

## ÜBER MEHRJÄHRIGE COCCINELLIDEN-FÄNGE AUF ACKERBOHNEN MIT HOHEM *APHIS FABAE*-BESATZ\* \*\*

H. J. MÜLLER

Entomologische Abteilung des Instituts für Pflanzenzüchtung Quedlinburg  
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (DDR)

Eingegangen am 22. April 1966

### Inhalt

A. Einleitung . . . . .	144
B. Methodik . . . . .	145
C. Ergebnisse . . . . .	146
D. Diskussion . . . . .	152
Zusammenfassung . . . . .	158
Literatur . . . . .	160

### A. Einleitung

Bei Untersuchungen über die Resistenzmechanismen von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) gegenüber Blattläusen (s. H. J. MÜLLER, 1951 bis 1965) war es zur Überprüfung und ökologischen Beurteilung der Laborergebnisse unter Freilandverhältnissen in den Jahren 1948 bis 1965 notwendig, den Massenwechsel der Schwarzen Bohnenläuse (*Aphis fabae* SCOP.) ständig unter Kontrolle zu halten. Zur möglichst quantitativen Erfassung der Populationsdichte der Aphiden wurden neben direkter Beobachtung im wesentlichen drei Verfahren angewandt: 1. Auszählung der Eibesatzdichte auf einer konstanten Zahl von Primärwirten (*Ervonymus europaeus* L.) im Winter, 2. Ermittlung der mittleren Fundatrizenzahl je Kurztrieb auf den gleichen Wirtsbüschen im Frühjahr, 3. Erfassung der Aktivitätsdichte der Alienicolen im Sommer mit Hilfe Moericke-scher Gelbschalen.

Die Ergebnisse der 13 Jahre von 1951—1963 wurden kürzlich von K. BEHRENDT zusammenfassend dargestellt und in Beziehung zum Witterungsverlauf der betreffenden Jahre gesetzt (BEHRENDT, 1966; im Druck). Die benötigten Klimadaten waren von der Wetterstation der Agrarmeteorologischen Abteilung des Instituts für Pflanzenzüchtung Quedlinburg ermittelt und freundlicherweise von Herrn Dr. UNGER zur Verfügung gestellt worden. Die Station arbeitet in unmittelbarer Nähe

\* Seinem hochverehrten Lehrer und Freunde, Professor Dr. PAUL BUCHNER, Ischia, zum 80. Geburtstage gewidmet.

\*\* Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung Nr. 79.

der Gelbschalen-Standorte und liefert auch für die Standorte der 19 kontrollierten Winterwirte hinreichend repräsentative Werte.

Erwartungsgemäß ließen sich die großen Schwankungen in der Populationsdichte der Aphiden mit dem Witterungsverlauf allein nicht befriedigend begründen. Um wenigstens einen für die Populationsdynamik der Blattläuse wahrscheinlich entscheidenden biotischen Faktor zu erfassen, wurde in den Jahren 1959 bis 1963 der Versuch unternommen, im Quedlinburger Beobachtungsgebiet neben den Populationsbewegungen der landwirtschaftlich wichtigsten Aphiden auch die der häufigeren Coccinelliden zu verfolgen. Ihre Rolle als Aphiden-Prädatoren ist zwar im allgemeinen hinreichend bekannt, aber nur selten quantitativ genauer erfaßt worden. Es wurde ein Verfahren benutzt, das ursprünglich BOMBOSCH (1958) zur Abschätzung des Syrphiden-Eibesatzes in Blattlauskolonien vorgeschlagen hat. In entsprechender Abwandlung für die Marienkäfer beruht es darauf, während der gesamten für Ackerbohnen möglichen Vegetationsperiode die potentielle Populationsdichte der Coccinelliden durch tägliche Absammlung aller Käfer zu ermitteln, die sich auf Wirtspflanzen mit künstlich gleichbleibend hoch gehaltenem *Aphis fabae*-Befall eingefunden haben. Das wird auch in Zeiten durchgeführt, in denen sich normalerweise oder zumindest in dem betreffenden Jahre noch kein oder kein Aphidenbesatz mehr auf Wirtspflanzen des Freilandes (krautigen Sekundärwirten) entwickelt, beispielsweise im Frühjahr vor dem Eischlupf, zumindest vor der Migration und im Sommer und Herbst nach dem üblichen Zusammenbruch der Massenvermehrung auf den Feldkulturen. Auf diese Weise ergibt sich eine Möglichkeit, die effektive Massenwechselfluktuations der Aphiden mit dem potentiellen Populationsdichtepegel einiger ökologisch besonders wirksamer Aphidophagen zu vergleichen.

## B. Methodik

In einem dem Stadtrande nahen Versuchsgarten des Quedlinburger Instituts standen auf einer 15 × 15 m großen, dauernd pflanzenfrei gehaltenen Brachfläche während der gesamten potentiellen Vegetationsperiode der Ackerbohnen (meist von Anfang März bis Mitte Oktober) zwei (1959 vier) Gelbschalen (∅ 22 cm). In den täglich (07<sup>h</sup>) entnommenen Fängen wurde jeweils die Gesamtzahl der Aphiden (Σ Aph) sowie die Anzahl der Bohnen- (*Aphis fabae*) und Kohlläuse (*Brevicoryne brassicae*) bestimmt, d. h. also die Dichte des Befallsfluges des Vortages ermittelt

Auf der gleichen Fläche standen als Coccinelliden-Lock- und -Fangeinrichtungen gleichzeitig jeweils fünf Blumentöpfe (∅ 14 cm), die bis zum Rande in den Erdboden eingelassen waren. In ihnen wuchsen 10—15 junge Ackerbohnen von ca. 20—30 cm Höhe, die einen so dichten Blattlausbesatz trugen, daß ihre Stengel wenigstens teilweise schwarz erschienen. Diese Fangkolonien wurden im Labor fortlaufend nach dem von KENNEDY (1950) angegebenen Aphiden-Zuchtverfahren (für *Aphis fabae*) hergestellt, bei dem täglich 10—15 in einem Blumentopf eben keimende Ackerbohnen mit 100 jungen apteren Virginoparen besetzt werden, so

daß sich bei  $\sim 20^{\circ}\text{C}$  auf den Jungpflanzen innerhalb von 8—10 Tagen eine dichte Blattlauskolonie entwickelt. In den kühleren Jahreszeiten mußte vor der Aufstellung der Lockkolonien im Freien eine vorsichtige Akklimatisation der aphidenbesetzten Pflanzen in einem unbeheizten Gewächshaus, unter einer Freiland-Stellage oder wenigstens in einer etwas windgeschützten Lage erfolgen, selbstverständlich unter insektendichten Gaze-(Perlonbeutel)Hauben. Dennoch war es meist nötig, die häufig etwas vergeilten Pflanzen an Stäben aufzubinden und zu stützen.

Ein Austausch der Lockpflanzen gegen neue erfolgte stets dann, wenn *entweder* die Ackerbohnen infolge von Witterungseinflüssen (Bodenfrost, Hitze, Trockenheit) beziehungsweise durch anhaltenden Blattlausbefall zu stark gelitten hatten *oder* wenn sich die Blattlauskolonien auf ihnen durch Abflug der entstandenen Migranten oder durch Coccinellidenfraß zu stark gelichtet hatten. Von diesen ständig auf der Versuchsfläche vorhandenen fünf großen *Aphis fabae*-Kolonien wurden mit Ausnahme von 1959, wo die Kontrollen nur alle 2—3 Tage erfolgten, täglich frühmorgens (nach oder vor der Gelbschalenleerung) die etwa anwesenden Coccinelliden sorgfältig abgelesen, einschließlich der etwa vorhandenen Larven und auch der Tiere, die in unmittelbarer Nähe, z. B. auf dem Topfrand oder am Boden unter den Pflanzen, ruhten.

