

Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Rheinland, Bonn-Bad Godesberg

Zur Generationsfolge des Rübenematoden

On the Number of Generations of the Beet Eelworm (*Heterodera schachtii*)

Von E. Thomas

Zusammenfassung

In den Jahren 1975, 1977 und 1978 wurden Untersuchungen über die Generationenfolge des Rübenematoden (*Heterodera schachtii*) an Zuckerrüben (*Beta vulgaris*) unter praktischen Feldbedingungen im Rheinland angestellt.

In allen Fällen konnte nur eine abgeschlossene Generation festgestellt werden.

Die Befallszunahme war abhängig vom Verhalten der in den neugebildeten Zysten befindlichen Eier und Larven. Es bestanden enge Beziehungen zwischen Bodenfeuchtigkeit und Larvenschlupf. Je früher die Larven die neugebildeten Zysten verließen, um so stärker sank der Befall mit Eiern und Larven bis zur Ernte und umgekehrt. Der höchste Befallsanstieg wurde in dem relativ trockenen Jahr 1975 erzielt.

Abstract

In the years 1975, 1977 and 1978 examinations about the series of generations of the beet eelworm on sugar-beet were executed under practical field conditions in the Rhineland.

In all cases only one closed generation could be observed. The increase of infestation was dependent on the behaviour of the eggs and larvae in the new formed cysts. Narrow relations existed between the moisture of soil and the hatch of larvae. At sufficient moisture of soil the hatch follows directly after formation of the first-stage larvae. The earlier the larvae left the cysts, the more infestation decreased until the harvest.

The highest increase of infestation was obtained in the relative dry year 1975.

Die Entwicklungsdauer einer Rübenematodengeneration und die sie beeinflussenden Faktoren sind von erheblicher praktischer Bedeutung. Es ist bekannt, daß die Vermehrung des Rübenematoden an den verschiedenartigen Wirtspflanzen nicht gleich hoch ist. Hauptkulturen wie zum Beispiel Zuckerrüben, Kohlrarten und Winterraps bewirken eine andere Befallszunahme wie etwa Raps- oder Kohlrarten als Zwischenfrüchte. Bekannt ist ferner die unterschiedliche Nematodenentwicklung an früh- und spätgesättem Raps zur Gründung. Auch Wurzelform und -ausbildung haben Einfluß auf die Nematodenvermehrung (THIELEMANN 1978). Erwähnt werden muß in diesem Zusammenhang auch der Spinat, bei dem Kulturdauer und Anbauzeit sogar eine Befallsabnahme bewirken können (KÖHLER 1968).

Nach TRIFFIT (1930) ist in England eine Generation möglich. Die im Laufe der Rübenkultur an den Wurzeln auftretenden Zysten sind als Folge eines kontinuierlichen Larvenschlupfes aus alten Zysten anzusehen. JONES (1950) beobachtete, daß durchschnittlich zweieinhalb bis drei Generationen – in Abhängigkeit von den Kulturbedingungen – an Zuckerrüben während der Zeit von April bis November möglich sind. Dagegen vertritt FRANKLIN (1951) die Meinung, daß eine

zweite Generation nur in begrenztem Umfang vorkommt, eine dritte aber unwahrscheinlich ist. HELLINGA (1941) grub in wöchentlichen Abständen Rüben aus und bonitierte den Zystenbesatz an den Wurzeln, um anhand der so gewonnenen Ergebnisse Hinweise auf die Generationenfolge zu erhalten. Er stellte in einem Fall ein periodisches Ansteigen und Abklingen des Zystenbesatzes fest, in einem anderen Fall blieb diese Periodizität aus. RASKI (1950) will zur Bestimmung der Entwicklungsdauer nicht nur den Ei-Larven-Besatz in der Zyste, sondern auch die Zahl der Eier in der gelatinösen Matrix berücksichtigt wissen. Aus letzteren schlüpfen die Larven zuerst. DUGGAN (1959) ist aufgrund von Topfversuchen der Ansicht, daß in Irland die Bildung von zwei bis drei Generationen möglich ist, wobei die dritte nur sehr schwach erkennbar ist. THOMASON und DON FIFE (1962) registrierten in Topfversuchen gar fünf Generationen an Zuckerrüben in Kalifornien, wobei allerdings für jede Generation neue Rübenpflänzchen zur Verfügung standen. DUGGAN verwendete Zysten, die sich nach acht bis zehn Wochen Kulturdauer an Mangold entwickelt hatten; THOMASON übertrug die Zysten, wenn in ihren Eisäcken bereits die ersten Larven vorhanden waren.

