

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg.)

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.¹

Von H. J. MÜLLER.

Mit 19 Abbildungen.

Einleitung.

Die Ursache des unterschiedlichen Befalls verschiedener Sorten der Acker- (Pferde-, Sau- oder Puff-) bohne, *Vicia faba* L., durch die Schwarze Bohnenblattlaus, *Doralis fabae* Scop. (= *rumicis* L. = *papaveris* FAB.) soll nach den Untersuchungen DAVIDSONS vor allem in ernährungsphysiologischen Unterschieden, also insbesondere in der verschiedenartigen Zusammensetzung des Assimilatstromes zu suchen sein (vgl. ähnliche Befunde bei *Macrosiphon pisi* KALT. von EMERY und HARRINGTON, bei *Myzodes persicae* SULZ. von ADAMS). Diese wirke sich in einer geringeren oder höheren Produktion von pro Zeiteinheit parthenogenetisch erzeugten Nachkommen aus, die als Maßstab der Resistenz betrachtet wird. Die diesen Vorstellungen zugrunde liegenden Versuche wurden zwar an einem großen Bohnensortiment, im einzelnen jedoch an nur wenigen Wiederholungen von 4–5 Pflanzen gewonnen und ergeben zwar eine eindrucksvolle Reihe abnehmender Befallsintensität, zeigen aber in den Einzelwerten sehr starke Schwankungen. Ähnliche Untersuchungen an einem Sortiment deutscher, englischer und griechischer Herkunft lieferten eine ähnliche Reihe, deren Zusammensetzung sich jedoch bei Wiederholungen änderte.

Weitere eingehende Untersuchungen zur Fassung der ernährungsphysiologischen Ursachen des Befalls im Sinne DAVIDSONS wurden deshalb zunächst auf 2 Sorten beschränkt, die sich hinsichtlich des Befalls extrem verschieden verhalten: die stets sehr stark von den Läusen heimgesuchte Schlansstetter Ackerbohne (S) und die als am weitestgehend resistent angesehene Rastatter Ackerbohne (R). Auf die mit verschiedenartiger Methodik im Freiland wie im Gewächshaus durchgeführten Untersuchungen soll nach Abschluß weiterer Prüfungen später im Zusammenhang ausführlicher eingegangen werden. Hier ist nur die Feststellung von Belang, daß die bisher gefundenen Unterschiede sehr schwanken, meist nur als Mittelwerte zu fassen sind und offensichtlich wenigstens nicht ausreichen, die in der Praxis beobachteten Befallsunterschiede zu erklären.

Dafür nur wenige Beispiele: Bei der fortlaufenden Zucht von je 5 rein parthenogenetischen Linien auf eingefrischten Blättern von R und S, im Winter bei 14^h-Tag und 18–24° C (unter steter Verwendung der Erstgeborenen) ergaben sich keine Unter-

schiede hinsichtlich der bisher (seit Spätsommer 1948 auf beiden Sorten) erzeugten Anzahl (ungefähr 120) der Generationen und keine Unterschiede bezüglich der Anzahl der jeweils innerhalb der Zeit von der Geburt der ersten Tochter bis zur Geburt der ersten Enkelin (also pro Erstgeborenen-Generation) erzeugten Nachkommen. Mit anderen Worten: Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, gemessen an der höchstmöglichen Generationenzahl, und die Produktion von Larven während der Dauer der Erstgeborenen-Generation ist also bei beiden Sorten im Durchschnitt gleich. Dagegen ergab sich für die Gesamtochterproduktion einzelner Jungfern bei verschiedenster Versuchsanstellung auf den beiden Sorten ein wenn auch geringer, so doch im allgemeinen statistisch gut gesicherter Unterschied. Da sich andererseits hinsichtlich der Lebensdauer der Jungfern nur sehr schwach gesicherte Unterschiede ermitteln ließen, ist zu vermuten, daß die Tochterproduktion im Anfang zwar gleich ist, bei den auf S vielleicht etwas langlebigeren Jungfern aber länger anhält, während sie auf R schneller absinkt. Vorbehaltlich einer weiteren Nachprüfung dieses Ursachenkomplexes mit verfeinerter Methode können besonders in Anbetracht der meist erheblichen Streuung der erhaltenen Werte die ernährungsphysiologischen Unterschiede wohl nicht als allein ausschlaggebend für den unterschiedlichen Befall angesehen werden.

Nun geht die Konzeption DAVIDSONS, der wir zuletzt folgten, allerdings von der notwendigerweise etwas einseitigen Vorstellung aus, daß der Initialbesatz der beiden Sorten stets gleich sei.

Wir wissen aber – worauf schon in unserem früheren Beitrag (MÜLLER u. UNGER 1951) kurz hingewiesen wurde – ja gar nicht, ob das im Freien der Fall ist; denn es liegt bei wirtswechselnden Blattläusen eigentlich eher nahe zu vermuten, daß sie möglicherweise beim Anflug neuer Wirte wie zwischen Pflanzenarten auch eine Auswahl zwischen verschiedenen Kulturpflanzen sorten treffen. MALTAIS entnahm einem Erbsenbestand aller drei Tage pro Sorte zwei Pflanzen und ermittelte ihren Gesamtbesatz (mit Larven, geflügelten und ungeflügelten Imagines von *Macrosiphon pisi* KALT., wobei sich starke Sortenunterschiede (Resistenzgrade) ergaben. Zweifellos beruhen diese primär vor allem auf Anflugunterschieden infolge eines Sortenunterscheidungsvermögens der Wanderfliegen. Freilich will das für Blattläuse mit einem so ausgedehnten Sommer-Wirtspflanzenkreis

¹ Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung Nr. 5.

wie *D. fabae* zunächst wenig wahrscheinlich erscheinen; aber immerhin mußte diese Möglichkeit geprüft werden.

Da die Voraussetzung zu ihrer Prüfung in einer möglichst umfassenden Kenntnis des Massenwechsels und der Fluggewohnheiten von *Doralis fabae* bestehen mußte, werden diese und besonders ihre Abhängigkeit von den Witterungsfaktoren seit 1948 im Gebiet um Quedlinburg eingehend verfolgt. Die ersten Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden bereits in zwei Mitteilungen veröffentlicht. Bei allen dazu erforderlichen Versuchen wurden jedoch von vornherein Pflanzen der beiden Sorten, Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen, jeweils zu gleichen Anteilen verwendet, so daß sich evtl. ergebende Anflugunterschiede gleichzeitig erfassen ließen. Es wurden dabei 1949 und 1950 vom Beginn der Flugperiode, Anfang Mai, bis zum Aussterben der Sommerwirtsolonien im Herbst täglich die auf einer gleichen Anzahl von Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen vorgefundenen angeflogenen Migranten („Fliegen“) abgelesen und ausgezählt. Die dabei erhaltenen, sehr erheblichen Unterschiede und die daraus sich ergebenden weiteren Versuche, Beobachtungen und Schlußfolgerungen im Hinblick auf unser Zentralproblem, die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz, sollen im folgenden dargestellt und diskutiert werden.

