

prallen Sonnenschein berichtet. Dieser Abhängigkeit der aus den Sommerquartieren kommenden Käfer von relativ hohen Temperaturen stehen erstmalig von KAUFMANN (1941a u. b) getroffene und später wiederholt bestätigte Feststellungen gegenüber, nach denen die Käfer nach ihrem Eintreffen auf den Rapsflächen noch bei 5° C fressen und noch bei 6° C Eier legen. Die Widersprüche in diesen Angaben über die Temperaturabhängigkeit gaben Veranlassung zu der Annahme, daß zwischen dem Verhalten der Käfer zur Zeit der Zuwanderung und nach dem Eintreffen auf dem Raps unterschieden werden muß, und lassen eine „Umstimmung“ in bezug auf die Temperaturabhängigkeit vermuten (NOLTE 1953). Die nachfolgend wiedergegebene Untersuchung über die Abhängigkeit des Auftretens und der Aktivität der Käfer von mikroklimatischen Faktoren bildet einen Beitrag zur Klärung dieser Frage.

II. Methodik

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 1952 und 1953 in Aschersleben durchgeführt. Auf den zur Verfügung stehenden Rapsflächen wurden mit Wasser gefüllte Untersatzschalen von Mitscherlichgefäßen so eingegraben, daß ihr oberer Rand mit der Erdoberfläche abschloß. Die in diesen Schalen gefangenen Käfer wurden täglich zu fünf Terminen gezählt, und zwar um 7⁰⁰, 10³⁰, 14⁰⁰, 17³⁰ und 21⁰⁰ Uhr. Ferner wurden einige Zeit hindurch täglich je 10 m Drillreihe abgesucht. Im zweiten Versuchsjahr wurden außerdem Leimtafeln in verschiedener Höhe aufgestellt, um fliegende Käfer zu erfassen. Neben normalen meteorologischen Beobachtungen der unmittelbar benachbarten Klimastation des Versuchsfeldes wurden mikroklimatische Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen im Bestand selbst durchgeführt. Hierzu dienten strahlungsunempfindliche Thermoelement-Psychrometer, die in rund 10 cm Höhe unmittelbar zwischen den Pflanzen aufgestellt waren. Die Meßwerte wurden in 3-Minuten-Abständen mittels eines Sechsfachpunktschreibers fortlaufend registriert. Regelmäßige Kontrollmessungen mit einem Assmann-Aspirationspsychrometer dienten der Überwachung der Meßanlage. Ferner wurde mit Handanemometern die Windgeschwindigkeit in 50 cm Höhe über den Rapsflächen gemessen.

III. Ergebnisse

1. Allgemeines

Die Innenflächen der Fangschalen waren im ersten Versuchsjahr verschieden gefärbt, und zwar rot, blau, grün, gelb, schwarz und weiß. Die Fangergebnisse zeigten jedoch, daß keine der Farben irgendwie bevorzugt wurde. Eine Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit war gleichfalls nicht festzustellen. Selbst stürmisches und regnerisches Wetter scheint die Aktivität der Käfer wenig zu beeinflussen, wenn nicht in Verbindung mit einer solchen Witterungsgestaltung andere Faktoren ins Minimum geraten.

Die täglichen Fangergebnisse der beiden Versuchsjahre sind in Fig. 1 als Summe aller zwischen 7⁰⁰ Uhr morgens und 7⁰⁰ Uhr des nächsten Tages in den Schalen gefangenen Käfer dargestellt. In beiden Jahren zeigt sich deutlich ein allmähliches Absinken der Käferzahl im Laufe des Herbstes,

das durch eine e^{-x} Funktion als Ausgleichskurve hervorgehoben ist. Wir dürfen diesen Kurve wohl als einen Teil der entwicklungsbedingten Grundbewegung im Jahresgang des Käferauftretens auffassen. Deutlich ist auch die allgemein höhere Zahl im milden Herbst 1953 gegenüber dem kühlen

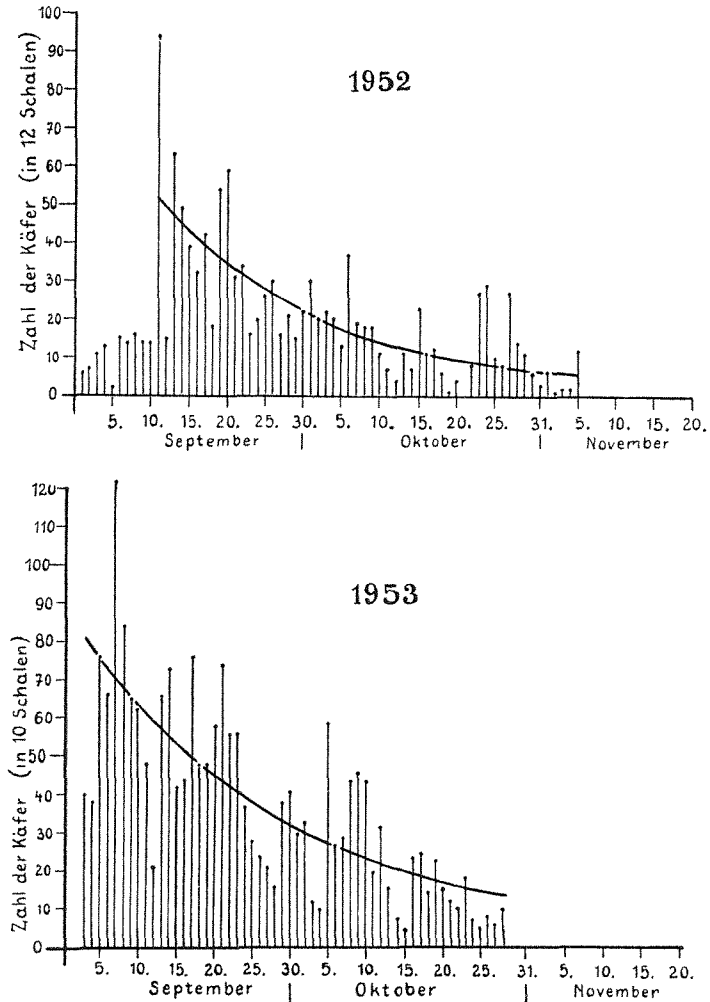


Fig. 1. Zahl der täglich gefangenen Käfer

Herbst 1952. Interessant ist, daß das Absinken der Käferzahl mit fortschreitender Jahreszeit 1953 schneller, d. h. steiler erfolgte als 1952, so daß sich die Endwerte Anfang November einander schon sehr genähert haben. Das läßt sich vielleicht damit erklären, daß das anormal kühle Herbstwetter 1952 die Entwicklung als Ganzes verzögert hat.

