

KIEWNICK, L.: Die *Typhula*-Fäule der Wintergerste. Ges. Pflanzen **20**, 107–109, 1968.
 KIEWNICK, L.: Eine wenig beachtete Blattfleckenkrankheit an Gerste und Roggen. Ges. Pflanzen **24**, 139–140, 1972.
 KIEWNICK, L.: Zum Auftreten von *Rhynchosporium secalis* an Wintergerste. Ges. Pflanzen **29**, 174–175, 1977.
 KIEWNICK, L.: Spontanes Auftreten von *Drechslera tuberosa* (Atk) Shoem. (Hauptfruchtform *Pyrenophora japonica* Ito et Kurib) an *Hordeum vulgare* L. im Nordrheingebiet. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **27**, 51–56, 1975.
 PUNITHALINGAM, E.: Graminicolous *Ascochyta*-Species. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England Mycological Papers No 142, 214 S. 1979.

RICHARDSON, M. J., and M. NOBLE: *Septoria* species on Cereals – a Note to aid their Identification. Plant. Path. **19**, 159–163, 1970.
 ROANE, C. W., M. K. ROANE, and T. M. STARLING: *Ascochyta*-species on Barley and Wheat in Virginia. Plant Disease Rep. **58**, 455–456, 1974.
 SPRAGUE, R.: *Ascochyta* leaf spots of cereals and grasses in the United States. Mycologia **42**, 523–533, 1950.
 SPRAGUE, R.: Diseases of cereals and grasses in North America. The Ronald Press Company, New York, 1950.
 SPRAGUE, R., and G. W. FISCHER: Check list of the diseases of grasses and cereals in the western United States and Alaska. Washington Agr. Exp. Sta. Pullman/Wash, S. 142–143, 7. 12. 1956.
 SPRAGUE, R.: Leafspot Fungi XIV. Mycologia **52**, 700–701, 1960.

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **35** (10), S. 150–155, 1983, ISSN 0027-7479.
 © Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Nematologie, Münster

Zur Problematik der quantitativen Erfassung von *Heterodera schachtii* mit Hilfe von Bodenuntersuchungen

II Ermittlung des Nematodenbesatzes in Feldproben

On the problem of estimating population densities of *Heterodera schachtii* by soil sampling and extraction

II Estimation of the population density in field samples

Von J. Müller

Zusammenfassung

In fünf Feldern mit Populationsdichten von *H. schachtii* zwischen 50 und 2500 Eiern und Larven pro 100 g Boden wurde der statistische Fehler ermittelt, mit dem bei einer Untersuchung der Nematodendichte zu rechnen ist. Er lag bei einer gesammelten Bodenmenge von 500 g zwischen 67 % bei geringer und 23 % bei hoher Populationsdichte. Dieser Gesamtfehler wurde getrennt in einen Teil, der bei Extraktion aus einer Mischprobe auftritt und einen zweiten, der durch das Sammeln einer begrenzten Zahl von Einstichen entsteht (= Probenahmefehler). Dazu wurden von einem 1250 m² großen Feldstück 50 Einstiche entnommen, die zusammen 500 ml Boden ergaben. Davon wurden je 250 g als Mischprobe und 250 g als Sammelprobe extrahiert. Wird der Gesamtfehler 100 % gesetzt, so lag der Probenahmefehler in drei von fünf untersuchten Feldern bei 36 %, 53 % und 69 %. Bei zwei Feldern war der Gesamtfehler etwa so groß wie in Mischproben, der Probenahmefehler spielte also keine Rolle. Eine erhöhte Zahl von Einstichen (bei gleicher Bodenmenge) führt deshalb nicht in jedem Falle zu einer größeren Genauigkeit. Sicherer läßt sich der Gesamtfehler durch die Extraktion einer größeren Bodenmenge verringern. Der Verlauf der Vertrauensgrenzen wird in Abhängigkeit von der Zahl der Extraktionen für $P = 5\%$ bzw. $P = 33\%$ berechnet. Die Aussagekraft von Untersuchungsbefunden wird besonders in bezug auf die Schadensschwelle diskutiert.

Abstract

The statistical error, which is associated with sampling for *H. schachtii*, was examined in 5 fields with population densities between 50 and 2500 eggs and juveniles per 100 g of soil. Using a sample size of 500 g the coefficient of variation was 67 % in soil with low population densities and 23 % in heavily infested soil. This total error is composed of sampling error and laboratory error. Sampling error is due to the limited number of cores (usually 50 cores per 1250 m²), which are taken from an unevenly infested field. It must be added to the laboratory error, which occurs in extraction from a mixed soil sample. When the total error was calculated 100 %, the sampling error in three fields was determined to be 36 %, 53 % and 69 %, in two fields it was unimportant. Increasing the number of cores (in a constant size of the bulk sample) will therefore not always give more accuracy. The total error can be reduced more effectively by the extraction of more soil, and confidence intervals depend in a given field on the quantity of soil which is investigated. They are calculated for $P = 5\%$ and 33% . The reliability of results of sampling for *H. schachtii* is discussed especially in reference to the damage threshold.

