

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society |
| Herausgeber: | Schweizerische Entomologische Gesellschaft |
| Band: | 52 (1979) |
| Heft: | 4 |
| Artikel: | Die Schätzung des wirtschaftlichen Schadens der kleinen Kohlfliege (<i>Delia brassicae</i> Hoffm.) (Diptera : Anthomyiidae) im Blumenkohlfeld |
| Autor: | Freuler, J. / Linder, A. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-401937 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Schätzung des wirtschaftlichen Schadens der kleinen Kohlfliege (*Delia brassicae* Hoffm.) (Diptera: Anthomyiidae) im Blumenkohlfeld

J. FREULER¹ und A. LINDER²

¹Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, CH-1260 Nyon

²Université de Genève, Crêts de Champel 24, CH-1206 Genève

*The estimation of economic damage of the cabbage root fly (*Delia brassicae* HOFFM.) (Diptera: Anthomyiidae) in a cauliflower crop – A sampling design is developed in order to estimate the average damage in an experimental field. An analysis of the distribution pattern of the economic damage leads to a division of the field in two homogeneous strata: a border zone with great damage (high mean and standard deviation) and an inner zone with little damage (low mean and standard deviation of the percentage of plants not producing a marketable curd).*

A batch of 14 adjacent plants in the line was adopted as sampling unit. The average damage is estimated with sufficient precision when 25% of the existing units are sampled.

Die kleine Kohlfliege, *Delia brassicae* HOFFM., befallt bekanntlich Gemüsekulturen aus der Familie der Kreuzblütler. Sie legt ihre Eier meist an den Wurzelhals der Wirtspflanze oder in dessen unmittelbare Nähe in kleine Erdspalten ab. Die Larven fressen oberflächlich oder im Innern des Wurzelkörpers der Wirtspflanze, seltener an deren oberirdischen Teilen. Bei den Wurzelkruziferen (z.B. Radieschen, Rettich, Weißrübe) hinterlassen schon wenige Maden unansehnliche teilweise vernarbte Gänge an der Oberfläche und im Innern der Speicherwurzel, so dass das Erntegut unverkäuflich ist. Die Ernteeinbusse entsteht, bevor die Pflanze durch übermäßigen Befall abstirbt. Bei den Stengelkruziferen (z.B. Kohl, Blumenkohl) entsteht ein wirtschaftlicher Schaden erst, wenn durch starken Larvenbesatz die Masse lebensnotwendiger Seitenwurzeln mit ihren Wurzelhaaren dermassen abnimmt, dass die geschwächte Pflanze leichtgewichtiges Erntegut produziert oder unvermarktbar wird. Im Falle des Blumenkohls tritt häufig vor dem Absterben die Notbildung einer unbrauchbaren Blume ein.

Will man den Schaden an den Wurzeln der genannten Kruziferentypen bestimmen, so wird im allgemeinen ein Bonitierungsschema angewendet, welches auf das Ausmass der beschädigten Wurzeloberfläche abstellt und der gewünschten Genauigkeit entsprechend mehr oder weniger Klassen aufweist (WRIGHT, 1953; WHITCOMB & GARLAND, 1963; RITCHOT, 1968). Bei diesem Verfahren wird die Wurzel freigelegt und die Pflanze ist damit verloren. Es kann dann ein Schadenindex berechnet werden (KING & FORBES, 1954; HELLQVIST, 1960; WINFIELD & WARDLOW, 1967; SCHNITZLER, 1969; COAKER & WHEATLEY, 1970; MAACK, 1977), welcher im besonderen dazu geeignet ist, die Unterschiede in der Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln aufzudecken (WRIGHT, 1953; WINFIELD & WARDLOW, 1967; WARDLOW & WINFIELD, 1967). Er kann im weiteren als Mass für den Schädlingsdruck angesehen werden (SYLVÉN, 1968; LE CLERG, 1970). Die Beziehung zwischen dem an der Wurzel festgestellten Schaden und dem daraus resultierenden Ernteverlust lässt sich jedoch nicht ohne weiteres herstellen, da das

Pflanzenwachstum nicht allein durch den Schädlingsbesatz, sondern in erheblichem Masse auch durch Faktoren wie Bodenfeuchtigkeit und -fruchtbarkeit beeinflusst wird (WRIGHT, 1953; WHITCOMB & GARLAND, 1963; STRICKLAND & BARDNER, 1967; COAKER & WHEATLEY, 1970; BARDNER & FLETCHER, 1974; THOMPSON, 1975).