DERN (1979) beobachtete die Einwanderung der Larven in die Wurzeln und stellte dabei drei deutliche Maxima fest. Daraus folgert er das Vorhandensein von drei Generationen. Mehrere Generationen des Rübenematoden an Zuckerrüben sind auch nach MÜLLER (1979) aufgrund eigener Versuche möglich. Gemeinsam ist allen Versuchsergebnissen, daß die Entwicklung von Generation zu Generation ohne Unterbrechung möglich ist, sofern zuzugewandene Wirtspflanzen und Klimaverhältnisse vorhanden sind. Aufgrund der bisherigen Kenntnisse über die Generationsdauer wurde dem Rübenematoden eine besonders hohe Vermehrungsfähigkeit bescheinigt. Dazu mag die gedanklich naheliegende Überlegung beigetragen haben, daß sich das Vermehrungspotential der einzelnen Generationen zu immer größeren Populationen addiert. Ob und in welchem Maße diese Annahme für rheinische Verhältnisse zutrifft, war Gegenstand dreijähriger Untersuchungen unter praktischen Feldbedingungen.

Methodik

Für die Untersuchungen standen mäßig bis sehr stark befallene Parzellen im Raum Köln/Brühl (1975 und 1977) und Titz-Ameln (1978) zur Verfügung. Im Jahre 1976 wurden die Untersuchungen wegen der großen Trockenheit abgebrochen.

Nach Feststellung des Ausgangsbefalls zum jeweiligen Saattermin wurden – beginnend mit der Bildung des ersten Laubblattpaares – in ein- bis zweiwöchigen Abständen folgende Untersuchungen durchgeführt:

Bestimmung der

- a) Anzahl brauner (alter) Zysten
- b) Anzahl weißer (neuer) Zysten
- c) Anzahl inzystierter Eier und Larven
- d) Anzahl frei im Boden befindlicher Larven

Alle Werte wurden auf 100 ml Boden (Rhizosphärenerde) bezogen.

Zur Untersuchung gelangten nur Mischproben. Umfang und Tiefe der Einzeleinsteiche entsprachen der jeweiligen Größe des Wurzelsystems. Zum Ausgleich von Befallsunterschieden wurden zu Beginn 6, später 4 und mit fortschreitendem Umfang des Wurzelsystems 2 Stichproben, bestehend aus Rübepflanzen mit anhaftendem Boden, entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt. Nach Erscheinen der weißen Zysten wurden 4 Rüben ausgegraben und ihre Rhizosphärenerde einzeln untersucht.

Die Bodenmuster wurden im Labor gemischt und die größeren, über 5 mm großen Bestandteile abgesiebt. 2 × 100 ml Boden/Probe dienten der Zystengewinnung; weitere 2 × 100 ml der Extraktion freier Rübennematodenlarven. Zur Zystengewinnung benutzten wir eine nach dem Seinhorst-Elutriator modifizierte Spülkanne eigener Konstruktion; die Larvengewinnung erfolgte mit Hilfe der Doppelsieb-Filtermethode.

Der Witterungsverlauf während der Beobachtungszeiträume: Die Befallsentwicklung wurde entscheidend durch das Klima – besonders durch die Bodenfeuchtigkeit – bestimmt. Mit welchen unterschiedlichen Temperaturen und Niederschlagsmengen die Versuchsjahre aufwarteten, ist aus Tab. 1 ersichtlich. Im Jahre 1975 wurden bis zum 9. Juni zu den jeweiligen Probenentnahmetagen die Bodenfeuchtigkeit und die -temperatur gemessen. Diese Werte sind unter den entsprechenden Daten der Abb. 1 a aufgeführt. Das Vegetationsjahr 1975 war besonders in den Monaten April, Mai und

Juni extrem trocken. Das dadurch verursachte Regendefizit wurde in den nachfolgenden Monaten nicht ausgeglichen, um so weniger, als sich die Niederschläge im Juli und August auf wenige, jedoch starke Schauer beschränkten. Erst Mitte August war der Boden wieder in einem kulturfähigen, feuchtkrümeligen Zustand.

Dank der hohen Winterfeuchtigkeit am Versuchsstandort liefen die Rüben gleichmäßig auf. Die Besiedelung der Wurzeln mit Rübennematodenlarven setzte bereits nach Vollenendung des Keimblattstadiums massiv ein. Siehe auch Tab. 2.