Herrn Dr. HODEK (Prag) danke ich für die Bestimmung der Coccinelliden-Ausbeute des ersten Jahres (1959) und wertvolle Hinweise auf die unterschiedliche Biologie der gefundenen Arten, meinen damaligen technischen Assistentinnen, Frau M. v. WANGELIN, Fräulein E. SIMON, Fräulein H. RHODE und Fräulein G. DIECKMANN, für gewissenhafte Betreuung der Versuche und weitgehende sorgfältige Aufarbeitung des umfangreichen Materials, meinem früheren Mitarbeiter Dr. K. BEHRENDT für Einsicht in unveröffentlichte Manuskripte und anregende Diskussionen und meinem Kollegen V. MOERICKE für die Durchsicht des Manuskriptes.

### C. Ergebnisse

#### *Die Entwicklung in den einzelnen Jahren*

Neben großen Anzahlen von Aphiden in den Gelbschalen (s. BEHRENDT, 1966; im Druck) wurden insgesamt 1903 Coccinelliden erfaßt (1959: 276, 1960: 1243, 1961: 276, 1962: 108) und zwar 892 (= 46,9%) *Coccinella septempunctata* L., 693 (= 36,3%) *C. undecimpunctata* L., 257 (= 13,5%) *C. quinquepunctata* L. und 61 (= 3,2%) *Adonia variegata* GOEZE. Der Anteil wechselte in den einzelnen Jahren etwas. Andere Arten traten nur ganz vereinzelt auf und können hier unerwähnt bleiben.

Die Fangergebnisse sind in Abb. 1 dargestellt, so daß die Entwicklung der Aphiden- und Coccinelliden-Populationen in den einzelnen Jahren nur noch einer synoptischen Betrachtung bedarf.

Im Frühjahr 1959 war infolge eines mittelstarken Eibesatzes an den 19 regelmäßig kontrollierten *Evonymus*-Büschen im Quedlinburger Raum ein starkes Blattlausjahr zu erwarten ( $\Sigma$  36,5 Eier je 100 Knospen). Der Fundatrizenschlupf von *Aphis fabae* beginnt zwar schon Anfang März (6. 3.), wird aber zunächst durch Kaltlufteinbrüche bis zum Beginn der

Abb. 1. Vergleich der täglichen Gelbschalenfänge von Aphiden [Kurven: ..... Summe aller Aphiden, ——— *Aphis fabae*, — — — *Brevicoryne brassicae*] mit den Absammlungen von Coccinelliden auf Lockpflanzen (Säulen: schwarz = Käfer, weiß = Larven) während vier Vegetationsperioden bei Quedlinburg]

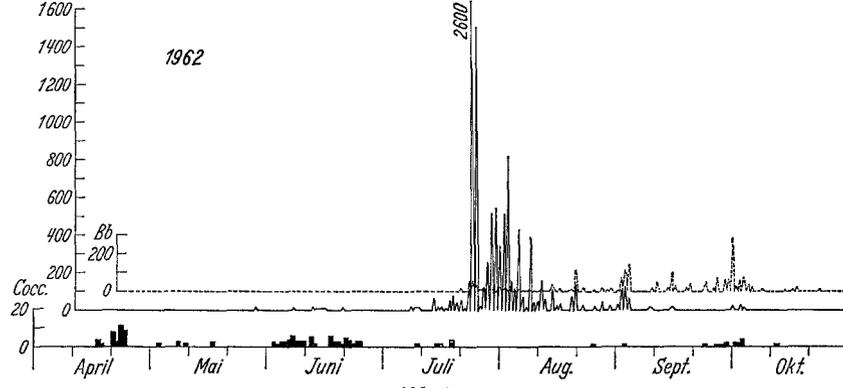
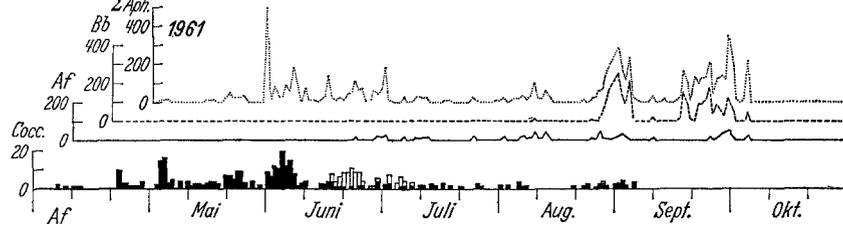
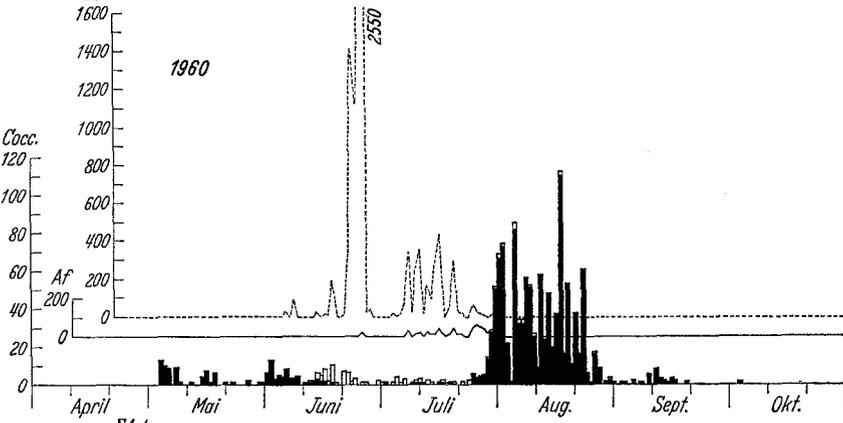
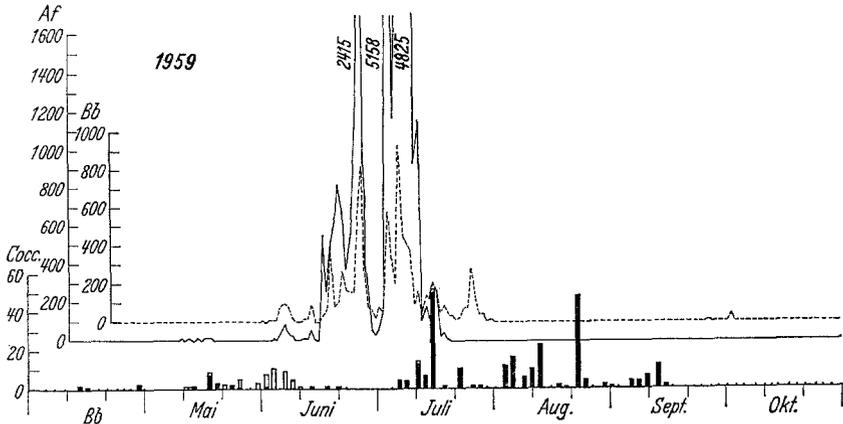


Abb. 1

dritten Dekade stark gebremst (Massenschlupfbeginn 19. 3.!) und dezimiert. Der dann nur noch teilweise hohe Fundatrizenbesatz (bis 31 reife Fundatrizen pro *Evonymus*-Blattbüschel) beginnt ab Ende April flugreife Exules zu liefern, so daß der intensive Überflug zu den Sommerwirten bereits in der ersten und zweiten Maidekade stattfindet und die fundatrigenen Kolonien schon Ende Mai völlig verödet sind. Der fundatrigene Wanderflug spiegelt sich — wie üblich — nur in schwachen Gelbschalenfängen der zweiten Maidekade wider und ergibt schon ausgangs Mai einen gleichmäßig starken Befall der Ackerbohnenbestände (und anderer Wirtspflanzen), der sich in der ersten Junidekade bei trockenwarmer Witterung rasch vervielfältigt.

