



NACHRICHTENBLATT FÜR DEN DEUTSCHEN PFLANZENSCHUTZDIENST

Herausgegeben von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin durch
die Institute der Biologischen Zentralanstalt in Aschersleben, Berlin - Kleinmachnow, Naumburg / Saale

Der Einfluß des Pflanztermines auf die Befallsintensität des Kartoffelnematoden (*Heterodera rostodien* Wr.) unter Berücksichtigung verschiedener Standorte

Von J. KRADEL

Aus der Biologischen Zentralanstalt Berlin
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Zu diesem Problem sind in der Literatur nur wenige, meist allgemeine Angaben zu finden. GOFFART (1954) erwähnte, daß in Westschottland Anfang Februar gelegte Frühkartoffeln weniger durch den Kartoffelnematoden geschädigt wurden als Aprilpflanzungen später Sorten. Nach deutschen Erfahrungen erleiden die frühen Sorten fast immer stärkere Ertragsdepressionen als die späten. Zur Begründung der schottischen Beobachtungen wird angegeben, daß bei Kartoffeln das Wurzelwachstum bereits bei +6° C einsetzt, während das Larvenschlüpfen und ihre Einwanderung in die Wurzeln erst oberhalb von +10° bis 14° C beginnt. Zu ähnlichen Feststellungen kamen CHITWOOD und BUHRER (1946 a, 1946 b), REINMUTH (1955) äußerte den Gedanken, in der Kartoffelzüchtung Formen mit kräftiger Wurzelentwicklung bei Temperaturen unterhalb des Infektionsminimums der Kartoffelnematodenlarven zu bevorzugen.

Wenn man von der Feststellung GOFFARTS (1951) über eine Begrenzung des Larvenschlüpfens für deutsche Verhältnisse auf die Monate März bis Juni absieht, waren REINMUTH und ENGELMANN (1941) die einzigen, die eine Auswirkung des Pflanztermines auf die Stärke des Nematodenbefalls prüften. Beginnend am 1. April pflanzten sie in 12tägigen Intervallen zwei Kartoffelsorten — „Juli“ und „Ackersegen“ — auf gleichmäßig nematodenverseuchtem Boden, bestimmten drei Wochen nach dem Auflaufen die Zahl der pro 1 cm Wurzel vorhandenen Zysten, beobachteten das Allgemeinwachstum der Kartoffelstauden und ermittelten die Ernteerträge. Sie stellten eine dem Hinausschieben des Pflanztermines entsprechende Minderung des Zystenbesatzes im Durchschnitt der drei Versuchsjahre fest; im Mittel war der Ernteertrag der Sorte „Juli“ beim Pflanztermin Ende Mai am höchsten, bei der Sorte „Ackersegen“ beim Auslegen Mitte Juli. Dabei blieben die im Versuch erzielten absoluten Höchsterträge — 83,0 dz/ha bei „Juli“ und 147,0 dz/ha bei „Ackersegen“ — verständlicherweise in Auswirkung des Nematodenbefalls und der späteren Pflanzungen unter den normalen Erträgen der üblichen Legetermine. Schwankungen des Zystenbesatzes an den Wurzeln konnten von REINMUTH und ENGELMANN teilweise ursächlich mit Witterungsfaktoren in Zusammenhang gebracht werden; bei den späteren Pflanzterminen gelang dies nicht, so daß sie endogene Ursachen für die Verringerung der Infektionsstärke verantwortlich machten.

Mitteilungen von HEY (1955 a; 1955 b) über Pflanzzeitversuche auf kartoffelnematoden-verseuchten Böden beziehen sich auf die nachstehend näher beschriebenen Versuche.

Da die von REINMUTH und ENGELMANN (1941) in den Jahren 1937/39 in der Nähe von Rostock durchgeführten Versuche höchstens für den Mecklenburger Raum Geltung haben konnten, lag es nahe, ähnliche Versuche auf mehreren, sich in ihren Boden- und Klimaverhältnissen unterscheidenden Standorten erneut anzulegen.

Versuchsplan

Beginnend mit dem 25. 4. wurden in 10tägigen Intervallen Kartoffeln der Sorten „Frühmölle“ und „Aquila“ auf ausgesucht stark und möglichst gleichmäßig kartoffelnematoden-verseuchten Flächen ausgelegt. Letzter Pflanztermin war der 23. 8. Das Pflanzgut — Anbaustufe Hochzucht — stammte vom Institut für Pflanzzüchtung, Groß-Lüsewitz. Die Parzellengröße betrug in Abhängigkeit von den zur Verfügung stehenden einigermaßen gleichstark verseuchten Flächen 25 qm je Pflanzzeit; pro Sorte wurden jeweils 50 Knollen ausgelegt. Das Pflanzgut der späten Legetermine lagerte kühl oder luftig im Freien, um ein vorzeitiges, starkes Keimen der Knollen nach Möglichkeit zu unterbinden. Die Flächen erhielten eine schwache Mineraldüngung.

Die Versuche wurden in den Jahren 1953 bis 1955 durchgeführt; in Kleinmachnow lief bereits 1952 ein entsprechender Versuch mit anderen Pflanzterminen.

Ermittelt wurden:

1. Die Bodenverseuchung — Zysten mit Inhalt in 100 cm Boden — vor dem Auspflanzen und nach der Ernte der Kartoffeln.
2. Die Zahl der Zysten an den Wurzeln von 5 beim Sichtbarwerden der ersten Blütenknospen vorsichtig aus dem Boden genommenen Stauden je Sorte und Pflanztermin.
3. Die gleiche Untersuchung bei Vollblüte (d. h. Blüte von mindestens $\frac{2}{3}$ der Stauden).
4. Feststellung des Knollenertrages von 25 Stauden je Sorte und Pflanztermin nach Absterben des Krautes.

Die Untersuchung des Zystenbesatzes an den Wurzeln bei einem bestimmten Entwicklungszustand der Pflanzen — Sichtbarwerden der ersten Blütenknospen, bzw. Vollblüte — erschien gegenüber einem rechnerisch bestimmten Zeitpunkt nach dem Auflaufen vorteilhafter, da einmal nach OPITZ und BERKNER (zit. nach REINMUTH und ENGELMANN, 1941) die Entwicklung der Kartoffeln sich bei späteren Legeterminen generell beschleunigt und außerdem die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen der Standorte und Jahre das Wachstum beeinflussen.

Bei der Auswahl der einzelnen Versuchsorte waren folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Einbeziehung möglichst verschiedener Bodenarten und Klimabereiche.
 2. Ausreichend starke und gleichmäßige Verseuchung der Versuchsflächen bei Gewähr einer guten Bearbeitung.
 3. Günstige Verkehrslage für die Betreuer der Versuche.
- Als Versuchsorte festgelegt wurden:
Raum Rostock: Ostseeküstenklima, Nordmecklenburger Küstenbezirk; Versuche im Stadtgebiet Rostock, 1953–1955 auf der gleichen Fläche, sandiger Lehm Boden diluvialer Entstehung (Zustandsstufe 3/4) mit mittlerer ackerbaulicher Nutzbarkeit.

Raum Berlin: Ostdeutsches Binnenland-Klima, Bereich der Havelländischen Niederungen; Versuche 1952, 1953 und

1955 in Kleinmachnow auf der gleichen Fläche, 1954 in Hobrechtsfelde, Kreis Bernau, (Nordrand von Berlin); diluvialer Sandboden (Zustandsstufe 3/4) mit mittlerer bis geringer ackerbaulicher Nutzbarkeit.

Raum Halle: Grenze des Börde- und Mitteldeutschen Binnenland-Klimas zum Ostdeutschen Binnenland-Klima, Bereich der Leipziger Bucht; Versuche 1953-55 in Zörbig, Kreis Bitterfeld, auf der gleichen Fläche, Lößlehm (Zustandsstufe 2) mit guter ackerbaulicher Nutzbarkeit.

Raum Dresden: Ostdeutsches Binnenland-Klima, Grenze des Schwarze-Elster-Bezirk zum Oberlausitzer Bergland, Versuche 1953 in Kleinnaundorf, Kreis Großenhain, 1954/55 in Tauscha, Kreis Großenhain, (benachbarte Ortschaften, Versuchsflächen etwa 5 km voneinander entfernt); diluvialer Sandboden (Zustandsstufe 4/5) mit geringer ackerbaulicher Nutzbarkeit.

Der Wechsel in den Versuchsflächen Berlin 1954 und Dresden 1954/55 ließ sich aus arbeitstechnischen Gründen nicht vermeiden. Anlage, Betreuung und Auswertung der Versuche Rostock, Halle und Dresden oblag den dortigen Zweigstellen der BZA Berlin. *)

Zur weiteren groben Charakterisierung der Standorte sind in Tab. 1 allgemeine Angaben über die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse zusammengestellt, Abb. 1 zeigt die Lage der Versuchsorte.

Tabelle 1
Allgemeine Angaben über Temperatur und Niederschläge für die einzelnen Versuchsorte*)

Versuchsraum	50jähriges Mittel			Temperatur °C						Niederschlag mm			
	Jahres $\bar{\phi}$	ϕ Jan. ϕ Juli		Abweichungen v. Mittel						Jahresdurchschnitt			40jähriges Mittel
		1953	1954	1955	1953	1954	1955	1953	1954	1955			
Rostock	8.5	0.4	17.5	+0.6	-0.6	-1.3	+0.4	-1.7	-0.1	528	-38	+185	+55
Potsdam	8.5	-0.7	18.1	+0.7	-3.2	-1.4	+0.7	-2.4	+0.6	584	-99	+111	+104
Halle	9.4	0.3	18.7	-0.4	-3.5	-1.5	+0.0	-2.8	+0.2	489	-93	+50	+41
Dresden	8.4	-0.8	17.8	-0.1	-3.8	-1.9	+1.2	-2.4	-0.3	595	-47	+209	+128

*) Zugrunde gelegt wurden die Werte der meteorologischen Stationen Warnemünde, Potsdam, Halle-Passendorf und Wahnsdorf bei Dresden.

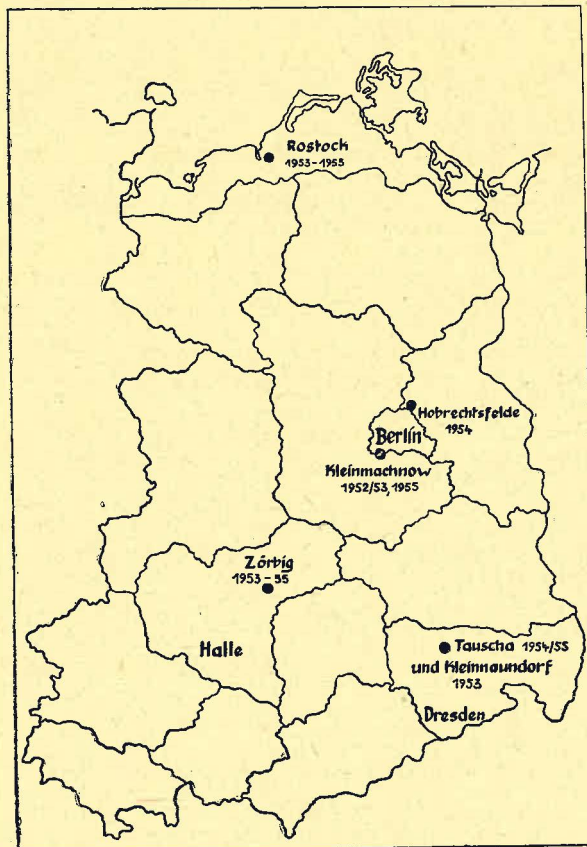


Abb. 1: Lage der Versuchsorte für die Pflanzzeitversuche 1953-1955

*) Für die Übernahme dieser umfangreichen Arbeiten sei allen Beteiligten an dieser Stelle besonders gedankt.