Material und Methodik.

Über die örtlichen Versuchsbedingungen und die Methodik der Durchführung braucht hier nur einiges zur Ergänzung insbesondere in bezug auf die 1950 durchgeführten Untersuchungen gesagt zu werden, da das wesentliche bereits in unserem ersten Beitrag zum gleichen Hauptthema ausführlich dargestellt wurde (vgl. Züchter 21, p. 10 ff). Auch 1950 lagen die Versuchsreihen in den Gärten des Institutes für Pflanzenzüchtung in

(Hexachlorcyclohexan-Präparat) als erfolgreich. Später war bei Trockenheit vielfach Angießen (abends) nötig.

Vor Beginn des Versuches wurden die Pflanzen zunächst gründlich von allen bis dahin erschienenen Insekten befreit. Die täglichen Ablesekontrollen erfolgten diesmal (1950) stets zwischen 7 und 9 Uhr morgens, so daß die vorgefundenen Geflügelten in der Hauptsache im Verlaufe des Vortages angeflogen sein müssen. Die Anzahl der laufend von Anfang Mai (10. 5. 50 bzw. 2. 5. 49) bis Ende Oktober (1949 u. 1950) täglich kontrollierten Bohnen betrug 1950 insgesamt 120, je 30 Rastatter (R) und 30 Schlanstedter (S) Pferdebohnen in 2 Versuchen in getrennten Gärten (Drachenloch- und Stumpfsburger Garten). (Entsprechende Angaben für 1949 siehe Teil I).

Wie 1949 mußten, da ein Bohnenaufwuchs für diese Zeitspanne natürlich nicht ausreicht, mehrfach erneut Bohnen ausgelegt, bzw. ausgepflanzt werden (5. 5., 5. 6., 29. 6., 19. 7., 11. 8. und 4. 9.). Dies geschah stets in der Nachbarschaft der unter Kontrolle befindlichen Pflanzen, so daß zu gegebenem Zeitpunkt (am 8. 6., 1. 7., 20. 7., 13. 8. und 6. 9.) von der alten auf die neue Kontrollreihe übergegangen werden konnte, wobei zunächst der Anflug auf der alten Reihe noch einige Tage weiter neben der neuen ausgezählt wurde.

Insgesamt wurden von diesen Bohnenkontrollreihen 1949 in 112, 1950 in 168 Tageskontrollen 21 113 bzw. 4122, insgesamt über 25000 geflügelte *Doralis fabae*-Läuse abgelesen. Die täglichen Ablesungsergebnisse wurden für jede Einzelpflanze getrennt in fortlaufend geführten Listen festgehalten, die abgelesenen Läuse über größere Zeiträume hin, meist wochenweise, nur nach den beiden Sorten getrennt in 80%igem Alkohol oder Spirit aufbewahrt, so daß die während der verschiedenen Anflugperioden angetroffenen Blattläuse gesondert nachbestimmt werden können.

Die Betreuung und Kontrolle dieser Versuchsreihen ist 1950 das fast alleinige Verdienst meiner Mitarbeiterinnen, Frau G. v. WANGELIN und Fräulein E. SIMON, denen auch an dieser Stelle für ihre mühevollen, geduldigen und gewissenhaften Hilfe herzlich gedankt sei.

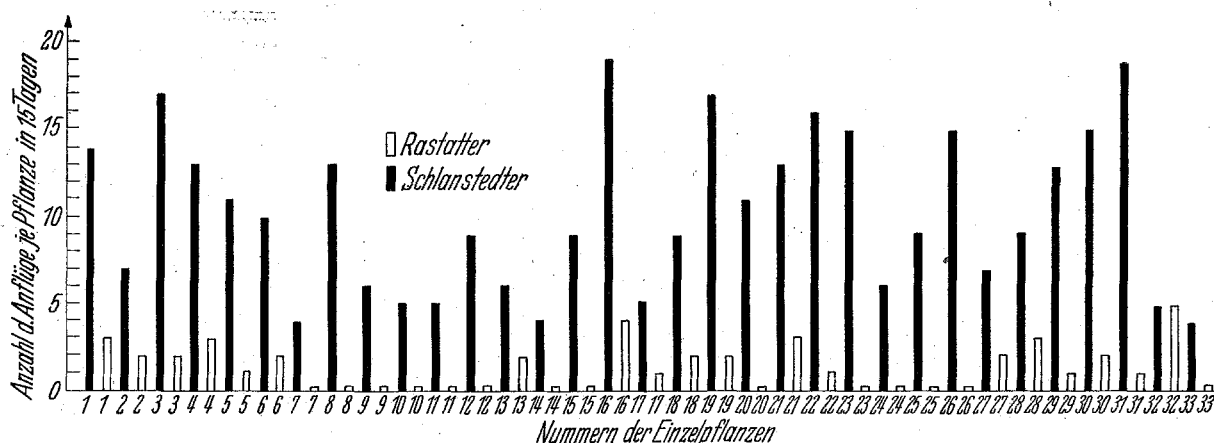


Abb. 1. Anzahl der innerhalb von 15 Tagen (4.—18. Mai 1949) von 33 Rastatter (weiße Säulen) und 33 Schlanstedter (schwarze Säulen) Ackerbohnen einer gemischten Kontrollreihe abgelesenen Bohnenblattläuse.

Quedlinburg, meist in unmittelbarer Nachbarschaft der Anbaustellen des Vorjahres. Die Rastatter und Schlanstedter Pflanzen standen wechselweise im Kreuzverband 50 × 50 cm auseinander, in 2 (oder 1949 3) Reihen, und wurden entweder nach vorheriger Anzucht im Gewächshaus oder läusegeschütztem Freiland dahin ausgepflanzt oder an Ort und Stelle angezogen, wobei sie in jugendlichem Stadium gegen Ungeziefer (insbesondere machten sich Rabenkrähen (*Corvus c. corone*) durch Heraushacken der eben aufgelaufenen Pflanzen übel bemerkbar) durch Glaszylinder oder Drahthauben geschützt werden mußten. Gegen Drahtwurmfraß erwies sich das Einstreuen oder Angießen der Pflanzgrube mit Arbitan(-aufschwemmung)

Ergebnisse der Ablesung von den Dauerkontrollreihen.