Im Teil I dieser Arbeit wird dargestellt, mit welchem Fehler zu rechnen ist, wenn von einer gründlich gemischten Erdprobe extrahiert wird. Dabei wurde angenommen, daß die Zysten des Rüben nematoden in einer Mischprobe zufällig verteilt sind. Sollen Feldstücke mit einer Fläche von 1000 und mehr Quadratmetern untersucht werden, so liegt dieser Idealzustand mit Sicherheit nicht vor. Es gibt immer Zentren mit oft sehr hoher Nematodendichte und daneben Bereiche, in denen nur wenige oder keine Zysten gefunden werden. Beide

Extreme liegen meistens räumlich so nah beieinander, daß sie in der Praxis mit vertretbarem Aufwand nicht unterschieden werden können (SEINHORST 1982, 1983). Alle für Feldstücke gefundenen Nematodendichten sind deshalb Mittelwerte, von denen innerhalb der untersuchten Fläche erhebliche Abweichungen auftreten können.

Die nesterweise Verteilung der Nematoden erfordert eine größere Zahl von Stichproben je Flächeneinheit. Bei Routineuntersuchungen werden je ha 400 Einstiche entnommen, teilweise auch weniger. Die Flächeneinheit liegt bei 1250 m², wovon 50 Einstiche entnommen und zu einer Sammelprobe vereinigt werden. Dabei kommen etwa 250 ml Erde zusammen, die als eine Probe weiter behandelt werden. Der daraus gefundene Wert für die Nematodendichte ist eine Stichprobe aus einer sehr großen Grundgesamtheit und immer einem statistischen Fehler unterworfen. Es wird davon ausgegangen, daß dieser Fehler größer ist, als wenn von einer Mischprobe mit gleicher Nematodendichte extrahiert würde. Ziel dieser Arbeit ist es, die Differenz zwischen beiden Fehlern quantitativ zu erfassen, um die Effizienz des bei uns üblichen Probenahmeverfahrens bewerten zu können.

Methodik

Für die Untersuchungen wurden fünf mit *H. schachtii* verseuchte Felder ausgewählt, deren Nematodendichte große Unterschiede aufwies:

- Feld A: Versuchsfeld Münster, 1976 künstlich infiziert, Proben 1981 genommen
- Feld B: Versuchsfeld Eldorf, Rüben-Monokultur seit 1964
- Feld C: Praxisbetrieb im Rheinland, Populationsdichte sehr niedrig, wahrscheinlich noch nicht lange verseucht
- Feld D: Praxisbetrieb im Rheinland, Populationsdichte oberhalb der Schadensschwelle, wahrscheinlich schon sehr lange verseucht
- Feld E: Versuchsfeld Münster, 1976 künstlich infiziert, Proben 1982 genommen.

Auf diesen Feldern wurden Versuchsflächen von 1250 m² Größe in Rechteckform ausgemessen. Die Probenahme erfolgte praxisüblich nach dem Pflügen vor dem geplanten Anbau von Zuckerrüben. Für eine Bodenprobe wurden von der Versuchsfläche 50 Einstiche nach einem regelmäßigen Muster entnommen. Abweichend von dem üblichen Verfahren wurden aber nicht 5, sondern etwa 10 ml Erde je Einstich in bis zu 8 cm Tiefe entnommen und zu einer Probe vereinigt. Auf jeder Versuchsfläche wurde dies 20mal wiederholt, so daß je Feld 20 Beutel mit ca. 500 ml Erde vorhanden waren.

Das weitere Vorgehen diente dem Ziel, den durch die Probenahme bedingten Fehler von dem der Extraktion zu trennen: Der Inhalt jedes Beutels wurde durch mehrfaches Sieben gründlich gemischt und anschließend in 2 Beutel mit je 250 g Erde aufgeteilt (ergibt 20 Beutel X und 20 Beutel Y). Die Beutel X wurden zusammenschüttet, sehr gut gemischt und wieder in 20mal 250 g aufgeteilt. Somit waren 20 Beutel X_M (= Mischproben) und 20 Beutel Y_S (= Sammelproben) vorhanden, deren Inhalt auf Eier und Larven untersucht wurde. Die Extraktion erfolgte wie in Teil I beschrieben durch Zentrifugation in Zuckerlösung. In Abb. 1 sind die einzelnen Schritte noch einmal schematisch dargestellt.