Auf den ab 13. 3. aufgestellten Lockpflanzen finden sich erst Mitte April ganz vereinzelte Marienkäfer ein, bis zum Einsetzen des Aphidenfluges nicht mehr als insgesamt fünf. Auch im Mai bleiben die Zahlen bis auf einen stärkeren Anflug am 18. außerordentlich gering, doch tauchen ganz vereinzelt *C. quinquepunctata* noch bis zu Beginn der dritten Junidekade auf. Schon ab Mitte Mai erscheinen auf den aphidenbesetzten Pflanzen die ersten Coccinellidenlarven, deren Anzahl sich in der ersten Junidekade stark erhöht, um dann ebenso schnell wieder völlig abzusinken. Im Gegensatz zu den Bohnenläusen, die mit einer breiten Basis (große Eipopulation) in die Vegetationsperiode eintreten, ist die überwinterte Coccinellidenpopulation offensichtlich (vgl. 1960) sehr schwach (0,6 Käfer je Fangtag).

Als Folge der ersten starken Vermehrung auf den Sommerwirten setzt bei allen Aphiden der virginogene Befallsflug bereits in der ersten Junidekade ein und steigt bei außerordentlich trockenwarmer Witterung im Verlaufe eines Monats (Anfang Juli) zu enormen Werten an (> 6000 Läuse pro Tag und Schale). Dieser Massenbefallsflug (Ende Juni/Anfang Juli) besteht zu einem ungewöhnlich hohen Prozentsatz aus *Aphis fabae* (am 5. Juli > 85% des Gesamtfanges der Gelbschalen), während beispielsweise *Brevicoryne brassicae* höchstens 20% erreicht. Fast schlagartig bricht in den ersten Tagen der zweiten Julidekade der Befallsflug zusammen, obwohl das Wetter weiterhin fluggünstig bleibt. Mitte des Monats sind die riesigen *A.f.*-Kolonien, die sich im Juni entwickelt hatten, auf den Sommerwirten schon völlig verödet, nachdem die ungewöhnliche Dürre zu rascher Entwicklung und Übervölkerung der Kolonien geführt und damit fast reine Geflügeltenproduktion und rasches Reifen der Pflanzen bewirkt hatte, so daß neue alienicole Kolonien auf ihnen kaum entstehen konnten. Entomophage Parasiten, besonders wahrscheinlich *Lysiphlebus fabarum* MARSH, und Befall mit *Empusa aphidis* arbeiteten in der gleichen Richtung.

Eben zu diesem Zeitpunkt setzt in der ersten Julidekade der Schlupf der neuen Coccinellidengeneration ein. Die Jungkäfer erscheinen in rasch zunehmender Zahl auf den Lockpflanzen und vertilgen Mitte des Monats

zum ersten Mal innerhalb weniger Stunden die *Aphis fabae*-Kolonien derselben so vollständig, daß gar nicht schnell genug für Ersatz gesorgt werden kann, Wie auf allen entvölkerten Sommerwirten von *A. f.*, so sind dann auf den „kahl“ gefressenen Kontrollpflanzen nur noch ihre charakteristischen Kotwürstchen festzustellen. Der starke Zustrom von Coccinelliden, mit durchschnittlich  $> 10$  Käfern pro Fangtag, hält mit witterungsbedingten Schwankungen während des Hochsommers an und nimmt erst Anfang September allmählich — bis 15. 9. — ab, noch wiederholt „Kahlfraß“ in den Kontrollkolonien verursachend.

Der Befallsflug der Aphiden sinkt schon Ende Juli, für *Aphis fabae* bereits am 20. 7. auf Null ab. Nur für *B. brassicae* und einige andere Aphiden ist Ende September und im Oktober geringer Herbstflug nachweisbar. Infolge dieser außerordentlich nachhaltigen Reduktion der *Aphis fabae*-Population entsteht nur eine sehr kleine Männchen-Gynoparen-Generation, die sich auf den von der Dürre im September stark geschwächten Winterwirten nur kümmerlich entwickeln kann und im Endeffekt nur einen sehr schwachen Eibesatz liefert, der mit 4,4 Eiern an 100 Knospen um etwa eine Zehnerpotenz hinter dem vorjährigen zurückbleibt.

1960. Im Verlaufe einer kühlen und daher lang hingezogenen Frühjahrsentwicklung wird die fundatrigene *A. f.*-Population (erster Schlupf 12. 3.) weiter durch Witterungseinflüsse gehemmt und dezimiert (erste reife Fundatrix 20. 4.). Dadurch hat die im Vorjahre stark angewachsene, überwinterte Coccinellidenpopulation lange Zeit (— am 21. 4. z. B. 10 Käfer auf einem Spindelbusch —) zum weiteren Auslichten der — mit 0,7 Fundatrizen auf 100 Kurztrieben — ohnehin sehr schwachen fundatrigenen Kolonien, so daß die Spindelbüsche Anfang Juni blattlausfrei sind, ohne daß es überhaupt zu nennenswertem Migrationsfluge gekommen ist. Weder in den Gelbschalen noch auf den Sommerwirten lassen sich fundatrigene Zufieger nachweisen. Am 7. Juni ist ein wüchsiger *Vicia faba*-Bestand völlig befallsfrei, enthält aber eine ganze Anzahl Marienkäfer, die offenbar suchend umherlaufen.

Wohl infolge des von häufigen Kaltlufteinbrüchen unnormale ausge dehnten Frühjahrsverlaufs läßt sich im April nur eine *C. septempunctata* auf den (ab 20. 4. aufgestellten) Fangkolonien nachweisen. Erst mit der ab Anfang Mai einsetzenden anhaltend wärmeren Witterung erscheinen täglich Marienkäfer auf ihnen, dem Wetterverlauf entsprechend in etwas wechselnder Zahl, mit durchschnittlich 2 je Fangtag, aber doch erheblich zahlreicher als im Vorjahre. Wieder verebbt das Auftreten der überwinterten Käfer nach Mitte Juni und endet mit der „Schafkälte“ am 19. 6.

Die am Auftreten von Coccinellidenlarven in den Fangkolonien ablesbare Larvalentwicklung der neuen Käfergeneration beginnt infolge der im ganzen verzögerten Gesamtentwicklung erst Mitte Juni, erstreckt

sich schwächer werdend über den gesamten Juli, ja mit vereinzelt Tieren bis weit in den August.

Infolge der minimalen Eipopulation und der weiteren Dezimierung durch Feinde, speziell Coccinelliden, im Frühjahr, erholt sich die *Aphis fabae*-Population nur sehr zögernd und bleibt auch im Sommer (2. und 3. Julidekade) sehr schwach. Dagegen entfalten sich überraschenderweise andere Arten, insbesondere *Brevicoryne brassicae*, in der letzten Junidekade zu einem steilen Gipfel (weit über 2000 Aphiden je Tag und Gelbschale), dem nach einer Kühleperiode noch eine längere, aber längst nicht so starke Flugperiode im Juli folgt, bis schließlich in den ersten Augusttagen der Zusammenbruch aller Feldpopulationen eintritt.

