

Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss
Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 26 (1953)

Heft: 4

Artikel: Das Auswahlvermögen der Kirschenfliege bei der Eiablage : eine
statistische Studie

Autor: Häfliger, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-401188>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

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

Das Auswahlvermögen der Kirschenfliege bei der Eiablage

(Eine statistische Studie)

von

E. HÄFLIGER,

Wissenschaftlicher Mitarbeiter der J. R. Geigy A.G., Basel

Anlässlich von Versuchen zur Bekämpfung der Kirschenfliege hatten wir Gelegenheit, den Verlauf der Eiablage zu verfolgen (1). Mehrere tausend Kirschen wurden in täglichen Intervallen auf Einstiche, die die Kirschenfliegen mit dem Legestachel ausführen, kontrolliert. Dabei ist uns aufgefallen, dass die Kirschen relativ selten Doppelseinstiche, d. h. zwei Einstiche in der gleichen Frucht aufwiesen, solange die Gesamtzahl der Einstiche noch kleiner war als die Zahl der verfügbaren Kirschen. Wir fragten uns, ob die Kirschenfliege die Kirschen nach einem bestimmten Auswahlprinzip unterscheidet oder ob die Eiablage zufällig erfolgt. Diese Frage lässt sich mit statistischen Methoden beantworten, denn angenommen, die Kirschenfliege würde nicht unterscheiden, ob eine Kirsche schon angestochen ist oder nicht und die Eiablage würde sich rein zufällig abspielen; dann ergäben sich einzelne und mehrfache Einstiche pro Kirsche im gleichen Verhältnis wie Kirschen ohne Einstich und Kirschen mit Einstich im gegebenen Zeitpunkt vorhanden sind. Bei einem Befallsgrad von 50 % z. B., d. h., wenn die Hälfte der Kirschen mit Einstichen versehen sind, ist es bei zufälliger Wahl für weitere Einstiche gleich wahrscheinlich, dass frische Kirschen befallen werden oder dass bereits befallene weitere Einstiche erhalten. Es müssen also, wenn die Annahme der Zufälligkeit der Einstiche stimmt, in diesem Falle ungefähr gleich viel einzelne wie mehrfache neue Einstiche entstehen. Die in der Praxis gemachten Beobachtungen konnten diese Annahme indes keineswegs bestätigen, indem bis zu diesem Befallsgrade überhaupt höchst selten Doppelseinstiche registriert wurden. Die täglichen Kontrollen führten zum

bestimmten Eindruck, dass die Kirschenfliege imstande ist, Früchte mit Einstichen von solchen ohne Einstiche zu unterscheiden, und dass sie für die Eiablage die letzteren vorzieht.

Um diese Frage zu prüfen, bestimmten wir den theoretischen Ablauf des Befalles für die zwei verschiedenen Annahmen :

Annahme 1 : Die Kirschenfliege unterscheidet Kirschen mit und ohne Einstiche und legt ihre Eier soweit möglich in die letzteren ab (« Auswahl »).

Annahme 2 : Kirschen mit und ohne Einstiche werden nicht unterschieden ; die Eiablage erfolgt zufällig (« Zufall »).

In Fig. 1 sind theoretische Verteilungskurven für die beiden Annahmen « Auswahl » (A 1) und « Zufall » (A 2) zusammen mit der beobachteten Verteilung (B) in zwei ausgewählten Beispielen dargestellt.

In Fig. 2 wurde der prozentuale Anteil an befallenen Kirschen als Funktion der durchschnittlichen Anzahl Einstiche pro Kirsche wiederum für die beiden Annahmen (A 1 und A 2) und für die beobachteten Werte (B) aufgezeichnet.

In beiden Figuren sind die theoretischen Kurven dünn, die beobachteten dick ausgezogen.