Unter dem Fehler der Probenahme wird hier nur der Anteil vom Gesamtfehler verstanden, der durch die Entnahme einzelner Einstiche auf dem Feld bedingt ist. Auch bei der Entnahme von Einzelproben aus einer Mischprobe liegt ein Probenahmefehler vor, dessen Größe bei Poisson-Verteilung der Zysten von der Zystendichte abhängt. Für die Situation

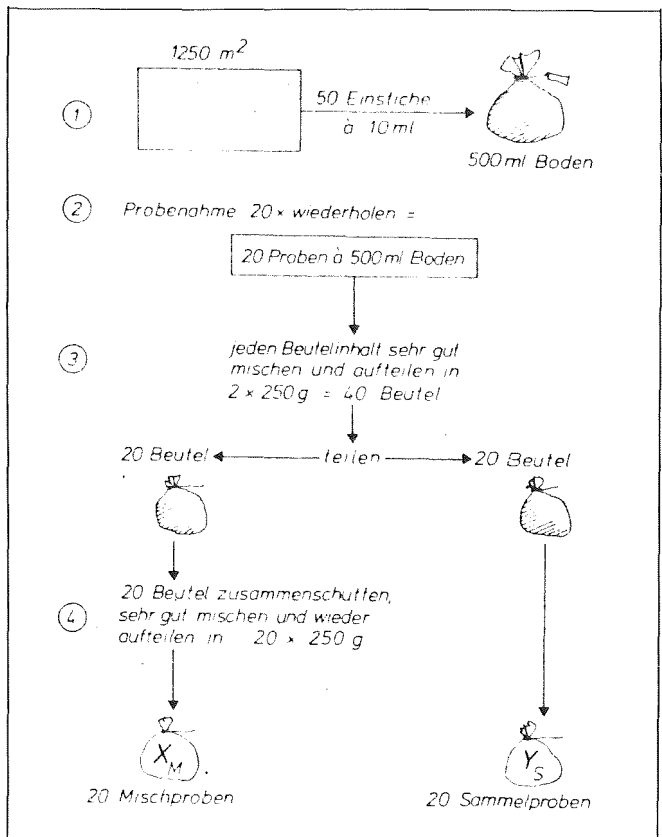


Abb. 1. Schematische Darstellung der Probenaufbereitung.

auf dem Feld wird vermutet, daß die Zysten unregelmäßiger verteilt sind und daß der Fehler deshalb größer ist. Nur diese Differenz ist gemeint, wenn im folgenden vom Probenahmefehler gesprochen wird.

Die bei der Extraktion ermittelten Daten für Eier und Larven je 250 g Boden wurden auf 100 g Boden umgerechnet und dann logarithmisch transformiert ($x' = \log x + 1$). Mittelwerte und Vertrauensgrenzen wurden aus transformierten Werten errechnet, Variationskoeffizienten dagegen aus den Originalzahlen.

Die in den Tabellen aufgeführten Vertrauensgrenzen wurden aus der Standardabweichung des Einzelwertes für P = 5 % nach der Formel

$$VG_u = \bar{x} - t \cdot s_1$$

$$VG_o = \bar{x} + t \cdot s_1$$

berechnet (COCHRAN 1972). Sie gelten für den Fall, daß nur einmal extrahiert wird. Bei wiederholter Extraktion wird der Vertrauensbereich erheblich enger. Er kann nach der Formel $VG = \bar{x} \pm t \cdot s_n$ berechnet werden, wobei

$$s_n = \frac{s_1}{n}$$

Die verwendeten Abkürzungen bedeuten:

- VG_u = untere Vertrauensgrenze
- VG_o = obere Vertrauensgrenze
- \bar{x} = Mittelwert
- t = Wert für t bei P = 5 % aus der t-Tabelle
- n = Zahl der Wiederholungen
- s₁ = aus 20 Extraktionen ermittelte Standardabweichung des Einzelwertes
- s_n = für eine bestimmte Zahl von Extraktionen berechnete Standardabweichung

$$VK = \text{Variationskoeffizient} \left(= \frac{s_1 \cdot 100}{\bar{x}} \right)$$

E + L = Eier und Larven

Ergebnisse

In den Tabellen 1–5 werden die aus Sammelpuben bzw. Mischproben gefundenen Ergebnisse einander gegenübergestellt. Für die Mittelwerte wäre zu erwarten, daß sie in beiden Behandlungen annähernd gleich sind. Dies trifft auch weitgehend zu, vorhandene Abweichungen müssen zufallsbedingt sein. Deutliche Unterschiede müßten dagegen die Variationskoeffizienten aufweisen, da in den Sammelpuben der Fehler der Probenahme enthalten ist, während er bei den Mischproben ausgeschlossen wurde. Tatsächlich ist dies bei 3 der untersuchten Felder der Fall. Für die Werte in Tab. 1 errechnet sich der Probenahmefehler aus $60\% - 33\% = (60^2 - 33^2)^{1/2} = 50\%$. Werden die Fehlergrößen relativ ausgedrückt und der Gesamtfehler = 100% gesetzt, so entfallen in Tab. 1 69% auf die Probenahme. In den Tabellen 3, 4 und 5 liegt der Probenahmefehler bei 36%, 53% und 8% des Gesamtfehlers. Der Boden B (Monokultur) hatte wahrscheinlich einen so gleichmäßigen Zystenbesatz, daß der Probenahmefehler ohne Bedeutung war. Die in den Tabellen verzeichneten Vertrauensgrenzen beziehen sich auf den Fall, daß nur einmal extrahiert wird. Sie umfassen bei allen 5 Feldern einen sehr weiten Bereich. Dies wird je nach Fragestellung in manchen Fällen ausreichend sein, oft aber wird eine größere Sicherheit gefordert werden. Soll der Vertrauensbereich enger sein, so müssen Probenahme und Extraktionen wiederholt werden. Wieviel mehr an Aussagekraft dabei gewonnen wird, geht aus den Abb. 2–4 hervor.