Schon wenige Tage nach dem Beginn der Versuche 1949 zeigte sich mit aller Deutlichkeit, daß auf den Rastatter Pflanzen unserer Kontrollreihen viel weniger geflügelte Bohnenläuse erschienen als auf den Schlanstedter Pflanzen. Abbildung 1 zeigt, in graphischer Darstellung, die Ableseergebnisse einer Beobachtungszeit von 14 Tagen des rein fundatrigenen Zufluges im Frühjahr 1949 und zwar von je 33 Rastatter und

je 33 Schlanstedter Pflanzen des Versuches im Drachenlochgarten in der Reihenfolge ihres Standes. Trotz der Schwankungen im einzelnen zeigt sich hier ohne weiteres die starke Bevorzugung der Schlanstedter Pflanzen gegenüber den Rastattern. Während jede der S innerhalb der 14 Tage wenigstens von 4 Läusen befallen wurde und im Durchschnitt etwa 10 Anflüge erhielt, blieben von den R 14 völlig läusefrei und im Durchschnitt erhielt jede Pflanze nur 1–2 Anflüge während dieser Zeit.

Obwohl nicht zu erwarten war, daß dieses unterschiedliche Anflugverhältnis zufällig entstanden und nicht reproduzierbar sei, wurden 1949 in drei verschiedenen Gärten, und in Stichproben in der Feldmark, die Kontrollreihen weiter täglich oder aller 2–3 Tage bonitiert und die gleichen Versuche 1950 in zwei Gärten und streng täglicher Kontrolle wiederholt.

Das anfängliche Ergebnis bestätigte sich dabei — und in vielen anderen Versuchen — immer wieder.

Der Gesamtanflug auf den Kontrollreihen betrug 1949 (bei $n = 95$) 21113 geflügelte *Doralis fabae* (auf jeweils 2 bis 150 Pflanzen), 1950 ($n = 147$) 4122 (auf konstant 120 Pflanzen).

Die Summe aller an einem Tage auf der Gesamtheit aller Rastatter Pflanzen nachgewiesenen Anflüge ergibt verglichen mit der Summe aller auf den Schlanstedter Pflanzen erfaßten Läuse das tägliche Anflugverhältnis. Wenn, wie 1949, die Anzahl der kontrollierten Pflanzen von Tag zu Tag schwankt, dürfen nur die Mittelwerte, (Anflug pro Pflanze) berechnet und verglichen werden. Für 1950 können dagegen die betreffenden Werte unmittelbar dem Diagramm (Abb. 2) entnommen werden.

Das Gesamtanflugverhältnis ergibt sich aus der Summierung der täglichen Gesamtanflugzahlen (getrennt für R und S) aller Tage (Kontrollen) der Gesamtbeobachtungszeit. Es beträgt 1949 mit 6053 (ungefähr 29%) Anflügen auf R und 15060 (ungefähr 71%) Anflügen auf S (an 95 Tagen) etwa 1:2,5 (2,49); 1950 mit insgesamt 695 (17%) Anflügen auf

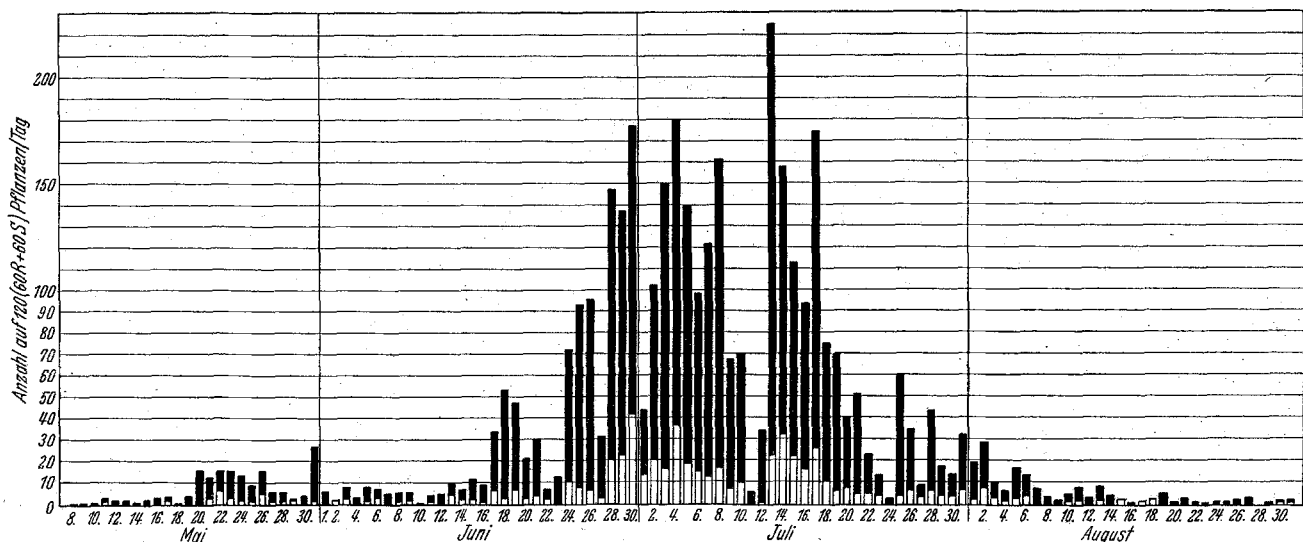


Abb. 2. Gesamtanflug 1950. Der durch tägliche Ablesungen ermittelte Anflug geflügelter Bohnenläuse auf je 60 Rastatter (weißer Teil) und 60 Schlanstedter (schwarzer Teil der Säulen) Ackerbohnen zweier gemischter Kontrollreihen während der Hauptanflugzeit (Mai–August).

Einen Überblick über die täglichen Anflugverhältnisse auf den insgesamt 60 Rastatter und 60 Schlanstedter Pflanzen der Kontrollreihen 1950 vermittelt die Abbildung 2, wobei die weißen unteren Abschnitte der Säulen die Gesamtanzahl der auf den R-, der obere schwarze Teil die Gesamtanzahl der auf den S-Pflanzen täglich gefundenen Bohnenläusen darstellt.

Die Auswertung der gesamten Ablesungen muß für die Jahre 1949 und 1950 getrennt aufgeführt werden, da 1. die Einzelwerte 1949 zeitweise nicht täglich und nicht mit einer dauernd konstanten Pflanzenzahl ermittelt werden konnten, so daß gewisse Fehlerquellen möglich sind, und da 2. die Anflugfrequenz im Ganzen 1949 und 1950 extrem verschieden war und 1949 das Gesamt-Anflugverhältnis insbesondere durch die lange Schwärmflugzeit wahrscheinlich nicht unbeeinflusst geblieben ist (s. u.).

Bei den 1949 durchgeführten 112 Tageskontrollen wurden nur an 95 Tagen (= ungefähr 85%) geflügelte Bohnenläuse festgestellt (wenigstens jeweils eine auf der Gesamtheit der Kontrollpflanzen). 1950 waren an 147 (= 87,5%) von insgesamt 168 Kontrolltagen eine oder mehrere Geflügelte festzustellen.