Zystenauszahlung

Die Ergebnisse der Zystenauszahlung zu Beginn der Knospenbildung enthält Abb. 2. Da es bei einem Vergleich der Versuchsorte in diesem Zusammenhang weniger auf eine Angabe der absoluten Werte ankommt als auf eine maßstäbliche zutreffende Darstellung und Verdeutlichung von Schwankungen im Zystenbesatz der einzelnen Pflanztermine, wurde — auch im Interesse von Durchschnittsbildungen — eine Umrechnung auf Relativwerte vorgenommen und der mittlere Zystenbesatz beider Sorten des Pflanztermins 15. 5. als einheitliche Bezugsgröße gleich 100 gesetzt. Die Mittelwertbildung aus den Zystenauszahlungen der verwendeten Sorten „Frühmölle“ und „Aquila“ erfolgte aus Gründen der Übersichtlichkeit; sie ist ohne weiteres berechtigt, da die Einzelwerte in den meisten Fällen nahezu gleichlaufende Tendenzen zeigten (Abb. 3 b), in Tab. 2 sind die absoluten Werte (Mittel beider Sorten,

Pflanztermin 15. 5.) des Zystenbesatzes zusammengestellt, die in Abb. 2 gleich 100 gesetzt sind.

Während bei der Auswertung im Jahr 1953 nur die Gesamtzystenanzahl pro Stauden festgestellt wurde, erfolgte in den anderen Jahren eine Umrechnung auf Zysten pro 1 g Wurzelmasse. Diese Bezugsgröße erschien exakter, weil das Gesamtwurzelgewicht der einzelnen Stauden in ziemlich engen Grenzen schwanken kann. Generell wurden für die Ermittlung der Zystenanzahlen und des Gewichtes nur die Wurzeln erfasst, die beim vorsichtigen Ausgraben der Pflanzen aus dem Boden an den oberirdischen Teilen hingen. Es wurde kein Versuch unternommen, restlos alle Wurzeln aus dem Boden zu erhalten. Unterirdische Sprosssteile — Stolonen, junge Knollen — blieben unberücksichtigt.

Die unterschiedlichen Bezugsgrößen für die Zystenanzahlen — 1953 pro Stauden, 1954/55 pro 1 g Wurzelmasse — erschweren einen Vergleich der einzelnen Jahre miteinander und lassen eine Beurteilung des Gesamtdurchschnittes der Versuchsorte und -jahre zunächst nur mit Zurückhaltung zu. Da aber beim Vergleich der Zystenanzahlen pro Stauden und pro 1 g Wurzelmasse in den meisten Fällen eine gute Übereinstimmung festzustellen war (Abb. 3 a), sind gewisse, mit der gebotenen Vorsicht gezogene Rückschlüsse ohne weiteres statthaft.

Eine Einbeziehung des Zystenbesatzes an den Wurzeln — Staudenentnahme bei Vollblüte des Bestandes — in die spätere Auswertung war nicht möglich, da beim Ausgraben der Pflanzen bereits viele braune Zysten von den Wurzeln abfielen. Die Pflanzungen am 25. 4. und 23. 8. konnten nicht an allen Versuchsorten regelmäßig durchgeführt werden und wurden daher bei der Auswertung fortgelassen. Witterungsbedingt fielen in Halle und Dresden 1955 die Pflanzungen am 5. 5. aus.

Tabelle 2
Absolute Werte für den durchschnittlichen Zystenbesatz Pflanztermin 15. 5.

Mittelwerte aus beiden Sorten („Frühmölle“ u. „Aquila“), die in Abb. 2 = 100 gesetzt wurden

Versuchsort	1953	1954	1955
	Zysten/Stauden	Zysten je 1 g Wurzel	Zysten je 1 g Wurzel
Rostock	826	14.9	80.7
Berlin	323	33.3	78.5
Halle	1425	61.3	96.1
Dresden	2671	28.7	17.6

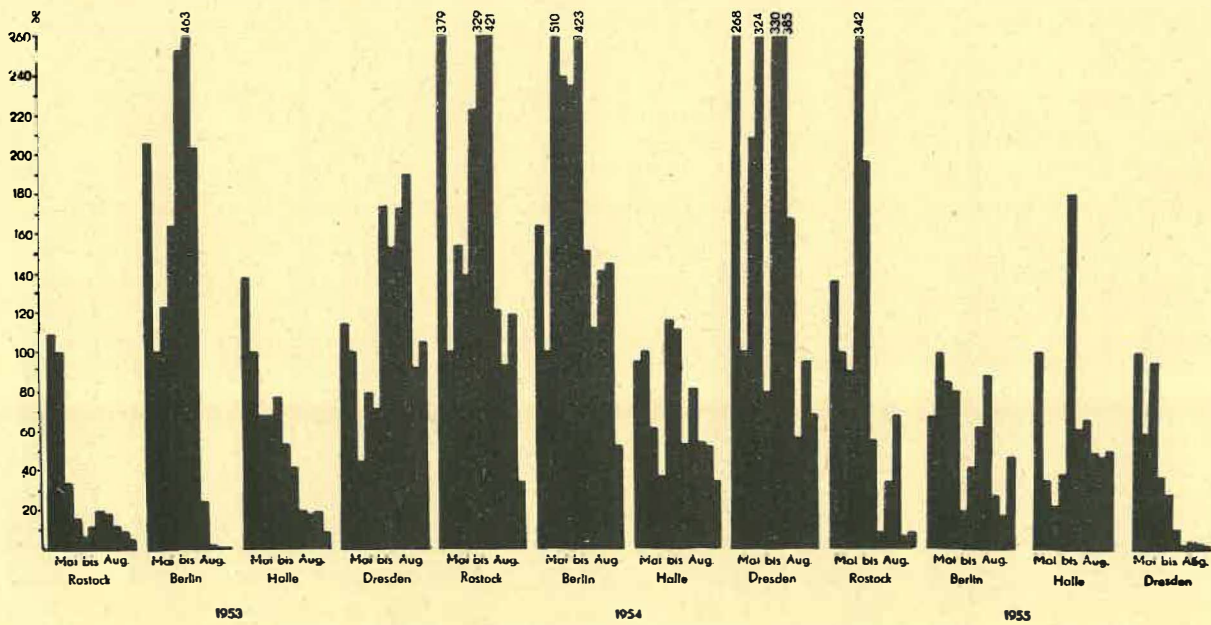
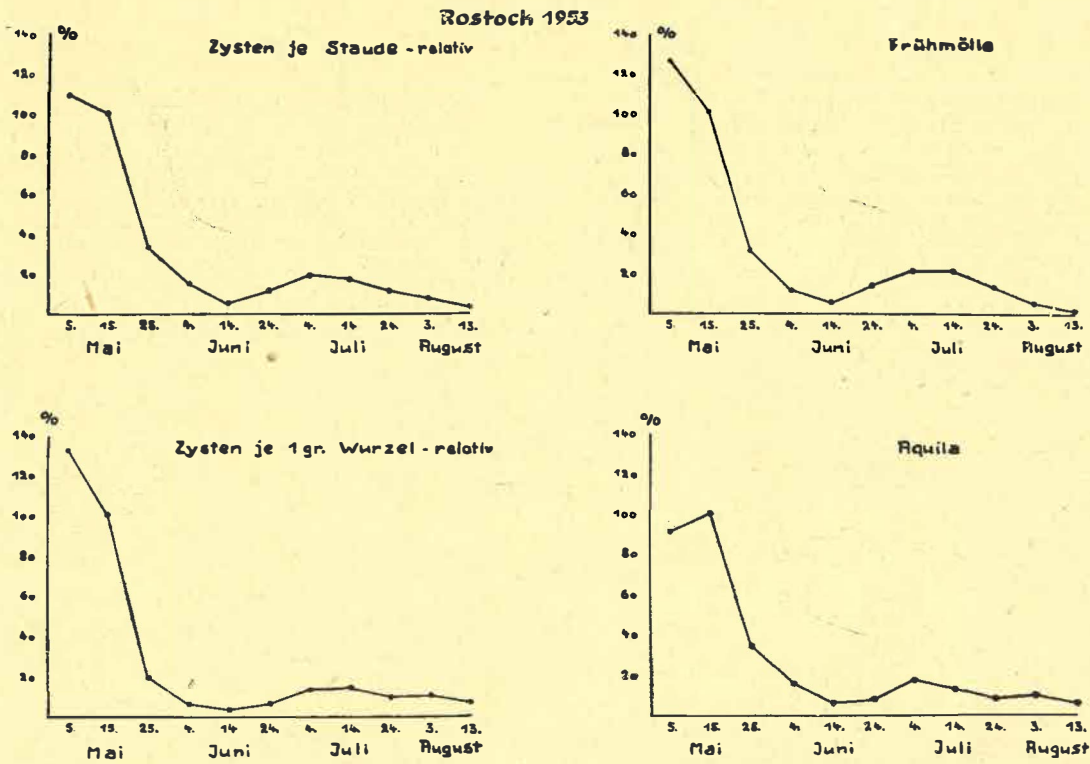


Abb. 2: Relative Zysten Zahlen je Pflanztermin, Versuchsort und -jahr.

Bei einer Betrachtung der Abb. 2 fallen die erheblichen Schwankungen der Befallsintensität zwischen den einzelnen Versuchsorten und -jahren auf. Dabei zeigen die Werte von Rostock 1953, Halle 1953 und Dresden 1955 die typische, nach den Erfahrungen von REINMUTH und ENGELMANN (1941) zu erwartende Tendenz: Der Zystenbesatz nimmt entsprechend dem Datum des Pflanztermines annähernd fortlaufend ab. Ein ähnliches, wenn auch nicht ganz so ausgeprägtes

Verhalten lassen die Versuche Berlin 1953, Halle 1954, Rostock 1955 und Berlin 1955 erkennen. Bei den Versuchen Dresden 1953, Rostock 1954, Berlin 1954 und Dresden 1954 ist dagegen der Befall der 1. Augustpflanzung etwa so hoch wie bei der Pflanzzeit 15. 5. Auch Halle 1955 zeigt einen recht starken Befall bei den letzten Pflanzterminen.