Gänzlich anders gestaltete sich die Witterung im Jahre 1977. Die Rübensaat erfolgte am 23. 3. 1977. Anfang April wurde das Wetter wechselhaft mit zum Teil starken Niederschlägen und Frostperioden bis -6 °C. Trotz niedriger Temperaturen waren die Rüben vier Wochen nach der Saat aufgelaufen. Der Sommer blieb verhältnismäßig kühl und brachte ergiebige Niederschläge besonders im Juni und August.

Noch kühler war das Jahr 1978. Hervorzuheben sind jedoch die guten Saatbedingungen, die einen vergleichsweise hohen Aufgang gewährleisteten. Die geringe Sonneneinstrahlung und das leicht regnerische Wetter ließen den Sommer nicht nur als kühl, sondern auch als feucht in Erinnerung bleiben. Dennoch bestand bis zur Ernte ein Niederschlagsdefizit von ca. 20%. Ausdifferenzierung des Zysteninhalts und Larvenschlupf erfolgten zum gleichen Zeitpunkt wie im Vorjahr.

Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse sind der Übersicht halber grafisch dargestellt. Wegen der unterschiedlichen Zahlengrößen wurden die Werte für Eier und Larven (Abb. 1 a–3 a) sowie Zysten (Abb. 1 b–3 b) in getrennten Übersichten wiedergegeben.

Auf den ersten Blick vermitteln die Darstellungen ein recht uneinheitliches Bild. Auffallend sind zunächst die großen Befallsunterschiede, besonders in der zweiten Vegetationshälfte nach Erscheinen der neuen Larven. Eine gewisse Ausnahme hiervon machen die Ergebnisse des Jahres 1975. Die starken Streuungen haben jedoch keinen unmittelbaren Einfluß auf die hier zu diskutierenden Fragen.

Die Entwicklung der Rübennematodenpopulationen in den einzelnen Jahren: Betrachten wir dazu zunächst die Abb. 1 a–3 a, aus denen die Werte der inzystierten Eier und Larven (Zysteninhalt) sowie die der frei im Boden befindlichen Larven (freie Larven) hervorgehen.

Folgerichtig im Sinne eines planmäßigen Entwicklungsverlaufes ist in der ersten Phase bis etwa Ende Mai eine Abnahme des Zysteninhalts und ein Ansteigen der Anzahl freier Larven im Boden zu erkennen. Dieser Vorgang wird durch die sich unter geeigneten Feuchtigkeitsbedingungen rasch im Boden verteilenden schlupffördernden Wurzeldiffusate der wachsenden Rübepflänzchen wesentlich gefördert. Die Anzahl freier Larven verringerte sich mit Zunahme der Bewurzelung als Folge der Einwanderung in die Wurzeln. Nun folgt eine mehr oder weniger lange Periode, in der sowohl inzystierte als auch freie Larven nur noch in geringer Zahl im Boden sind. Die verbleibenden Larven sind in den Jahren 1975 und 1977 sehr gering, dagegen in 1978 relativ zahlreich. Dies hängt offenbar mit der Höhe des Ausgangsbefalls zusammen. Ob diese Larven weniger infektionstüchtig waren oder ob sie den „Einstieg“ in die um diese Zeit meist sehr rasch vordringenden Wurzelspitzen versäumt haben, bleibt dahingestellt.

Nach dem Eindringen in die Wurzeln entwickeln sich die Larven über mehrere Häutungen zu adulten männlichen oder

Tabelle 1. Monatsmittel der Niederschläge und Bodentemperaturen in 15 cm Tiefe

Monat	1975		1977		1978	
	Regen MM	Temp. °C	Regen MM	Temp. °C	Regen MM	Temp. °C
Januar	60,3	4,6	29,4	1,8	25,3	2,0
Februar	22,7	2,0	72,1	3,6	21,1	0,9
März	52,8	3,8	33,0	5,7	60,7	4,7
April	38,3	6,7	52,2	5,2	37,3	6,4
Mai	14,7	12,0	46,5	11,0	54,5	11,3
Juni	34,4	15,8	85,1	15,0	43,9	14,5
Juli	81,1	18,0	30,8	16,9	89,1	14,5
August	62,5	19,1	128,5	16,1	63,3	15,3
September	54,5	14,7	20,0	12,2	57,6	12,4
Oktober	9,6	8,1	24,6	10,0	26,4	10,1
November	76,1	4,9	65,0	6,0	13,8	5,5
Dezember	20,1	2,3	43,6	2,7	90,4	2,3
Gesamt	527,1		630,8		583,4	
Langj. Mittel	650 mm					