2. Tagesgang der Aktivität

Die täglich fünfmal durchgeführten Schalenkontrollen gaben über den allgemeinen Jahresgang hinaus einen Einblick in das tageszeitliche Ver-

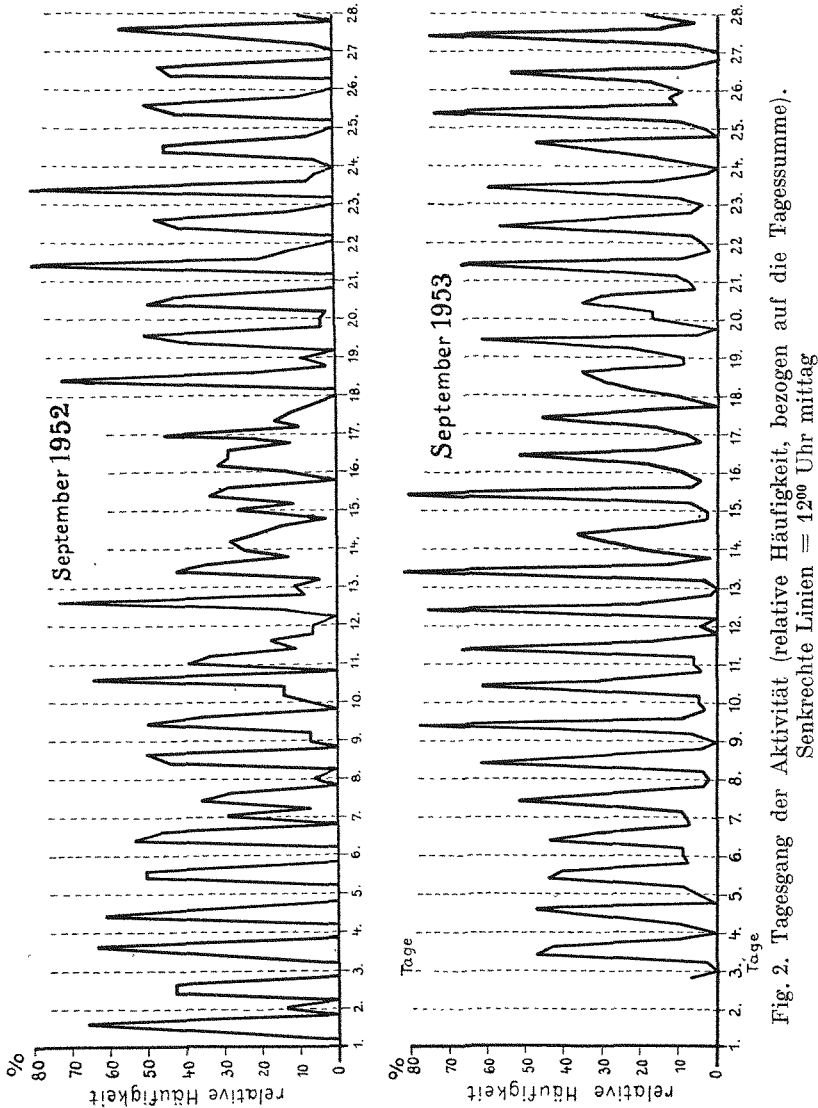


Fig. 2. Tagesgang der Aktivität (relative Häufigkeit, bezogen auf die Tagessumme).
Senkrechte Linien = 1200 Uhr mittag

halten des Rapserdflohs. Stellt man — um von dem Wechsel der absoluten Zahl der Käfer von Tag zu Tag unabhängig zu werden — die zu jedem Termin beobachtete Käferzahl als Prozent des Gesamtfanges jedes Tages dar, so ergibt sich, wie die Fig. 2 zeigt, daß der Rapserdfloh in seiner

Aktivität einen überraschend stark ausgeprägten Tagesgang besitzt. Fast ausnahmslos wurden die meisten Käfer in der Nachthälfte, d. h. zwischen 17³⁰ Uhr und 7⁰⁰ Uhr gefangen, wobei die höchsten Käferzahlen in der Mehrzahl der Fälle zum 21⁰⁰ Uhr-Termin beobachtet wurden. Beide Kurven, sowohl die für 1952 als auch die für 1953, zeigen eine geradezu verblüffende Regelmäßigkeit der Tagesperiode, die nur 1952 in einigen wenigen Fällen gestört ist. Nicht nur im hier dargestellten September, sondern während der gesamten Beobachtungszeit bleibt diese Regelmäßigkeit erhalten. Von meteorologischen Faktoren, die für diese Periodizität verantwortlich sein können, gibt es nur einen, der mit einer derartigen Regelmäßigkeit in Erscheinung tritt, das Licht. Es wurde daher geprüft, ob das Licht für diesen täglichen Gang verantwortlich zu machen ist.

3. Einfluß des Lichtes

Da die Mehrzahl der Käfer fast immer um 21⁰⁰ Uhr gefangen wurde, muß man, wenn an einen Lichteinfluß gedacht wird, annehmen, daß der Käfer das Licht scheut und darum erst nach Sonnenuntergang aktiv wird. Da die Termine der Zählung zeitlich festlagen, ergibt sich natürlich zwangsläufig, daß mit zunehmender Verfrühung des Sonnenunterganges der Zeitraum mit Dämmerung und völliger Dunkelheit zwischen 17³⁰ und 21⁰⁰ Uhr allmählich wächst. Stellt man nun den prozentualen Anteil des Fangergebnisses zwischen 17³⁰ und 21⁰⁰ Uhr am Gesamtfang jedes Tages in übergreifenden 10-Tage-Mitteln dar (Fig. 3), so ergibt sich die interessante Feststellung, daß der Anteil dieser Fänge am Gesamtfang langsam aber stetig wächst, wie die nach der Methode der kleinsten Quadrate berechneten Ausgleichsgeraden beweisen. In Fig. 3 sind die getrennt ermittelten Fangergebnisse von zwei verschiedenen Versuchsflächen dargestellt. Beide stimmen so sehr miteinander überein, daß ihre Ausgleichsgeraden zu Parallelen werden. Das beweist, daß die Methode der Fangschalen tatsächlich ein ziemlich genaues Bild von der Aktivität des Rapserrdflohs vermittelt.