R und 3427 (83%) auf S rund 1:5 (4,925). Da diese Werte nur Mittelwerte darstellen, wurde jeweils für 1949 und 1950 nach dem Differenzverfahren eine Untersuchung der statistischen Sicherheit durchgeführt. Dabei ergibt sich für m_D (mittlerer Fehler der Differenz) 1949: 20,8; 1950: 2,686 und für t ($= M_D/m_D$) 1949: 4,61; 1950: 6,86. Da sich in den vorhandenen Tabellen selbst bei $p < 0,10\%$ für diese t -Werte und infolge der hohen Zahl der Freiheitsgrade keine Werte mehr finden, sind für beide Jahre die gefundenen Verhältnisse als außerordentlich gut gesichert anzusehen.

Im ersten Teil unserer Untersuchungen (MÜLLER und UNGER 1951) haben wir für 1949 gezeigt, welchen Schwankungen der Gesamtanflug von Tag zu Tag und im Verlaufe der jahreszeitlichen Entwicklung unterliegt (für 1950 sind diese unmittelbar aus Abb. 2 abzulesen) und in welcher Weise diese Unterschiede einerseits auf dem unterschiedlichen Angebot von geflügelten Bohnenläusen im Verlaufe der jahreszeitlichen Entwicklung der Gesamtpopulation beruhen und wie sie andererseits von den Witterungsbedingungen beeinflusst sind, die auf den Blattlausflug einwirken. Will man nun die Schwankungen

der Anflugverhältnisse der einzelnen Tage feststellen, so müssen zunächst die Schwankungen des Gesamtanfluges eliminiert werden. Dies geschieht am einfachsten, indem man die Summen der auf den Rastatter und Schlanstedter Pflanzen angeflogenen Läuse in Prozenten der jeweiligen Gesamtanflugsumme ausdrückt. Dabei zeigt sich, daß die R und S-Werte zwischen 0 und 100% streuen. Ordnet man sie jedoch nach ihrer Häufigkeit in Klassen von 10 zu 10% zunehmenden S- bzw. abnehmenden R-Prozentsatzes, so ergibt sich wie Abb. 3 für beide Jahre

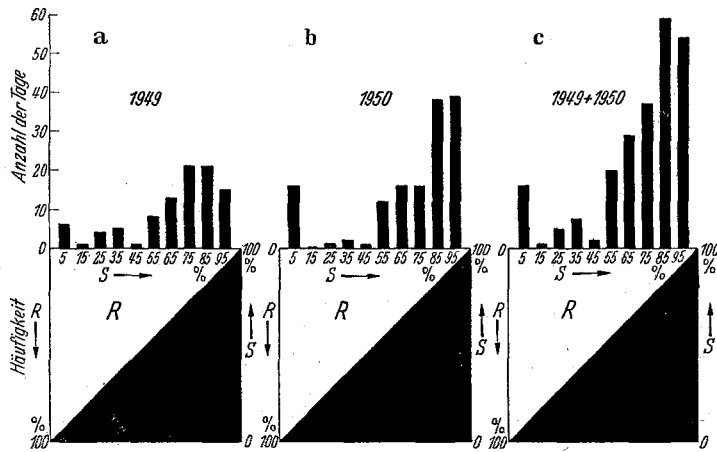


Abb. 3. Häufigkeitsverteilung der täglichen prozentualen Anflugverhältnisse (R-Anteil weiß, S-Anteil schwarz). a) für 1949 ($M = 67,61\%$, $\sigma = 24,8$), b) für 1950 ($M = 71,24\%$, $\sigma = 30,5$), und c) für beide Jahre zusammen ($M = 69,6\%$, $\sigma = 29,1$).

(a + b) im einzelnen, sowie in der Gesamtheit (c) zeigt, daß die Häufigkeit mit zunehmendem S-Anteil steigt und bei 80–90% ihr Maximum hat. Die Mittelwerte errechnen sich für 1949 mit 67,7%, für 1950 mit

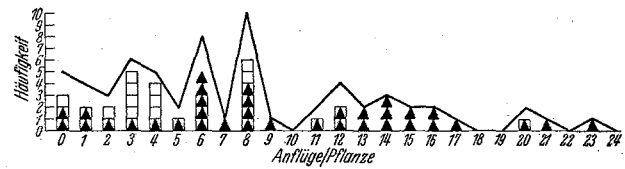


Abb. 5. Einzelpflanzen-Anflug eines Tages. Häufigkeitsverteilung von 32 Rastatter (□) und 31 Schlanstedter (▲) Ackerbohnen einer gemischten Kontrollreihe im Drachenlochgarten nach der Höhe ihres Bohnenlausbefluges an einem Tage mit hoher virginogener Anflugfrequenz (22. Juni 1949). — = Gesamtanflug.

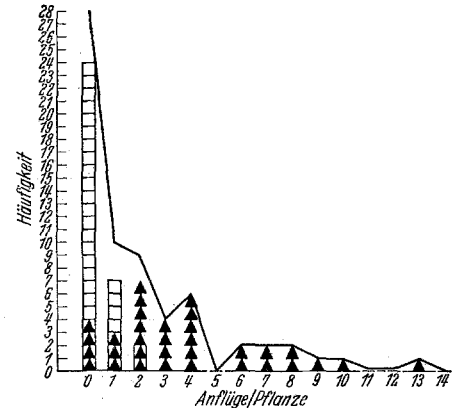


Abb. 4. Einzelpflanzen-Anflug eines Tages. Häufigkeitsverteilung von 33 Rastatter (□) und 33 Schlanstedter (▲) Ackerbohnen einer gemischten Kontrollreihe im Drachenlochgarten nach der Höhe ihres Bohnenlausbefluges an einem Tage (18.5. 1949) mit hoher fundatigener Anflugfrequenz. — = Gesamtanflug.

71% und für 1949 und 1950 zusammen mit rund 70% und einer Streuung von 24,7 bzw. 30,5 und 29,1. Danach ist der Anflug auf S im Durchschnitt mehr als doppelt (2,3mal) so groß wie auf der Rastatter.