Tabelle 2. Eingewanderte Rübennematoden-Larven

1975	Anzahl Larven	1977	Anzahl Larven	1978	Anzahl Larven
7. 5.	68	10. 5.	118	9. 5.	123
23. 5.	239	16. 5.	620	16. 5.	108
2. 6.	429	1. 6.	400	22. 5.	533
9. 6.	113	13. 6.	550	29. 5.	209
				5. 6.	225

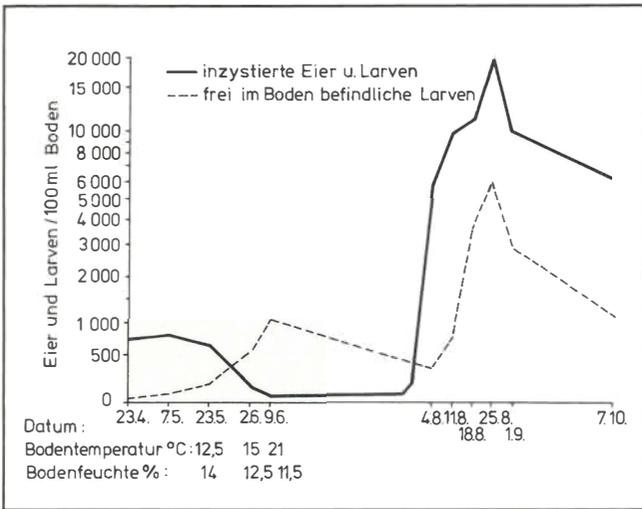


Abb. 1a. Inzystierte Eier und Larven sowie frei im Boden befindliche Larven. Versuch Brühl, Saattermin: 23. 4. 1975.

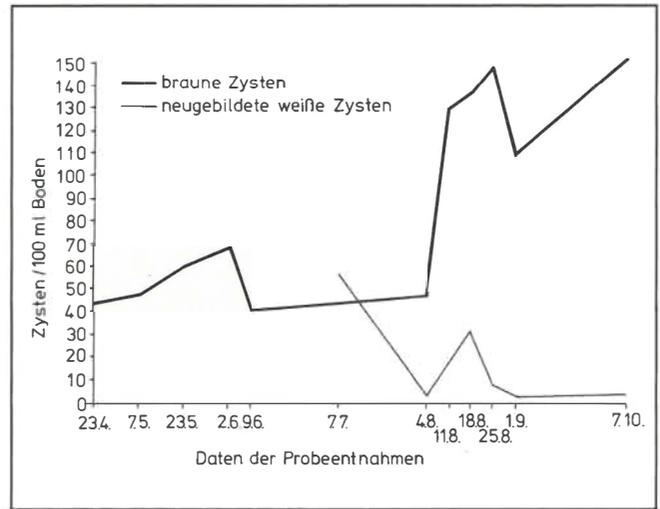


Abb. 1b. Zystenentwicklung. Versuch Brühl, Saattermin: 23. 4. 1975.

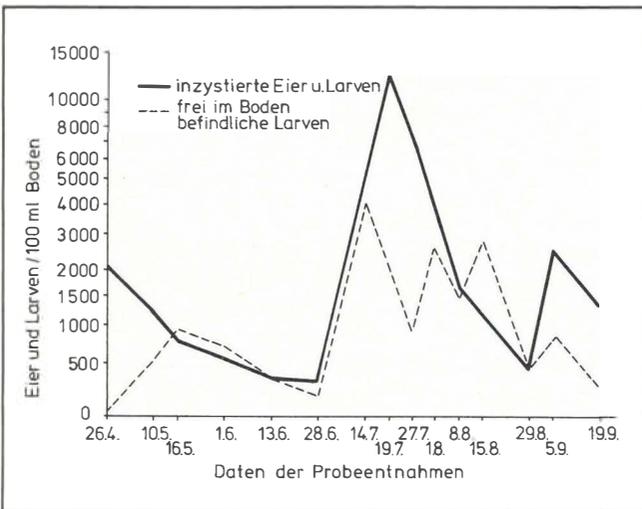


Abb. 2a. Inzystierte Eier und Larven sowie frei im Boden befindliche Larven. Versuch Brühl, Saattermin: 26. 4. 1977.

