen Nematoden der Art *X. diversicaudatum* schwankte zwischen 15 bis 370. Durch häufigeren Wechsel der Erdbeer-anbauflächen wäre die Ausbreitung der Schäden zweifellos geringer. Bodenent-seuchungsmaßnahmen zur Bekämpfung von *Xiphinema* sind bisher nur ver-einzelt, aber mit gutem Erfolg durchgeführt worden. Die Befallserhebungen und Bodenuntersuchungen werden fortgesetzt.

Von den insgesamt 1495 Gemeinden in Hessen-Nassau müssen 408 Gemeinden, das sind 27 %, jährlich mit stärkeren Nematodenschäden rechnen. Über die Höhe der Schäden lassen sich keine genauen Angaben machen.

Zusammenfassung

Häufiger Zucker- und Futterrübenanbau haben in den letzten Jahren zur Ver-mehrung von *Heterodera schachtii* geführt. Die Schäden in einem der wichtigsten Zuckerrübenanbaugebiete, dem hessischen Ried, die sich besonders in trockenen Jahren sehr deutlich zeigen, sind beachtlich. Zwei Drittel der Rübenanbauflächen sind hier verseucht, wie die Bodenuntersuchungen gezeigt haben. Auch in der Wetterau hat die Verseuchung der Rübenäcker durch *H. schachtii* zugenommen. Hier ist ein Drittel der Anbauflächen befallen. Insgesamt sind Äcker von 60 Ge-meinden stark mit *H. schachtii* verseucht (über 40 Zysten je 100 g Erde).

H. avenae tritt in 18 Gemeinden als Schädling in Erscheinung. Die Verbreitung erstreckt sich vom Norden bis zum Süden Hessen-Nassaus. Jährlich werden mehrere Felder infolge starker Hafernematoden-Schäden umgebrochen. Zysten-zahlen auf solchen Flächen schwanken zwischen 7 bis 29 Zysten pro 100 g Erde.

H. rostochiensis ist in 24 über das ganze Land verteilten Gemeinden nach-gewiesen worden. Die Schäden sind zum Teil groß. Bisher ist kein Fall bekannt, daß *H. rostochiensis* in der Nähe von oder in Export-Baumschulen vorkommt. Mit einer, wenn auch nur geringen Einschleppung des Kartoffelnematoden durch Kartoffelsaatgut muß gerechnet werden.

Von allen Nematoden werden die größten Schäden durch *Ditylenchus dipsaci* angerichtet. Besonders eindrucksvoll sind die Schäden an Zucker- und Futter-rüben, die in Jahren mit feuchtem Frühjahr in fast allen Gebieten festgestellt werden. 300 Gemeinden haben *Ditylenchus*-Befall auf ihren Äckern. Die Er-hebungen über die weitere Verbreitung des Nematoden werden fortgesetzt.

Nur lokale Bedeutung als Schädling haben *Longidorus maximus* in Forst-baumschulen, *Pratylenchus*-Arten im Rosenanbauggebiet und *Xiphinema diversi-caudatum* im Odenwälder Erdbeeranbauggebiet. Zu großen Schäden kommt es ins-besondere bei der Übertragung des Arabis-Mosaik-Virus durch *Xiphinema*.

Von den insgesamt 1495 Gemeinden Hessen-Nassaus müssen 408 Gemeinden (das sind 27 %) jährlich mit stärkeren Nematoden-Schäden rechnen. Über die Höhe der Schäden lassen sich keine genauen Angaben machen.

Summary

Repeated cultivation of sugar beets and fodder beets during the last years has led to an increase of *Heterodera schachtii*. Damage in one of the most important districts for sugar beet cultivation, the "Hessisches Ried", is considerable, especially in drier years. Two thirds of this sugar beet area are infected, as examinations of soil samples have shown. Also in the "Wetterau" an increase of the infection by *H. schachtii* took place. One third of the cultivated area is now infected. Altogether the fields of 60 municipalities are seriously infected by *H. schachtii* (more than 40 cysts per 100 g soil).

H. avenae appears in 18 municipalities as a pest, covering Hessen-Nassau from North to South. Because of serious damage by this nematode quite a number of fields have to be ploughed untimely every year. The number of cysts on these fields fluctuates from 7 to 29 per 100 g soil.

H. rostochiensis has been identified in 24 municipalities all over Hessen-Nassau. Damage is partly serious. Hitherto no *H. rostochiensis* appeared nearby in tree-nurseries used for export. The possibility of introducing potato nematodes with seedpotatoes has to be faced.

Ditylenchus dipsaci causes the greatest damage from all plant parasitic nematodes. Especially impressive are the damage on sugar beets and fodder beets which can be noticed almost everywhere after a wet spring. The fields of 300 municipalities are infected by *Ditylenchus*. Investigations on the spreading of *Ditylenchus* are continuing.

Nematode damage on nurseries of forest trees (*Longidorus maximus*), in roses (*Pratylenchus*) and in the "Odenwälder" strawberry district (*Xiphinema diversicaudatum*) is of local importance only. Serious damage has been caused by transmission of Arabis-Mosaic-Virus by this *Xiphinema*.

Out of the 1495 municipalities in Hessen-Nassau 408 (that is 27 %) will have to take into account considerable losses due to nematodes. No exact estimate of the amount of such damages can be given.

Literatur

- Lister, R. M., und Krczal, H., Über das Auftreten des Arabis-Mosaiks bei Erdbeere in Deutschland. Phytopath. Ztschr. 45. 1962, 190-199.