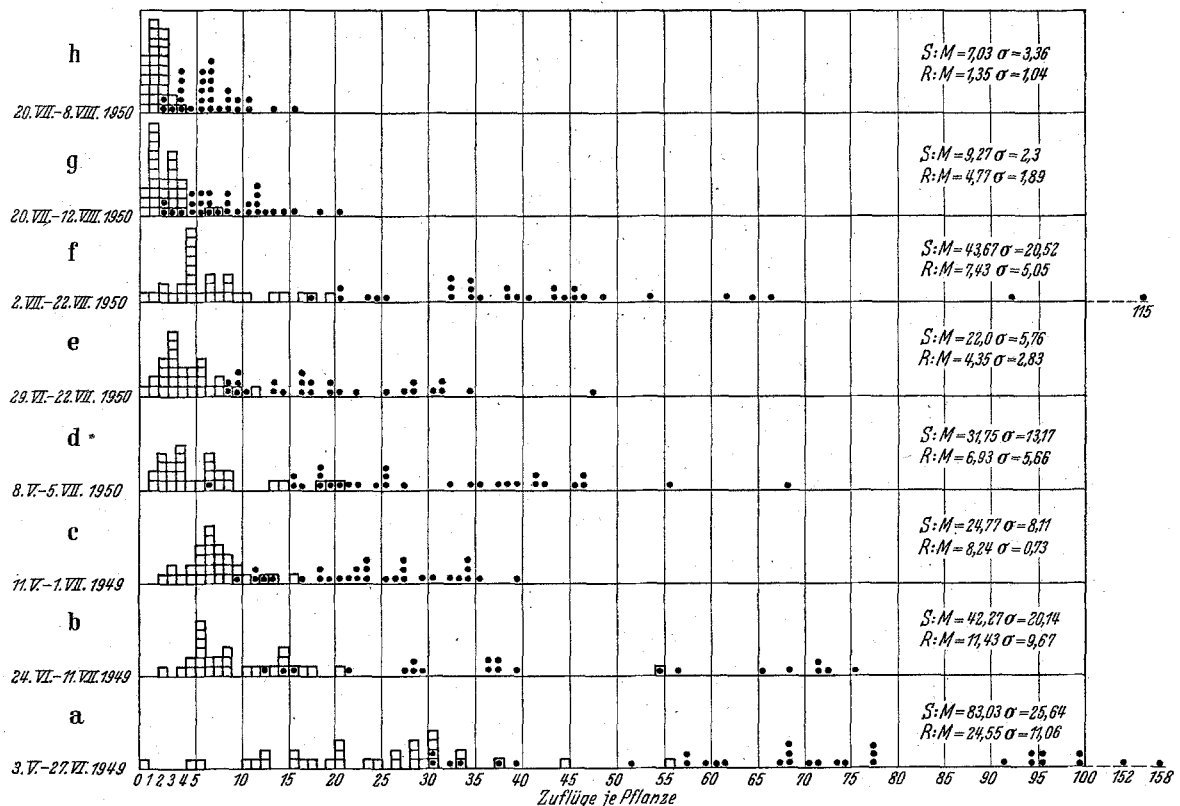


Abb. 6. Einzelpflanzen-Gesamtanflug in einzelnen Kontrollperioden. Häufigkeitsverteilung der Einzelpflanzen (R = □, S = ●) acht verschiedener gemischter Kontrollreihen-Aufwüchse nach der Höhe ihres Gesamtanfluges während der Kontrollperiode. a bis c) Aufwüchse von 1949, d) bis h) Aufwüchse von 1950.

Dabei ist zu bedenken, daß bei prozentualer Berechnung die ziemlich häufigen Tage mit vereinzelt Anflügen, bei denen sich das Anflugverhältnis infolge der dann zu geringen Anzahl der Pflanzen oft nicht normal einstellen kann, das Gesamtergebnis zu stark nivellierend belasten, so daß das so ermittelte Anflugverhältnis hinter der Wirklichkeit (vergleiche die reinen Anflugzahlen!) zurückbleibt.

Die Anflugverhältnisse schwanken jedoch nicht nur zeitlich, sondern wie Abb. 1 bereits erkennen läßt, auch innerhalb der beiden Sorten von Pflanze zu Pflanze. In Abbildung 4 sind für einen Tag mit hoher fundatrigener Anflugfrequenz (18. 5. 1949) die 66 Pflanzen einer Kontrollreihe im Drachenlochgarten (33 R und 33 S) nach der Anzahl der jeweils auf ihnen gefundenen Geflügelten geordnet. Betrachtet man zunächst alle Pflanzen, so ergibt sich eine ziemlich kontinuierliche Kurve, deren Maximum bei 0 und deren Mittel bei 2,1 Anflügen pro Pflanze liegt. Berücksichtigt man jedoch die beiden Sorten getrennt, so wird sofort deutlich, daß die hohe Häufigkeit der Pflanzen mit keinem oder nur einem Anflug in überwiegendem Maße von den R-Pflanzen herrührt, die im Mittel nur 0,33 Anflüge aufwiesen ($\sigma = 0,59$), während die Schlanstedter schon die meisten Pflanzen mit 2 Anflügen und alle mit mehr als 2 Anflügen stellt und bei einer Streuung von 3,2 Anflügen im Mittel 3,85 Anflüge erhielt. Im Mittel war der Anflug auf die S an diesem Tage mehr als 11 mal so hoch wie auf der R. Ein viel geringeres Anflugverhältnis zeigt das Bild einer entsprechenden Häufigkeitsverteilung der gleichen Kontrollpflanzenreihe im Drachenloch am 22. 6. 1949, einem Tage starken virginogenen Zufluges (Abb. 5). Der mittlere Anflug liegt mit 6,2 etwa 3 mal so hoch wie Mitte Mai, das Maximum bei 8. Jedoch beträgt der Anflug auf den S-Pflanzen mit knapp 10 noch nicht einmal das doppelte des mittleren Anfluges auf R (knapp 6 pro Pflanze). Doch ist auch hier die Streuung bei S bedeutend stärker als bei der R.

Ein klareres Bild von dem Befall der Einzelpflanzen erhält man durch den Vergleich der Anflugsummen der Einzelpflanzen eines Aufwuchses für die Gesamtzeit, in der sie kontrolliert wurden (Kontrollperiode). Abb. 6a—h veranschaulicht als Beispiele dafür 3 Aufwüchse von 1949 und 5 von 1950, die infolge der gleichen Größe, sie umfassen stets etwa 30 R und 30 S, gut vergleichbar sind. Die Pflanzen sind dabei getrennt nach Sorten nach der Höhe ihres Gesamtanfluges geordnet (Häufigkeitsverteilung).

Schon ohne Berechnung werden folgende Eigentümlichkeiten der sortenverschiedenen Anflugverhältnisse deutlich: Die Anflugzahlen der Rastatter liegen im Durchschnitt in einem Gebiet zwischen 1 und 24, die der Schlanstedter zwischen 7 und 83 Anflügen pro Pflanze. Im einzelnen verhalten sich die Anflüge auf R und S im Durchschnitt der 3 Aufwüchse von 1949 wie 1:3,4, der 5 Aufwüchse von 1950 wie 1:4,9.

Die Weite der Streuung ist im Ganzen sehr beträchtlich. Sie wird z.T. dadurch verständlich, daß es sich ja bei den bestehenden Sorten nicht um reine Linien handelt. Jedoch liegen die Gipfel der Streubereiche der beiden Sorten stets weit voneinander getrennt. Die Grenzen ihrer Streubereiche überschneiden sich höchstens schwach. Daraus ergibt sich

schon ohne Berechnung die hohe Sicherheit der unterschiedlichen Anflugverhältnisse.