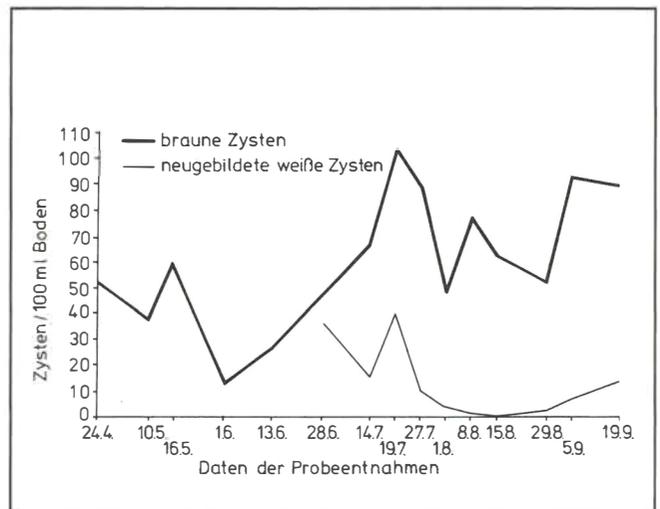


Abb. 2b. Zystenentwicklung. Versuch Brühl, Saattermin: 26. 4. 1977.

Abb. 3a. Inzystierte Eier und Larven sowie frei im Boden befindliche Larven. Versuch Ameln, Saattermin: 8. 4. 1978.

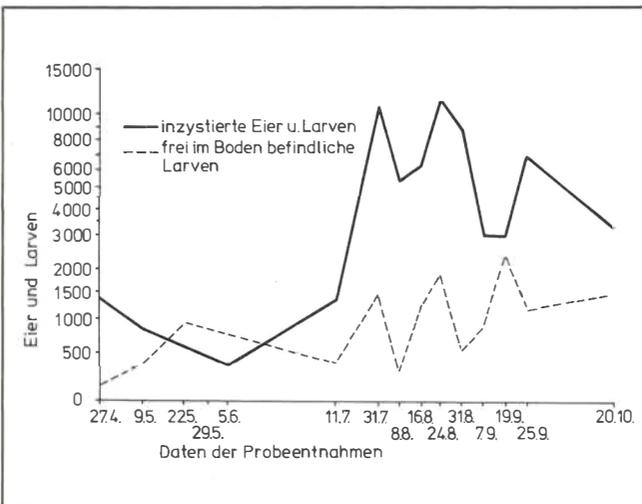
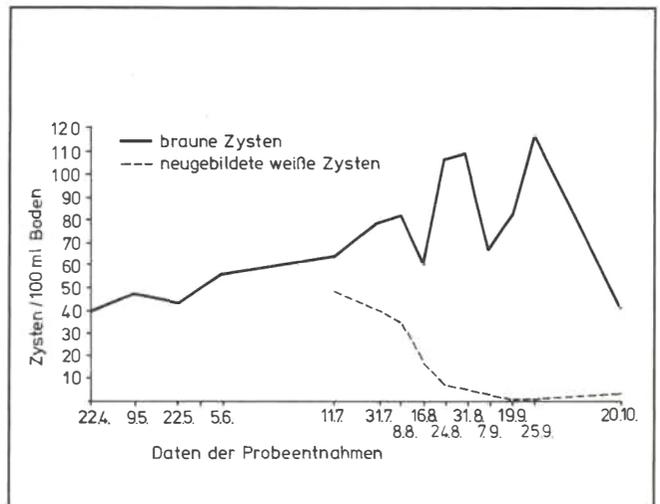


Abb. 3b. Zystenentwicklung. Versuch Ameln, Saattermin: 8. 4. 1978.



weiblichen Tieren. Letztere reißen durch stetiges Dickenwachstum die Wurzelhaut auf und sind als weiße bis cremefarbene Gebilde, den sogenannten Zysten, mit bloßem Auge erkennbar. Keineswegs ist die Entwicklung damit beendet. Nach der Begattung, die kurz nach dem Erscheinen der Zysten an den Wurzeln erfolgt, bilden sich in der Zyste die Eier aus. Erst nach Ausdifferenzierung der Eier und deren Weiterentwicklung zu schlüpfbereiten Larven (L-2-Stadium) ist die Generation abgeschlossen.

Dieser Vorgang ist aus den Übersichten 1a–3a – Zysteninhalt und freie Larven – ersichtlich. Entscheidend für die Zahl der Generationen ist die Entwicklungsdauer bis zum Auftreten der aus den neugebildeten Zysten schlüpfenden Larven. Aufgrund eigener Versuche kann die Weiterentwicklung noch nicht voll ausdifferenzierter Eier durch äußere Einwirkungen empfindlich gestört werden. Auch RASKI (1950) weist auf die geringe Infektionsfähigkeit zu junger Zysten hin.