Diese außergewöhnliche und unerwartete Kohllaus-Gradation des Sommers 1960 lieferte wahrscheinlich der neuen Coccinelliden-Generation so reichliche Nahrung, daß sie sich, trotz nahezu völligen Ausfalls der *Aphis fabae*-Population, wider Erwarten auch in diesem Jahre sehr stark weiterentwickeln konnte. Mit 31,5 Käfern je Fangtag im Hochsommer übertrifft sie die entsprechende Anflugdichte des Vorjahres (11,4 Käfer je Fangtag) um ein mehrfaches. Infolge der verzettelten Larvalentwicklung markiert sich die Verpuppungszeit diesmal nicht als auffällige Lücke im Marienkäferbesatz der Fangpflanzen. Vereinzelt Jungkäfer treten schon ab Anfang Juli auf (nur *C. quinquepunctata* und *C. undecimpunctata*), doch setzt starker Besuch erst in den letzten Julitagen, wieder kurz vor dem Zusammenbruch der Aphidenpopulation, ein. Er hält dann einen Monat lang in unverminderter Intensität bis Ende August an, wobei häufig  $> 20$  Käfer pro Fangpflanzenkolonie (Topf) jeweils innerhalb von 1—2 Tagen Läusekahlfraß erzeugen. Dann erfolgt offenbar die Abwanderung in die Winterlager; denn im September gehen die Zahlen stark zurück.

Es ist kein Wunder, daß sich bei diesem Feinddruck — allein durch Coccinelliden — der Herbstflug in den Gelbschalen gar nicht bemerkbar macht. Der Eibesatz ist demzufolge bei *Aphis fabae* mit 4,5 Eiern je 100 *Evonymus*-Knospen wieder (wie schon 1959/60) außerordentlich gering.

1961. Nach der erneuten starken Beschneidung im Vorjahre bleibt die Entwicklung der Aphidenpopulation auch 1961 sehr gering. Auf den Spindelbüschen entstehen aus dem minimalen Eibesatz nur sehr schwache Fundatrizenkolonien (mit 3,2 erwachsenen Fundatrizen an 100 Kurztrieben), aus denen sich wie 1960 nur eine so geringe Migration entfaltet, daß in den Gelbschalen bis in die letzte Junidekade überhaupt keine Schwarzen Bohnenläuse nachgewiesen werden können. Verglichen mit anderen Jahren ist aber auch die Befallsflugdichte anderer Aphiden außerordentlich schwach. In den Gelbschalen fangen sich auch im Juni

nur selten mehr als 100 Aphiden je Tag und Schale und im Juli sinken die Werte sehr häufig auf Null ab.

Erst ab Ende August setzt ein ganz ungewöhnlich starker Herbstflug mit häufig mehr als 200 Aphiden je Gelbschale ein, der bis Anfang Oktober anhält und offenbar von der im Durchschnitt viel zu warmen und trockenen Witterung begünstigt wird. Er wird in hohem Maße von Kohlläusen bestritten, die sonst erst am Ende der Flugsaison zu erscheinen pflegen. Die *A. f.*-Zahlen halten sich zwar auf einem viel geringeren Niveau (selten  $> 25$  pro Schale), liegen aber auch deutlich über dem Sommerdurchschnitt.

Einen völlig umgekehrten Verlauf nimmt die Entwicklung der Coccinellidenfänge an den Lockpflanzen. Abgesehen von einem einzelnen Käfer Mitte März und vereinzelt Fängen Anfang April erfolgt von Ende April (23. 4.) bis Mitte Juni ein fast ununterbrochener Zustrom von überwinterten, vergeblich nahrungsuchenden Altkäfern, der mit Tagesfängen bis zu 19 Käfern, aber auch im Mittel mit 4,6 Käfern je Fangtag, meist über den Frühjahrswerten aller anderen Jahre liegt. Von Mitte Juni bis zum Ende der ersten Julidekade überwiegen dann Larven (3,2 je Fangtag), aber es treten noch immer auch einzelne Altkäfer auf. Nach kurzer Pause folgen ihnen ab Anfang Juli Jungkäfer, deren Zahl nun aber infolge des Aphidenmangels mit durchschnittlich 0,73 Käfern je Fangtag um ein bis zwei Zehnerpotenzen unter denen der Sommerfänge der Vorjahre bleibt.

Die Aphidenpopulationen konnten sich dadurch ihrerseits nun im Spätsommer so gut erholen, daß es zu dem ungewöhnlich starken Herbstflug kommt und sich auf den Winterwirten von *Aphis fabae* mit 451 Eiern je 100 Knospen der zweithöchste Eibesatz innerhalb der 13 Beobachtungsjahre entwickelt.

1962. Trotz des enorm hohen Eibesatzes und der entsprechend starken Fundatrizenpopulation bei *A. f.* (im Durchschnitt 69,3 Fundatrizen auf 100 Kurztrieben) entwickeln sich die Aphidenpopulationen im Frühjahr und Frühsommer infolge der im Mittel um  $2-3^{\circ}$  zu kühlen, dabei aber ziemlich feuchten Witterung nur sehr zögernd. Die Migration setzt infolgedessen erst Ende Mai ein und zieht sich — in den Gelbschalenfängen erkennbar — bis Ende Juni hin. Sie führt jedoch auch auf den Sekundärwirten nur zu einer ausgesprochen schleppenden Vermehrung, da auch Juni und Juli um einige Grade zu kühl und sonnenscheinarm blieben (Frostschäden an Kartoffeln und Frühgemüsen!).

Infolge der unfreundlichen Witterung streut auch die Frühjahrszuwanderung der Coccinelliden zu den Fangpflanzen sehr stark und ergibt nur im Juni einen kontinuierlichen Besuch, bleibt aber mit durchschnittlich 1,1 Käfern je Fangtag erwartungsgemäß schwach. Bis auf ganz vereinzelte Käfer sind die Fangpflanzen dann bis zu spärlichen

Funden um die September/Okttober-Wende völlig käferfrei, d.h. es erscheinen so gut wie keine Jungkäfer (0,23 pro Fangtag). Da insgesamt auch nur 2 Larven gefunden werden (Mitte Juli), also nur 3 % der Larvenfänge der Vorjahre, wird diese weitere Reduktion der Population verständlich. Sie beruht wahrscheinlich weitgehend auf der zu späten Entwicklung der Aphidenpopulation als notwendiger Nahrungsgrundlage.

Infolge dieser letzten Endes klimatisch bedingten Inkoinzidenz können sich andererseits die Blattlauspopulationen — zusätzlich begünstigt von der nun wärmeren Witterung — bis weit in den Spätsommer hinein uneingeschränkt von ihren wichtigsten Feinden entwickeln. Die erst Ende Juli auf sommerliche Höhe ansteigenden Gelbschalenfänge zeigen, daß statt des gewöhnlichen Zusammenbruchs der Aphidenpopulation Ende Juni ihre Massenentfaltung in diesem Jahre überhaupt erst im Juli erfolgt. Sie liefert dann einen nahezu ununterbrochenen und bis zum Herbst nur langsam ausklingenden Hochsommer-Befallsflug. Auch *Aphis fabae* ist daran in hohem Maße beteiligt. Auf ihren Winterwirten entsteht deshalb mit 120,5 Eiern an 100 Knospen erneut ein starker Eibesatz (Befallsstufe III bei BEHRENDT).

1963. Zwar mußte der Coccinellidenfang leider aus technischen Gründen 1963 aufgegeben werden, die Entwicklung der Aphidenpopulationen bestätigte aber die aus 1962 ableitbaren Erwartungen. Der mittelstarke Eibesatz ergab — von Coccinelliden kaum gestört — eine entsprechend mittelstarke Fundatryzenpopulation mit durchschnittlich 36,5 Fundatryzen auf 100 Kurztrieben und im Juli eine annähernd normale mittelstarke Gradation auf den Sommerwirten.