Es wird deutlich, daß wiederholte Extraktionen einen erheblichen Gewinn an Sicherheit erbringen. Es lohnt sich aber kaum, mehr als 8 Proben zu untersuchen, da die Kurven in diesem Bereich schon recht flach verlaufen. Entscheidender ist die Frage, welche Irrtumswahrscheinlichkeit in einem bestimmten Fall als ausreichend angesehen werden kann. Die Kurven wurden deshalb für 5% und für 33% Irrtumswahrscheinlichkeit berechnet.

Tab. 1. Extraktionsergebnisse aus Feld A (E + L/100 g Boden)

| | Sammelpuben | Mischproben |
|--------------------------|-------------|-------------|
| \bar{x} | 810 | 994 |
| VK % | 60 | 33 |
| VG _u | 161 | 441 |
| VG _o (P = 5%) | 4089 | 2243 |

Tab. 2. Extraktionsergebnisse aus Feld B (E + L/100 g Boden)

| | Sammelpuben | Mischproben |
|--------------------------|-------------|-------------|
| \bar{x} | 2491 | 2397 |
| VK % | 23 | 27 |
| VG _u | 1471 | 1329 |
| VG _o (P = 5%) | 4217 | 4323 |

Tab. 3. Extraktionsergebnisse aus Feld C (E + L/100 g Boden)

| | Sammelpuben | Mischproben |
|--------------------------|-------------|-------------|
| \bar{x} | 37 | 57 |
| VK % | 67 | 54 |
| VG _u | 8 | 17 |
| VG _o (P = 5%) | 175 | 194 |

Tab. 4. Extraktionsergebnisse aus Feld D (E + L/100 g Boden)

| | Sammelpuben | Mischproben |
|--------------------------|-------------|-------------|
| \bar{x} | 1326 | 1226 |
| VK % | 37 | 27 |
| VG _u | 589 | 718 |
| VG _o (P = 5%) | 2985 | 2094 |

Tab. 5. Extraktionsergebnisse aus Feld E (E + L/100 g Boden)

| | Sammelpuben | Mischproben |
|--------------------------|-------------|-------------|
| \bar{x} | 1374 | 1349 |
| VK % | 49 | 47 |
| VG _u | 444 | 444 |
| VG _o (P = 5%) | 4251 | 4095 |

Diskussion

Es ist bekannt, daß bei wiederholter Ermittlung des Nematodenbesatzes für ein bestimmtes Feldstück mit schwankenden Ergebnissen zu rechnen ist. Das gleiche trifft auch für die Extraktion aus einer Mischprobe zu, wie in Teil I gezeigt wurde. Bei einer Mischprobe ist die Größenordnung des Probenahmefehlers aber kalkulierbar, da die Zysten in Poisson-Verteilung vorliegen. In einem Feldstück gibt es dagegen im allgemeinen Befallsherde mit hoher Populationsdichte und daneben Bereiche, in denen wenige oder keine Zysten gefunden werden. Dazu wurde in einigen Untersuchungen festgestellt, daß die negative Binomialverteilung die Verhältnisse am besten beschreibt (SEINHORST 1983, STELTER und RAEUBER 1962). Die eigenen Daten geben keinen Aufschluß über die Zystenverteilung im Feld, da alle Proben aus zahlreichen Einstichen zusammengesetzt waren. – Wird im Feld Boden von nur einer Stelle entnommen, so ist keine repräsentative Probe für das Feld zu erwarten. Es werden deshalb grundsätzlich zahlreiche kleine Einstiche aus der gesamten Fläche gezogen und zu einer Sammelprobe vereinigt. Die darin gefundene Nematodendichte stellt einen Mittelwert für das untersuchte Feldstück dar.