Neben den durchschnittlich um das $3\frac{1}{2}$ bis 5fache höheren Anflugzahlen fällt weiter die viel (2- bis

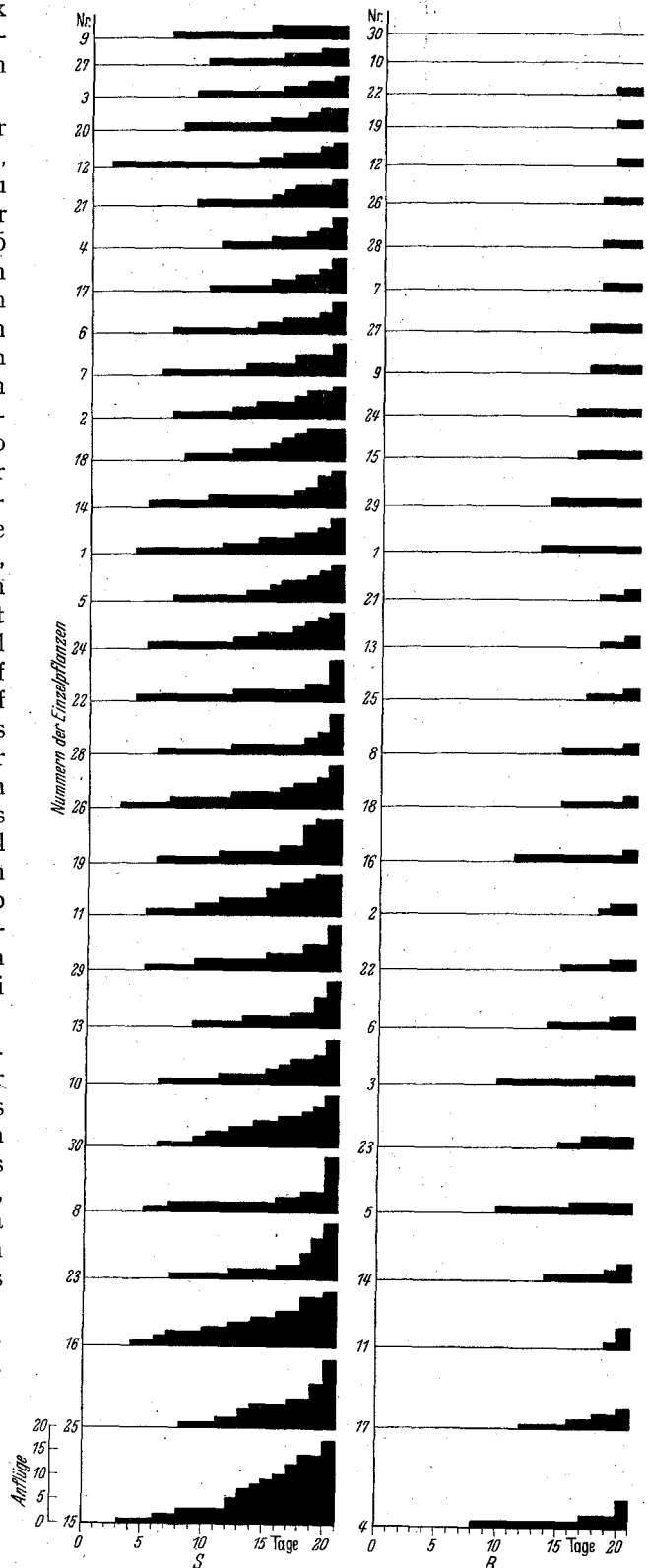


Abb. 7. Graphische Darstellung zum Vergleich der Intensität und Konstanz des Anfluges auf die einzelnen Pflanzen eines Mischbestandes an einundzwanzig Tagen einer Kontrollperiode (2.—22. Juli 1950), nach zunehmender Anflughöhe geordnet.

4fach) stärkere Streuung der Schlanstedter gegenüber den Rastatter Anflugzahlen auf, die sich meist unter 10 halten, während die Schlanstedter annähernd gleichmäßig zwischen 2 und 60 streuen. Ver-

mutlich hängt das damit zusammen, daß die R bereits schärfer und bewußter auf Blattlausresistenz ausgelesen ist als die Schlanstedter. Das zeigt sich vor allem auch bei der vergleichenden Betrachtung des Befalls der Einzelpflanzen eines Aufwuchses während einer Kontrollperiode, wenn die Tage nach der Höhe des Anflugs geordnet werden, wie es in Abbildung 7 für 21 Tage eines Aufwuchses im Drachenloch vom 2.—22. 7. 1950 durchgeführt worden ist. Dabei tritt nicht nur wieder der ungleich höhere Beflug der Schlanstedter deutlich hervor, sondern vor allem die allgemein geringere Streuung der Anflugwerte bei der Rastatter-Reihe, im ganzen sowohl wie innerhalb der R-Einzelpflanze, gegenüber den starken Schwankungen bei der Schlanstedter. Das heißt: die Rastatter Pflanzen werden in ihrer Gesamtheit wie auch im einzelnen ziemlich gleichmäßig schwach angefliegen. Bei den Schlanstedtern dagegen gibt es einzelne Pflanzen die stark, andere die schwach befliegen werden und auch bei der Einzelpflanze wechselt der Befall meist erheblich von niedrigen bis zu sehr hohen Zahlen.

Diese Ergebnisse der täglichen Anflugkontrollen bestätigen mit aller Sicherheit die anfangs ausgesprochene Vermutung, daß die geflügelten Bohnenläuse zweifellos das Vermögen besitzen, die beiden Ackerbohnen-sorten: Rastatter und Schlanstedter zu unterscheiden; denn bei täglicher Absammlung aller Geflügelten von der gleichen Anzahl Dauerkontrollpflanzen werden auf den Schlanstedtern im Durchschnitt $2\frac{1}{2}$ bis 5 mal soviel Läuse gefunden wie auf den Rastattern.

Über die Orientierung der Bohnenläuse bei der Wirtswahl.

Es besteht wohl nur eine Möglichkeit, sich diese Verteilung als nicht durch aktive Wahl zustande kommend vorzustellen, nämlich die Annahme, daß zwar alle Pflanzen beider Sorten im Mittel gleich stark befliegen werden, auf den Rastattern aber weit über die Hälfte bis $\frac{4}{5}$ innerhalb von 24 Stunden absterben. Da sich sowohl Laborzuchttiere wie frische Wildfänge (von Bohnen wie von den Winterwirten) ohne Schwierigkeiten an beiden Sorten in Käfigen wie im Freien halten lassen und Junge produzieren, ohne daß man an den Rastattern eine erhöhte Sterblichkeit in den ersten 24 Stunden feststellen kann, entfällt diese Möglichkeit. Die Wanderfliegen vermögen also die beiden Sorten nicht nur zu unterscheiden, sie wählen auch zwischen ihnen und bevorzugen dabei deutlich die Schlanstedter.