#### D. Diskussion

Bei der Beurteilung des Versuchs, mit dauernd stark von Aphiden besetzten Pflanzen die Populationsdichte von Coccinelliden zu erfassen, sind mehrere *Fehlerquellen* zu berücksichtigen.

Infolge der großen Beweglichkeit der Coccinelliden werden beim täglich einmaligen Absuchen möglicherweise nicht alle Käfer erfaßt, welche innerhalb der letzten 24 Std die Blattlaus-Kolonie aufgesucht haben. Da jedoch die Abwanderung von Wirten mit reichlichem Nahrungsangebot gering sein dürfte, kann man den innerhalb dieser Zeit bereits wieder abgewanderten Anteil als klein betrachten. Das Absammeln in den frühen Morgenstunden nutzt den aktivitätshemmenden Effekt der nächtlichen Kühle zur Einschränkung dieser Fehlerquelle aus.

Wie bei allen Fallenverfahren erfaßt auch die Lockpflanzenmethode nicht direkt die Populationsdichte der Coccinelliden, sondern bestenfalls ein Produkt aus ihrer Agilität und Populationsdichte (= Aktivitätsdichte). Doch kann man dies gut als Parameter für die Populations-

dichte verwenden, solange ein genügend mobiler Organismus untersucht und nicht mit anderen Arten verglichen werden soll.

Bei so beweglichen Räubern wie den Coccinelliden dürfte das Ergebnis aber eher von der Populationsdichte der Beute beeinflusst werden, indem bei spärlichen und im Raum weit verstreuten Aphidenkolonien ihre Suchaktivität erhöht, durch dichtes Angebot zahlreicher Massenkolonien aber herabgesetzt sein wird. Das kann bei der angewendeten Methode aber nur zu einer *Unterschätzung* der Coccinelliden als Prädatoren der Aphiden führen, weil zwar wenige hungernde Käfer noch erfaßt werden, bei reichlichem Nahrungsangebot die Wirkung der Lockpflanzen aber so herabgesetzt ist, daß in Wahrheit mehr Käfer wirksam sind, als ihre Fangzahlen erkennen lassen. Da aber natürliche Großkolonien der Aphiden meist nur kurzlebig sind, dürften die Fangzahlen wenigstens während ihrer Pro- und Retrogradation richtige Beurteilungsmöglichkeiten ergeben.

Sicher ist es aber ungünstig, die Lockkolonien in der Nähe von aphidophilen Pflanzenbeständen aufzustellen, auf denen Massenvermehrungen von Blattläusen ihre Fangwirkung beeinträchtigen würden. Zur richtigen Einschätzung der Befunde wären andererseits Angaben über den potentiellen und effektiven Aktionsradius der Coccinelliden wichtig, über den aber nur vereinzelte Angaben existieren. BANKS (1957) stellte in wenig von Aphiden befallenen Ackerbohnenbeständen 6—9 m fest.

Wie die Entfernung von den Überwinterungsplätzen und von anderen Beutefeldern usw. beeinflußt auch der Witterungsverlauf die Ableseergebnisse. Bei den so aktiven und robusten Coccinelliden wirkt sich allerdings dieser Faktor sicher nicht in dem Ausmaße aus wie bei den Aphiden. Doch waren auch in Perioden regelmäßiger Zuwanderung nach kalten und stürmischen Tagen auf den Fangpflanzen keine Neuankömmlinge festzustellen. In langen Fangserien lassen sich jedoch solche kurzfristigen Wirkungen der Witterung relativ leicht erkennen.

Überraschend ist die Reichweite der Larven, die oft mehr als 100 m zu Fuß haben überwinden müssen, um zu den isoliert auf Brache stehenden Lockpflanzen gelangen zu können. Die Entwicklung aus Gelegen war auf diesen durch die täglichen Kontrollen und den häufigen Topfwechsel völlig ausgeschlossen, weil er stets in kürzeren Zeitabständen erfolgte, als zur Embryonalentwicklung der Marienkäfer im Freiland (ca. 7 Tage) notwendig ist! Immerhin weisen die Larvenfänge darauf hin, daß auch die Zuwanderung der Käfer durchaus nicht nur im Fluge erfolgen muß!

Höchstwahrscheinlich haben die beobachteten vier Coccinelliden-Arten als Aphiden-Prädatoren verschiedene Effektivität. Insbesondere durch HODEKs Arbeiten (1956, 1964) ist ja bekannt geworden, daß auch die Marienkäferarten nicht so polyphag sind, wie man zunächst annahm.

Auf eine artspezifische Beurteilung wurde aber hier wegen des zu gering erscheinenden Materials verzichtet, obwohl das frühere oder spätere Auftreten der Arten in unterschiedlichen Dichten auf den Fangpflanzen zu der Annahme berechtigt, daß erhebliche Unterschiede in ihrer Bionomie und ökologischen Valenz bestehen.

Es ist in den letzten Jahren von verschiedener Seite nachgewiesen worden, daß die Coccinelliden bei der Reduktion der oft riesigen Aphidenpopulationen in den Feldbeständen unserer krautigen Kulturpflanzen keine entscheidende Rolle spielen (BANKS, 1955; PALY, 1960; ATWAL und SETHI, 1963; HUGHES, 1963). Diese müssen vielmehr auch ohne das Eingreifen von Aphidophagen früher oder später aus inneren Gründen zwangsläufig veröden, nicht nur weil sie sich — wie BANKS es ausdrückt — dann multiplikativ vermehren, die der Coccinelliden aber nur additiv durch Zuwanderung (BANKS, 1956). Vielmehr führt jede Massenvermehrung der apteren Virginoparen auf wüchsigen Wirtspflanzen automatisch zur Übervölkerung und Schädigung der Wirtspflanzen und damit zur Verminderung der essentiellen Nährstoffe für die Aphiden. Diese bewirkt steigende Induktion von Geflügelten unter den Nachkommen, die schließlich totale Abwanderung zur Folge hat. Witterungsfaktoren, Mikroorganismen und Prädatoren vermögen diese endogene, rein dichteabhängige Entwicklung der Massenvermehrung von Aphiden in bestimmten Stadien wohl zu beschleunigen, niemals aber zu induzieren oder allein zu bewältigen. Dagegen ist denkbar und verschiedentlich nachgewiesen, daß sie eine solche Massenentfaltung in statu nascendi  $\pm$  verhindern können, indem sie die Initialkolonien der Aphiden liquidieren, wenn sie früh genug zur Stelle sind (HUGHES, 1963; HODEK, 1964). So wurden im Frühjahr 1964 natürlich und künstlich begründete Initialkolonien von *Brevicoryne brassicae* auf neu ausgepflanztem Jungkohl (auf dem Versuchsfeld in Quedlinburg) von *Diaretiella brassicae* eine Zeit lang fast restlos parasitiert und damit die Massenvermehrung der Kohlläuse um einige Wochen hinausgeschoben (unveröffentlichte Beobachtungen).

Tatsächlich kommen die Coccinelliden, wie die vorliegenden Beobachtungen der Jahre 1959 und 1960 zeigen, normalerweise viel zu spät, um solche Massenentfaltungen der Blattläuse auf ihren Sekundärwirten in der Ackerlandschaft wirksam verhindern zu können (vgl. auch HODEK, 1964). Sie machen in der Zeit der frühlommerlichen Gradation der Blattläuse meist ihre 3- bis 4wöchige Puppenruhe durch und sind dadurch mindestens vorübergehend unwirksam. Ja man könnte sogar versucht sein, den Anstieg im Aphidenbefall im Sommer 1959, 1960 und 1961 geradezu mit dem Eintritt des Puppenstadiums der neuen Marienkäferpopulation in ursächlichen Zusammenhang zu bringen.