Bei der Untersuchung von Feldproben muß also mit einem Fehler gerechnet werden, der größer ist als bei der Extraktion von einer Mischprobe. Je mehr Einstiche eine Sammelprobe (bei gleicher Bodenmenge) enthält, desto mehr müßte sich der Fehler dem einer Mischprobe annähern. In dieser Arbeit wird nur der Fehler untersucht, mit dem bei 50 Einstichen je Sammelprobe zu rechnen ist. Dabei wird unter dem Probenahmefehler der Anteil des Gesamtfehlers verstanden, der durch die begrenzte Zahl von 50 Einstichen je Sammelprobe bedingt ist. Die Größe dieses Anteils hängt offensichtlich von den besonderen Gegebenheiten des untersuchten Feldes ab. So war der Probenahmefehler in den Feldern B und E unbedeutend, in den anderen drei Feldern lag er, relativ ausgedrückt und auf den Gesamtfehler bezogen, bei 36%, 53% und 69%.

Die Variationskoeffizienten in den einzelnen Feldern waren sehr unterschiedlich. Hierfür gibt es verschiedene Gründe: 1. Je höher die Nematodendichte ist, desto einheitlicher wird der Besatz in den aus 50 Einstichen gewonnenen Proben. In Feld B hat das Mischen des Bodens den Variationskoeffizienten deshalb nicht weiter verringert. 2. Je länger ein Feld verseucht ist und je weiter der Anbau von Wirtschaftspflanzen zurückliegt, desto geringer ist die Zahl der Eier und Larven je Zyste. Für eine bestimmte Dichte an Eiern und Larven werden also

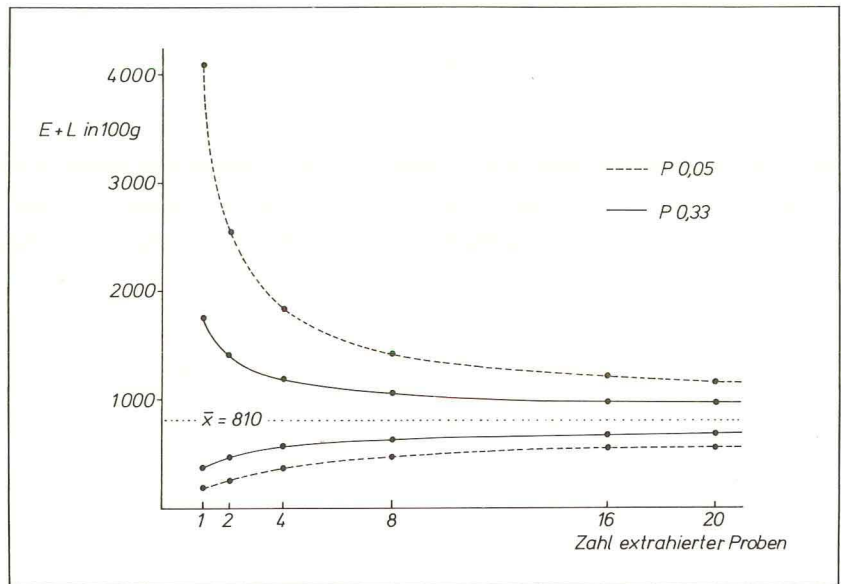


Abb. 2. Vertrauensbereiche in Abhängigkeit von der Zahl der extrahierten Proben in Feld A.

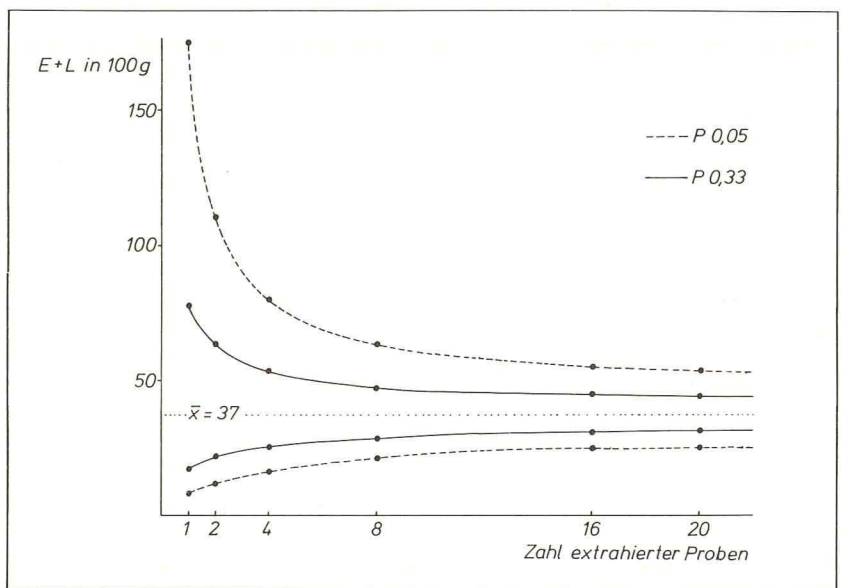


Abb. 3. Vertrauensbereiche in Abhängigkeit von der Zahl der extrahierten Proben in Feld C.