Die allmähliche Zunahme des prozentualen Anteils der Käferzahl läßt sich ohne weiteres mit der Zunahme der Dauer von Dämmerung bzw. Dunkelheit zwischen den beiden Fangterminen infolge Verfrühung des Sonnenunterganges erklären. Eine besondere Stütze für diese Auffassung bildet aber die Tatsache, daß die gegenüber der geradlinigen Zunahme noch verbleibenden Schwankungen der relativen Käferzahl völlig mit dem ebenfalls in Fig. 3 eingezeichneten Gang der Bewölkung übereinstimmen. Geringe Bewölkung vermindert wegen später einsetzender Dämmerung den „Dunkelzeitraum“, hohe Bewölkung und damit frühere Dämmerung vergrößert ihn. Die relative Käferzahl geht also der allgemeinen Verlängerung der „Dunkelzeit“ mit Verfrühung des Sonnenunterganges, sowie den Schwankungen des Dämmerungsbeginns infolge unterschiedlicher Bewölkung parallel.

Um diese Lichtabhängigkeit noch einwandfreier zu erfassen und den tatsächlichen Zeitpunkt des Käfermaximums zu ermitteln, wurde 1953 an je drei heiteren Tagen Mitte September und Mitte Oktober noch ein

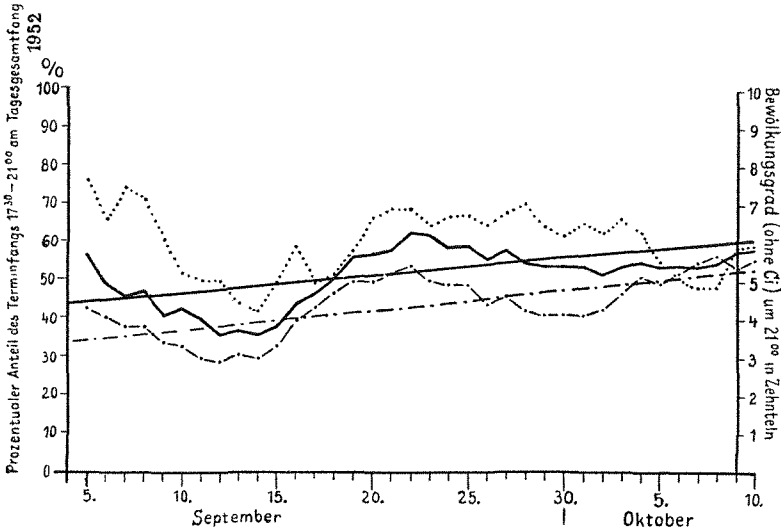


Fig. 3. Zeitliche Änderung der relativen Käferzahl am Abend auf zwei Versuchsflächen (= — und - - - - -). = Bewölkungsgrad

Zwischentermin für die Zählung eingeschaltet. Das Ergebnis ist in Fig. 4 dargestellt. Danach treten die Käfer tatsächlich erst 1—2 Stunden nach Sonnenuntergang aktiv in Erscheinung, das Maximum verschiebt sich mit Verfrühung des Sonnenunterganges auf einen entsprechend früheren Zeitpunkt.

Auch andere Beobachtungen bestätigen diese Lichtempfindlichkeit. So wurden z. B. auf den Rapsflächen am Tage — mit Ausnahme von sonnigen Tagen mit hohen Temperaturen zur Zuwanderungszeit — fast nie Käfer auf

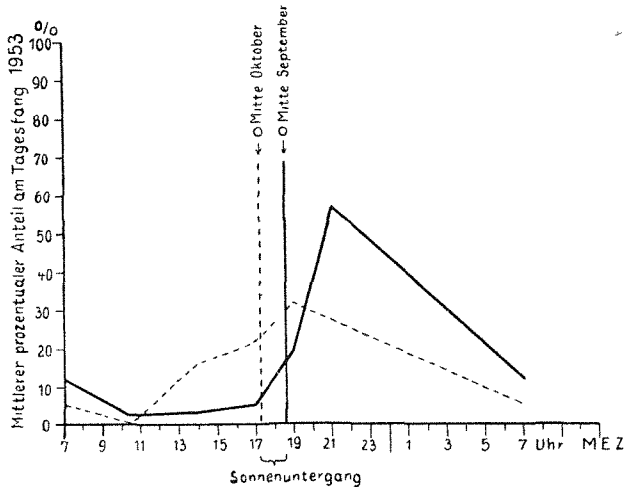


Fig. 4. Tagesgang der Käferaktivität im Vergleich zum Zeitpunkt des Sonnenuntergangs
— = September - - - - - = Oktober

den Blättern beobachtet, sie saßen vielmehr unter Erdklumpchen. Bei Dunkelheit dagegen waren sie allenthalben auf den Pflanzen anzutreffen. Bei einem Versuch, bei welchem 20 Käfer in einem Glasgefäß mit Erde und einigen Rapspflänzchen im Freien gehalten wurden, zeigte sich folgendes: Von morgens bis zum Sonnenuntergang saßen die Käfer unter den Erdklumpchen, sie kamen erst gegen etwa 18⁰⁰ Uhr hervor. An trüben Tagen verschwanden sie in den Morgenstunden später und kamen abends früher zum Vorschein.

Nach diesen Ergebnissen dürfte es als gesichert anzusehen sein, daß der Rapserrfloh gegen Licht empfindlich ist, daß also die beobachtete ausgeprägte Tagesperiode unter dem Einfluß des Lichtes zustande kommt.

Diese Feststellungen über die Lichtempfindlichkeit, die zu einer Aktivität des Käfers während der Nachtstunden führt, erklären die Beobachtungen von KAUFMANN (1941a), der die Eiablage des Rapserrfloh „vorwiegend nachts“ festgestellt hat. Dieser Rhythmus scheint allerdings, sobald die „Umstimmung“ erfolgt ist, fest fixiert zu sein. Von je 60 Käfern, die wir Anfang Oktober dem Freiland entnahmen, wurden im Verlauf von 10 Tagen bei normaler Beleuchtung — d. h. am Tag belichtet, nachts verdunkelt — am Tag 51 und in der Nacht 149 Eier gelegt, in der zweiten Serie, in der die Käfer bei Tage im Dunkeln gehalten und nachts belichtet wurden, überwog ebenfalls die in den Nachtstunden gelegte Zahl an Eiern. Die Zahlen betragen 235 in der Nacht und nur 59 am Tage.