In Wirklichkeit bricht die Aphidenpopulation auf den Feldbeständen zu Beginn des Hochsommers aber meist nur scheinbar zusammen. Die

Retrogradation wird nur vorgetäuscht von der rasanten Verödung der Massenkolonien auf den Feldkulturen, bes. *Vicia faba*, Beta-Rüben usw., die meist schon Anfang Juli einsetzt. Sie beruht aber eben in erster Linie auf dem Abflug der Geflügelten, die infolge des Massenbefalls entstanden sind. Diese Alienicolen begründen natürlich anderwärts neue Kolonien, die aber infolge ihrer Zerstreuung und Kleinheit bisher fast nie gefunden wurden, denn die abreifenden Feldbestände kommen dafür nicht mehr in Frage. So entsteht leicht der Eindruck, die Blattlauspopulationen seien erloschen bzw. stark reduziert. In der Literatur finden sich darüber zwar Fragen und Vermutungen (H. J. MÜLLER u. K. UNGER, 1951), aber keine sicheren Angaben (HODEK, 1964). Nach einer mündlichen Mitteilung HOLMAN'S sollen sich im Hochsommer kleine *A. f.*-Kolonien in großer Zahl, jedoch sehr verstreut, an unscheinbaren, schwachwüchsigen Wirtspflanzen in Wiesen und Weidegebieten vorwiegend in Bodennähe entwickeln, also in feuchten Biotopen, wie schon H. J. MÜLLER 1951 vermutete, wo sie leicht übersehen werden.

Daß sich die feldbaulich wichtigen Aphiden während der hochsommerlichen Trockenperioden irgendwo normal weiter entwickeln können, geht schon daraus hervor, daß gerade auf schwache Frühsommerpopulationen in der Regel sehr hohe Eibesatzdichten im Spätherbst folgen, wie unsere Quedlinburger Beobachtungsreihe deutlich nachweist (BEHRENDT, 1966; im Druck).

In diese unauffällige Phase der dann also „getarnten“ hochsommerlichen Aphidenpopulationen fällt nun offensichtlich die entscheidende biocoenotische Wirksamkeit der Coccinelliden. Gerade im Hochsommer — nach der Verödung der Massenkolonien auf den Feldbeständen — erscheinen die Jungkäfer der neuen Generation, wie die Käferzahlen auf den Fangpflanzen sehr deutlich machen. Ihre massive Agilität und ihr großer Aktionsradius befähigt sie wahrscheinlich besser als alle anderen, zarteren Aphidophagen, die zahlreichen Blattlauskolonien aufzuspüren, die in den noch feuchteren Biotopen weit zerstreut und zwischen anderen Pflanzen verborgen leben. Hier und zu diesem Zeitpunkt entfalten sie im allgemeinen erst ihren dezimierenden Einfluß auf die Aphidenpopulation, so daß es zweifellos ihrem Wirken zuzuschreiben ist, wenn auf starke Gradationen der Blattläuse im Früh- und Mittsommer in der Regel ein starker Rückgang erfolgt, so daß die Winterwirte im folgenden Spätherbst nur geringen Eibesatz erhalten. Das zeigt sich bei den vorliegenden Beobachtungen mit aller Deutlichkeit in den Jahren 1959 und — ausnahmsweise — gleich noch einmal 1960, in denen sich als Folge hoher Beute (= Aphiden)-Dichte im vorangehenden Mittsommer (1959 *A. f.*, 1960 *B. b.*) starke Coccinelliden-Bevölkerungen entwickelt hatten. Sind aber dann keine oder nur zu wenig Marienkäfer vorhanden, wie im Spätsommer 1958, 1961 und 1962, so können sich die kleinen Frühsommer-

populationen der Aphiden in der dispersiven Phase des Hochsommers und Herbstes gut entfalten und im Spätherbst hohe Eidichten auf den Winterwirten liefern.

Selbstverständlich setzt sich die populationsenkende Wirkung der Coccinelliden auf die Aphiden nach der Überwinterung im folgenden Frühjahr fort, besonders bei Arten, die in der Nähe oder in den gleichen Biotopen wie die Aphiden überwintern, wie z. B. *Coccinella septempunctata* und *Aphis fabae* an geschützten Waldrändern (HODEK, 1964). Dadurch werden die Aphidenpopulationen schließlich weiter so geschwächt, daß sich auf den Primärwirten nur minimale fundatrigene Kolonien entwickeln, die geringe und verspätete Migration der Exsules ergeben und in der Folge zwangsläufig auch nur schwachen Befall auf den Sommerwirten. Das führt rückwirkend zu Hungererscheinungen für die nächste Larvengeneration der Marienkäfer, wenn nicht schon für die überwinterten Weibchen selbst, die im Frühjahr einen Reifefraß durchmachen müssen (HODEK u. ČERKASOV, 1961) und bei Nahrungsmangel dann nur wenige Eier absetzen können.

Damit ergibt sich also auch für die populationsdynamischen Beziehungen zwischen landwirtschaftlich wichtigen Aphiden und Coccinelliden das übliche Bild der Räuber-Beute-Relation mit phasenverschobenen Massenwechselkurven. Zwar reichen die vorliegenden Beobachtungsreihen zu einer Beurteilung der *Phasenlängen* noch nicht endgültig aus, doch scheint auch nach — einseitig auf Aphiden bezogenen — Erfahrungen anderer Autoren (BROADBENT u. HEATHCOTE, 1961; HILLERIS LAMBERS, 1955) unter mitteleuropäischen Verhältnissen zumindest bei *A. f.* ein zweijähriger Gradationszyklus vorzuliegen, so daß schwache und starke Befallsjahre miteinander wechseln. Die 13jährigen Quedlinburger Beobachtungen lassen zusammen mit den vorliegenden Ergebnissen über die Dynamik der Coccinellidenpopulation vermuten, daß diese Rhythmik der *A. f.*-Gradationen im wesentlichen auf den Einfluß der Marienkäfer zurückzuführen ist, die intermittierende Häufigkeitsmaxima zeigen.

Selbstverständlich kann dieser einfache Wechsel von Beute und Räubergradationen unter den Bedingungen des mitteleuropäischen Klimas mit seinem bald mehr atlantisch bald mehr kontinental beeinflussten Wetterverlauf auch leicht durch Witterungsfaktoren verschoben werden. So war 1962 die erwartete Massenfaltung der starken Aphideneipopulation durch langanhaltende kühle Witterung im Frühjahr und Frühsommer so stark verzögert, daß sich die Mittsommergradation auf den Feldwirten um mehr als einen Monat, auf Juli/August, verschob. Damit war aber der im Vorjahre (1961) bereits durch Nahrungsmangel reduzierten, überwinterten Coccinelliden-Population erneut die Grundlage zu einer Erholung genommen, weil sich die Aphiden zu spät ver-

mehrten, und es trat weiterer Rückgang ein. Infolgedessen blieb die fällige Reduktion der Aphidenpopulation im Sommer 1962 aus. Es ergaben sich deshalb zwei relativ starke Aphidenjahre nacheinander (1962 und 1963).