Um den Schaden in einer Kultur abzuschätzen, werden nach allgemeinen Empfehlungen Stichproben aus Felduntereinheiten oder längs einer Felddiagonalen entnommen (CHURCH, 1970). Im Falle der Kohlfliege scheinen 25 Einzelpflanzen pro Feld zur Bestimmung des Schadenindexes zu genügen (COAKER & WHEATLEY, 1970).

Im allgemeinen scheint der Ernteverlust aber mehr durch die Art und Weise, wie die Schäden in der Kultur verteilt sind, beeinflusst zu werden als durch den Anteil befallener Pflanzen (STRICKLAND & BARDNER, 1967).

Dieses Verteilungsmuster zu charakterisieren soll mit der vorliegenden Arbeit versucht werden. Es gehört u.a. zu den relativ konstanten Faktoren, welche die Beziehung zwischen Befall und dessen Wirkung auf den Ertrag bestimmen (BARDNER & FLETCHER, 1974). Die Kenntnis über die Verteilung der Schäden führt im weiteren dazu, ein Verfahren zur Erhebung von Stichproben abzuleiten, welches erlaubt, den wirtschaftlichen Schaden abzuschätzen, den das Insekt der Wirtspopulation zufügt.

MATERIAL UND METHODE

Ausgegangen wird von einer Blumenkohlpflanzung von üblichem Ausmass und Anbauweise aus der Gemeinde Fully im Wallis. Die Pflanzen waren dem Befall der ersten Generation der kleinen Kohlfliege ausgesetzt. Sie zeigten im Zeitpunkt der Feldbegehung teilweise starke Befallssymptome, da der Produzent die Bekämpfungsmassnahmen zu spät angesetzt und daher keine Wirkung erzielt hatte.

Als qualitatives Merkmal wurde die Ertragsfähigkeit der Pflanze gewählt, wobei sich die Merkmalsreihe nur über zwei Merkmalsklassen erstreckt, welche sich gegenseitig ausschliessen: entweder ist die Pflanze imstande, eine marktfähige Blume zu produzieren oder nicht. Hiefür diente die Begutachtung der Befallszeichen an den oberirdischen Pflanzenteilen beim Abschreiten der einzelnen Pflanzenreihen. Bei der Anwendung dieser Methode, bei welcher die Wirtschaftspflanze intakt bleibt, wird der tatsächliche Ertragsausfall unterschätzt, weil einige Pflanzen zwar eine marktfähige Blume produzieren, deren Gewicht aber infolge Befall nicht der potentiellen Produktivität entspricht (WRIGHT, 1940, 1953). THOMPSON (1975) hat mit der visuellen Methode an 5 bis 6 Wochen alten Blumenkohlpflanzen in Jahren guter Wachstumsbedingungen gute Korrelationen zwischen Schadenklassen und Ernteergebnissen erzielt.

Beim Abschreiten wurde gleichzeitig auch der Standort jeder Pflanzstelle festgehalten. Das Vorgehen entspricht in etwa einer vereinfachten Lebenstafel für die Kultur selbst, wie sie HAROURT (1970) vorgeschlagen hat. Aufgrund aller Angaben konnte ein Parzellenplan gezeichnet werden. Die Aufgabe besteht nun darin, ein Stichprobenverfahren herauszufinden, welches gestattet, die durchschnittliche Schadenhäufigkeit dieses Feldes zu ermitteln. Es wurde deshalb in