Der Vergleich der Ergebnisse der Jahre 1975 und 1977 ist hier besonders interessant, da die Untersuchungen auf benachbart liegenden Parzellen des gleichen Betriebes durchgeführt wurden. Während die stärkste Larvenkonzentration im Jahre 1975 um den 25. August festgestellt wurde, lag sie im Jahre 1977 um den 14. Juli. Das sind sechs Wochen früher. Das gleiche gilt auch für die Weiterentwicklung der Eier bis zum L-2-Stadium. Die Gründe für die unterschiedliche Entwicklungsdauer in den beiden Jahren lassen sich weitgehend eingrenzen. Da Standort, Saattermin, Fruchtfolge, Düngung und Befallsstärke gleich waren, verbleiben nur die Witterungsverhältnisse in den Vergleichsjahren als entscheidende Kriterien. Wie bereits erwähnt, war der Sommer 1975 recht trocken und warm, während es im Jahre 1977 verhältnismäßig kühl und feucht war. Die geringe Bodenfeuchtigkeit in den Monaten Mai bis Juli 1975 wirkte sich offenbar negativ sowohl auf die Entwicklungsdauer der Larven in den Wurzeln als auch auf die der Eier in den weißen, noch nicht ausgereiften Zysten aus. Beobachtungen aus dem außergewöhnlich trockenen Jahr 1976 bestätigen diese Annahme. Erst nach ausreichenden Niederschlägen sammelten sich die Larven in der Rhizosphäre und erreichten am 25. August 1975 ihren Höchstwert. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang der erst zwei Wochen nach Ausdifferenzierung des Zysteninhalts einsetzende Larvenschlupf. Beziehungen zwischen den in der dritten Juli-Dekade einsetzenden Niederschlägen, die zu einer spürbaren Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit führten, und dem zunehmenden Larvenschlupf ab dem 11. August sind unverkennbar. Bis zur Ernte verringerte sich sowohl der Zysteninhalt als auch die Zahl der freien Larven. Eine entsprechende Zunahme der Larvendichte in den Wurzeln wurde nicht festgestellt.

Die in beiden Fällen abnehmenden Larvenzahlen lassen vermutlich auf die vermehrte Tätigkeit von Parasiten schließen, deren Einfluß mit steigender Bodengare unter dem schützenden Laubdach der Rüben zunimmt.

Im Jahre 1977 fällt die Ausbildung des zweiten Larvenstadiums zeitlich mit dem Larvenschlupf zusammen. Dies bestätigt, daß bei Rübennematoden eine fortlaufende Generationenfolge ohne Unterbrechung – vergleichbar einer Diapause – möglich ist.

Der Verlauf der Kurven für freie Larven ist im Gegensatz zu 1975 durch ein recht kurzfristiges Auf und Ab gekennzeichnet. Das hat mehrere Gründe. Dazu gehören unter anderem die bekannt große Streubreite der Nematodenverteilung im Boden und auch die Möglichkeit einer evtl. durch kurzfristige Änderung des Bodenklimas verursachte unterschiedliche Agilität der Tiere. Immerhin findet sich ein Teil des rasch abnehmenden Zysteninhalts am 15. 8. 1977 noch als freie Larven

wieder, deren Abnahme somit gegenüber den inzystierten zumindest zeitweise etwas langsamer verlief.

Im Jahre 1975 war die Bildung einer weiteren Generation bis zum Erntetermin wegen des späten Larvenschlupfes kaum mehr möglich. Durch den zeitlichen Vorsprung im Jahre 1977 wäre nach Besiedelung der Wurzeln durch die zuerst geschlüpfen Larven die Ausbildung einer zweiten Generation durchaus noch möglich gewesen. Sie scheiterte jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit daran, daß diesen Larven keine geeigneten Wurzeln zur Verfügung standen. Die sich zunächst in flachen Bodenschichten ausbreitenden Wurzeln streben etwa ab Mitte Juni rasch abwärts. Die für die Einwanderung einzig möglichen Wurzelabschnitte (Streckungszone, kurz hinter der Wurzelspitze) sind inzwischen in tiefere Bodenschichten vorgedrungen und dem Gros dieser Larven, das sich noch im Bereich der neugebildeten Zysten aufhält, davongewachsen. Soweit es zur Bildung neuer Wurzeln kam, zeigten diese bereits früh Verbräunungen beziehungsweise Absterberscheinungen. Der größte Teil der intakten Wurzeln befand sich weit verstreut in über 25 cm Tiefe. Sie waren meist wesentlich geringer befallen als jene, die sich zuvor in der Nähe der jungen Rübenpflanze befanden.