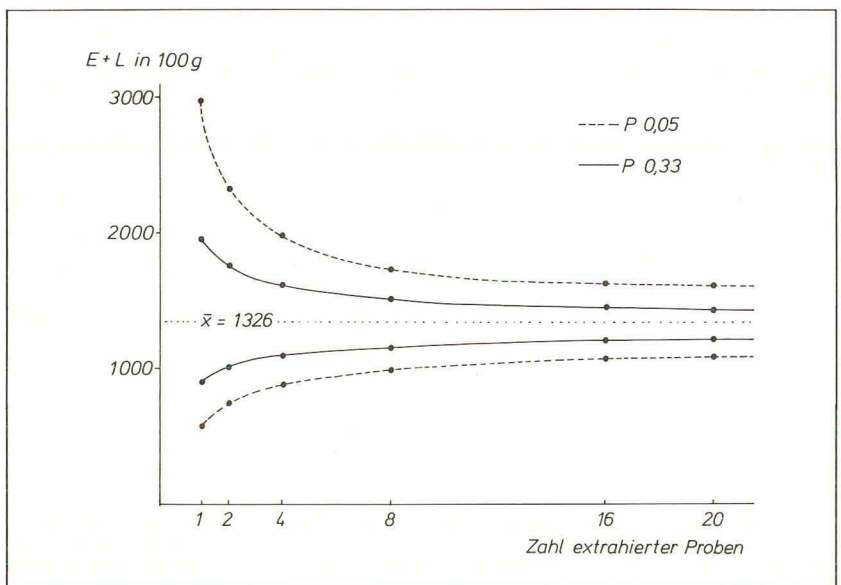


Abb. 4. Vertrauensbereiche in Abhängigkeit von der Zahl der extrahierten Proben in Feld D.

mehr Zysten benötigt als in Proben, die direkt nach der Kultur von Wirtschaftspflanzen gezogen wurden. Je mehr Zysten pro Einstich erfaßt werden, desto einheitlicher ist der Besatz in den Proben. Für Boden D wurde deshalb ein niedrigerer Variationskoeffizient gefunden als für C und E. 3. Bei einer Nematodendichte unter etwa 100 E + L/100 g Boden kommen Proben vor, in denen keine Zysten vorhanden sind. Hier bleibt auch nach gründlicher Durchmischung ein hoher Variationskoeffizient bestehen, da auch ein Teil der Mischproben keine Zysten enthält. Die Werte aus Feld C bestätigen das. Da für diese Untersuchung bewußt Flächen unterschiedlicher Struktur ausgewählt wurden, waren unterschiedliche Variationskoeffizienten zu erwarten.

Es zeigte sich, daß der Probenahmefehler nur in bestimmten Feldern einen wesentlichen Teil des Gesamtfehlers ausmacht. In solchen Fällen kann durch eine höhere Zahl von Einstichen die Genauigkeit wahrscheinlich erhöht werden. Für Flächen, die schon lange Zeit verseucht sind und die einen hohen Zystenbesatz haben, ist jedoch anzunehmen, daß eine noch höhere Zahl an Einstichen je Flächeneinheit bei gleicher Bodenmenge keinen wesentlichen Gewinn an Sicherheit erbringt. Soll der Vertrauensbereich enger sein, so muß mehr Boden untersucht werden. Zu der gleichen Schlußfolgerung kommen STELTER und RAEUBER (1962) für die Untersuchung auf *Globodera rostochiensis*. Da mit den üblichen Methoden größere Bodenmengen nicht in einem Arbeitsgang ausgeschlämmt werden können, sind wiederholte Extraktionen erforderlich. Wie weit dadurch die Sicherheit eines Untersuchungsbefundes erhöht werden kann, wurde aus den Daten der 5 Felder für die Sammelpollen errechnet und für die Felder A, C und D graphisch dargestellt.

Im folgenden werden zwei Beispiele besprochen, in denen es um die Frage geht, welche Aussagekraft einem Untersuchungsbefund zukommt. Im ersten Fall soll die Entscheidung getroffen werden, ob ein ermittelter Nematodenbesatz ober- oder unterhalb der physiologischen Schadensschwelle einzuordnen ist. Dieser Grenzwert kann bei 500 Eiern und Larven je 100 g Boden angenommen werden (STEUDEL, THIELEMANN und HAUFE 1978, 1981). Für Feld D mit einem Nematodenbesatz von 1326 Eiern und Larven je 100 g Boden gibt es keine Probleme, da der Vertrauensbereich auch bei nur einer Extraktion oberhalb von 500 liegt. Umgekehrt liegen in Feld C alle Werte unterhalb der Schadensschwelle. Schwierig ist die Entscheidung nur in Feld A. Selbst nach 8 Extraktionen liegt die untere Vertrauensgrenze (bei $P = 5\%$) noch unterhalb von 500, die obere aber deutlich darüber. Würde eine größere Irrtumswahrscheinlichkeit von $P = 33\%$ in Kauf genommen, so ließe sich dieses Feld schon nach der Untersuchung von 4 Proben oberhalb der Schadensschwelle einordnen. Nach Extraktion von nur einer Probe ist dagegen keine Aussage möglich.