4. Einfluß von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit

Es liegt nahe zu fragen, ob die aus Fig. 1 ersichtlichen Abweichungen der Käferzahl von der als e^{-x} -Funktion dargestellten allgemeinen Grundbewegung eine Folge des Einflusses meteorologischer Faktoren, insbesondere der Temperatur und Feuchtigkeit sind, und ob sich für die Aktivität des Rapserrfloh bestimmte Optimalwerte dieser Faktoren angeben lassen. Die auffälligen Unterschiede in der Aktivität zwischen Tag und Nacht zwingen naturgemäß dazu, eine solche Untersuchung für Tag und Nacht getrennt vorzunehmen. Dabei soll in den folgenden Ausführungen unter „Tag“ die Zeit von 7⁰⁰ Uhr bis 17³⁰ Uhr, unter „Nacht“ die Zeit von 17³⁰ Uhr bis 7⁰⁰ Uhr des nächsten Tages verstanden werden.

Um die Temperaturabhängigkeit zu ermitteln, wurde eine bereits mehrfach mit Erfolg angewendete Häufigkeits-Korrelationsanalyse benutzt (SCHRÖDTER & NOLTE, 1952), d. h. die Zahl der je „Tag“ oder je „Nacht“ gefangenen Käfer in Beziehung gesetzt zur Häufigkeit des Vorkommens bestimmter Temperaturen oder Temperaturfeuchtigkeitskombinationen im betreffenden Zeitraum. Dabei wurden gering besetzte Temperaturklassen nicht berücksichtigt und ein eventueller Einfluß der in den meteorologischen Elementen ohnehin liegenden natürlichen Häufigkeitsverteilung, der als systematischer Fehler in der Rechnung hätte eingehen können, so weit als möglich ausgeschaltet. Nach dieser Methode ergibt sich das

Optimum immer als derjenige Punkt, für den der Korrelationskoeffizient zwischen den Beziehungsgrößen den höchsten positiven Wert erreicht.

Das Ergebnis der Temperaturkorrelation ist für die Tagfänge in Fig. 5 dargestellt, getrennt nach den Beobachtungsjahren 1952 und 1953. Ein überzufälliger Zusammenhang zwischen Temperatur und Käferzahl am Tage ergibt sich danach nur zwischen 16 und 20°, so daß wir diese Temperaturspanne als den Optimalbereich ansehen können. Das vorzeitige Abbrechen der Kurve für 1952 ist auf das Fehlen höherer Temperaturen in dem kühlen Herbst dieses Jahres zurückzuführen. Hinsichtlich niedriger Temperaturen zeigt die Fig. 5, daß diese hemmend zu wirken scheinen. Eine Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit läßt sich für die Tagesfänge nicht sicher nachweisen.

Für die Nachtfänge zeigt die Fig. 6 ein völlig anderes Bild. Der Optimalbereich liegt nicht mehr bei hohen, sondern bei niedrigen Temperaturen, und zwar bei 6—8°, aber nur dann, wenn diese Temperaturen mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80—90% gekoppelt sind. Hier spielt also auch die Luftfeuchtigkeit eine — wenn auch vielleicht untergeordnete — Rolle. Im übrigen zeigen die Kurven der Korrelationskoeffizienten in Fig. 6 eine auffällige Mehrgipfligkeit.

Praktisch zeigen die Fig. 5 und 6, daß das Temperaturoptimum des Rapserrdflohs am Tage ein anderes ist als in der Nacht; der gleichsinnige Verlauf der Kurven in beiden Jahren beweist über die statistisch gesicherte Korrelation hinaus, daß es sich hier nicht um ein zufälliges Ergebnis handeln kann. Damit ist erwiesen, daß die eingangs erwähnte Diskrepanz in den bisherigen Angaben über die Temperaturabhängigkeit des Rapserrdflohs eine im Verhalten des Käfers selbst begründete Tatsache ist, denn das hier dargestellte Ergebnis wird sowohl den Angaben von KAUFMANN (1941a u. b) gerecht (Nahrungsaufnahme noch bei 5°, Eiablage bei 6°), als auch den von EBBE-NYMAN (1952) und GODAN (1948) geschilderten Beobachtungen (untere Grenze der Flugtemperatur 16°, bzw. Schwärmen bei 19°). Eine Erklärung dieser eigenartigen Feststellung ist nur möglich, wenn wir, wie bereits betont, sorgfältig zwischen dem Verhalten beim Zuflug und dem nach Eintreffen auf den Rapsfeldern unterscheiden. Bei den Tagesfängen muß es sich offenbar um die zufliegenden oder aber gerade zugeflogenen Käfer handeln, bei den Nachtfängen um die bereits früher eingetroffenen. Wenn aber der Rapserrdfloh am Tage bei höheren Temperaturen zufliegt — und die Optimaltemperaturen gehören ausnahmslos den Tagesstunden an — dann kann sich die oben dargelegte Lichtempfindlichkeit nicht auf die zufliegenden Tiere beziehen. Die Lichtempfindlichkeit kann also keine ständige Eigenschaft des Rapserrdflohs sein, sondern wird offenbar erst nach Eintreffen auf dem Rapsfeld ausgebildet.

Mit dem Eintreffen der Käfer auf dem Rapsfeld setzt deren Fraßtätigkeit ein und beginnt die Reife der Geschlechtsprodukte. Nahrungsaufnahme und Gonadenentwicklung sind aber die Ursache für wesentliche

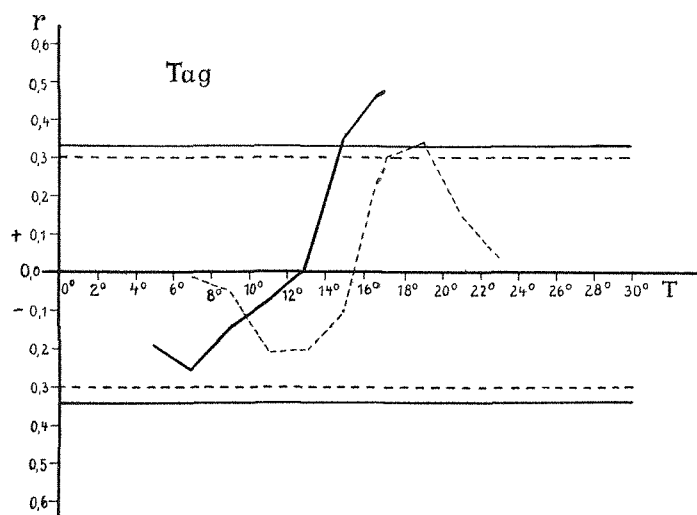


Fig. 5. Korrelationskoeffizienten (r) zwischen Häufigkeit verschiedener Temperaturen und Käferzahlen am Tage