Daß es nicht mehr zum Abschluß einer zweiten Generation kam, wird auch durch die Untersuchungsergebnisse auf frische Zysten bestätigt (Abb. 1 b und 2 b). Wäre eine Besiedelung der Wurzeln in größerem Umfang noch erfolgt, hätte eine höhere Zahl neuer Zysten zur Zeit der Ernte im Boden vorhanden sein müssen. Am 7. Juli 1975 wurden durchschnittlich 56 neugebildete Zysten festgestellt. Diese Zahl verringerte sich bis zum 7. Oktober 1975 auf vier Stück. Die ungewöhnlich niedrigen und hohen Werte am 4. und 18. August stellen lediglich Streuwerte dar. Ähnlich liegen auch die Verhältnisse im Jahre 1977. Allerdings steigt hier die Zahl der frischen Zysten bis zum 19. September auf 13 Stück leicht an. Für den Ansatz einer zweiten Generation kann dieser Anstieg jedoch nur mit Vorbehalt angenommen werden, da er ebenso gut auch durch spät geschlüpfte Larven der ursprünglichen Population hätte verursacht werden können. Die Zysten Zunahme steht im übrigen in keinem Verhältnis zu dem am 14. Juli vorhandenen Larvenpotential.

Bemerkenswert ist auch die Entwicklung des Gesamtbefalls in den Jahren 1975 und 1977. Das Jahr 1975 schließt am 7. Oktober mit einem zehnfach höheren Besatz an Eiern und Larven ab als zu Vegetationsbeginn vorhanden war. Dagegen liegt der Endbefall im Jahre 1977 sogar etwas unter dem Vorbefall. Ein zunächst überraschendes aber durchaus erklärbares Ergebnis: Nach Ausbildung des ersten Larvenstadiums erfolgte der Schlupf dank ausreichender Bodenfeuchte ohne weitere Unterbrechung. Der Abschluß der ersten Generation wurde durch die feuchte Witterung im Vorsommer 1977 bereits früh erreicht, und die neuen Zysten entleerten sich bis zur Ernte weitgehend. Eine möglicherweise beginnende zweite Generation wurde durch die Ernte abgebrochen. Unter solchen Voraussetzungen – die in feucht-warmen Jahren nicht selten anzutreffen sind – ist es durchaus möglich, wenn nach der Rübenernte eine geringere Besatzdichte vorliegt als zu Vegetationsbeginn vorhanden war. Die Eigenschaft des Rübennematoden, die Generationen fließend ohne zeitliche Unterbrechung aufeinander folgen zu lassen, mag zwar – wie eingangs erwähnt – vordergründig eine besonders hohe Vermehrungsfähigkeit vermuten lassen, sie kann aber auch, wie hier an Zuckerrüben nachgewiesen, das Gegenteil bewirken.

Bei der Zystenentwicklung im Jahre 1977 ist auffallend, daß trotz höheren Ausgangsbefalls weniger neue Zysten gebildet wurden als im Vergleichsjahr 1975. Infolgedessen steigt die

Kurve der alten, braunen Zysten nach Hinzurechnung der neuen auch nicht so hoch an. Die ungleichen Vermehrungsraten in den Vergleichsjahren 1975 und 1977 müssen als Folge der unterschiedlichen Witterungsbedingungen angesehen werden. Vermutlich spielt zeitweiliger Sauerstoffmangel infolge zu hoher Niederschläge eine gewisse Rolle. Nach mehrjährigen Erfahrungen des Verfassers vermögen feuchte Sommer, wie zum Beispiel 1974, die Rüben nematodenentwicklung empfindlich zu stören.