Ein Vergleich der Kurven für $P = 5\%$ und für $P = 33\%$ zeigt, daß die Vertrauensbereiche erheblich enger werden, wenn eine größere Irrtumswahrscheinlichkeit akzeptiert wird. Der Vertrauensbereich für $P = 33\%$ nach einer Extraktion liegt etwa in der Größenordnung wie der für $P = 5\%$ nach vier Extraktionen.

Bei der Entscheidung, welche Sicherheit gefordert werden soll, darf die Schadensschwelle nicht als starrer Grenzwert angesehen werden. Wir wissen, daß Faktoren wie Saatzeit, Temperatur, Niederschläge, Bodenart, pilzliche Parasiten und Wechselwirkungen mit anderen Bodenorganismen die Pathogenität von *H. schachtii* wesentlich beeinflussen. Da wir diese Faktoren nicht oder nur unzureichend erfassen können, ist eine exakte Bestimmung der Populationsdichte mit hohem

Aufwand nicht gerechtfertigt und die Annahme einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 33% vertretbar. Wird auf dieser Basis gerechnet, so sind Fehlentscheidungen bei einer tatsächlichen Populationsdichte zwischen etwa 100 und 1000 E + L/100 g Boden zwar möglich, alle Felder mit einer höheren Verseuchung (über 1000) würden aber auf Grund nur einer Extraktion erkannt werden.

Im zweiten Beispiel geht es um die Frage, ob die Populationsdichte so hoch ist, daß unter Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit zu einer chemischen Entseuchung geraten werden kann. Es muß also gesichert sein, daß der tatsächliche Nematodenbesatz oberhalb einer bestimmten Grenze liegt, die hier bei 2000 E + L/100 g Boden angenommen werden soll. In den dargestellten Beispielen (Abb. 2–4) ist dies nicht der Fall. Trotzdem kann nur für Feld C mit einer sehr niedrigen Nematodendichte eine Aussage gemacht werden, wenn eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% gefordert wird. Wird dagegen $P = 33\%$ als ausreichend angesehen, so lassen sich alle drei Felder nach Untersuchung von nur einer Probe unterhalb des Grenzwertes einordnen. – Feld B hatte einen Nematodenbesatz von 2491 E + L/100 g Boden (Tab. 2). Bei dieser hohen Populationsdichte sind die Vertrauensbereiche relativ eng, so daß dieses Feld zwar nicht bei $P = 5\%$, wohl aber bei $P = 33\%$ oberhalb des Grenzwertes eingestuft wird. Die Beispiele zeigen, daß im Bereich zwischen etwa 1300 und 2500 E + L/100 g Boden Fehlentscheidungen möglich sind. Hier könnte für ein Feld, welches unterhalb des Grenzwertes verseucht ist, ein Wert über 2000 E + L/100 g Boden gefunden werden. Umgekehrt würde eventuell eine höhere Populationsdichte unter dem Grenzwert eingestuft.

Die Untersuchungen zeigen, daß mit der herkömmlichen Methodik von Probenahme und Extraktion brauchbare Aussagen über die Populationsdichte von *H. schachtii* in einem Feldstück möglich sind. Die Interpretation der ermittelten Daten muß allerdings sehr vorsichtig erfolgen. Wird die wirtschaftliche Schadensschwelle bei 1000 E + L/100 g Boden angesetzt, so ist bei jedem Befund oberhalb von 500 E + L vom Zuckerrübenanbau abzuraten. Wird oberhalb von 2000 E + L/100 g Boden eine chemische Entseuchung als wirtschaftlich angesehen, so müssen mindestens 2500 E + L gefunden werden, bevor eine Behandlung empfohlen werden kann. Lautet das Ergebnis auf 100 E + L/100 g Boden oder darunter, so ist mit einem meßbaren Ertragsausfall nicht zu rechnen. Damit ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß in dieser Fläche ein Herd mit deutlichen Schadsymptomen auftritt, denn bei der Untersuchung wurde der durchschnittliche Besatz der gesamten Fläche ermittelt.

Den Herren W. Haufe und Dr. J. W. Seinhorst danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und für wertvolle Hinweise bei der statistischen Verarbeitung der Daten.

Literatur

- BURBA, M. und W. HAUFE, 1972: Beitrag zur Ermittlung der optimalen Stichprobengröße bei Zuckerrüben. Zuckerindustrie 22, 75–80.
 COCHRAN, W. G., 1972: Stichprobenverfahren. Walter de Gruyter, New York, Berlin.
 FENWICK, D. W., 1959: Estimation of eelworm populations: Principles and techniques. Techn. Bull. Minist. Agric., London, Nr. 7, 115–118.
 SEINHORST, J. W., 1982: Mogelijkheden en grenzen van het meten van graden van besmetting van velden met aardappelcysteaaltjes door het onderzoek van grondmosters. Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO), unveröffentlicht.
 SEINHORST, J. W., 1983: On the distribution of cysts of *Globodera*

rostochiensis in small plots and resulting sampling errors. *Nematologica*, im Druck.