Dieses Vermögen der Bohnenläuse setzt gewisse Unterschiede in einer oder mehreren bestimmten Eigenschaften der Pflanzen voraus, die allerdings wohl nur quantitativer Art sein können, da ja ein großer Teil der Läuse auch zu den Rastattern findet und auf ihnen bleibt. Für die menschlichen Sinnesorgane bestehen allerdings auch quantitative, mit Sicherheit wahrnehmbare Unterschiede zwischen beiden Sorten im grünen Zustande nicht. Zwar hat die Schlanstedter im allgemeinen einen etwas rascheren Entwicklungsverlauf, so daß sie bei gleichem Aussaattermin etwa 5—8 Tage früher zu blühen beginnt und 10—14 Tage

früher reift, während die Rastatter dafür etwas höher wird. Diese Unterschiede entwickeln sich allerdings nur allmählich, während die Anflugunterschiede schon sofort in Erscheinung treten, wenn sich die ersten Primärblattpaare über dem Erdboden entfalten. Auch wenn man durch entsprechend spätere Aussaat der Schlanstedter dafür sorgt, daß beispielsweise der Blühbeginn beider Sorten zusammenfällt, wie das 1950 vielfach geschah, so ändert sich das Anflugverhältnis in dieser Zeit nicht. Die Pflanzen bieten also vom Menschen her gesehen zunächst keine Anhaltspunkte dafür, welche Eigenschaften der beiden Sorten die Blattläuse zu einer Wahl veranlassen könnten.

Es liegt deshalb nahe, durch Beobachtung des Verhaltens der Läuse selbst eine Antwort auf diese Frage zu finden, in dem man festzustellen sucht, welches oder welche Sinnesorgane bei der Wahl der Wirtspflanzen beteiligt sind und in welchem Zeitpunkt und evtl. in welcher Reihenfolge das geschieht, um dann daraus rückwärts auf die Unterschiede in den Eigenschaften der Pflanze zu schließen und diese endlich selbst zu fassen.

a) Duftwahl:

Bei der großen Bedeutung, welche die Geruchssinnesorgane im Leben fast aller Insekten besitzen, nimmt es nicht Wunder, daß ihnen in allen Lehr- und einschlägigen Fachbüchern auch bei der Wirtspflanzenwahl der Homopteren und speziell der wirtswechselnden Blattläuse die führende Rolle zugeschrieben wird, ohne daß man exakte experimentelle Nachweise dafür anführen kann. Diese Meinung stützt sich vielmehr vorwiegend auf 2 Tatsachen: nämlich erstens, daß eben auch einzeln stehende Wirtspflanzen, oder Wirtspflanzen mit sehr geringer Verbreitung, regelmäßig befallen werden (vgl. DAVIES u. WHITEHEAD) und ferner, daß die Fühler der geflügelten Formen, die ja primär allein für die Wirtswahl in Frage kommen, viel mehr Rhinarien tragen als die ungeflügelten. Bei *Doralis fabae* tragen die Ungeflügelten nur auf dem 5. und 6. Fühlerglied je ein Rhinarium (z. T. mit einigen sekundären Rhinarien) während die geflügelten Virginogenien nach FRANSSEN außerdem auf dem 5. Fühlerglied 0—1, auf dem 4. 0—5, auf dem 3. aber 7—22 weitere Rhinarien aufweisen. Der Mangel an experimentellen Nachweisen für die Richtigkeit dieser Hypothese ist wohl hauptsächlich in den erheblichen Schwierigkeiten zu suchen, die Tierversuchen mit Duftstoffen allgemein und bei geflügelten Blattläusen ganz besonders entgegenstehen. Es ist u. W. bisher wohl noch niemandem gelungen, fliegende Blattläuse im Versuch freiwillig zu einer wirklichen Wirtswahl zu bringen. Schon in unseren früheren Beiträgen wurde darauf hingewiesen, daß eine Blattlaus, speziell eine Bohnenlaus, die überhaupt in Flugstimmung ist, sich freiwillig offenbar erst wieder niederläßt, wenn sie eine größere Strecke geflogen, ermüdet und hungrig ist. Selbst in großen Flugkäfigen sammeln sich die Geflügelten an der hellsten Fläche, meist oben im Käfig an und beachten die zur Wahl gestellten Pflanzen überhaupt gar nicht. Nehmen sie sie schließlich, halb geschwächt, doch an, so kann unter keinen Umständen mit Sicherheit von einer Wahl gesprochen werden, die einer Wahl aus dem Flug im Freien entspricht. Dies schon deshalb nicht, weil infolge der Turbulenz (Konvektionsströmung), die sich selbst in

gut belüfteten Gazekäfigen sehr rasch entwickelt, keine natürlichen Duftgefälle mehr einstellen können, auf die es ja aber doch allein ankommt. Es erscheint deshalb auch höchst zweifelhaft, ob Versuche in flachen Schalen (Petrischalen), wo die Läuse kaum zu fliegen vermögen, ein richtiges Bild liefern können (vgl. HOFFERBERT und ORTH); und es ist gar nicht verwunderlich, daß BROADBENT (1949) zu der Auffassung kommt, daß der Geruchssinn bei der Wirtswahl der Blattläuse keine Rolle spielen könne, da in seinen Versuchen *Myzodes persicae* SULZ.-Gynopare in Glasbehältnissen wählen sollten. Vorerst bleibt deshalb nur der Versuch übrig, das Verhalten der Läuse im Freien direkt zu beobachten.

Mittel gestäubt wurde, konnten weitere Beobachtungen leider nicht gemacht werden.) Offensichtlich besitzen also die ungeflügelten Jungfern infolge ihrer viel geringeren Rhinarienzahl nicht die Fähigkeit, die beiden Sorten zu unterscheiden, wie das oben für die Geflügelten nachgewiesen werden konnte, (bzw. wenn sie es schon könnten, werden sie jedenfalls nicht zu einer Wahl veranlaßt wie die beweglicheren Geflügelten).

Da bekanntlich die Rhinarienzahl auf den Fühlern ein- und derselben *Doralis*-Art großen Schwankungen unterliegt (bei Prüfung von über 350 auf den Kontrollreihen angefliegenen Geflügelten von *Doralis fabae* SCOP. beispielsweise zwischen 10 und 55 (insgesamt