Tab. 1: Prozentsatz nicht ertragsfähiger Pflanzen der 360 Untereinheiten (Elemente) der untersuchten Blumenkohlpflanzung

| Feld- ab- schnitt | P F L A N Z R E I H E | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 100.0 | 100.0 | 76.5 | 93.8 | 61.5 | 83.3 | 77.8 | 58.3 | 50.0 | 83.3 |
| 2 | 100.0 | 90.9 | 72.2 | 29.4 | 42.9 | 33.3 | 50.0 | 71.4 | 64.3 | 66.7 |
| 3 | 100.0 | 81.8 | 23.5 | 0 | 28.6 | 64.3 | 43.8 | 64.3 | 7.1 | 21.4 |
| 4 | 100.0 | 100.0 | 53.3 | 61.5 | 0 | 46.7 | 14.3 | 66.7 | 7.1 | 13.3 |
| 5 | 100.0 | 50.0 | 28.6 | 71.4 | 6.7 | 26.7 | 50.0 | 0 | 6.7 | 6.7 |
| 6 | 100.0 | 50.0 | 75.0 | 66.7 | 40.0 | 60.0 | 0 | 0 | 42.9 | 80.0 |
| 7 | 100.0 | 54.5 | 43.8 | 75.0 | 33.3 | 6.7 | 0 | 0 | 0 | 35.7 |
| 8 | 100.0 | 90.9 | 33.3 | 42.9 | 53.3 | 21.4 | 20.0 | 60.0 | 0 | 33.3 |
| 9 | 100.0 | 90.9 | 84.6 | 53.8 | 53.8 | 58.3 | 0 | 7.7 | 0 | 7.7 |
| 10 | 100.0 | 84.6 | 15.4 | 23.1 | 61.5 | 35.7 | 0 | 0 | 30.8 | 33.3 |
| 11 | 100.0 | 85.7 | 84.6 | 64.3 | 76.9 | 15.4 | 23.1 | 23.1 | 21.4 | 57.1 |
| 12 | 92.3 | 76.9 | 38.5 | 61.5 | 46.2 | 33.3 | 33.3 | 21.4 | 46.2 | 16.7 |
| 13 | 92.9 | 69.2 | 30.8 | 30.8 | 61.5 | 35.7 | 0 | 23.1 | 21.4 | 0 |
| 14 | 75.0 | 53.8 | 46.2 | 50.0 | 30.8 | 14.3 | 7.1 | 7.7 | 14.3 | 15.4 |
| 15 | 84.6 | 57.1 | 92.9 | 50.0 | 57.1 | 30.8 | 0 | 28.6 | 15.4 | 30.8 |
| 16 | 57.1 | 69.2 | 53.8 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 21.4 | 30.8 | 42.9 |
| 17 | 61.5 | 61.5 | 69.2 | 53.8 | 23.1 | 33.3 | 28.6 | 23.1 | 35.7 | 38.5 |
| 18 | 76.9 | 64.3 | 75.0 | 58.3 | 33.3 | 50.0 | 41.7 | 16.7 | 33.3 | 50.0 |
| <hr/> | | | | | | | | | | |
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | 71.4 | 16.7 | 72.7 | 58.3 | 40.0 | 88.9 | 90.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 2 | 30.8 | 69.2 | 68.8 | 61.5 | 46.2 | 33.3 | 64.3 | 87.5 | 93.3 | 83.3 |
| 3 | 23.5 | 23.5 | 6.3 | 47.1 | 56.3 | 38.5 | 88.2 | 100.0 | 100.0 | 93.8 |
| 4 | 43.8 | 41.2 | 25.0 | 12.5 | 30.8 | 33.3 | 68.8 | 84.6 | 80.0 | 100.0 |
| 5 | 33.3 | 68.8 | 46.7 | 33.3 | 46.7 | 17.6 | 6.3 | 41.7 | 50.0 | 42.9 |
| 6 | 42.9 | 29.4 | 25.0 | 13.3 | 56.3 | 31.3 | 47.1 | 58.3 | 75.0 | 50.0 |
| 7 | 17.6 | 17.6 | 33.3 | 37.5 | 25.0 | 75.0 | 56.3 | 66.7 | 94.1 | 78.6 |
| 8 | 50.0 | 37.5 | 17.6 | 50.0 | 60.0 | 38.5 | 53.8 | 46.2 | 46.7 | 92.9 |
| 9 | 53.8 | 30.8 | 0 | 15.4 | 50.0 | 46.2 | 75.0 | 69.2 | 58.3 | 61.5 |
| 10 | 38.5 | 0 | 7.7 | 23.1 | 38.5 | 53.8 | 46.2 | 38.5 | 53.8 | 84.6 |
| 11 | 53.8 | 23.1 | 15.4 | 7.7 | 30.8 | 7.7 | 30.8 | 69.2 | 92.3 | 92.3 |
| 12 | 58.3 | 7.7 | 0 | 7.7 | 33.3 | 15.4 | 41.7 | 38.5 | 61.5 | 53.8 |
| 13 | 7.7 | 0 | 7.7 | 8.3 | 7.7 | 7.7 | 58.3 | 33.3 | 46.2 | 46.2 |
| 14 | 23.1 | 15.4 | 15.4 | 7.7 | 30.8 | 7.7 | 46.2 | 46.2 | 76.9 | 83.3 |
| 15 | 7.7 | 7.7 | 30.8 | 38.5 | 30.8 | 15.4 | 15.4 | 23.1 | 41.7 | 84.6 |
| 16 | 8.3 | 16.7 | 8.3 | 15.4 | 0 | 30.8 | 46.2 | 46.2 | 61.5 | 76.9 |
| 17 | 23.1 | 46.2 | 38.5 | 23.1 | 30.8 | 30.8 | 15.4 | 46.2 | 53.8 | 84.6 |
| 18 | 33.3 | 50.0 | 25.0 | 16.7 | 16.7 | 25.0 | 0 | 16.7 | 58.3 | 83.3 |