———— = 1952 - - - - = 1953

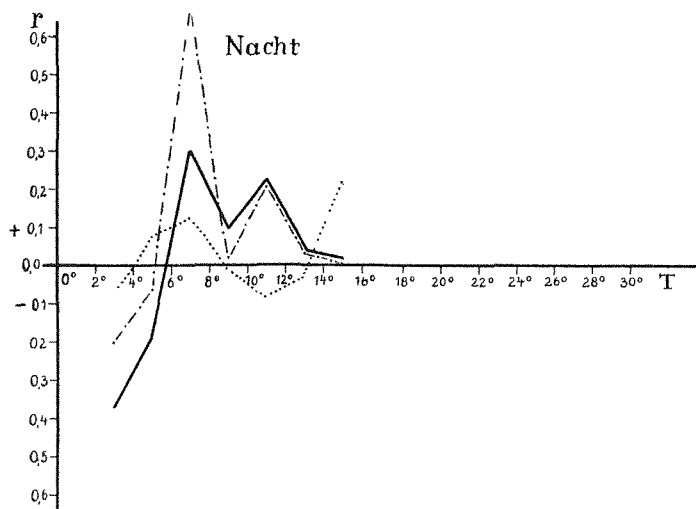


Fig. 6. Korrelationskoeffizienten (r) zwischen Häufigkeit verschiedener Temperaturen und Käferzahlen in der Nacht

———— = 1952 - - - - = 1953
 - . - . - . = 1952 bei 80—90% rel. Luftfeuchtigkeit

physiologische Veränderungen im Körper, die zweifellos eine allmähliche Herausbildung der Lichtempfindlichkeit und eine Umstimmung der Wärmeempfindlichkeit hervorrufen können. Auf die Mitteilung von EBBE-NYMAN (1952), daß sich im Herbst und Winter die Flugmuskulatur rückbildet, was ebenfalls auf „innere“ Veränderungen zurückgeführt werden muß, sei in diesem Zusammenhang hingewiesen, da sie eine wesentliche Stütze unserer Hypothese darstellt.

5. Die Umstimmung der Wärmeempfindlichkeit

Die oben erwähnte Häufigkeits-Korrelationsanalyse läßt sich auch anwenden, um die vermutete Umstimmung der Wärmeempfindlichkeit des Rapserrdflohs, — auf die schon früher als Möglichkeit aufmerksam gemacht wurde (NOLTE (1953)) —, wahrscheinlich zu machen. Wenn eine solche Umstimmung tatsächlich erfolgt, so müßte sie dadurch nachzuweisen sein, daß man die Temperaturanalyse für kürzere, aufeinanderfolgende Zeitabschnitte durchführt, wobei dann das Temperaturoptimum eines bestimmten Zeitabschnittes immer niedriger ausfallen müßte als das des vorhergehenden. Um möglichst viele verschiedene Abschnitte zu erfassen, wurden übergreifende 20-Tage-Zeiträume gewählt, deren Grenzen nur immer um 5 Tage weitergeschoben wurden. Eine Trennung der Käferzahlen nach Tag und Nacht erfolgte hierbei absichtlich nicht. Dadurch ergeben sich natürlich in den Kurven der Korrelationskoeffizienten, die die Temperaturabhängigkeit widerspiegeln, mehrere Gipfelpunkte, da ja in der Käferzahl eines Tages sowohl neu zugeflogene als auch bereits vor längerer Zeit eingetroffene Tiere enthalten sind. Betrachtet man jede positive Spitze in der Kurve der Temperaturkorrelation als ein Temperaturoptimum und trägt dieses Optimum in ein Temperatur-Zeit-Diagramm ein (Fig. 7), so ergeben sich zahlreiche Punkte, die in ganz bestimmter Weise angeordnet sind, und zwar so, wie es die eingezeichneten logarithmischen Funktionen als Ausgleichskurven (nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet zeigen. Danach nimmt tatsächlich das Temperaturoptimum im Laufe der Zeit immer niedrigere Werte an, es erfolgt also offenbar wirklich eine Umstimmung der Wärmeempfindlichkeit. Der Vorgang setzt bei jedem Zuflug von neuem ein, denn, wie die Fig. 7 zeigt, haben wir es offensichtlich nicht nur mit einem einmaligen Zuflug auf das Rapsfeld zu tun, sondern mit mehreren, von denen der erste offenbar jeweils schon um etwa Mitte August erfolgt ist und daher durch den späteren Beginn der Fänge nicht genau erfaßt wurde. Unsicher ist der schwache dritte Zuflug 1952, der daher in der Fig. 7 nur gestrichelt angedeutet wurde. Es ist sogar wahrscheinlich, daß sich diese Umstimmung nicht nur auf das Temperaturoptimum, sondern auf die Kardinalpunkte der Temperaturabhängigkeit überhaupt bezieht. Betrachtet man nämlich den Mittelwert aller Temperaturen, für die sich eine positive Korrelation ergab, als Temperaturoptimum, den Mittel-

wert niedriger Temperaturen mit negativer Korrelation als Temperaturminimum, und den Mittelwert hoher Temperaturen mit negativer Korrelation als Temperaturmaximum, so lassen sich die in Fig. 8 und 9 wieder-