STELTER, H. und A. RAEUBER, 1962: Untersuchungen über Methoden der Bodenprobeentnahme zur Feststellung der Verseuchung mit dem Kartoffelnematoden *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* **69**, 577–586.

STEUDEL, W., R. THIELEMANN und W. HAUFE, 1978: Der Einfluß von

Aldicarb auf die Vermehrung des Rübenzystenälchens (*Heterodera schachtii* Schmidt) und den Ertrag von Zuckerrüben in der Köln-Aachener Bucht. *Nematologica* **24**, 361–375.

STEUDEL, W., R. THIELEMANN und W. HAUFE, 1981: Untersuchungen zur Populationsdynamik des Rübenzystenälchens (*Heterodera schachtii* Schmidt) in der Köln-Aachener Bucht. *Mitteil. Biol. Bundesanstalt*, Heft 199.

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **35** (10), S. 155–156, 1983, ISSN 0027-7479.
© Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Außenstelle Kitzberg

Zur Problematik der bakteriellen Ringfäule der Kartoffel (*Corynebacterium sepedonicum* Spieck. et Kotth. Skapt et Burkh.), unter besonderer Berücksichtigung der Diagnose des Erregers

Bacterial ring rot of potato (*Corynebacterium sepedonicum* Spieck. et Kotth. Skapt. et Burkh.), with special reference to the diagnosis of the pathogen

Von W. Zeller

Zusammenfassung

Die bakterielle Ringfäule der Kartoffel (*Corynebacterium sepedonicum*) ist in letzter Zeit vermehrt in der EG festgestellt worden. Um einer Einschleppung der Quarantänekrankheit in die Bundesrepublik Deutschland zu begegnen ist eine gesicherte Diagnose besonders wichtig. Die derzeit in einem Arbeitskreis von Bakteriologen innerhalb der EG erarbeitete Methode zum Nachweis des Erregers wird vorgestellt und bewertet.

Abstract

The bacterial ring rot of potato (*Corynebacterium sepedonicum*) has been more frequently recorded within the EEC in recent years. In order to be able to encounter an import of the quarantine disease into the Federal Republic of Germany, a proved diagnosis is especially important. The method currently being tested by bacteriologists within the EEC to establish the presence of the pathogen is described and evaluated.

Die über 50 Jahre in Deutschland nicht in Erscheinung getretene Ringfäule der Kartoffel (STAPP 1956), die von dem grampositiven Bakterium *Corynebacterium sepedonicum* hervorgerufen wird, hat als Quarantänekrankheit in letzter Zeit wiederum stark an Aktualität gewonnen (ZELLER 1982). Dies liegt insbesondere an folgenden Ursachen:

1. 1979 wurde von italienischen Kollegen der Universität Bologna (MAZZUCCHI et al. 1981) der Erreger an kanadischen Importkartoffeln der Sorte 'Kennebec' nachgewiesen. Als

Folge davon wurde von der EG-Kommission eine Richtlinie zur Bekämpfung der bakteriellen Ringfäule erlassen, die zum 6. Juli 1981 vom BML als Kartoffelringfäule-Verordnung in nationales Recht übernommen wurde (KURTZ 1981).

2. Im Frühjahr 1982 wurden vom Pflanzenschutzamt des Landes Schleswig-Holstein vereinzelt Sendungen von Importkartoffeln aus Dänemark zurückgewiesen, da an diesen Kartoffeln von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Ringfäuleverdacht bestätigt werden konnte. Seit Oktober 1982 wurde daraufhin vom BML eine sechsmonatige Importsperrung für sämtliche dänische Kartoffelausfuhren erlassen, die z. Zt. noch in Kraft ist.

Aufgrund der EG-Richtlinie wird den Mitgliedsländern zur Auflage gemacht, systematische Erhebungen von Kartoffelknollen, die in ihrem Gebiet geerntet, gelagert oder in Verkehr gebracht werden, durchzuführen. Da der Nachweis des Erregers erhebliche Schwierigkeiten bereitet – u. a. wird er auf den herkömmlichen Nährmedien wegen seines langsamen Wachstums zumeist von konkurrierenden saprophytischen Bakterien überwachsen – hat sich innerhalb der EG ein Arbeitskreis von Bakteriologen etabliert, der sich auf ein einheitliches Diagnoseverfahren geeinigt hat. Nach einem von diesen Vertretern abgesprochenen Testprogramm wird z. Zt. in jedem Mitgliedsland ein definiertes Stichprobenmaterial untersucht, das nach folgender kurz zusammengefaßter Methodik erfolgt¹⁾:

¹⁾ Die Methode wird demnächst von der EG-Arbeitsgruppe publiziert und daher vorerst nicht im Detail wiedergegeben.