Im Falle der 1. Annahme sticht die Kirschenfliege die gleiche Frucht vorerst nur einmal an. Die Befallskurve (Fig. 2, A 1) steigt daher

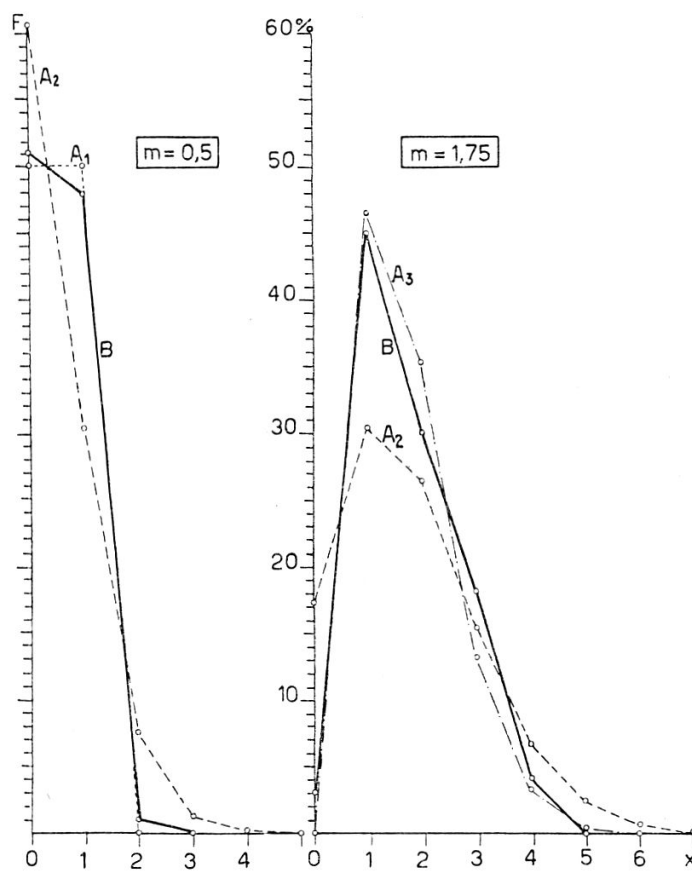


Fig. 1. Verteilungskurve für 50 Einstiche (links) und 175 Einstiche (rechts) auf 100 Kirschen.

Abszisse : Anzahl Einstiche pro Kirsche = x .
Ordinate : Frequenz = F in % der Gesamtzahl Kirschen.

B = Beobachtete Verteilung
A₁ = Verteilung unter Annahme « Auswahl »
A₂ = Verteilung unter Annahme « Zufall »
A₃ = Verteilung unter Annahme « Auswahl » solange dies möglich ist und später « Zufall ».

geradlinig an und erreicht 100 % sobald auf 100 Kirschen 100 Einstiche erfolgt sind. Die Verteilungskurve ist sehr einfach, solange die Anzahl Einstiche diejenige der Kirschen nicht übertrifft ; denn es gibt

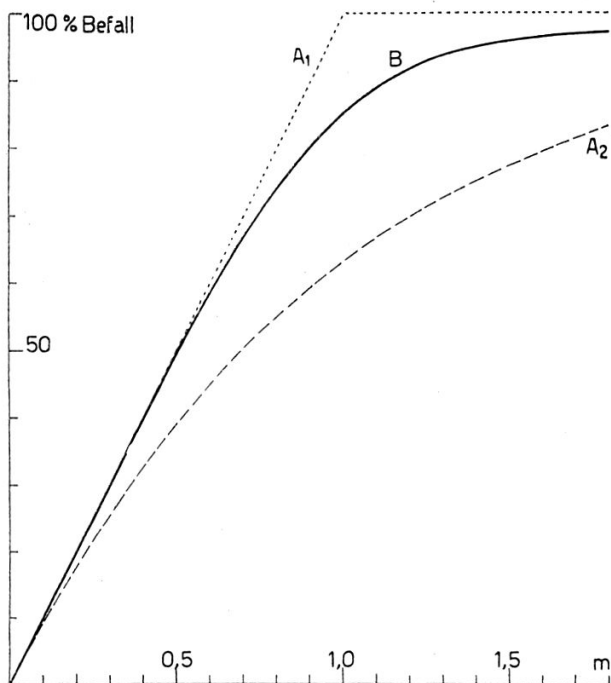


Fig. 2. Befall als Funktion der durchschnittlichen Anzahl Einstiche pro Kirsche (m).