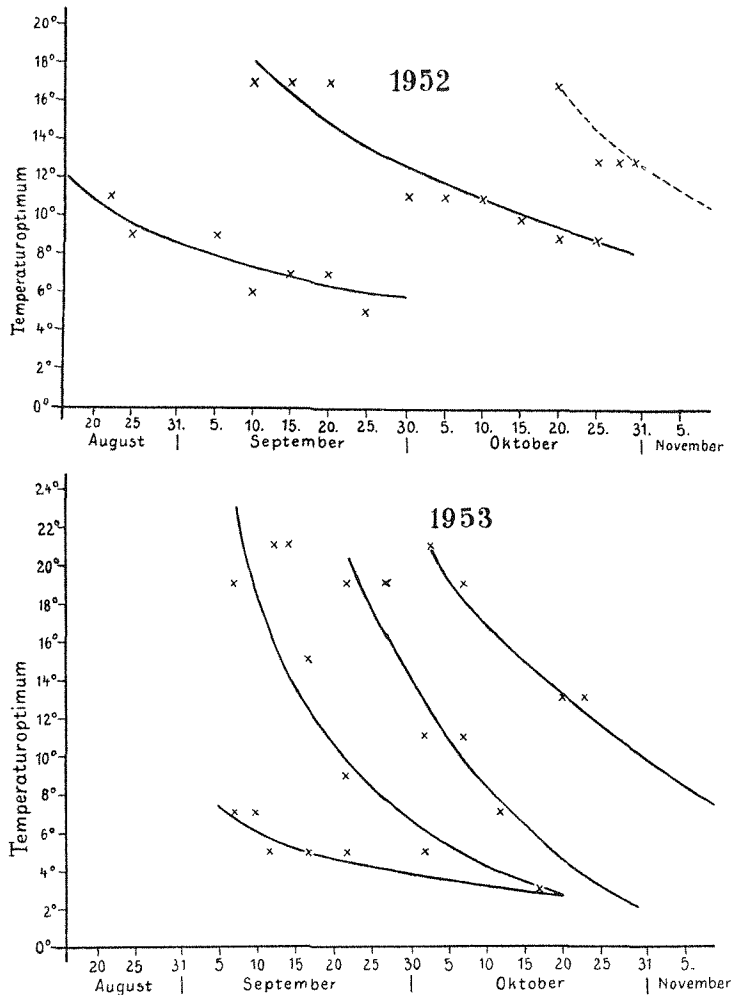


Fig. 7. Zeitliche Änderung des Temperaturoptimums

gegebenen schematischen Temperaturabhängigkeitskurven aufstellen. Sie zeigen ganz deutlich, wie nach jedem neuen Anflug mit der Zeit eine Verschiebung der Kardinalpunkte von höheren zu niedrigeren Temperaturen erfolgt, und sie sichern daher die Ansicht von einer Umstimmung der Wärmeempfindlichkeit, die offenbar während der Fraßtätigkeit und der Eiablage ausgelöst wird. Die sich zwangsläufig ergebende Tatsache, daß

es sich um mehrere Zuflüge handelt, daß also der Befall der Rapsflächen in mehreren Schüben vor sich geht, — die wohl immer dann erfolgen dürften, wenn im Sommerquartier der Käfer und auf ihrem Flugweg die optimalen Bedingungen herrschen, für den Flug also eine Temperatur von 16 bis 20° —, bestätigt eine Auffassung von MEUCHE (1940) über eine gewisse, dem Individuum oder einer mehr oder weniger großen Gruppe von Individuen eigenen Periodizität, durch die die Gesamtentwicklung, insbesondere aber die Legezeit bestimmt wird. Er drückte dies mit den Worten aus:

„... So wie der Zeitpunkt der Eiablage die Periodizität des neuen Individuums einerseits mitbestimmt, so muß andererseits wieder von der einmal „induzierten“ Periodizität die Legezeit dieses Käfers abhängig sein. Beispielsweise werden Individuen, die aus Frühjahrseiern sich entwickelt haben, später zur Eiablage schreiten müssen als solche, die aus Herbsteiern hervorgegangen sind und als Larven sich schon im Frühjahr verpuppen konnten...“

So ist es wohl mit zu erklären, daß bei günstigen Witterungsbedingungen anscheinend nicht alle Käfer schlagartig die Sommeraufenthalte verlassen und ein Befall der Rapsflächen daher schubweise erfolgt.

1 = 22. 8. 6 = 20. 9. 11 = 15. 10.
2 = 25. 8. 7 = 25. 9. 12 = 20. 10.
3 = 5. 9. 8 = 30. 9. 13 = 25. 10.
4 = 10. 9. 9 = 5. 10.
5 = 15. 9. 10 = 10. 10.

1952

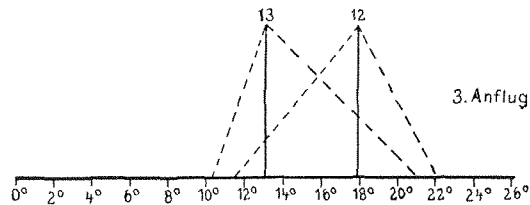
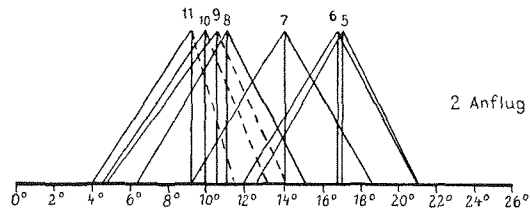
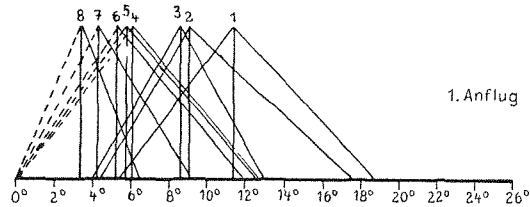


Fig. 8. Zeitliche Verschiebung der Kardinalpunkte der Temperaturabhängigkeit in schematischer Darstellung für die Anflüge 1952

6. Analyse der Fangergebnisse und Schlußbetrachtungen

Die eben erwähnte Wahrscheinlichkeit eines schubweisen Zuflugs müßte sich nun auch in dem in Fig. 1 dargestellten Ausgangsmaterial der Käferfänge als Tatsache zeigen, d. h. das, was in der Fig. 7 als neue Zuflüge gedeutet wurde, müßte in diesen Fangergebnissen wiederzufinden sein, vor

allein dann, wenn man die Fangergebnisse des Tages und der Nacht getrennt betrachtet und sie einander gegenüberstellt. Hierzu wurde das Material mit Hilfe der von GEBELEIN & HEITE (1951) angegebenen Methode

1 = 10 9 6 = 5 10
2 = 15 9 7 = 10 10
3 = 20 9 8 = 15 10
4 = 25 9 9 = 20 10
5 = 30 9 10 = 23 10