360 Untereinheiten (Elemente) aufgeteilt, welche aus den 20 Pflanzenreihen in dessen Querrichtung und aus 18 Feldabschnitten von je 5m Länge in dessen Längsrichtung gebildet wurden, wobei ein Element einen Reihenabschnitt darstellt und 12 bis 14 aufeinanderfolgende Blumenkohlpflanzen enthält. Pro Element wurde der Prozentsatz nicht ertragsfähiger Pflanzen bestimmt. Die erhaltenen Werte sind in Tab. 1 zusammengestellt.

RESULTATE

Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass die üblichen statistischen Verfahren nicht ohne weiteres auf Prozentzahlen angewandt werden dürfen (LINDER & BERCHTOLD, 1976). Im allgemeinen wird es empfehlenswert sein, die Prozentzahlen p durch die sogenannte Arcus-Sinus-Transformation ($z = \text{arc sin } \sqrt{p}$) umzuformen. Wenn man beispielsweise die Streuung aller 360 in Tab.1 angegebenen Werte berechnet, erhält man 815,6, während die Streuung nach der Arc-Sin-Transformation 451 beträgt. Es wird im folgenden davon abgesehen, die Prozentzahlen umzuformen, weil die Ergebnisse mit den transformierten Werten zu denselben Schlussfolgerungen führen, wie Kontrollrechnungen ergeben haben. Dies hängt damit zusammen, dass die mittlere Schadenhäufigkeit auf dem untersuchten Felde bei 44% liegt, also weder extrem niedrig noch extrem hoch ist.

Für die weiteren Berechnungen wurden die Werke von YATES (1960) und COCHRAN (1963) herangezogen.