SON (2) lässt sich berechnen, wie sich eine bestimmte Anzahl von Einstichen auf eine gegebene Anzahl Früchte verteilt :

$$\frac{F}{100} = \frac{m^x \cdot e^{-m}}{x!}$$

$$\text{Dabei ist } m = \frac{\text{Gesamtanzahl Einstiche}}{\text{Gesamtanzahl Kirschen}}$$

e ist die Basis der natürlichen Logarithmen.

F , die Frequenz, erhält man in Prozenten der vorhandenen Kirschen :

- für 0 Einstiche ($x = 0$)
- für 1 Einstich ($x = 1$)
- für 2 Einstiche ($x = 2$) usw.

dann nur Kirschen ohne Einstich und Kirschen mit je einem Einstich (Fig. 1, A 1).

Im Falle der 2. Annahme, bei zufälliger Verteilung der Einstiche, entstehen schon früh Doppelpuncturen ; theoretisch kann schon der 2. Einstich in die gleiche Frucht erfolgen wie der erste, also ein Doppelpunctur sein. Die Wahrscheinlichkeit für Doppelpuncturen ist proportional zur Anzahl Kirschen mit einem Einstich und umgekehrt proportional zur Gesamtanzahl Kirschen. In analoger Art ist das Auftreten von Kirschen mit 3 Einstichen von der Anwesenheit von Kirschen mit 2 Einstichen abhängig, usw. Mit Hilfe der Formel von POIS-

Die Zahlenwerte für F sind in den « Tables for Statisticians and Biometricians » von PEARSON (3) für verschiedene Werte von m zusammengestellt. Wenn z. B. m den Wert von 0,3 annimmt, ergeben 3000 zufällig erfolgte Einstiche auf 10 000 Kirschen folgende Verteilung :

2223 Kirschen mit je 1 Einstich	= 2223 Einstiche
335 » » » 2 Einstichen	= 670 »
33 » » » 3 »	= 99 »
2 » » » 4 »	= 8 »
<hr/>	<hr/>
2593 befallene Kirschen enthalten	3000 Einstiche
7407 Kirschen ohne Einstiche	
<hr/>	<hr/>
10000 Kirschen total	= 3000 Einstiche

Mit diesen Verteilungstabellen lassen sich Verteilungskurven konstruieren. In Fig. 1 sind für zwei weitere Beispiele $m = 0,5$ und $m = 1,75$ die Verteilungen nach POISSON (A 2) dargestellt. Es lässt sich auch das Total an befallenen Kirschen berechnen. Für $m = 0,3$ beträgt es z. B. 25,93 %. Während im Falle der Annahme 1 (« Auswahl ») bei $m = 0,3$ 30 % der Kirschen befallen sind, sind es hier bei zufälliger Verteilung bedeutend weniger, da ein Teil der Einstiche in bereits befallene Früchte erfolgte. Die Befallskurve A 2 (Fig. 2) steigt daher langsamer an als A 1.

Der Vergleich der beobachteten Werte mit den beiden theoretischen Annahmen zeigt, dass bei schwachem Befall, solange die Zahl der Einstiche im Verhältnis zur Zahl der Kirschen noch klein ist, eine deutliche Übereinstimmung zwischen den Kurven A 1 und B besteht. Solange $m < 0,5$ ist, deckt sich der beobachtete Befall B praktisch vollständig mit dem theoretischen Befall A₁, der der Annahme « Auswahl » entspricht. Diese Koinzidenz geht auch aus Tabelle I hervor.

*Theoretische und beobachtete Verteilung für 300 Einstiche
auf 1000 Früchte ($m = 0,3$)*

TABELLE I.

x	Theoretische Verteilung		Beobachtete Verteilung
	Annahme « Auswahl »	Annahme « Zufall »	
0	700	740,7	701
1	300	222,3	298
2	0	33,5	1
3	0	3,3	0
4	0	0,2	0

Wir müssen daraus schliessen, dass die *Kirschenfliege imstande ist, einen bereits erfolgten Einstich wahrzunehmen und dann diese Kirsche für weitere Einstiche meidet.*

Mit zunehmendem Befall, nachdem bereits 50 Einstiche auf 100 Kirschen erfolgt sind, weichen die Befallskurven A 1 und B merklich voneinander ab. Anfänglich sind die Abweichungen nur gering; sie werden aber umso deutlicher, je mehr die Zahl der Einstiche diejenige der Kirschen erreicht.