Ähnliches läßt sich aus der Variation der Jahresdurchschnitte erkennen (Abb. 4). Die Mittelwerte 1953



a) Vergleich der Auszählmethoden

b) Vergleich der relativen Zysten Zahlen je 1g. Wurzel beider Kartoffelsorten

Abb. 3: Vergleiche zwischen Auszählmethoden (a) und Kartoffelsorten (b)

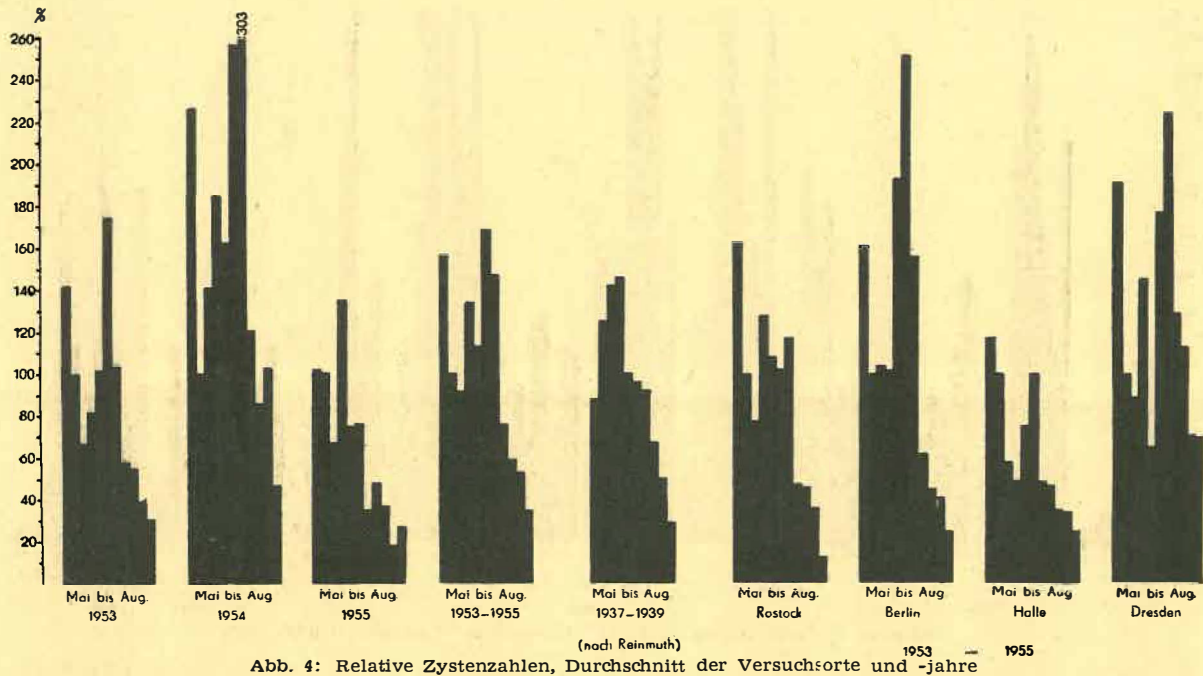


Abb. 4: Relative Zystenanzahl, Durchschnitt der Versuchsorte und -jahre

und 1955 entsprechen in ihrer Tendenz etwa den Zahlen von REINMUTH und ENGELMANN; 1954 liegt dagegen der Befall beim Pflanztermin am 3. 8. ebenso hoch wie beim Auslegen am 15. 5. Bei den dreijährigen Mittelwerten der einzelnen Versuchsorte (Abb. 4) zeigt sich bei aller gebotenen Zurückhaltung für Rostock eine recht gute Übereinstimmung mit den REINMUTH'schen Ergebnissen von 1937/39, die ebenfalls aus dem Raum Rostock stammen. Auch Halle entspricht annähernd diesen Werten. Für Berlin und Dresden fällt dagegen die oft sehr erhebliche Befallsstärke der Juni- und Juli-pflanzung auf. Bewertet man kritisch die vorstehenden Befunde dieser dreijährigen, an vier räumlich weit getrennten Standorten durchgeführten Versuche, dann bestätigen sie keineswegs die von REINMUTH und ENGELMANN (1941), GOFFART (1941) und anderen Autoren als sicher und allgemein hingestellte abnehmende Schlüpfbereitschaft oder Infektionstüchtigkeit der Kartoffelnematodenlarven in den Monaten Juni bis August, die noch dazu durch endogene Faktoren gesteuert sein sollte. Da der starke Zystenbesatz von Juli- und August-pflanzungen an mehreren Versuchsorten und in verschiedenen Jahren auftrat, ist ein Versuchsfehler ziemlich ausgeschlossen und die Annahme einer besonders reagierenden Herkunft des Kartoffelnematoden unwahrscheinlich.

Es bleibt nunmehr die Frage zu beantworten, welche Faktoren diese starke Befallsvariabilität steuern. Zweifellos kann es sich nur um exogene, d. h. umweltbedingte Komponenten handeln. Ihre genaue Abgrenzung ist bei der komplexen Natur des Gesamtbegriffes „Umwelt“ schwierig.

Ganz allgemein ist das Leben von Nematoden an ausreichende Feuchtigkeit gebunden; fehlt diese, verfallen die Älchen in einen Ruhezustand. Beim Kartoffelnematoden ist das Larvenschlüpfen aus Zysten mit geringem Feuchtigkeitsgehalt schwächer als aus gut durchfeuchteten, für frei im Boden befindliche Larven dürfte — auch wenn spezielle Versuchsergebnisse hierfür nicht vorliegen — bei größerer Trockenheit die gleiche Aktivitätsminderung anzunehmen sein, wie sie bei anderen Nematodenarten festgestellt wurde (SCHUURMANS STEKHOVEN, 1941). Der

Feuchtigkeitszustand eines Bodens hängt fast ausschließlich von den Niederschlägen ab, dabei wird das Wasserhaltevermögen von Bodenart und -zustand maßgeblich beeinflusst. Indirekt läßt daher die Menge und zeitliche Verteilung der Niederschläge gewisse Rückschlüsse auf den Feuchtigkeitsgrad des Bodens zu — wobei allerdings Verdunstung, Oberflächen- und Senkwasser nicht mit erfaßt werden.

Auch die Bodentemperatur hat einen wesentlichen Einfluß auf die Entwicklung des Kartoffelnematoden: Bei Werten über 21° C wird nach FENWICK (1951) das Einwandern der Larven in die Wurzeln und die weitere Entwicklung eingedrungener Stadien verlangsamt. Eigene Versuche mit Agarschalen nach REINMUTH (1929) und MEYL (1952) konnten diese Feststellungen bestätigen. Nach VAN DER LAAN (1956) wirkt eine organische Düngung im gleichen Sinne. Über den Einfluß von Handelsdüngergaben — speziell der einzelnen Hauptnährstoffe — liegen keine Angaben vor. Die Bodendurchlüftung dürfte bei besserer O₂-Versorgung nach SCHRÖER (1950) und WALLACE (1954) die Schlüpfneigung fördern.

Die Zystenanzahl an den Wurzeln — in den beschriebenen Versuchen als Kriterium für den Befallsgrad verwendet — ist kein absolutes Maß für die Anfangsinfektion. Wandern sehr große Larvenmengen in einzelne Wurzelpartien ein, können diese absterben, oder zumindest wird durch Nahrungsmangel die Entwicklung der Nematoden zu geschlechtsreifen Tieren unterbunden. Der für die Älchen verfügbare Nahrungsvorrat ist wiederum von den jeweiligen Wachstumsbedingungen für die Kartoffel selbst abhängig. Außerdem variiert nach den allgemeinen Angaben von SCHUURMANS STEKHOVEN (1941) und den Untersuchungen von ELLENBY (1954) bei *Heterodera rostochiensis* das Geschlechtsverhältnis mit der Infektionsstärke. Je größer die Zahl eingedrungener Larven ist, desto mehr männliche Tiere entwickeln sich; die Auszählungen erfassen nur die adulten weiblichen Stadien.

Die nach der vorherrschenden Meinung das Schlüpfen von Larven aus den im Boden befindlichen Zysten auslösenden Wurzelausscheidungen können in ihrer stimulierenden Wirkung erheblich differieren. FENWICK (1950), WINSLOW (1955) und REID (zit. nach FENWICK, 1956) wiesen in verschiedenen Versuchen nach, daß die Produktion dieser Stoffe vom Alter der Kartoffelpflanzen abhängt; auch bestehen nach FENWICK (1950) und NOLTE (1955) Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten sowie gleichalten Pflanzen einer Sorte. Unbekannt ist ferner, inwieweit das schnellere Durchlaufen der einzelnen Entwicklungsphasen bei spätgepflanzten Kartoffeln die Produktion der wirksamen Wurzelausscheidungen beeinflusst. Ob unterschiedliche Düngergaben die Qualität des schlüpfanregenden Prinzips variieren, ist ungeklärt.

GOFFART (1956) ermittelte Schwankungen in der Wirksamkeit eines Wurzeldiffusates auf verschiedenen Böden.

Nach FENWICK (1956) werden diese Stoffe im Boden schon nach wenigen Tagen inaktiviert; ihre stimulierende Wirkung breitet sich nur wenige Zentimeter aus.

Berücksichtigt man die von GOFFART (1951), FENWICK (1950), OOSTENBRINK (1950) und anderen beobachtete Zysteninhaltsminderung von jährlich 40 bis 50% beim Anbau von Nicht-Wirtspflanzen — BIJLOO und BOOGAERS (1956) konnten eine entsprechende Minderung bereits von April bis August ermitteln —, liegt die Frage nahe, ob die zweifellos wirksamen Wurzelabscheidungen die für eine Erstinfektion der Kartoffeln notwendigen Larven erst stimulieren oder ob nicht auch ohne die Wurzelabscheidungen schon genügend infektionstüchtige Larven im Boden vorhanden sind.

FRANKLIN (1937) gibt für freie Kartoffelnematodenlarven eine Lebensdauer im Boden von 9 bis 12 Monaten an. NEBEL (1926) hatte beim Rübenematoden einen noch längeren Zeitraum festgestellt. Bei eigenen Versuchen (1957/58) waren nach 6 Monaten Aufenthalt im Boden (Freiland bzw. Gewächshaus) noch rund 8–10% *H. rostochiensis*-Larven der Ausgangsverseuchung lebens- und z. T. infektiösfähig. Nach mündlichen Mitteilungen von RODE (1956), KÜHN (1956) sowie STAAR (1958) ist es nicht gelungen, eine gerichtete Bewegung freier Larven über kurze Entfernungen zu den Wurzeln von Wirtspflanzen — im Gegensatz zu den Angaben von BAUNACKE (zit. nach SCHUURMANS STEKHOVEN, 1941) für *Heterodera schachtii* — zu beobachten.

Nimmt man nur eine Bodenverseuchung von 25 Zysten mit lebendem Inhalt in 100 ccm Erde bei durchschnittlich 100 Eiern und Larven pro Zyste an, ergibt sich für den Standraum einer Kartoffelstaude — 50×50×20 cm — eine Gesamtzahl von etwa 1 250 000 Larven. Nach den vorher zitierten Autoren würden davon rund 50% die Zysten im Laufe eines Jahres verlassen; selbst wenn von diesen nur 10% zum Zeitpunkt des Kartoffellegens infektionstüchtig sein sollten, entspräche das immer noch einer Verseuchung von mehr als einer Larve pro 1 ccm Boden (= 60 000 Larven pro Kartoffel-Standraum). Diese Anzahl dürfte für einen merklichen Befall ausreichend sein.

Im Rahmen der hier beschriebenen Pflanzzeitversuche war es nicht möglich, den Einfluß aller dieser Faktoren auf die unterschiedlichen Tendenzen im Zystenbesatz der Wurzeln zu untersuchen. Es standen zwar die Angaben benachbarter meteorologischer Stationen über Lufttemperatur und Niederschläge zur Verfügung, diese lassen aber nur bedingt Rückschlüsse auf Bodentemperatur und -feuchtigkeit zu. Lediglich für die Versuche Berlin 1952, 1953 und 1955 waren Unterlagen für Bodentemperaturen an der näheren Umgebung vorhanden, und in Rostock

wurden 1955 die Bodentemperaturen für den interessierenden Teil der Vegetationsperiode direkt auf der Versuchsfläche gemessen.

In Übereinstimmung zu REINMUTH und ENGELMANN (1941) gelingt es, die Abnahme des Zystenbesatzes an den Wurzeln mit steigenden Temperaturen und geringeren Niederschlägen in Verbindung zu bringen. So fällt bei den Versuchen mit hohen Zysten Zahlen für die letzten Pflanztermine vielfach die gute Niederschlagsverteilung während der fraglichen Zeitstrecke Juni bis August auf (Abb. 5). Eindeutige Beziehungen für alle Versuchsorte sind jedoch aus den Angaben über Lufttemperaturen und Niederschläge nicht abzuleiten.