Wie oben erwähnt wurde, sind die Prozentzahlen der Tab.1 auf der Grundlage von Elementen bestimmt worden, die aus 12 bis 14 aufeinanderfolgenden Blumenkohlpflanzen bestehen. Man kann sich fragen, ob es zweckmäßig wäre, die Stichprobeneinheiten derart zu bilden, dass mehrere der genannten Elemente zusammengefasst würden. Dies würde sich dann empfehlen, wenn mehrere benachbarte Elemente unter sich ähnliche Schadenhäufigkeiten aufwiesen. Um dies abzuklären, wurden die Variabilitäten berechnet, wenn systematisch zwei, drei, vier oder sechs aufeinanderfolgende Elemente zusammengefasst wurden, und zwar sowohl in den Feldabschnitten, wie zwischen den Pflanzenreihen. Überdies wurden auch 4 und 9 Elemente zusammengefasst, die zu zwei, beziehungsweise drei aufeinanderfolgenden Feldabschnitten und Pflanzenreihen gehörten.

Alle diese Untersuchungen führten zum Ergebnis, dass am zweckmäßigsten die Elemente mit 12 bis 14 aufeinanderfolgenden Pflanzen der Stichprobenermittlung zugrundegelegt werden. Anders ausgedrückt: eine sogenannte Klumpenbildung würde nichts eintragen.

Beim Betrachten des Parzellenplans schienen die Randzonen des Feldes mehr Schaden aufzuweisen als der Rest. Es stellt sich deshalb die Aufgabe, das Feld in passender Weise in einigermassen homogene Teilflächen oder Schichten zu gliedern. Wenn es gelingt, die Prozentzahlen in der Tab.1 in zwei (oder mehr) Schichten zu ordnen, und zwar so, dass die Variabilität innerhalb der Schichten relativ klein, jene zwischen den Schichten dagegen gross ausfällt, und wenn die Stichproben innerhalb der Schichten zufällig ausgewählt werden, so wird – wie gezeigt werden soll – eine grössere Genauigkeit der Schadenschätzung erreicht.

Wie eine genauere Abklärung ergab, kann die Randzone am besten durch die 4 äusseren Pflanzenreihen und die 3 äusseren Feldabschnitte gebildet werden. Das dieser Arbeit zugrundeliegende Feld, dessen Daten in Tab.1 niedergelegt sind, bildet einen Sonderfall, indem die untersten Feldabschnitte aus topographischen Gründen nicht berücksichtigt wurden. Infolgedessen bilden in diesem Beispiel die Pflanzenreihen 1 bis 4 und 17 bis 20 sowie die Feldabschnitte 1 bis 3 die Randzone. Die Pflanzenreihen 5 bis 16 – ohne die Feldabschnitte 1 bis 3 – bilden die «innere» Zone. Im folgenden werden die beiden «Zonen» als Schichten bezeichnet, wie dies der statistischen Ausdrucksweise entspricht.

Der durchschnittliche Schaden beläuft sich in der inneren Schicht auf 26,5, in der äusseren auf 62,1%. Dies könnte durch die Beobachtung von MAACK (1977)

erklärt werden. Die äusseren Pflanzenreihen werden wesentlich stärker mit Kohlflieneiern belegt, wobei die Eizahl von der ersten zur zweiten Reihe bereits stark abfällt. Dieser Sachverhalt wird dadurch erklärt, dass die Kohlfliegenweibchen Nahrung und Unterschlupf ausserhalb der Kultur finden (COAKER & FINCH, 1971). Auch für einen weiteren Kohlschädling, den kleinen Kohlweissling, *Pieris rapae* L., sind ähnliche Verhältnisse bekannt (HARCOURT, 1962, 1966), wohingegen für die Kohlschabe, *Plutella maculipennis* CURT. (HARCOURT, 1961) und für die der Kohlflege nahestehende Zwiebelfliege, *Delia antiqua* MEIG. (PERRON & LEROUX, 1962) kein Randeffekt nachzuweisen ist. Für die Beurteilung der geschichteten Stichprobe sind indessen die Variabilitäten von ausschlaggebender Bedeutung. Aus der nachstehenden Streuungszerlegung (Tab. 2) sind die Variabilitäten der Schadenprozente innerhalb und zwischen den beiden Schichten zu ersehen.