Andererseits folgten auf die starke Blattlaussaison 1959 zwei Jahre mit minimaler *Aphis fabae*-Entwicklung, weil 1960 zwar *Aphis fabae* als Beute völlig ausfiel, jedoch *Brevicoryne brassicae* eine ungewöhnliche Frühsommergradation aufwies, so daß die Marienkäfer mit deren Hilfe ihre Population ein zweites Jahr hoch halten konnten und erst 1961 verschwanden, als es überhaupt keine Läusegradation mehr gab.

Die merkwürdige und kaum erwartete Asynchronie in der Populationsdynamik verschiedener feldbewohnender Aphiden ist nicht einfach zu verstehen, zeigt aber, wie unterschiedlich die Gradationsverhältnisse selbst bei ökologisch ähnlich erscheinenden Arten sein können. Vielleicht ist die Ursache des Unterschiedes z.T. in der Monözie von *Brevicoryne brassicae* sowie in der verschiedenen Lage der Überwinterungsplätze der beiden Aphidenarten im Verhältnis zu denen der Marienkäfer zu suchen. Während sich die fundatrigenen *Aphis fabae*-Kolonien auf den Winterwirten *Evonymus*, *Viburnum* (und ev. *Philadelphus*) im Wald oder am Waldrande, mindestens also in gedeckten Situationen, entwickeln (s. a. HODEK, 1964; GALECKA, 1964), wo sich auch die Winterlager der Coccinelliden befinden, entstehen die ersten Kolonien der monözischen *Brevicoryne brassicae* im wesentlichen im freien Felde auf oder in der Nähe der alten Cruciferenbestände, jedenfalls also entfernt von den Coccinelliden-Winterlagern. So werden die fundatrigenen *Aphis fabae*-Kolonien von den Coccinelliden leicht erreicht und infolgedessen dezimiert, denn sie befinden sich in der Nähe der erwachenden Coccinelliden, die selbst bei der kühlen und häufig für Flug noch unterschwellig Frühjahrswitterung das Gebüsch am Waldrand leicht erreichen können. Dagegen liegen die fundatrigenen *Brevicoryne brassicae*-Kolonien in der Feldflur im April und Mai zunächst nicht im unmittelbaren Aktionsbereich der Marienkäfer. In der Tat sind in allen Jahren mit starkem Coccinelliden-Besatz die Käfer schon lange (vorher) auf den Büschen am Waldrand und in den dortigen *Aphis fabae*-Kolonien zu beobachten, ehe sie in nennenswerter Zahl in den Gelbschalen oder auf den Lockpfknanzen in der Feldmark auftreten. Hier kann sich also eine starke *Brevicoryne brassicae*-Population ungestört aufbauen, auch in einem Jahre wie 1960, wo an sich reichlich Coccinelliden vorhanden sind.

Trotz der eben angeführten Einschränkungen zeigen die vierjährigen Ergebnisse, daß die relativ einfach zu handhabende Methode geeignet scheint, ein relativ verlässliches Bild über die Populationsdynamik aphidophager Coccinelliden zu liefern. Eine unschwer erreichbare Ausweitung durch Einrichtung mehrerer Fangstellen im Gelände, etwa auch

in der Nähe der Winterlager der Coccinelliden und der Winterwirte der Aphiden, häufigere Absammlung der Kolonien oder Kombination mit Markierungs- und Capture-Recapture-Verfahren würde zweifellos zur Verbesserung und Vertiefung der Aussagen führen können.

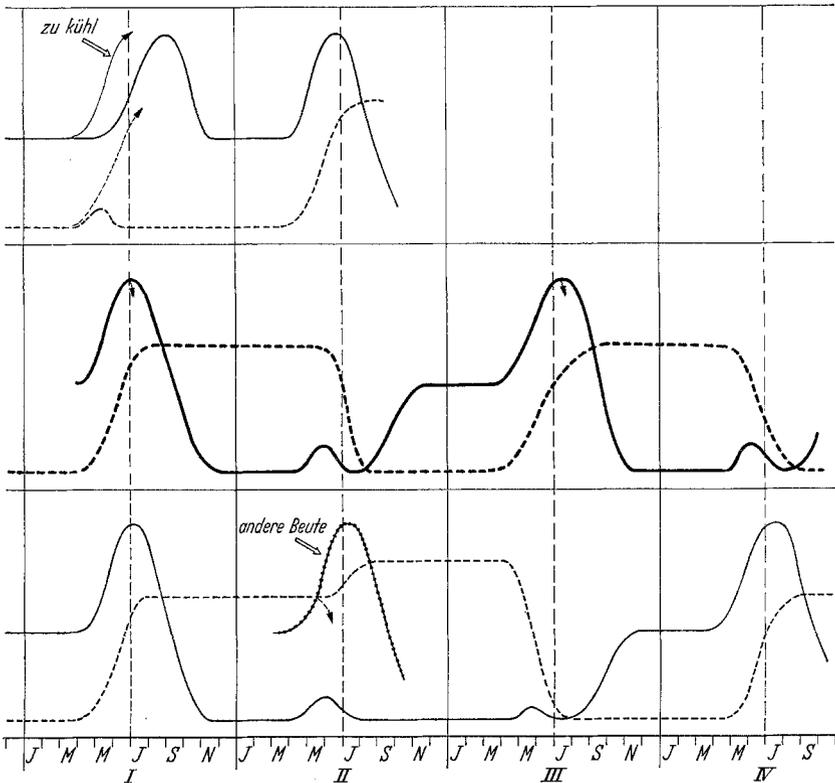


Abb. 2. Schematische Darstellung der Räuber-Beute-Relation zwischen Aphiden (ausgezogene) und Coccinelliden (gestrichelte Kurven) nach den vorliegenden Ergebnissen (s. Abb. 1). Mitte: Von anderen Faktoren ungestörter Normalfall. Oben: Zu kühle Witterung verschiebt die Blattlaus-Gradation, so daß die Coccinelliden-Population ein zweites Jahr klein und stattdessen die Aphidenpopulation 2 Jahre lang hoch bleibt. Unten: Die Coccinelliden können nach Reduktion ihrer Hauptbeute (*Aphis fabae*) im zweiten Jahre auf eine andere Beute übergehen, so daß ihre Population 2 Jahre lang groß, die der Aphiden klein bleibt. Die Pfeilspitzen in den Gipfen der Aphiden-Gradations-Kurven deuten den üblichen Zusammenbruch der Massenvermehrung in Feldbeständen an

### Zusammenfassung

Die permanente Aufstellung von jungen Ackerbohnen (*Vicia faba*) im Freiland, die ständig einen künstlich erzeugten, dichten Besatz mit Blattläusen (*Aphis fabae*) tragen, ermöglicht durch tägliches Absammeln der angelockten Marienkäfer (*Coccinella septempunctata*, *5-punctata*, *10-punctata* u. a.) die Ermittlung der potentiellen Populationsdichte dieser Coccinelliden.

Ein bei Quedlinburg über 4 Jahre (1959—1962) durchgeführter Vergleich derselben mit dem Verlauf des Massenwechsels der Aphiden, insbesondere der Schwarzen Bohnenlaus, erweist auf Grund von Ei- und Fundatrizenzählungen sowie quantitativen Gelbschalenfängen die korrespondierende Abhängigkeit ihres Räuber-Beute-Verhältnisses. Es ergibt sich im Normalfall ein Wechselrhythmus mit zweijähriger Phasenlänge, die für *Aphis fabae* auch aus einer 13jährigen Beobachtungsreihe sowie Ergebnissen anderer Autoren hervorgeht (s. Abb. 2).