Deutlicher kommt der Einfluß der Bodentemperatur zum Ausdruck (Abb. 6 und 7). So fallen beim Versuch Berlin 1952 das Ansteigen der Bodentemperatur in 20 cm Tiefe — Pentadendurchschnitte um und über 20°C in Verbindung mit recht geringen Niederschlägen — und die erhebliche Verringerung des Zystenbesatzes an den Wurzeln zusammen. Damit werden die aus Topfversuchen stammenden Ergebnisse von FENWICK (1951 b) — Verlangsamung der Entwicklung des Kartoffelnematoden in der Wurzel bei Temperaturen über 20°C — auf diesem leicht erwärmbaren Sandboden mit geringer Wasserkapazität im Freiland bestätigt. Da nach den allgemeinen Erfahrungen mikroklimatischer Untersuchungen in den unmittelbar unter der Bodenoberfläche liegenden Schichten oft noch höhere Extremtemperaturen auftreten, ist mit ziemlicher Sicherheit sogar eine Entwicklungshemmung eingewanderter, bzw. eine Schlüpfhemmung noch enzystierter Kartoffelnematodenlarven anzunehmen.

Nicht ganz so ausgeprägt ist die Korrelation zwischen Bodentemperatur und Zystenbesatz bei den anderen Versuchen (Berlin 1953, 1955 und Rostock 1955) zu erkennen (Abb. 7). Ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Zystenbesatz an der Wurzel und den jeweiligen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen ist aber ohne weiteres nachzu-

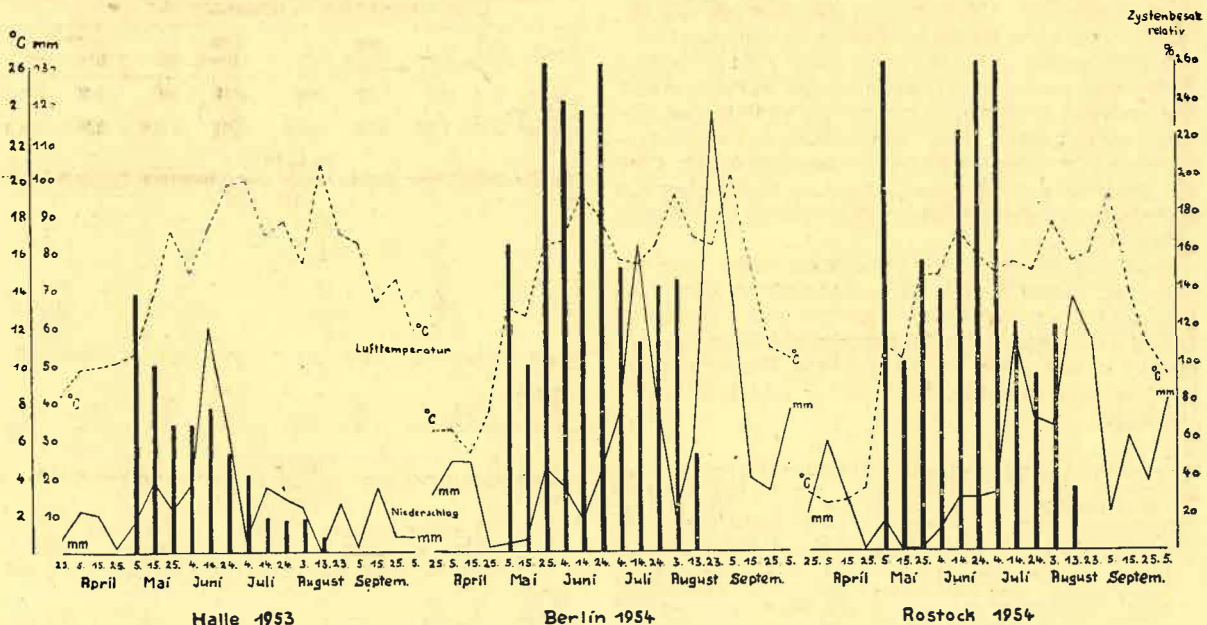


Abb. 5: Beziehung zwischen allgemeinen Witterungsdaten (Dekadenwerte) und Zystenbesatz

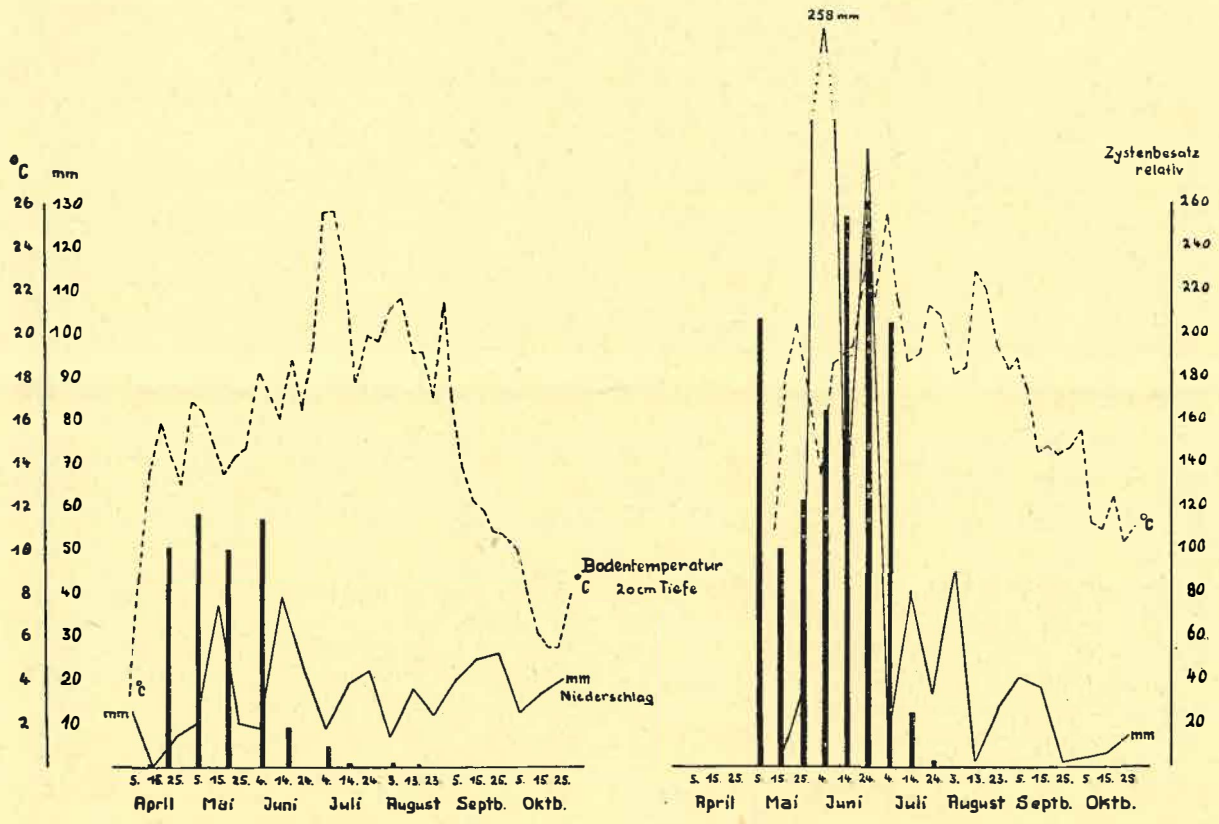


Abb. 6.: Beziehungen zwischen Bodentemperatur (Pentadenwerte), Niederschlag und Zystenbesatz

weisen; das gilt – im Gegensatz zu den Feststellungen von REINMUTH und ENGELMANN (1941) – auch für Juni- und Julipflanzungen.*)

Berücksichtigt man die weiter vorn gemachten Bemerkungen über die komplexe Natur der ein Schlüpfen enzystierter Kartoffelnematodenlarven, die Wirtspflanzenfindung und die Alchenentwicklung beeinflussenden Faktoren, kann es kaum verwundern, wenn dies nicht in allen Fällen eindeutig gelingt. Zweifellos haben in diesem Faktorenkomplex die Temperatur und die Feuchtigkeit eine besondere Bedeutung, und ebenso sicher ist die exogene Natur der anderen Teilkomponenten; ihre genaue Abgrenzung macht aber noch umfangreiche Forschungsarbeiten zur Biologie des Kartoffelnematoden, über die Beziehung Wirt/Parasit und vor allem über die umweltgesteuerte Modifizierbarkeit dieser Probleme erforderlichlich.

Derzeitig stützen sich viele Erkenntnisse noch auf einzelne, vielfach nur im Laboratorium oder Gewächshaus durchgeführte Versuche; die oft kurzfristig gewonnenen Freilandergebnisse beziehen sich meist nur auf einen Standort. Eine Verallgemeinerung solcher Befunde bietet daher Anlaß zu Fehlschlüssen.

*) Selbstverständlich wirkt der unterschiedliche Witterungsverlauf auch auf die Entwicklung der Wirtspflanze und damit auf die den Nematoden zur Verfügung stehende Nahrungsmenge ein. Da aber nach BAUMANN (1949) die Kartoffel bei ihrer Entwicklung bis zur Blüte nur geringe Ansprüche an die Feuchtigkeit stellt und sogar höhere Temperaturen liebt – die hier ausgewerteten Zystenahlen aber bereits zu Beginn der Knospenbildung ermittelt wurden –, dürfte diese Beeinflussung der Nematodenentwicklung nur von untergeordneter Bedeutung sein.

Mittlerer Zystenbesatz

REINMUTH und ENGELMANN (1941) erhielten beim Vergleich des durchschnittlichen Zystenbesatzes aller Pflanzzeiten für die mittelspäte Sorte „Ackersegen“ höhere Werte als für die frühe Sorte „Juli“ (Tab. 3). Zwar ist eine direkte Gegenüberstellung

Tabelle 3
Durchschnittlicher Zystenbesatz je 1 cm Wurzellänge nach REINMUTH u. ENGELMANN (1941)

Sorte	1937		1938		1939		Ø 37/39	
	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.
„Juli“	1.39	100	1.52	100	2.16	100	1.66	100
„Ackersegen“	1.33	95.7	1.76	115.8	2.45	113.4	1.84	110.8

Tabelle 4
Durchschnittlicher Zystenbesatz der einzelnen Versuchsjahre

Sorte	1953		1954		1955		Ø 54/55	
	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.
„Frühmöhle“	872.9	100	50.0	100	61.0	100	55.5	100
„Aquila“	592.9	67.9	39.8	79.6	44.6	73.1	42.2	76.0

Tabelle 5
Durchschnittlicher Zystenbesatz je 1 g Wurzel der einzelnen Versuchsorte

	Rostock		Berlin		Halle		Dresden		Ø	
	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.	absol.	rel.
„Frühmöhle“	42.8	100	58.8	100	62.6	100	55.5	100	54.9	100
„Aquila“	45.9	107.2	49.1	83.5	42.0	67.1	31.7	57.1	42.2	78.7