Tab. 2: Streuungszerlegung der Schadenprozente innerhalb und zwischen den beiden Schichten

| STPEUUNG | FREIHEITS- GRAD | SUMME DER QUADRAT | DURCHSCHNITTS- QUADRAT |
|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|
| Innere Schicht | 179 | 63 622.5 | 355.4 |
| Randschicht | 179 | 114 909.8 | 642.0 |
| Zwischen Schichten | <u>1</u> | <u>114 276.1</u> | <u>114 276.1</u> |
| Insgesamt | 359 | 292 808.4 | 815.6 |

Wie zu erwarten war, variieren die Schadenprozente innerhalb der inneren Schicht mit einem Durchschnittsquadrat von 355,4 weniger als in der Randzone mit 642,0. Der Unterschied zwischen den beiden Schichten ergibt ein sehr viel grösseres Durchschnittsquadrat von 114276,1. Man darf also erwarten, dass eine geschichtete Stichprobe bei gleichem Aufwand gegenüber einer uneingeschränkten Stichprobe deutlich genauer ausfallen wird. Die Genauigkeit, mit welcher aus einer geschichteten Stichprobe die Schätzung m des durchschnittlichen Schadens ermittelt werden kann, wird angegeben durch den Standardfehler $SF(m)$. Die entsprechende Streuung oder Varianz bezeichnet man mit $V(m)$. Bei der geschichteten Stichprobe erhält man die Schätzung m des Gesamtdurchschnitts, indem man zuerst die Schätzungen m_1 und m_2 für die beiden Schichten, und daraus in geeigneter Weise m berechnet. Ein Beispiel wird die Berechnungen darstellen.

Es wurden in der Randschicht 45 und in der inneren Schicht 33 Elemente aus den je 180 vorhandenen zufällig herausgegriffen. Die 45 Elemente in der Randschicht entsprechen einem Viertel aller vorhandenen Einheiten. Es scheint dies von der praktischen Durchführbarkeit her ein vernünftiges Mass zu sein. Bei der Bestimmung der Anzahl Elemente in der inneren Schicht berücksichtigt man die unterschiedliche Standardabweichung der Schadenprozente innerhalb der gebildeten Schichten. Ausgehend von den Durchschnittsquadraten in der Tab. 2 beträgt sie für die innere Schicht $\sqrt{355,4} = 18,9$ und für die Randschicht $\sqrt{642,0} =$

25,3. Das Verhältnis dieser beiden Werte 0,744 stellt den Korrekturfaktor dar, welcher mit der Anzahl Elemente in der Randzone multipliziert (0,74)(45) die oben aufgeführte Stichprobenzahl 33 in der inneren Schicht ergibt.

Mit den 45 Elementen der Randschicht ergab sich ein durchschnittlicher Schaden von $m_1 = 61,3\%$. Die Streuung zwischen den 45 Elementen beträgt $s_1^2 = 732,5$

Die Stichprobenstreuung $V(m_1)$ erhält man als

$$V(m_1) = \frac{180 - 45}{180} \cdot \frac{732,518}{45} = (0,75) (16,2782) = 12,2086$$

Für die 33 Elemente der Stichprobe für die innere Schicht fand man $m_2 = 23,0$ und $s_2^2 = 358,3$, und damit

$$V(m_2) = \frac{180 - 33}{180} \cdot \frac{358,2583}{33} = (0,8167) (10,8563) = 8,866$$