1953

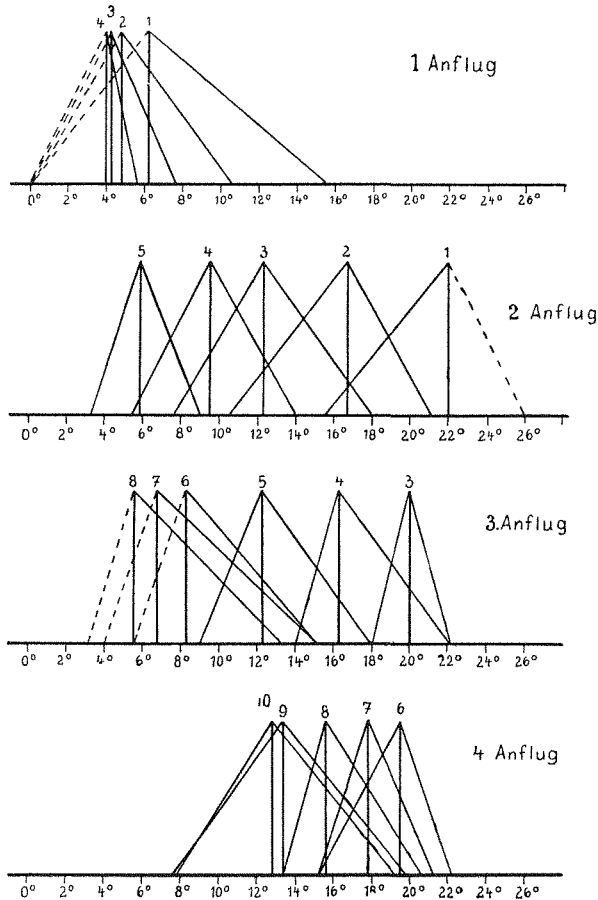


Fig. 9. Zeitliche Verschiebung der Kardinalpunkte der Temperaturabhängigkeit in schematischer Darstellung für die Anflüge 1953

des Tagesfanges immer erst einige Tage später ein Gipfel im Nachtfang folgt. Die Phasenverschiebung beträgt 1952 im Durchschnitt 7 Tage und 1953 im Durchschnitt die gleiche Zeit, und wir können dies wohl nicht anders deuten, als daß es sich dabei um denjenigen Zeitraum handelt, der für die Umstimmung auf Lichtempfindlichkeit benötigt wird. Die

der gleitenden Durchschnitte von allen unerheblichen bzw. zufälligen Schwankungen befreit und so wurden die wesentlichsten Züge des Befundes herausgearbeitet. Das führt zu den in Fig. 10 wiedergegebenen zügigen Kurven für den zeitlichen Gang der Käferzahl, getrennt nach Tag und Nacht. Die Schwankungen zeigen, daß tatsächlich mehrere Zuflüge erfolgt sind, und zwar zu den schon aus Fig. 7 sich ergebenden Zeiten, was besonders für die klaren Verhältnisse des witterungsmäßig günstigeren Jahres 1953 gilt. Was aber ganz besonders auffällt ist die Tatsache, daß sich alle in der Tagesfangkurve auftretenden Schwankungen mit einer bestimmten Phasenverschiebung in den Nachtfängen wiederfinden, und zwar so daß auf einen Gipfel

Umstimmung der Wärmeempfindlichkeit zieht sich dagegen, wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, offenbar über mehrere Wochen hin und geht anscheinend bei allgemein kühler Witterung (1952) langsamer vor sich (Ver-

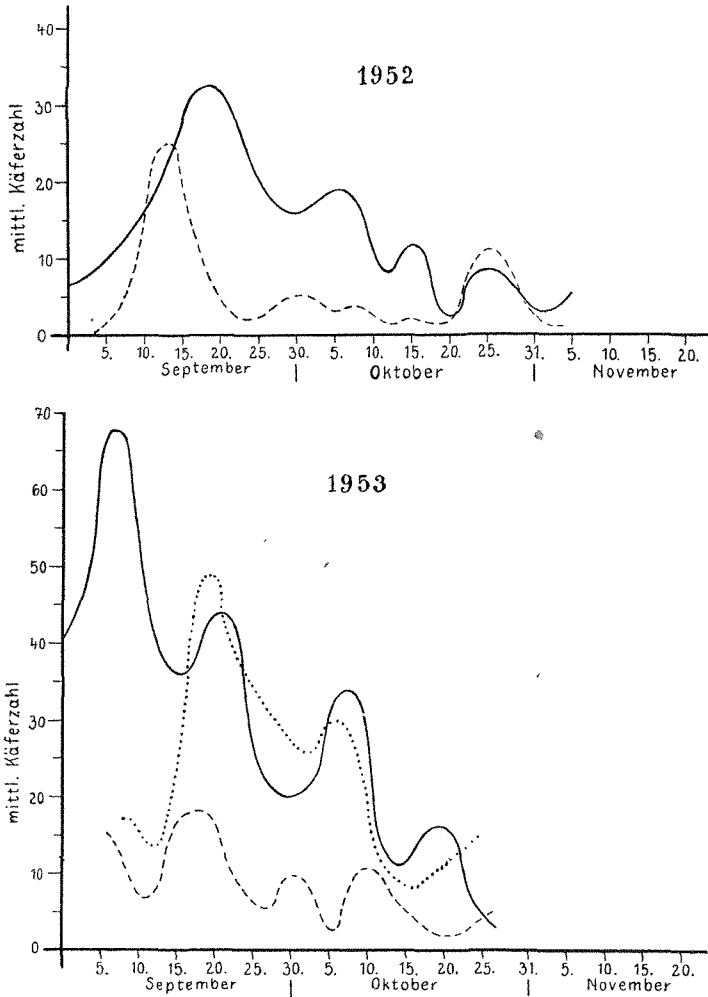


Fig. 10. Zeitlicher Gang der Käferzahl in gleitenden Durchschnitten
 — — — — = Tagfänge ————— = Nachtfänge
 = Zählungen pro 10 m Drillreihe

minderung der Fraßgeschwindigkeit?), wie die gegenüber 1953 flacheren Kurven zeigen.

Diese periodische Wiederholung von Zuflügen spiegelt sich auch in den Käferzählungen je 10 m Drillreihe offen wider, die gleichfalls als ausgeglichene Kurve in Fig. 10 eingetragen sind. (Die mangelhafte Überein-

stimmung am Kurvenende ist auf den Ausfall der Zählungen in der Zeit vom 16.—21. 10. zurückzuführen). Es ist dabei nicht uninteressant, daß die Gipfelpunkte der 10 m-Zählung immer zwischen einem Tag- und einem Nachtgipfel liegen, d. h. nach dem Tagesgipfel auftreten. Wir müssen dies wohl so deuten, daß die Käfer erst nach dem Einsetzen einer gewissen Lichtempfindlichkeit am Boden gefunden werden können, nicht aber unmittelbar nach dem Zuflug, wo sie sich vielleicht, — noch ungestört vom Licht —, auf der Suche nach einem geeigneten Fraßplatz befinden.