Tabelle 6
Erträge in dz/ha

Pflanztermin	Rostock 1953/55 absol. rel.		Berlin 1953/55 absol. rel.		Halle 1953/55 absol. rel.		Dresden 1953/55 absol. rel.		Gesamt- durchschnitt absol. rel.	
„Frühmölle“										
5. 5.	39.0	67.4	76.8	133.3	51.4	59.4	97.2	90.3	55.1	77.3
15. 5.	57.9	100.0	57.6	100.0	86.6	100.0	107.7	100.0	71.3	100.0
25. 5.	80.3	138.7	73.2	127.1	110.7	127.8	97.0	90.1	92.6	129.9
4. 6.	59.5	102.8	64.2	111.5	106.3	122.7	83.6	77.6	80.5	112.9
14. 6.	52.3	90.3	46.8	81.9	80.0	92.4	77.7	72.1	65.9	92.4
24. 6.	49.1	84.8	27.2	47.2	64.9	74.9	85.6	79.5	61.6	86.4
4. 7.	40.5	69.9	16.6	28.8	51.2	59.1	83.5	77.5	52.8	74.1
14. 7.	30.0	51.8	30.2	52.4	34.8	40.2	73.5	68.2	43.6	61.2
24. 7.	29.5	50.9	24.6	42.7	24.9	28.8	65.9	61.2	38.2	53.6
3. 8.	37.2	64.2	21.3	37.0	31.4	36.2	32.5	30.2	31.5	44.2
13. 8.	21.4	37.0	—	—	41.4	47.8	28.5	26.5	30.4	42.6
„Aquila“										
5. 5.	77.2	84.4	129.6	64.5	97.6	87.8	182.0	80.7	112.6	73.1
15. 5.	91.5	100.0	200.8	100.0	112.2	100.0	225.6	100.0	154.1	100.0
25. 5.	99.3	108.5	125.8	62.5	138.0	124.1	196.7	87.2	140.2	90.9
4. 6.	68.3	74.6	125.2	62.4	123.2	110.8	150.4	66.7	115.6	75.0
14. 6.	74.5	81.4	155.2	77.3	125.5	112.9	216.1	95.8	145.7	94.5
24. 6.	48.5	53.0	71.6	35.7	74.5	66.9	115.6	57.2	79.6	51.7
4. 7.	42.8	46.8	61.0	30.4	57.3	51.5	111.5	49.4	70.8	45.9
14. 7.	39.6	43.3	69.0	34.4	58.2	52.3	124.3	55.1	73.8	47.9
24. 7.	48.1	52.6	40.9	20.4	37.5	33.7	76.2	33.8	52.6	34.1
3. 8.	38.8	42.4	26.9	13.4	34.3	30.8	60.0	26.6	42.0	27.3
13. 8.	13.9	15.2	—	—	27.2	24.5	21.9	9.7	21.0	13.6

dieser Befunde mit den entsprechenden eigenen Ergebnissen (Tab. 4) wegen der unterschiedlichen Sorten und Bezugsgrößen nicht möglich, doch ist hier die Tendenz in den einzelnen Jahresdurchschnitten genau umgekehrt. Die frühe Sorte „Frühmölle“ weist einen stärkeren Zystenbesatz auf als die mittelspäte Sorte „Aquila“. Vergleicht man dagegen den Zystenbesatz im Durchschnitt der Versuchsorte — wegen der anderen Bezugsgröße im Jahr 1953 ist das nur für die Jahre 1954/55 möglich — fällt der höhere Zystenbesatz bei „Aquila“ für den Versuchsort Rostock auf (Tab. 5), wobei die Relativzahlen gut mit den entsprechenden Werten von REINMUTH (Tab. 3, letzte Spalte) übereinstimmen.

Selbst bei vorsichtiger Beurteilung liegt der Gedanke an eine vom Standort abhängende, unterschiedliche Befallsintensität für die einzelnen Sorten

nahe, der zwar noch einer langjährigen Nachprüfung bedarf, aber doch praktische Auswirkungen hat. STELTER (1955) gibt auf Grund mehrjähriger Ertragsversuche in Groß-Lüsewitz eine Reihe von Sorten an, die — gemessen an der verhältnismäßig geringen Ertragsdepression auf stark mit Kartoffelnematoden verseuchtem Boden — eine erkennbare Toleranz gegenüber *Heterodera rostochiensis* zu besitzen scheinen. Da eine gewisse lose Korrelation zwischen Zystenbesatz und Ernteertrag vorhanden ist, wäre vor einer Weitergabe der STELTERSchen Befunde an die Praxis eine Nachprüfung auf anderen Standorten zweckmäßig.

Ertragsfeststellungen

Die bei den einzelnen Pflanzterminen ermittelten Ernteerträge enthält Tab. 6.

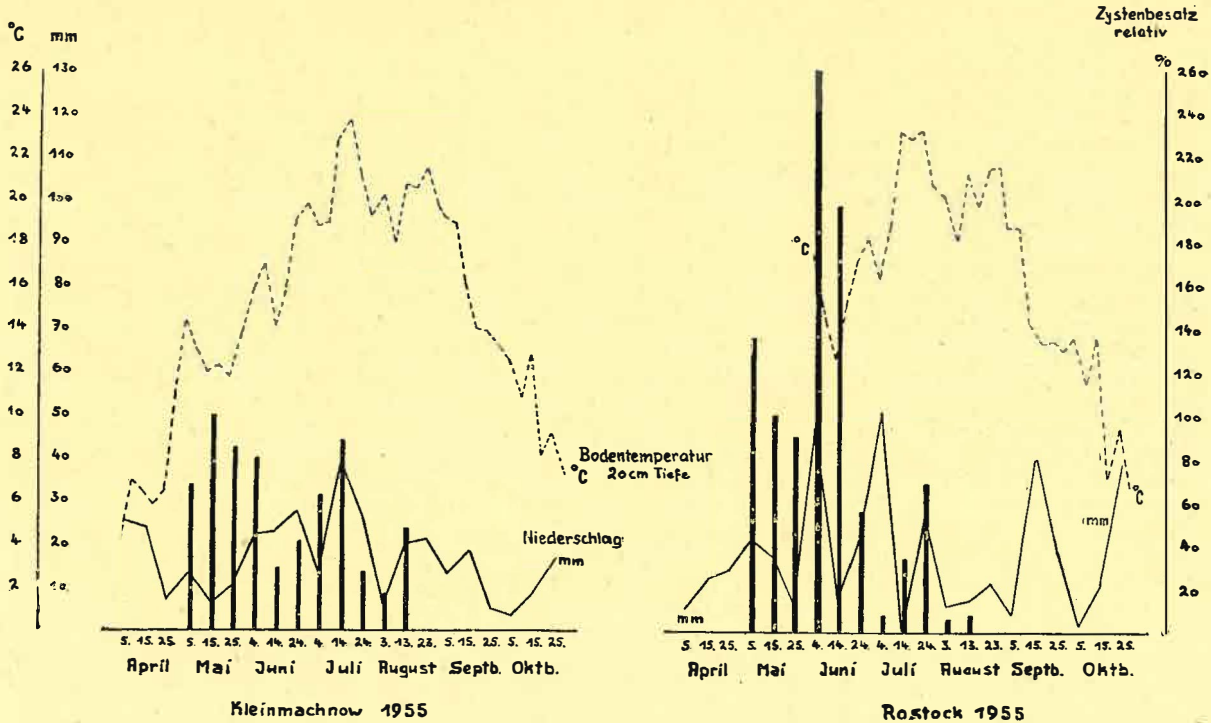


Abb. 7: Beziehungen zwischen Bodentemperatur (Pentadenwerte), Niederschlag und Zystenbesatz

Tabelle 7
Relativ-Erträge verschiedener Pflanztermine auf nematoden-
freiem und nematodenverseuchtem Boden

	April			Mai			Juni			Juli			August		100 = dz/ha absol.	
	1-6. 4.	13.-14. 4.	25.-29. 4.	3.-7. 5.	14.-19. 5.	25.-31. 5.	2.-5. 6.	13.-20. 6.	24.-25. 6.	3.-7. 7.	14.-20. 7.	24.-31. 7.	3.-5. 8.	13. 8.		
Kartoffelnematodenfreier Boden																
„Mittelfrühe“, „Bona“	φ 1948/50 ¹⁾	127	111	107	—	100	—	75	—	46	—	—	—	—	242	
„Vorán“, „Capella“	φ 1948/50 ¹⁾	118	112	108	—	100	—	81	—	69	—	—	—	—	320	
„Capella“	φ 1951/55 ¹⁾	141	131	125	—	100	—	93	—	64	—	—	—	—	285	
„Aquila“	φ 1954/55 ²⁾	—	—	—	113	100	—	79	54	—	18	21	—	4	297	
	φ	129	118	113	113	100	—	81	54	60	18	21	—	—		
Kartoffelnematoden-verseuchter Boden																
„Juli“	φ 1937/39 ³⁾	29	45	62	71	100	127	—	83	84	60	67	—	—	52.9	
„Ackersegen“	φ 1937/39 ³⁾	69	64	71	76	100	104	—	108	89	95	120	—	—	78.5	
	φ	49	55	67	74	100	116	—	91	87	78	94	—	—		
„Frühmölle“	φ 1953/55	—	—	—	77	100	130	113	92	86	74	61	54	44	43	71.3
„Aquila“	φ 1953/55	—	—	—	73	100	91	75	95	52	46	48	34	27	14	154.1
	φ	—	—	—	75	100	111	94	94	69	60	55	44	36	29	

¹⁾ Universitätsgut Köttschau, Krs. Weimar (Institut für Pflanzenbau Jena, unveröffentlicht)

²⁾ Kleinmachnow (nach RAMSON, unveröffentlicht)

³⁾ Rostock (nach REINMUTH und ENGELMANN, 1941)

Im Durchschnitt der Jahre liegt der absolute Höchstertrag für die Sorte „Frühmölle“ recht eindeutig Ende Mai (Pflanztermin 25. 5.) und für die Sorte „Aquila“ Mitte Mai (Pflanztermin 15. 5.). Allerdings ist die Ertragsleistung Mitte Juni (Pflanztermin 14. 6.) nur unwesentlich niedriger. Da es sich im versuchstechnischen Sinne um keine exakten Ertragsermittlungen handelt, wurde von einer statistischen Verrechnung der Werte Abstand genommen.

REINMUTH und ENGELMANN erhielten bei der von ihnen geprüften frühen Sorte „Juli“ ebenfalls Ende Mai (Pflanztermin 31. 5.) den durchschnittlich höchsten Ertrag, für die mittelspäte Sorte „Ackersegen“ war dies beim Pflanztermin Mitte Juli (19. 7.) der Fall; die Pflanztermine 31. 5. und 13. 6. zeigten Erträge in ähnlicher Höhe.

Für Halle und Rostock liegen die durchschnittlichen Höchsterträge beider Sorten beim Pflanztermin Ende Mai (25. 5.), bei Berlin und Dresden Anfang bzw. Mitte Mai (5. 5., 15. 5.). Die bereits weiter vorn erwähnten standörtlichen Unterschiede sind hier wieder recht deutlich zu erkennen. Eine Darstellung der Relationen zwischen Pflanztermin und Ertrag auf unverseuchtem und nematodenverseuchtem Boden bringt Tab. 7. Im Gegensatz zum gesunden Boden lassen beim Kartoffelbau auf befallenen Flächen Pflanzungen in der zweiten Maihälfte die geringsten Ertragsdepressionen erwarten.

Diese Feststellung besitzt keineswegs nur theoretischen Wert. Auf Grund der gesetzlichen Bestimmungen — 6. Durchführungsbestimmung zum Gesetz zum Schutze der Kultur- und Nutzpflanzen — wird von einer bestimmten Verseuchungsgrenze ab — derzeit 25 Zysten mit Inhalt in 100 ccm Boden — der Kartoffelanbau auf mindestens 5 Jahre untersagt. Nach dieser Frist ist entsprechend den aus verschiedenen europäischen Ländern stammenden Erfahrungen im allgemeinen wieder ein wirtschaftlich erfolgreicher Kartoffelanbau bei genügend weiter Stellung in der Fruchtfolge möglich. Exakte Versuchsergebnisse für die Minderung der Bodenverseuchung unter mitteldeutschen Verhältnissen wurden bisher nicht veröffentlicht. Ein vollstän-

diges Verschwinden des Kartoffelnematoden wird durch diese Sperrung nicht erreicht und auch nicht erwartet; entscheidend ist die Minderung der Zystenanzahl unter ein Ertragsdepressionen verursachendes Maß.