Die Reduktion einer Blattlausübervermehrung durch im wesentlichen monovoltine Coccinelliden (im Jahre I, s. Abb. 2) erfolgt dabei aber *nicht* durch die überwinterten Käfer (und ihre Brut) während der Massenentfaltung auf den Feldern im Frühsommer. Sie entsteht vielmehr erst danach, während der dispersiven Phase der Aphiden auf unscheinbaren Sekundärwirten feuchter gebliebener Biotope, durch die infolge der reichlichen Beute stark angewachsene Jungkäferpopulationen sowie durch den Reifefraß der nahebei überwinterten Käfer im Frühjahr des Jahres II an den bereits geschwächten fundatrigenen Aphidenkolonien.

Die jetzt große Coccinellidenpopulation wird aber nunmehr ihrerseits dadurch geschwächt, daß es im folgenden Frühsommer (Jahr II) für die überwinterten Weibchen, besonders aber für ihre Nachkommen, dann zu wenig Blattläuse als Beute gibt. Die daraus resultierende neue Coccinelliden-Generation ist infolgedessen wieder schwach. Sie erlaubt der Aphidenpopulation in der Dispersivphase des Spätsommers erfolgreiche Erholung, so daß sie auf den Winterwirten hohe Eidichte erzeugen und damit die Voraussetzung zu einer erneuten Gradation im Jahre III schaffen kann.

Den Zusammenbruch der Übervermehrung von Aphiden auf den Kulturpflanzen im Frühsommer können die Coccinelliden so wenig wie andere aphidiphage Organismen herbeiführen, weil die verstärkte Käfergeneration notwendigerweise erst später erscheinen kann. Sie erfolgt vielmehr endogen durch dichteabhängige Induktion von später zwangsläufig abwandernden Geflügelten. Die daraus regelmäßig entstehende Verödung der Blattlauskolonien täuscht eine Retrogradation somit nur vor.

Eine Verlängerung der Gradationsphase (auf ein zweites Jahr) kann bei den Aphiden durch einen von der Norm abweichenden Witterungsverlauf zu Beginn der Vegetationsperiode entstehen. Der zu kühle Frühsommer 1962 verschob die Massenentfaltung der *Alienicolen* um etwa einen Monat (Abb. 2 oben). Dadurch blieb die Coccinellidenpopulation infolge Fehlens eines Beuteüberflusses zum richtigen Zeitpunkt wider Erwarten klein, die der Aphiden infolgedessen ein zweites Jahr (1963) hoch. In einem anderen Fall vermochten die Marienkäfer 1960 bei Mangel

an Bohnenläusen — die sie vorher selbst reduziert hatten — auf eine andere reichlich vorhandene Beute (Kohlläuse) überzugreifen und so ihrerseits ein zweites Jahr hohe Dichte zu behalten (Abb. 2 unten), so daß die *Aphis fabae*-Population zwei Jahre klein blieb (1960 und 1961).

### Literatur

- ATWAL, A. S., and S. L. SETHI: Predation by *Coccinella septempunctata* L. on the cabbage aphid, *Lipaphis erysimi* (KALT.) in India. *Anim. Ecol.* **32**, 481—488 (1963).
- BANKS, C. J.: An ecological study of Coccinellidae (Col.) associated with *Aphis fabae* SCOP. on *Vicia faba*. *Bull. ent. Res.* **46**, 561—587 (1955).
- The distributions of coccinellid egg batches and larvae in relation to numbers of *Aphis fabae* SCOP. on *Vicia faba*. *Bull. ent. Res.* **47**, 47—56 (1956).
- The behaviour of individual coccinellid larvae on plants. *Brit. J. Anim. Behav.* **5**, 12—24 (1957).
- BEHRENDT, K.: Über langjährige Massenwechselbeobachtungen an *Aphis fabae* (SCOP. Tagungsberichte der Dtsch. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin 1966, im Druck.
- BOMBOSCH, S.: Vorbereitende Untersuchungen zur Prognose des Gradationsverlaufes von *Aphis fabae* SCOP. an Samenrüben. *Mitt. BBA Berlin-Dahlem*, H. 97, 190—192 (1959).
- BROADBENT, L., and G. D. HEATHCOTE: Winged aphids trapped in potato fields, 1942—1959. *Ent. exp. appl.* **4**, 226—237 (1961).
- GALECKA, B.: The effect of tree plantations interspersed among fields on the course of the dynamics of numbers of potato aphids and predacious Coccinellids. *Ekol. polska* **10**, 21—44 (1962).
- HILLE RIS LAMBERS, D.: Potato aphids and virus diseases in the Netherlands. *Ann. appl. Biol.* **42**, 355—360 (1955).
- HODEK, I.: The influence of *Aphis sambuci* L. as prey of the ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L. *Věstn. čs. Společ. zool.* **20**, 62—74 (1956).
- Die Schonung der natürlichen Feinde als Hilfe bei der integrierten Bekämpfung der Blattläuse. Tagungsberichte der Dtsch. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin **60**, 37—53 (1964).
- , and I. ČERKASOV: Experimental influencing of the imaginal diapause in *Coccinella septempunctata* L. (Coccinellidae Coleopt.) *Acta Soc. zool. boh.* **25**, 70—90 (1961).
- HUGHES, R. D.: Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). *J. Anim. Ecol.* **32**, 393—424 (1963).
- KENNEDY, J. S., and C. O. BOOTH: Methods for mass rearing and investigating the host relations of *Aphis fabae* SCOP. *Ann. appl. Biol.* **37**, 451—470 (1950).
- MÜLLER, H. J.: Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* SCOP. III. Über das Wirtswahlvermögen der Schwarzen Bohnenblattlaus *Doralis fabae* SCOP. *Züchter* **21**, 161—179 (1951).
- Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* SCOP. IV. Das Zustandekommen des unterschiedlichen Initialbefalls. *Züchter* **23**, 176—189 (1953).
- Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Aphis (Doralis) fabae* SCOP. V. Antibiotische Wirkung auf die Vermehrungskraft. *Ent. exp. appl.* **1**, 181—190 (1958).

- MÜLLER, H. J.: Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Aphis (Doralis) fabae* SCOP. VII. Reproduktionsrate und Körpergröße von *Aphis fabae* auf gleichaltrigen Jungpflanzen unterschiedlicher Wüchsigkeit. Ent. exp. appl. **4**, 148—164 (1961).
- Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Aphis (Doralis) fabae* SCOP. VIII. Das Verhalten geflügelter Bohnenläuse nach der Landung auf Wirten und Nichtwirten. Ent. exp. appl. **5**, 189—210 (1962).
- Das Beziehungsgefüge zwischen Blattläusen und (landwirtschaftlichen) Kulturpflanzen als Beispiel eines Zyklus autökologischer Phasen. Züchter **35**, 14—24 (1965).
- , u. E. HENNIG: Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Aphis (Doralis) fabae* SCOP. VI. Die Resistenzerscheinungen an Reisern reziproker Pfropfungen anfälliger und resistenter Ackerbohnen. Ent. exp. appl. **3**, 157—170 (1960).
- , u. K. UNGER: Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* SCOP. II. Über die Fluggewohnheiten, besonders das sommerliche Schwärmen, von *Doralis fabae* und ihre Abhängigkeit vom Tagesgang der Witterungsfaktoren. Züchter **21**, 76—89 (1951).
- PALY, V. F.: *Aphis fabae* SCOP. in beet growing districts of central chernozem regions of the RSFSR and the causes of the fluctuation of its population. Zool. J. (Moskau) **39**, 534—538 (1960).

Professor Dr. H. J. MÜLLER  
Institut für Spezielle Zoologie und Entomologie der Universität  
X 69 Jena, Fraunhoferstr. 6