Auch die Leimtafelfänge bestätigen, daß es sich um mehrere Zuflüge handelt, da die höchsten Fangzahlen immer zu den Zeiten ermittelt wurden, die in der Tageskurve der Fig. 8 als Gipfelpunkte erscheinen. Der Vergleich der Kurven für 1952 und 1953 zeigt, daß die ungünstigen Temperaturverhältnisse 1952 den Zuflug behinderten und so, trotz der durch den milden Winter 1951/52 gegebenen günstigen Voraussetzungen, keinen starken Befall zuließen.

Damit lassen sich folgende Aussagen über die Aktivität des Rapserrdflohs in Abhängigkeit von klimatischen Faktoren machen:

Der Zuflug auf die Rapsfelder im Frühherbst erfolgt in mehreren Schüben, — ohne daß wir zunächst über das auslösende Moment beim Verlassen der Sommeraufenthalte etwas auszusagen vermögen —, und zwar bei Temperaturen von 16—20°. Mit Beginn der Fraßtätigkeit wird zunächst eine Lichtempfindlichkeit induziert, — ein Vorgang, der sich im Zeitraum von etwa einer Woche abspielt —, die der Grund für eine dann in Erscheinung tretende stark ausgeprägte Tagesperiode der Aktivität ist, wobei die Käfer etwa 1—2 Stunden nach Sonnenuntergang besonders aktiv werden. Gleichzeitig erfolgt eine allmähliche, sich über einige Wochen erstreckende Umstimmung der Wärmeempfindlichkeit von höheren Temperaturen (16—20°) zu niedrigeren Temperaturen (6—8°) bei gleichzeitigem Hervortreten einer Feuchtigkeitsabhängigkeit (Optimum 80—90%). Ob diese Umstimmung in Zusammenhang steht mit gewissen, eventuell hormonalen Veränderungen im Tierkörper, muß noch geklärt werden.

Aus den Ergebnissen ergeben sich folgende Folgerungen:

1. Schalenfänge können ein richtiges Bild von der Massenbewegung und Aktivität des Rapserrdflohs vermitteln und ermöglichen daher eine laufende Überwachung der Rapsfelder.
2. Für die Stärke der Besiedlung der Rapsfelder durch den Rapserrdfloh sind auch die Witterungsverhältnisse, insbesondere die Temperaturen des Spätsommers und des Frühherbstes von Bedeutung, was bei einer Prognose unbedingt zu berücksichtigen ist.
3. Eine einmalige Bekämpfungsaktion ist — auch wenn sie gründlich und umfassend durchgeführt wird — noch keine Garantie für einen vollen Erfolg, da wegen der schubweisen Besiedlung der Felder durch den Rapserrdfloh nicht die Gesamtmasse der Käfer erfaßt wird.

4. Die ausgeprägte Tagesperiode der Aktivität des Rapserrdflohs läßt es ratsam erscheinen, Bekämpfungsaktionen erst um Sonnenuntergang durchzuführen, um die volle Wirksamkeit der angewendeten Bekämpfungsmethoden auszunutzen.

IV. Zusammenfassung

Mit Hilfe von Schalenfängen wurden die Abhängigkeit des Auftretens und der Aktivität des Rapserrdflohs von mikroklimatischen Faktoren untersucht. Die Hauptaktivität der Käfer wurde für die Zeit nach Sonnenuntergang festgestellt. Mit der Verschiebung des Sonnenuntergangs verschiebt sich auch der Zeitpunkt des Beginns der Käferaktivität. Eine nach Eintreffen der Käfer auf den Rapsflächen sich allmählich herausbildende Lichtempfindlichkeit wurde nachgewiesen. Es wurden 2 Temperaturoptima festgestellt. Ein Tages-Temperaturoptimum bei 16—20° C gilt für die Zeit der Zuwanderung, ein Nacht-Temperaturoptimum bei 6—8° C in Koppelung mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80—90 % gilt für die Zeit nach dem Eintreffen auf den Rapsflächen. Die Käfer zeigen eine allmähliche Veränderung in bezug auf die Temperaturempfindlichkeit. Zunahme der Lichtempfindlichkeit und Umstimmung in der Temperaturabhängigkeit werden auf physiologische Veränderungen nach Beginn der Nahrungsaufnahme und der Gonadenentwicklung zurückgeführt. Der Zuflug erfolgt in mehreren Schüben in Abhängigkeit von Temperaturen von 16—20° C.

Literatur

- EBBE-NYMAN, E., Rapsjordloppan *Psylliodes chrysocephala* L. Bidrag till kännedom om den biologi och bekämpning. Stat. Växtskyddsanstalt. Medd., Nr. 63, Stockholm, 1952.
- GEBELEIN, H. & HEITE, H.-J., Statistische Urteilsbildung. Berlin, 1951.
- GODAN, D., Der Einfluß der Witterung auf den Massenwechsel des Rapserrdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.) Nachrichtenbl. Dtsch. Pflzschutzd. Berlin, N. F., 1, 101 bis 104, 1947.
- GODAN, D., Über die Prognosestellung, betreffend Massenvermehrungen von Raps- und Rübensschädlingen. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflzschutzd. Berlin, N. F., 2, 148—152, 1948.
- KAUFMANN, O., Zur Biologie des Rapserrdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.) Ztschr. Pflzkrankh., 51, 305—324, 1941a.
- KAUFMANN, O., Epidemiologie und Massenwechsel des Rapserrdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.) Ztschr. Pflzkrankh., 51, 342—369, 1941b.
- MEUCHE, A., Untersuchungen am Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.) in Ostholstein. Ztschr. angew. Ent., 27, 464—495, 1940.
- MEUCHE, A., Zur Überwinterung des Rapserrdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.). Ztschr. Pflanzenkrankh., 54, 138—153, 1944.
- NOLTE, H.-W., Beiträge zur Epidemiologie und Prognose des Rapserrdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.) Beitr. Ent., 3, 518—529, 1953.
- SCHRÖDTER, H. & NOLTE, H.-W., Freilanduntersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf Eiablage und Larvenentwicklung des Mohnkapselrüblers *Ceuthorrhynchus macula-alba*. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflzschutzd. Berlin, N. F., 6, 67—72, 1952.