Die Einhaltung einer fünfjährigen Fruchtfolge bereitet auf leichten Böden — aber auch auf anderen extremen Standorten — gewisse Schwierigkeiten. Solange in den Betrieben oder Gemeinden nur vereinzelt kleinere Flächen derartigen Anordnungen unterworfen sind, ist die weite Rotation für Kartoffeln ohne weiteres einzuhalten. Jährlich nimmt jedoch die Zahl befallener Schläge zu — teilweise auf Grund einer weiteren Verschleppung von Kartoffelnematodenzysten, zum überwiegenden Teil aber infolge der durch systematische Bodenuntersuchungen verbesserten Kenntnis über den Umfang der vorhandenen Verseuchung —, so daß in einigen Gemeinden schon größere Teile der Ackerfläche Zysten von *Heterodera rostochiensis* enthalten, wobei oft manche Betriebe besonders stark betroffen sind. Hierbei wird die weite Rotation zu einem pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Problem; jede Maßnahme ist daher willkommen, die in kürzerer Zeit eine ausreichende Minderung der Bodenverseuchung herbeiführt oder zumindest einen wirtschaftlich erfolgreichen Kartoffelanbau sicherstellt.

Berücksichtigt man daher neben den Ergebnissen der hier beschriebenen Versuche die Arbeiten VAN DER LAANS (1956) — verringerte Infektion und verlangsamte Entwicklung des Kartoffelnematoden durch Düngung mit organischen Stoffen —, dann bietet sich vielleicht in der Kombination Winterzwischenfrucht oder Kleeuntersaat in die Vorfrucht mit anschließenden zweitfruchtgestellten Kartoffeln eine Möglichkeit, auf leichten Böden trotz kürzester Rotation der Kartoffel befriedigende Erträge zu erzielen. Die Zwischenfrucht müßte bis Mitte Mai das Feld räumen, die zusätzlich zur normalen Stallmistgabe im Boden verbleibende Wurzelmasse würde gemeinsam mit dem zweckmäßigen Pflanztermin Nematodenbefall und Ertragsminderung auf ein möglichst geringes Maß herab-

drücken. Die Gesamtfächenleistung – Grünmasse der Zwischenfrucht + Kartoffelertrag – könnte den wirtschaftlichen Erfolg gewährleisten, wobei zur Beurteilung der praktischen Anwendbarkeit dieser hier nur abgeleiteten Möglichkeit entsprechende mehrjährige Freilandversuche mit Prüfung der Ertragsleistung und der Populationsdynamik des Kartoffelnematoden erforderlich wären.

Tabelle 8
Zahl der Zysten mit Inhalt in 100 ccm Boden
(Mittelwerte aus jeweils 24 Bodenproben)

Versuchsort Sorte	1953 vor Versuchs- Beginn	nach Versuchs- Abschluß	Vermehrungs- rate 1953 . 1955
Rostock			
Frühmölle	166.3	211.0	1.27
Aquila	164.0	191.0	1.16
Berlin ¹⁾			
Frühmölle	38.5	75.5	1.96
Aquila	38.0	91.6	2.41
Halle			
Frühmölle	177.3	277.7	1.75
Aquila	174.3	271.0	1.55
Dresden ²⁾			
Frühmölle	46.9	127.5	2.72
Aquila	38.9	118.7	3.05

¹⁾ Nur Versuchsfläche Kleinmachnow, dort 1954 Anbau von Sommergerste

²⁾ Nur Versuchsfläche Tauscha, Zystenanzahl vor Versuchsbeginn 1954

Bodenverseuchung

Nach den populationsdynamischen Untersuchungen von OOSTENBRINK (1950), STEINER, TAYLOR und COBB (alle zit. nach SCHMIDT, 1955) rechnet man allgemein mit einer 7–10fachen Vermehrung der Zystenanzahl im Boden durch jeden Kartoffelanbau. Diese Vermehrungsrate hat bis zu einem oberen, von der physiologischen Leistungsfähigkeit der Wirtspflanze bestimmten Grenzwert Gültigkeit; SCHMIDT (1955) konnte in seinen Versuchen nachweisen, daß die Vermehrungsrate der Anfangsverseuchung indirekt proportional ist. Ähnliches berichtete GOFFART (1952) vom Rübenematoden. Es lag daher nahe, die regelmäßig auf den einzelnen Versuchsflächen entnommenen Bodenproben in diesem Sinne zu überprüfen. Tab. 8 zeigt die durchschnittliche Verseuchung bei Versuchsbeginn 1953 und nach Beendigung der Versuche 1955. Es wird hier im Gegensatz zu der von SCHMIDT gegebenen Definition die Bodenverseuchung über einen drei- bzw. zweijährigen Zeitraum verglichen.

Die niedrigen Vermehrungsraten aller Versuchsorte lassen vermuten, daß für die gegebenen Umweltverhältnisse die jeweilige Maximalverseuchung praktisch erreicht war; ihre absolute Höhe ist entsprechend der von vielen Autoren getroffenen Feststellung unterschiedlich und hängt von Standortfaktoren ab. Die beiden Kartoffelsorten „Frühmölle“ und „Aquila“ verhalten sich gleichsinnig.

Weiterhin erschien es wichtig, für die Proben den Vermehrungsfaktor (Verhältnis der Anfangs- zur

Endverseuchung) zu bestimmen und diese Werte nach der Höhe der Anfangszystenanzahl geordnet, aber getrennt nach Versuchsorten und -jahren, zusammenzustellen (Tab. 9). Für diese Berechnung wurden die Pflanztermine bis zum 4. 7. einschließlich zugrunde gelegt; bei den späteren Pflanzungen bestand die Gefahr einer zu großen Beeinflussung der Zystenentwicklung und -vermehrung durch die verkürzte Vegetationszeit.

Die Ergebnisse sind überraschend. In vielen Fällen kam es zu einer Abnahme der Bodenverseuchung trotz des Anbaus einer Wirtspflanze; das Ausmaß der Minderung hängt dabei deutlich von der Anfangsverseuchung, aber auch vom Standort ab. Diese Verringerung der Zystenanzahl auf maximal verseuchten Böden hatte schon OOSTENBRINK (1950) festgestellt; ihre Korrelation sowie die der anderen Vermehrungsfaktoren mit der Initialzystenanzahl bestätigt indirekt die Ergebnisse von SCHMIDT (1955), auch wenn – bedingt durch die wesentlich höhere Anfangsverseuchung – die Werte beträchtlich unter den von SCHMIDT angegebenen Vermehrungsfaktoren liegen. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß eine Verwendung der Zystenmenge pro Bodenvolumen als Bezugsgröße keinesfalls zu exakten populationsdynamischen Werten führen kann. Der Verseuchungsgrad wird nicht durch die Zystenanzahl selbst, sondern ausschließlich durch die Menge der in ihnen enthaltenen infektionstüchtigen Larven bestimmt, die in weiten Grenzen variieren kann. Genaue Unterlagen über die Vermehrungspotenz des Kartoffelnematoden sind nur zu erwarten, wenn die Zahl infektionstüchtiger Larven pro Bodeneinheit als Bewertungsmaßstab herangezogen wird. Angaben, die sich auf die Zystenanzahl beschränken, sind lediglich Anhaltswerte; in diesem Falle wurde von ihnen für einen Vergleich mit den von SCHMIDT erzielten Ergebnissen Gebrauch gemacht. Noch aus einem anderen Grunde verdienen die in Tab. 9 zusammengestellten Vermehrungsfaktoren Beachtung. Viele Versuchsansteller begnügen sich bei Topf- und Freilandversuchen zur Prüfung von Nematiziden gegen den Kartoffelnematoden mit der Feststellung der Bodenverseuchung zu Beginn und nach Beendigung des Versuches sowie der Ertragsermittlung. Abgesehen von der Unmöglichkeit, auf diese Weise eine etwaige Abtötung des Zysteninhaltes bei Intaktbleiben der Zystenwand beurteilen zu können, muß bei einer solchen Auswertung ein Vermehrungsfaktor von 1.0 oder darunter stets als gute nematizide Wirkung des betreffenden Mittels gedeutet werden.

Tabelle 9
Vermehrungsfaktoren bezogen auf die Anfangszystenanzahl
in 100 ccm Boden

Zysten in 100 ccm Boden	Rostock			Berlin			Halle			Dresden		
	1953	1954	1955	1953	1954	1955	1953	1954	1955	1953	1954	1955
11–20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.11	—
21–40	—	—	—	1.09	2.09	2.73	—	—	—	1.14	3.56	—
41–60	—	—	—	0.67	1.11	2.20	—	—	—	0.87	2.61	1.07
61–80	—	0.87	—	0.80	—	1.11	—	—	—	0.59	2.55	1.28
81–100	—	0.84	—	—	—	1.00	—	—	2.60	0.46	—	2.09
101–120	—	0.64	—	—	0.95	0.90	2.51	—	2.65	0.43	—	1.41
121–140	0.68	0.65	—	—	0.94	0.53	1.72	0.87	2.05	—	—	1.45
141–160	0.86	—	—	—	—	—	1.55	0.82	1.42	—	—	1.10
161–180	0.56	—	1.16	—	—	—	1.30	1.09	—	—	—	1.32
181–200	0.56	—	1.16	—	—	—	1.40	0.91	—	—	—	1.30
201–220	0.56	—	1.00	—	—	—	1.12	—	0.97	—	—	—
221–240	0.52	—	0.99	—	—	—	—	—	1.09	—	—	—
241–260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
261–280	—	—	—	—	—	—	—	—	0.82	—	—	—
281–300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
301–320	—	—	0.64	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 10

Анfangsverseuchung Zysten in 100 ccm Boden	Vermehrungsfaktor	Ertrag dz/ha
36	0.80	193.6
47	0.70	171.2
171	0.60	160.4
206	0.92	168.8

Tritt ein derartiger Faktor bei der unbehandelten Kontrolle auf, wird die Beurteilung der behandelten Töpfe oder Parzellen problematisch. Hier hilft bei Topfversuchen nur eine Mischung der verseuchten Erde mit unverseuchter; bei Freilandversuchen wären schwach verseuchte Flächen zu bevorzugen, die aber selten die für eine Versuchsdurchführung nötige, annähernd gleichmäßige Verseuchung aufweisen. Außerdem wird dann die unbehandelte Kontrolle noch einen ansprechenden Knollenertrag aufweisen, so daß beim Vergleich mit behandelten Parzellen keine ausgeprägten Unterschiede zu erwarten sind. Tab. 10 enthält hierzu einige aus den Pflanzzeitversuchen stammende Beispiele (Sorte „Aquila“). Mit dieser Auswertungsmethode erzielte Resultate sind daher wenig brauchbar.

Zusammenfassung

In 3jährigen Freilandversuchen wurde auf 4 ökologisch unterschiedlichen Standorten der Einfluß des Pflanztermines auf die Befallsintensität des Kartoffelnematoden bei den Sorten „Frühmölle“ und „Aquila“ geprüft. Bei der Auswertung ergab sich eine erhebliche Variabilität der Zystenanzahl an den Wurzeln. Der von REINMUTH und ENGELMANN festgestellte geringere Besatz bei Kartoffeln späterer Pflanztermine ist nicht die Regel. Diese starke Veränderlichkeit des Zystenbesatzes schließt eine endogen bedingte Schlüpfminderung bei Juni- und Julipflanzung — wie sie von verschiedenen Autoren angenommen wird — aus. Die Veränderungen werden vielmehr durch äußere Faktoren gesteuert, wobei die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse eine besondere Rolle spielen.

Pflanzungen in der 2. Maihälfte wiesen die geringsten Ertragsdepressionen auf. Im Interesse der Praxis wird angeregt, zunächst versuchsweise auf nematodenverseuchten Flächen Kartoffeln nach einer Winterzwischenfrucht oder Kleeuntersaat als Zweitfrucht in der 2. Maihälfte anzubauen, um dadurch Ertragsdepression und Nematodenbefall möglichst niedrig zu halten. Die Abhängigkeit der Vermehrungsrate von der Anfangsverseuchung konnte bestätigt werden.