Nun zu den Ergebnissen des Jahres 1978. Bis zum 5. Juni läßt sich die gleiche scherenförmige Entwicklung zwischen den inzystierten und freien Larven feststellen, wie in den vorangegangenen Versuchsjahren (Abb. 3 a). Am 11. Juli war bereits eine Differenzierung des Zysteninhalts erkennbar. Die Zahl der freien Larven schwankt vermutlich infolge wechselnder Bodenfeuchtigkeitsgehalte verhältnismäßig hoch. Doch zeigen diese Werte einen allmählichen Aufwärtstrend, der im übrigen mit der Abnahme des Zysteninhalts korreliert, jedoch ebenso wenig eine zweite Generation anzeigt, wie die Ausbildung frischer Zysten ab Ende August (Abb. 3 b). Zeitlich hätten die früh geschlüpften Larven der ersten Generation mindestens den Besatz mit frischen Zysten bis zur Ernte merklich erhöhen können. Erwähnenswert ist, daß die Abnahme des Zysteninhalts der ersten Generation – wahrscheinlich infolge geringerer Bodenfeuchtigkeit als in 1977 – langsamer verlief und der Besatz an Eiern und Larven zu Ende der Rübenkultur etwa doppelt so hoch lag wie zu Kulturbeginn.

Diskussion

Zur Feststellung der Entwicklungsdauer und der Zahl der Generationen des Rüben nematoden im Verlaufe einer Zuckerrübenkultur wurden in den Jahren 1975, 1977 und 1978 Beobachtungen über das Verhalten der inzystierten Eier und Larven, das Auftreten freier Larven im Boden sowie über den Zystenbefall angestellt.

Der Zysteninhalt der Ursprungspopulation verändert sich in allen Fällen in gleicher Weise: Einer Abnahme des Zysteninhalts stand eine Zunahme der freien Larven im Boden gegenüber. Mit der Einwanderung der Larven sank auch die Larvenzahl im Boden.

Die Entwicklung der inzystierten Larven der ersten Genera-

tion verlief in dem trockenen Jahr 1975 zögernd, dagegen in den beiden anderen Jahren rascher, wobei der Larvenschlupf fast gleichzeitig mit der Ausdifferenzierung des Zysteninhalts einsetzte. Ein massives Eindringen dieser Larven in die Rübenwurzeln wurde nicht beobachtet, vermutlich weil die dazu bevorzugten Wurzelspitzen sich bereits in tieferen Bodenschichten befanden.

Gegen Ende der Rübenkultur wurde weder eine Erhöhung der neugebildeten Zysten, noch des Zysteninhalts, noch eine Zunahme der freien Larven festgestellt. Diese Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß in allen drei Jahren nur eine Generation abgeschlossen wurde. Die Höhe des zur Zeit der Ernte festgestellten Befalls wurde – soweit erkennbar – durch das Ei-Larvenpotential der ersten Generation bestimmt. Je höher der Larvenschlupf, um so mehr verringerte sich der Zysteninhalt bis zur Ernte und umgekehrt. Entscheidend für die Abnahme des Zysteninhalts erwies sich die Bodenfeuchtigkeit nach Ausbildung des zweiten Larvenstadiums.

Literatur

- DERN, R. und J. MÜLLER, 1979: Beiträge auf Tagung des Arbeitskreises Nematologie der Deutschen Phytopathologischen Gesellschaft 13. und 14. März 1979.
- DUGGAN, J. J., 1959: On the number of generations of beet-eelworm, produced in a year. *Nematologica* **4**, 241–244.
- FRANKLIN, M. T., 1951: The cyst-forming species of *Heterodera* Farnham Royal, Commonw. agric. Bur., 147 pp.
- HELLINGA, J. J. A., 1941: Biologische waarnemingen over het bietenaaltje. I: De cystenforming in de loop van het seizoen. Mededeling Inst. Suikerbieten Bergen op Zoom.
- KÖHLER, H., 1968: Die Bedeutung des Spinates als Wirtspflanze des Rüben nematoden (*Heterodera schachtii*) Schm. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **75**, 288–290.
- NEJAD, S. und R. DERN, 1979: Über die Populationsentwicklung von Rüben nematoden (*Heterodera schachtii*) nach Anbau von Zuckerrüben in Hessen-Nassau Teil II. *Gesunde Pflanzen* **31**, S. 73–75.
- RASKI, D. J., 1950: The life history and morphology of the sugarbeet nematode *H. schachtii*. *Phytopathology* **40**, 135–152.
- THIELEMANN, R., 1978: Zystenentwicklung des Rüben nematoden *Heterodera schachtii* Schmidt an Cruciferen-Stoppelfrüchten. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **83**, 657–665.
- THOMASON, I. J. und DON FIFE, 1962: The effect of temperature on development and survival of *Heterodera schachtii* Schm. *Nematologica* **7**, 139–145.
- TRIFFITT, M. J., 1930: Observations on the life cycle of *Heterodera schachtii*. *Journal of Helminth.* **8**, 185–196.