Den geschätzten Gesamtdurchschnitt m erhält man aus m_1 und m_2 , indem man einen gewogenen Durchschnitt bildet, wobei die Anzahlen der Elemente der Schichten als Gewichte dienen. Dies ergibt für dieses Beispiel

$$m = \frac{180}{360} m_1 + \frac{180}{360} m_2$$

oder also

$$m = (61,3 + 23,0)/2 = 42,15$$

Die Stichprobenstreuung $V(m)$ für den Gesamtdurchschnitt findet man aus den Streuungen $V(m_1)$ und $V(m_2)$, indem man diese mit dem Quadrat der Gesamtzahl der Elemente gewichtetet, also

$$V(m) = \left(\frac{180}{360}\right)^2 V(m_1) + \left(\frac{180}{360}\right)^2 V(m_2)$$

oder

$$V(m) = (12,2086 + 8,866)/4 = 5,2687$$

Der Standardfehler $SF(m)$ ist gleich der Wurzel aus $V(m)$, d.h.
 $SF(m) = 2,2954$

Der Mittelwert m liegt mit der Wahrscheinlichkeit 0,95 im Intervall $42,1703 \pm (1,96)(2,2954)\%$. Obere Grenze: 46,7%, untere Grenze: 37,7%.

DISKUSSION

Da in diesem Fall die Schadenprozente für alle 360 Elemente des Feldes bekannt sind, lässt sich nachprüfen, inwiefern die Schätzungen $m_1 = 61,3$, $m_2 = 23,0$ und $m = 42,2$ von den Werten abweichen, die man aufgrund aller Werte erhalten hätte. Diese Durchschnitte belaufen sich auf 62,1, 26,5 und 44,3. Die Schätzungen m_1 , m_2 und m weichen demnach nur unwesentlich von den aus allen Elementen erhaltenen wirklichen Durchschnitten ab.

Wenn man die aus den Stichproben erhaltenen Streuungen $s_1^2 = 732,5$ und $s_2^2 = 358,3$ durch die aus je 180 Elementen erhaltenen Werte 642,0 und 355,4 in den Formeln für $V(m_1)$, $V(m_2)$ und $V(m)$ ersetzt, so erhält man für $V(m)$ anstelle von 5,2686 den Wert 6,3638.

Die geschichtete Stichprobe von 45 und 33 Elementen ergibt demnach sowohl für die Schätzung des mittleren Schadens, wie auch für die Beurteilung der Genauigkeit dieser Schätzung durchaus zutreffende Werte.

Den Einfluss der Schichtenbildung kann man dadurch beurteilen, dass man in der Formel für $V(m)$ nicht die Streuungen s_1^2 und s_2^2 innerhalb der Schichten benutzt, sondern die Streuung s^2 zwischen allen 78 Elementen der beiden Stichproben. Diese Streuung, die auf die Schichtung keine Rücksicht nimmt, beläuft sich auf $s^2 = 929,9$. Mit diesem Wert erhält man

$$V(m) = 9,6277 \quad \text{und} \quad SF(m) = 3,1029$$

Die Stichprobenstreuung ist demnach nahezu doppelt so gross, wenn die Streuung zwischen den 78 Elementen berechnet wird, ohne die Schichtung zu berücksichtigen. Die Bildung zweier Schichten gibt demnach eine ganz wesentliche Erhöhung der Genauigkeit der Schadenschätzung.