Краткое содержание.

Б трехлетних опытах, проведенных на открытом грунте, на 4 в экологическом отношении разных местах произрастания исследовалось влияние срока посадки на интенсивность заражения сортов „Фрюмелле“ и „Аквила“ картофельными нематодами. При оценке наблюдалась значительная изменчивость количества цист на корнях. Установленное РЕЙНМУТОМ и ЕНГЕЛЬМАНОМ меньшее количество нематодов при более поздних сроках посадки картофеля не является правилом. Эта сильная изменчивость количества цист исключает эндогенно обусловленное уменьшение выхода личинок при посадке в июне и июле месяцах, как предполагают некоторые авторы. Эти изменения, напротив, регулируются внешними факторами, причем условия температуры и влажности играют особую роль.

При посадке картофеля во 2-ой половине мая наблюдалось наименьшее снижение урожайности. В интересах практики предлагается, пока в виде опыта, посадить картофель на зараженных нематодами полях после озимой промежуточной культуры или подсева клевера в качестве второй культуры во второй половине мая, чтобы этим держать снижение урожая и заражение нематодами на возможно низком уровне. Зависимость степени размножения от начального заражения удалось подтвердить.

Summary

In three years' outdoor experiments in four ecologically different localities the influence of the time of planting on the intensity of infestation with the potato root eelworm was tested concerning the varieties „Frühmölle“ and „Aquila“. The evaluation resulted in a remarkable variability of the number of cysts on the roots. The minor number of cysts stated by REINMUTH and ENGELMANN on potatoes planted at a later period is not a rule. This obvious variability as to the number of cysts excluded an endogen decrease of hatching on potatoes planted in June and July — as is admitted by several authors. On the contrary the variations are regulated by exogen factors, the conditions of temperature and humidity playing an important part.

The slightest depression of yield were stated concerning potatoes planted in the second half of May. With regard to the practice it is recommended to plant potatoes in the second half of May following winter cash crop or clover underseed. This should be done preliminarily in experiments on a soil infested with nematodes in order to keep down the depression of yield and the infestation with nematodes. It was proved that the rate of propagation depends on the primary infection.

Literaturverzeichnis:

- BAUMANN, H.: Wetter und Ernteertrag 1949, Dt. Bauernverlag Berlin
- BIJLOO J. D. u. P. A. M. BOOGAERS: Population decrease of *Heterodera rostochiensis* after D-D treatment of the soil. *Nematologica* 1956, I, 1, 20–30
- CHITWOOD, B. G. u. E. M. BUHRER: The life history of the golden nematode of potatoes, *Heterodera rostochiensis* Woll. under Long Island, New York, conditions. *Phytopathology* 1946 a, 36, 3, 180–189
- CHITWOOD, B. G. u. E. M. BUHRER: Further studies on the life history of the golden nematode of potatoes (*Heterodera rostochiensis* Woll.) season 1945. *Proc. Helminth. Soc. Wash.* 1946 b, 13, 54–56
- ELLENBY, C.: The environmental determination of the sex-ratio of a plant parasitic nematode. *Nature* 1954, 174, 1016–1017
- FENWICK, D. W.: Investigations on the emergence of larvae from cysts of the potato-root eelworm, *Heterodera rostochiensis*. III. Larval emergence in soil under the influence of potato-root diffusate. *J. Helminth.* 1950, 24, (1/2), 86–90
- FENWICK, D. W.: Investigations on the emergence of larvae from cysts of the potato-root eelworm, *Heterodera rostochiensis*. IV. Physical conditions and their influence on larval emergence in the laboratory. *J. Helminth.* 1951 a, 25, (1/2), 37–48
- FENWICK, D. W.: The effect of temperature on the development of the potato-root eelworm, *Heterodera rostochiensis*. *Ann. appl. Biol.* 1951 b, 38, 615–617
- FENWICK, D. W.: The hatching of cyst-forming nematodes. Report of the Rothamsted Experimental Station 1955, 1956, 202–209
- FRANKLIN, M. T.: The survival of free larvae of *Heterodera schachtii* in soil. *J. Helminth.* 1937, 15, 2, 69–74
- GOFFART, H.: Nematoden der Kulturpflanzen Europas. 1951, Berlin, Paul Parey Verlag
- GOFFART, H.: Ansteigen und Abklingen der Nematodenverseuchung und ihre Bewertung im Rübenbau. *Ztschr. „Zucker“* 1952, Nr. 14

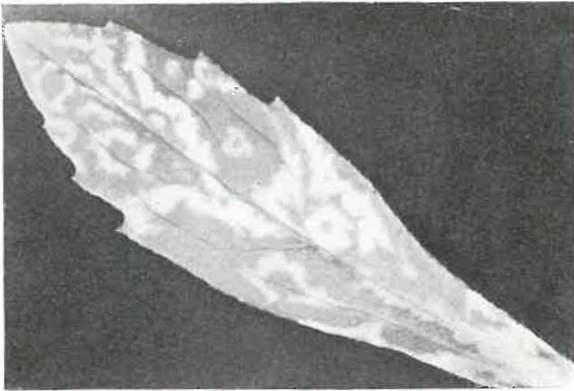


Abb. 1: Asterblatt mit Ring- und Bandchlorose (Freilandpflanze, Sorte unbekannt).

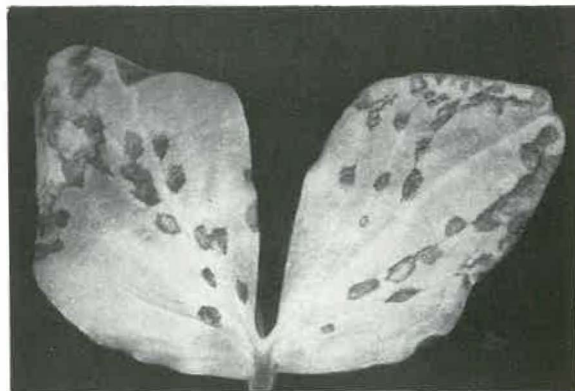


Abb. 4: Lokalnekrosen auf *Vicia faba minor* (Dornburger) durch das Asterisolat.

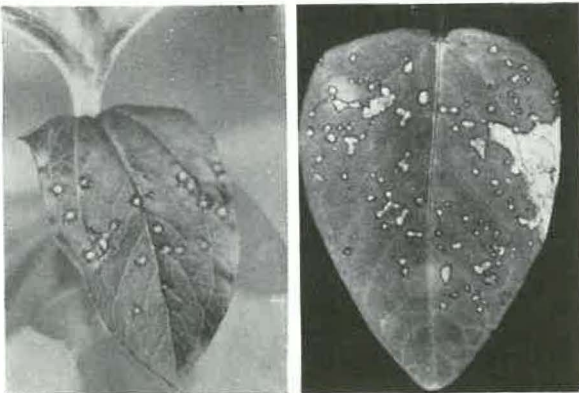


Abb. 2 und 3. links: Ringnekrosen an inokuliertem Blatt von *Zinnia elegans* (Prachtmischung d. DSG) durch das Asterisolat.

rechts: *Vigna sinensis* mit Symp. des AsI am eingeriebenen Blatt, rot umrandete grau-braune Nekrosen.

Abb. 5: Ergebnisse des Präzunitätsversuches >

oben:

7. 1. 58 Erstinokulation mit Tabakmauche-Virus (TMaV)

17. 2. 58 Zweitinokulation links mit TMaV
rechts mit Asterisolat

unten:

17. 2. 58 Erstinokulation links mit TMaV
rechts mit Asterisolat

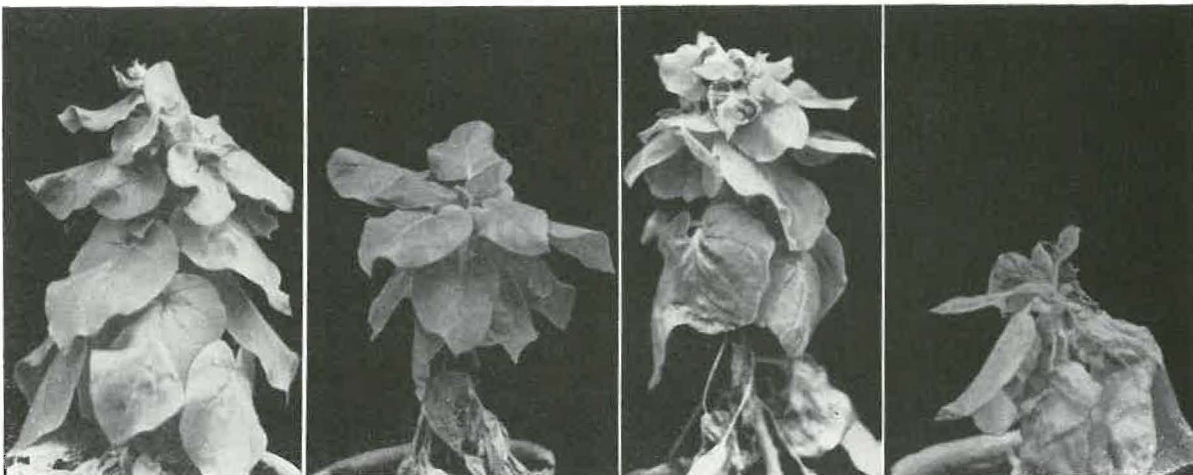
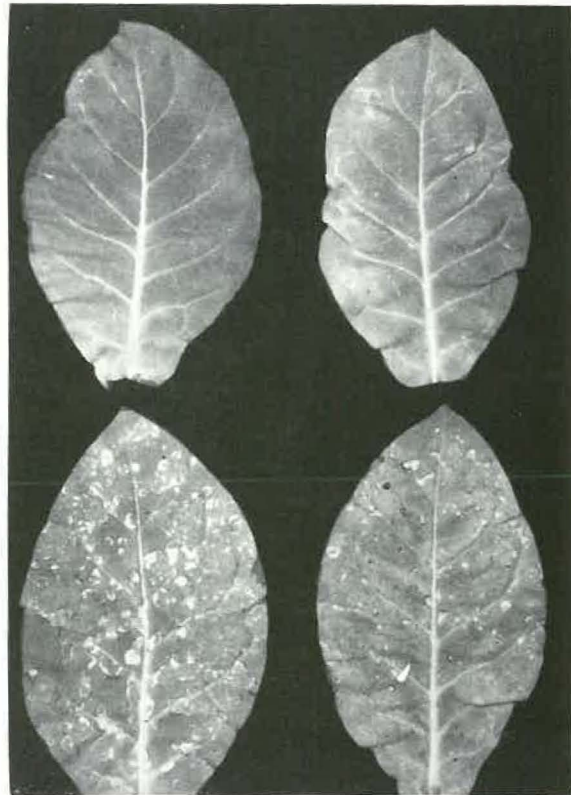


Abb. 6: Ergebnisse des Präzunitätsversuches. Von links nach rechts: *N. glutinosa* infiziert mit: H₂O Kontrolle, AsI, AsI+GMV-Gelb, GMV-Gelb+AsI. Vorinfektion: 11. 11. 1957, Superinfektion: 9. 12. 1957. Foto: 10. 1. 1958