Beim Vergleich der Kurven A 1, A 2 und B muss man berücksichtigen, dass die Kurven A 1 und A 2 theoretisch berechnete Kurven sind, die Kurve B dagegen auf Beobachtungen in der Natur beruht. Man muss sich daher fragen, ob geringe Divergenzen zwischen einer theoretischen und einem beobachteten Kurvenverlauf nicht dadurch bedingt sein können, dass die Versuchsbedingungen in der Praxis nicht in gleich idealer Weise eingehalten werden wie im Rechenexperiment.

Es ist z. B. mit Beobachtungsfehlern zu rechnen. Die tägliche Einstichskontrolle kommt indessen jeweils einer Wiederholung der Beobachtungen für die bereits erfolgten Einstiche gleich, so dass diese Fehlerquelle hier wohl kaum stark ins Gewicht fällt.

Bei grosser Fliegendichte könnten sich die Fliegen gegenseitig beeinflussen, stören. Die Anzahl Fliegen ist indessen während der ganzen Beobachtungsdauer im Verhältnis zur Anzahl Kirschen nur sehr klein geblieben. Während unserer Kontrolle haben wir nur ausnahmsweise Fliegen gesehen, sodass von einer gegenseitigen Beeinflussung derselben nicht die Rede sein kann.

Die Kirschen sind unter Umständen nicht alle gleich gut geeignet für die Eiablage, sie sind zum Teil zu hart oder zu klein; einzelne können im Laubwerk versteckt sein und den Kirschenfliegen entgehen. Diese Fehler verändern indessen nur das Verhältnis von befallenen zu unbefallenen Kirschen und bleiben ohne Einfluss auf das Verhältnis von Einfach- zu Mehrfach-Einstichen. Sie können daher auch nicht für das Abweichen der Kurven B vom aufsteigenden Teil von A 1 verantwortlich gemacht werden. Sie bewirken indessen, dass die Kurve B nie ganz 100% erreicht und daher vom zweiten horizontalen Teil der Kurve A 1 abweicht.

Die « Auswahl » von unbefallenen Kirschen setzt nicht nur voraus, dass die Kirschenfliege imstande ist, befallene und unbefallene Kirschen zu unterscheiden, sondern auch, dass sie nicht gehindert wird, von diesem Unterscheidungsvermögen Gebrauch zu machen. Solange noch wenige Kirschen befallen sind, muss die Kirschenfliege jeweils nicht viele Früchte prüfen, um auf eine unbefallene Frucht zu stossen. Mit zunehmendem Befall wird diese Aufgabe immer schwieriger. Bei einem Befall von 99% z. B. trifft es bereits 99 befallene auf eine unbefallene Frucht. Angenommen, die Kirschenfliege könnte überhaupt feststellen ob, bzw. wann die letzte Frucht befallen ist, und sie würde tatsächlich, auch die letzten unbefallenen Kirschen suchen, so käme

trotzdem der Moment, wo weitere Einstiche nur noch in bereits befallene Früchte möglich wären. Sie muss also das Prinzip, Eier nur in unbefallene Früchte abzulegen irgendwann im Laufe der Befallsentwicklung aufgeben. Wann findet dieser Wechsel statt und nach welchem Prinzip werden die weiteren Eier abgelegt? Wir nehmen nun an, dass die notgedrungenen Mehrfacheinstiche zufällig verteilt werden und prüfen diese Annahme am ausgewählten Fall: $m = 1,75$ (175 Einstiche auf 100 Kirschen). Die Kurve A 3 in Fig. 2 rechts zeigt die theoretische Verteilung für die Annahme, dass die ersten 100 Einstiche streng ausgewählt wurden, die weiteren 75 aber zufällig erfolgten. Die Kurve B entspricht der effektiv beobachteten Verteilung, sie stimmt nun mit der Kurve A 3 überraschend gut überein, was dafür spricht, dass die Kirschenfliege zwar darnach tendiert, jede Frucht nur einmal anzustechen, dass sie dieses Prinzip aber bei starkem Befall notgedrungen aufgibt und weitere Einstiche zufällig verteilt. Dieser Übergang vom Prinzip « Auswahl » zum Prinzip « Zufall » vollzieht sich im Durchschnitt dann, wenn die Zahl der Kirschen und diejenige der Einstiche ungefähr gleich gross sind. Da aber jede einzelne Kirschenfliege diesen Wechsel unabhängig vollzieht, die eine etwas früher, die andere etwas später, gewissermassen dann, wenn ihr das Suchen nach unbefallenen Kirschen verunmöglicht wird, z. B. durch einen starken, wachsenden Drang zur Eiablage, ist mit individuellen Streuungen zu rechnen. Diese Streuungen erklären uns die Abweichung der Kurve B von der Kurve A₁ in Fig. 2 für Werte von m , die kleiner sind als 1.