BIBLIOGRAPHIE

- BARDNER, R. & FLETCHER, K.E. 1974. *Insect infestations and their effects on the growth and yield of field crops: a review*. Bull. ent. Res. 64: 141-160.
- CHURCH, B.M. 1970. *The place of sample survey in crop loss estimation*. FAO Manual on crop loss assessment methods, CAB & FAO.
- COCHRAN, W.G. 1963. *Sampling techniques*. New York, Wiley, 2nd ed.
- COAKER, T.H. & FINCH, S. 1971. *The Cabbage Root Fly, Erioischia brassicae (Bouché)*. Rep. natn. Veg. Res. Stn. for 1970: 23-42.
- COAKER, T.H. & WHEATLEY, G.A. 1970. *Crop loss assessment of cabbage root fly*. FAO Manual on crop loss assessment methods.
- HARCOURT, D.G. 1961. *Design of a Sampling Plan for Studies on the Population Dynamics of the Diamond-back Moth, Plutella maculipennis (CURT.) (Lepidoptera: Plutellidae)*. Canad. Ent. 93: 820-831.
- HARCOURT, D.G. 1962. *Design of Sampling Plan for Studies on the Population Dynamics of the Imported Cabbage worm, Pieris rapae (L.) (Lepidoptera: Pieridae)*. Canad. Ent. 94: 849-859.
- HARCOURT, D.G. 1966. *Sequential sampling for the imported cabbage worm, Pieris rapae (L.)*. Canad. Ent. 98: 741-746.
- HARCOURT D.G. 1970. *Crop life tables as a pest management tool*. Canad. Ent. 102: 950-955.
- HELLQVIST, H. 1960. *Bekämpning av kålfugelarver vid odling av blastrova*. Medd. Jordbruksförsök, Uppsala, 111.
- KING, K.M. & FORBES, A.R. 1954. *Control of Root Maggots in Rutabagas*. J. econ. Ent. 47: 607-615.
- LE CLERG, E.L. 1970. *Field experiments for assessment of crop losses*. FAO Manual on crop loss assessment methods, CAB & FAO.
- LINDER, A. & BERCHTOLD, W. 1976. *Statistische Auswertung von Prozentzahlen*. UTB 522, Birkhäuser, Basel und Stuttgart, 232 pp.
- MAACK, G. 1977. *Schadwirkung der Kleinen Kohlfliege (Phorbia brassicae BOUCHÉ) und Möglichkeiten zur Reduzierung des Insektizidaufwandes bei der Bekämpfung*. Mitt. Biol. Bundesanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 177: 135 pp.
- PERRON, J.P. & LEROUX, E.J. 1962. *Méthode d'échantillonnage pour l'étude des populations naturelles de la mouche de l'oignon, Hylemya antiqua (MEIG.) (Diptères: Anthomyiidae) dans le Québec*. Ann. Soc. Entomol. Québec 7: 95-107.
- ITCHOT, C. 1968. *Biologie et répression des larves des racines, Hylemya spp., infestant les cultures de crucifères*. Thesis, McGill University, 156 pp.

- SCHNITZLER, W.H. 1969. *Über den Einfluss des Bodens, der Düngung, der Bewässerung, des Aussaattermins und der Sorten auf den Befall von Rettich und Radieschen durch die kleine Kohlfliege, Phorbia brassicae BOUCHÉ (Diptera: Anthomyiidae)*. Z. ang. Ent. 64: 353-377.
- STRICKLAND, A.H. & BARDNER, R. 1967. *A review of current methods applicable to measuring crop losses due to insects*. In United Nations, Food and Agriculture Organisation. Papers presented at the FAO symposium on crop losses, Rome, 2-6 October, 289-309.
- SYLVÉN, E. 1968. *Threshold Values in the Economics of Insect Pest Control in Agriculture*. Stat. Växtsyddsanstalt Medd. 14: 118-119.
- THOMPSON, A.R. 1975. *The assessment of damage caused by cabbage root fly larvae*. 4th Meeting of IOBC Integrated Control of Brassica Pests Working Group, Ghent, 5-7 May, 1975.
- WARDLOW, L.R. & WINFIELD, A.L. 1967. *Comparison of two methods of scoring root damage by cabbage root fly larvae*. Pl. Path. 16: 17-20.
- WHITCOMB, W.D. & GARLAND, W.J. 1963. *The cabbage maggot and its control with chlorinated hydrocarbon insecticides in Massachusetts*. Bull. Mass. agric. Exp. Stn. 540: 1-27.
- WINFIELD, A.L. & WARDLOW, L.R. 1967. *Cabbage root fly on summer cauliflowers on a silt soil*. Expl. Hort. 16: 88-101.
- WRIGHT, D.W. 1940. *The Control of Cabbage Root Fly*. J. Minist. Agric. 46: 765-772.
- WRIGHT, D.W. 1953. *The assessment of damage caused to some brassica crops by the cabbage root fly*. Ann. appl. Biol. 40: 607-611.
- YATES, F. 1960. *Sampling methods for censuses and surveys*. London, Griffin.