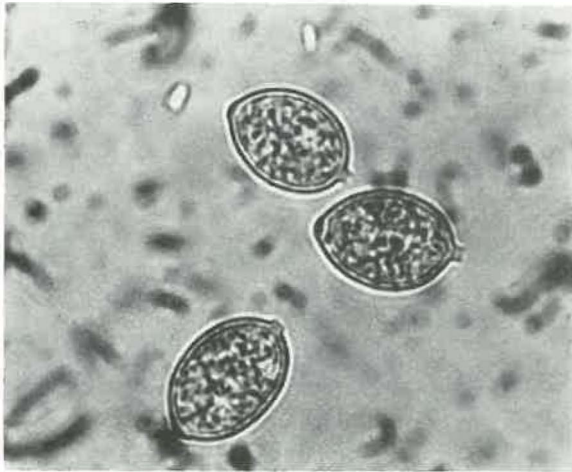


Abb. 1. Typische Sporen von *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. mit ausgeprägter Scheitelpapille und einem „Stielchen“. (Vergr. etwa 780×)

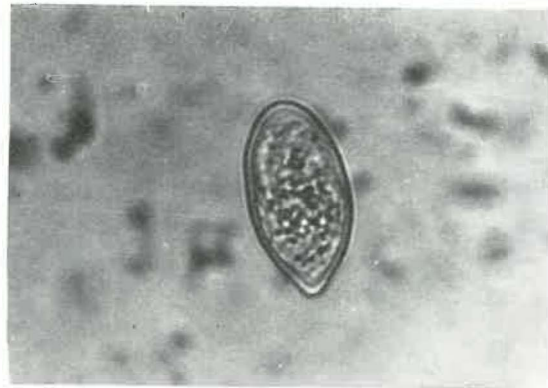


Abb. 4. Spore von *Peronospora obovata* Bonorden mit einem stielchenähnlich geformten Ansatz, aber ohne Scheitelpapille. (Vergr. etwa 780×)

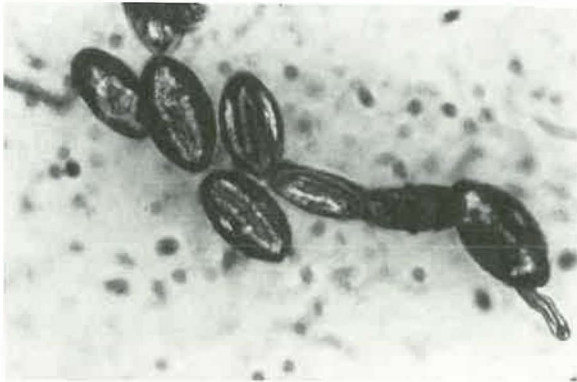


Abb. 2. Keimende sowie reihen- oder haufenweise auf den Fangobjektträgern auftretende Sporen. Sie gehören zu meist Pilzen der Gattungen *Monilia* oder *Oidium* an. (Vergr. etwa 780×)



Abb. 5. Normale Spore von *Plasmopara chaerophylli* (Casp.) Trott. mit ausgeprägter Scheitelpapille, ohne ein deutliches „Stielchen“. (Vergr. etwa 780×)



Abb. 3. Spore von *Peronospora effusa* (Grev.) Rabenhorst mit einem ausgeprägten stielchenartigen Ansatz, aber ohne Scheitelpapille. (Vergr. etwa 780×)

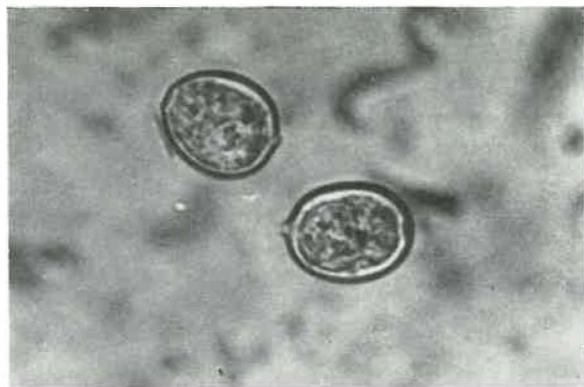


Abb. 6. Selten auftretende (unreife?) Sporen von *Plasmopara chaerophylli* (Casp.) Trott. mit flacher Scheitelpapille und erkennbarem stielchenförmigen Ansatz. (Vergr. etwa 780×)

- GOFFART, H.: Zur Frage der Resistenz von Kultur- und Wildarten der Kartoffel gegenüber dem Kartoffelnematoden. Vortrag, Groß-Lüsewitz 8. 2. 1954
- GOFFART, H.: Diskussionsbeitrag. *Nematologica* 1956, I, 2, 125
- HEY, A.: Standorteinflüsse auf Biologie und Bekämpfung des Kartoffelnematoden. Mitt. Biol. Bundesanstalt Berlin-Dahlem, 1955, H. 83
- HEY, A.: Das Nematodenproblem in der Landwirtschaft. Nachr.bl. Dt. Pfl.schutzd. Berlin 1955, 9, 169–176
- VAN DER LAAN, P. A.: The influence organic manuring on the development of the potato root eelworm, *Heterodera rostochiensis*. *Nematologica* 1956, I, 2, 112–125
- MEYL, A. H.: Die künstliche Infektion mit dem Kartoffel- und Rübenematoden und die Färbung der Parasiten in situ. Nachr.bl. Dt. Pfl.schutzd. (Braunschweig) 1951, 3, 134–136
- NEBEL, B.: Ein Beitrag zur Physiologie des Rübenematoden, *Heterodera schachtii*, vom Standpunkt der Bekämpfung. Kühn-Archiv 1926, XII, 38–103
- NOLTE, H.-W.: Reizphysiologische Untersuchungen bei *Heterodera rostochiensis*. Mitt. Biol. Bundesanstalt Berlin-Dahlem, 1955, H. 83, 133–136
- OOSTENBRINK, M.: Het aardappelaaltje (*Heterodera rostochiensis* Woll.) een gevaarlijke parasiet voor de eenzijdige aardappal-cultuur. Versl. en Mededel. v. d. Plantenziektenk. Dienst, Wageningen 1950, Nr. 115
- REINMUTH, E.: Der Kartoffelnematode (*Heterodera schachtii* Schmidt). Beiträge zur Biologie und Bekämpfung. Ztschr. Pfl.krankh. 1929, 39, 241–276
- REINMUTH, E.: Der Stand der Kartoffelnematodenforschung. Vortrag Groß-Lüsewitz 14. 3. 55
- REINMUTH, E. und C. ENGELMANN: Der Einfluß der Pflanzzeit auf Zystenbesatz, Wachstum und Ertrag zweier in nematodenverseuchtem Boden angebauten Kartoffelsorten. Landw. Jahrb. 1941, 90, 519–534
- SCHMIDT, J.: Zur Populationsdynamik des Kartoffelnematoden. Wiss. Ztschr. Univ. Rostock 1955, 4, 2, 187–190 (math.-nat. Reihe)
- SCHRÖER, G.: Über das Problem der Aktivierung des Cysteninhaltes vom Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis*). Diss. 1950, Zool. Inst. d. Univ. Rostock
- SCHUURMANS STEKHOVEN, J. H. u. J. N. FILIPJEW: A manual of agricultural helminthology. E. J. Brill 1941, Leiden
- STAAR, G.: Kurzreferat, Symposium über Fragen der Züchtung nematodenresistenter Kartoffeln, Groß-Lüsewitz, 14.–16. 7. 1958
- STELTER, H.: Untersuchungen über den Kartoffelnematoden. Nachr.bl. Dt. Pfl.schutzd. Berlin, 1955, 9, 133–137
- WALLACE, H. R.: Hydrostatic pressure-deficiency and the emergence of larvae from cysts of the beet eelworm. *Nature* 1954, 173, 502–503
- WINSLOW, R. D.: The hatching responses of some root eelworm of the genus *Heterodera*. *Ann. appl. Biol.* 1955, 1, 19–36

Eine Ring- und Bandchlorose der Aster (*Callistephus chinensis* Nees) hervorgerufen durch das Tabakmauche-Virus

Von K. ZSCHAU

Aus der Biologischen Zentralanstalt Berlin
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Im Spätsommer 1957 erhielten wir aus dem Institut für Zierpflanzenbau der Humboldt-Universität und aus einem Privatgarten in Teltow Atern mit einer kräftigen Band- und Ringchlorose an den älteren Blättern (Abb. 1)*. Die oberen Blätter zeigten keine Symptome, die Pflanzen blieben zwar klein und geschwächt, bildeten aber eine normale Blüte aus. Aus solchen Pflanzen ließ sich ohne Schwierigkeit ein Virus isolieren, das innerhalb von 2–3 Tagen an Samsun Tabak, *Chenopodium quinoa*, *Gomphrena globosa* und *Phaseolus vulgaris* Lokalläsionen hervorrief. Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß es sich um ein Isolat des Tabakmauchevirus handelt.

1958 konnten wir das gleiche Krankheitsbild auf unserem Versuchsfeld in Kleinmachnow beobachten. Isolierungen von solchen Pflanzen mußten aufgrund ihrer Symptome an verschiedenen Testpflanzen immer zum Tabakmauchevirus gestellt werden.

Eine Darlegung unserer Untersuchungsergebnisse erscheint uns gerechtfertigt, obwohl verschiedene Veröffentlichungen über das Tabakmauche-Virus in Deutschland existieren, da in Amerika ein Virus mit gleichem Wirtspflanzenspektrum, annähernd gleichen Symptomen und gleicher Inaktivierungstemperatur als selbständige Virusart (ANDERSON 1954) beschrieben wurde.

Methodisches

Das Virus wurde auf *Nicotiana tabacum* und *N. glutinosa* erhalten. Zu den Wirtspflanzenuntersuchungen wurden in der Regel 10 Pflanzen getestet und 5 Kontrollpflanzen mit Preßsaft gesunder Tabakpflanzen abgerieben. Für die Rückübertragungen, die in der Regel immer dann durchgeführt wurden,

wenn die Symptome nicht ganz eindeutig anzusprechen waren – und zwar 3–4 Wochen nach der Inokulation –, sowie für die Feststellung der physikalischen Eigenschaften wurden jeweils 3 Pflanzen von *N. tabacum*, Sorte Samsun, und meist parallel laufend 2 Ackerbohnen, Sorte Dornburger, verwendet. Zur Ermittlung des thermalen Tötungspunktes wurde der Preßsaft (je 1½ cm³) 10 Min. in einem dünnwandigen, verschlossenen Glasröhrchen der jeweiligen Temperatur im Wasserbad eines Ultrathermostaten ausgesetzt. Zur Prüfung der Lebensbeständigkeit in vitro wurde der Preßsaft in einem verschlossenen Glasröhrchen bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Bei allen Übertragungsversuchen wurde als Abrasiv Carborundpuder verwendet.

Wirtspflanzenkreis und Symptomatik

Wie aus Tab. 1 zu entnehmen ist, deckt sich bei den 30 getesteten Arten der Wirtspflanzenkreis mit den Untersuchungen von SCHMELZER (1957). Abweichungen, wie sie sich bei *Nicotiana rustica*, *Cucurbita pepo*, *Brassica napus* und *Chenopodium quinoa* ergeben, sind erklärbar, wenn man beachtet, daß selbst bei systemisch stark anfälligen Arten immer mehr Pflanzen Lokalinfectionen zeigen, als dann später systemisch erkranken. SCHMELZER diskurtiert diese Tatsache in seiner Arbeit ausführlich. Ergänzend zu den Untersuchungen von Schmelzer wurden *Apium graveolens*, *Capsicum frutescens* und *Lupinus luteus* zu den Wirtspflanzenuntersuchungen herangezogen. *Apium graveolens* entwickelte in unseren Versuchen keine charakteristischen Lokalläsionen auf den abgeriebenen Blättern, nur bei Rückübertragung ließ sich das Virus in anscheinend geringer Konzentration auf diesen nachweisen. *Capsicum frutescens* zeigte auf den abgeriebenen Blät-

* siehe Beilageblatt S. 230a