Man fragt sich nun, *wie* die Kirschenfliege befallene Früchte von unbefallenen unterscheiden kann. Es ist naheliegend, an irgend eine Markierung der befallenen Kirschen zu denken, die gleichzeitig auch das eigentümliche Verhalten der Kirschenfliege vor der Eiablage erklärt, welches WIESMANN (4) folgendermassen beschreibt:

« Die weibliche Kirschfliege, die sich zur Eiablage anschickt, befliegt zielsicher eine im Flugkasten aufgehängte Kirsche. Daraufhin wird die Kirsche von der Fliege sehr eingehend und an vielen Orten durch Ausstülpen des Rüssels betastet, wobei sie gleichzeitig mit den Flügeln schnelle, rudernde Seitenbewegungen ausführt. Diese Orientierung ist verbunden mit einem ruckweisen schnellen Laufen resp. Umkreisen der ganzen Kirsche, wobei das Tier 3-, 4- bis 10mal den Weg um die ganze Kirsche macht. Dieses Umkreisen geschieht meistens in mehr oder weniger senkrechten Kreisen. Dabei wird auch hie und da der Legeapparat schwach ausgestülpt und beim Gehen über die Kirschenoberfläche nachgeschleift. Es handelt sich bei all diesen vorbereitenden Bewegungen wahrscheinlich um einen, maximal $\frac{1}{2}$ Minute, meistens aber nur 15—20 Sekunden dauernden Orientierungsvorgang, durch den die Fliege sich von dem befliegenen Gegenstande ein Bild zu machen versucht. »

Wir glauben, dass dieses charakteristische Verhalten mit der Fähigkeit, befallene und unbefallene Kirschen zu unterscheiden,

zusammenhängt. Im Nachschleppen des ausgestülpten Legeapparates beim Umkreisen der Früchte sehen wir einen Markierungsvorgang, im wiederholten Betasten der Frucht mit dem Rüssel dagegen das Suchen nach eventuell bereits vorhandenen Markierungen.

Zusammenfassung

Durch statistische Auswertung des zahlenmässig erfassten Verlaufes der Eiablage können wir zeigen, dass die Kirschenfliege in der Lage ist, befallene und unbefallene Früchte zu unterscheiden, und dass sie von diesem Auswahlvermögen bis zu einem bestimmten Grade Gebrauch macht. Mit steigendem Befallsgrad der Früchte wird dieses Auswahlprinzip aufgegeben und die weiteren Einstiche erfolgen zwangsläufig zufällig.

ZITIERTE LITERATUR

- (1) HÄFLIGER, E., 1953. *Neue Beiträge zur Bekämpfung der Kirschenfliege (Rhagoletis cerasi L.)*. Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz. **60**, 5, S. 246.
- (2) LINDER, A., 1951. *Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure*. Birkhäuser, Basel.
- (3) PEARSON, C., 1930. *Tables for Statisticians and Biometricians*. Biometrika Office University Colledge, London.
- (4) WIESMANN, R., 1937. *Die Orientierung der Kirschfliege Rhagoletis cerasi L. bei der Eiablage (eine sinnesphysiologische Untersuchung)*. Land. Jahrbuch der Schweiz, 51, S. 1080.