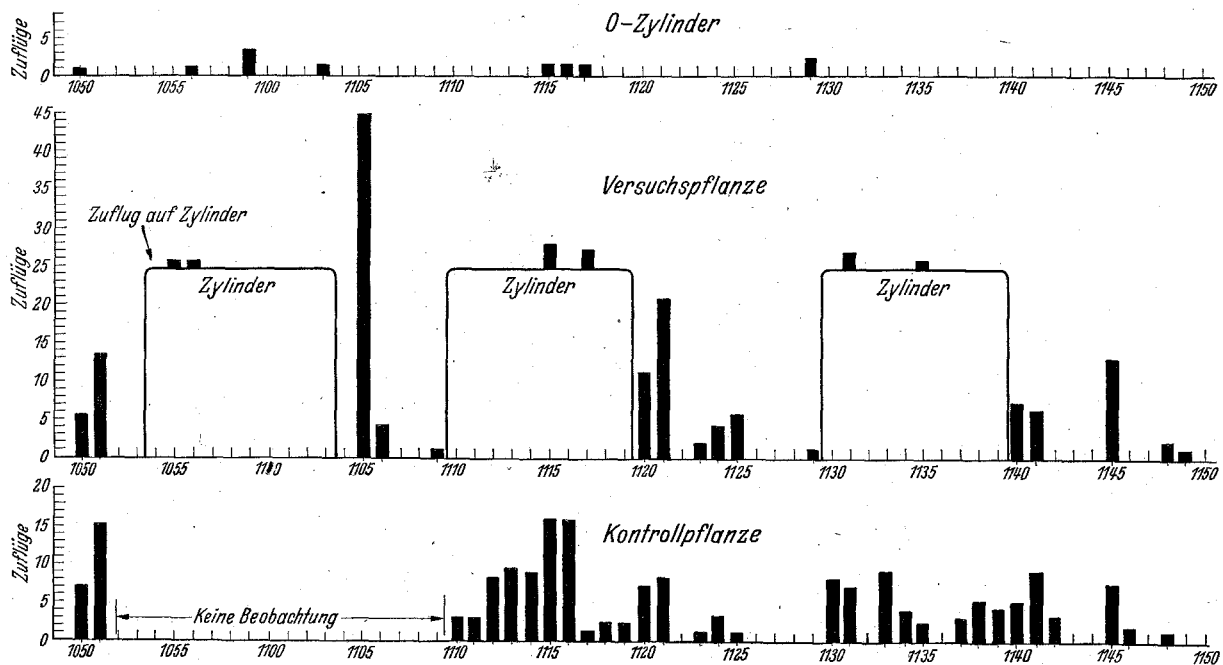


Abb. 8. Zuflug auf zwei Ackerbohnen (minutenweise innerhalb einer Stunde an einem Schwärmflugtag (15. 7. 1949), wobei über die Versuchspflanze (oben) zeitweilig ein Glaszylinder gestülpt wurde. Erläuterungen im Text.

Ein Indizienbeweis für die Richtigkeit der Annahme einer Orientierung mit Hilfe der Duftsinnorgane wurde mir durch einen Zufall in die Hand gespielt. 1949 befand sich im Drachenlochgarten in 8 m Entfernung parallel zu unseren Bohnenkontrollreihen ein Mangold-Samenträgerbestand (*Beta vulgaris cicla* L.), nur durch ein Kohlrabibeet von den Ackerbohnen getrennt. Im Laufe des Juni entwickelte sich auf diesem Mangold eine Massenpopulation der Bohnenläuse, die schließlich so stark wurde, daß im letzten Monatsdrittel außer dem reichlichen Abflug virginogener Fliegen auch eine Abwanderung der unbeflügelten Jungfern von den überfüllten Kolonien zu Fuß einsetzte. Diese flügellosen Virginogenen trafen schließlich auch auf unseren zweiten, eben auflaufenden Ackerbohnen-Aufwuchs in den Kontrollreihen. Bei den ersten sorgfältigen Ablesungen der jungen Pflänzchen, die alle erst ein bis zwei Blattpaare entwickelt hatten, stellte sich nun überraschenderweise heraus, daß die angefliegenen Geflügelten zwar, wie auf den anderen Kontrollreihen auch, die Rastatter und Schlanstedter im Verhältnis von 1:7 bzw. 1:5 besiedelt hatten, die virginogenen Flügellosen sich dagegen auf den beiden Sorten in fast völlig gleicher Anzahl (1:1) eingefunden hatten. (Da der Mangold in den nächsten Tagen sorgfältig mit einem Hexa-

auf beiden Fühlern), mußte untersucht werden, ob vielleicht die Rastatter Bohnen nur von den Läusen mit einer durchschnittlich höheren Rhinarienzahl „gefunden“ würden, weil sie besser auch geringere Duftmengen wahrnehmen könnten. Die Streuung der Rhinarienzahl bei 116 von Rastatter Kontrollpflanzen abgesammelten Bohnenläusen ist aber genau so groß und bewegt sich um das gleiche Maximum von insgesamt 27 bis 28 Rhinarien auf beiden Fühlern wie die bei 241 von Schlanstedter Pflanzen abgelesenen. Die unterschiedliche Sortenwahl läßt sich also auf diese Weise nicht erklären.

Neben der beschriebenen, zwar sehr eindrucksvollen aber doch nur zufälligen und indirekten Beobachtung konnten 1949 infolge der hohen Anflugfrequenz während der sog. Schwärmflüge auch eine Reihe systematischer direkter Beobachtungen über das Verhalten der die Wirtspflanzen ansteuernden Bohnenläuse gesammelt werden. Im 2. Beitrag zu unserem Hauptthema wurden die Ergebnisse im allgemeinen schon dargestellt, ohne daß dort auf das unterschiedliche Verhalten gegenüber den beiden Testsorten eingegangen werden konnte. In zahlreichen Einzelbeobachtungen war festzustellen, daß die Anflüge stets gegen die Luftströmung erfolgen und daß die Läuse dabei Bewegungsbahnen zeigen, wie sie für

eine chemophobotaktische Orientierungsweise typisch sind. Leider konnten infolge des sehr viel geringeren Bohnenlausfluges 1950 die 1949 gemachten Beobachtungen noch nicht fortgesetzt, die begonnenen Versuche nicht zu Ende geführt werden. Da wir somit vom Eintritt eines neuen starken Flugjahres abhängig sind, sollen hier doch schon jetzt — ergänzend zu den Ausführungen in Teil 2 — die Ergebnisse einiger Versuche angefügt werden, die allerdings der Wiederholung und Erweiterung bedürfen, im wesentlichen aber wohl dadurch keine Änderung mehr erfahren werden.

Stülpt man zur Zeit regen Anfluges über die kontrollierte Pflanze einen hohen Glaszylinder, so

der Läuseflug sich zur Zeit nicht abspielte. Für die Bohnenläuse ist die Pflanze dann offenbar als solche nicht mehr erkennbar. Da sie aber durch den Glaszylinder ihrer Sicht nicht entzogen ist, muß geschlossen werden, daß weder ihre Form noch ihre Farbe auf sie anziehend wirken kann. Sonst müßten wenigstens Flüge in Richtung auf den Zylinder, u. U. auch Landungen auf ihm erfolgen. Die Läuse orientieren sich also bei der Wirtspflanzenwahl zum mindesten auf geringere Entfernung wohl nicht optisch, vielmehr leitet sie offenbar ein von der Pflanze ausgehender Duftstrom herbei, in dessen Gefälle sie sich durch pendelnde Suchflüge gewissermaßen an die Pflanze herantasten.

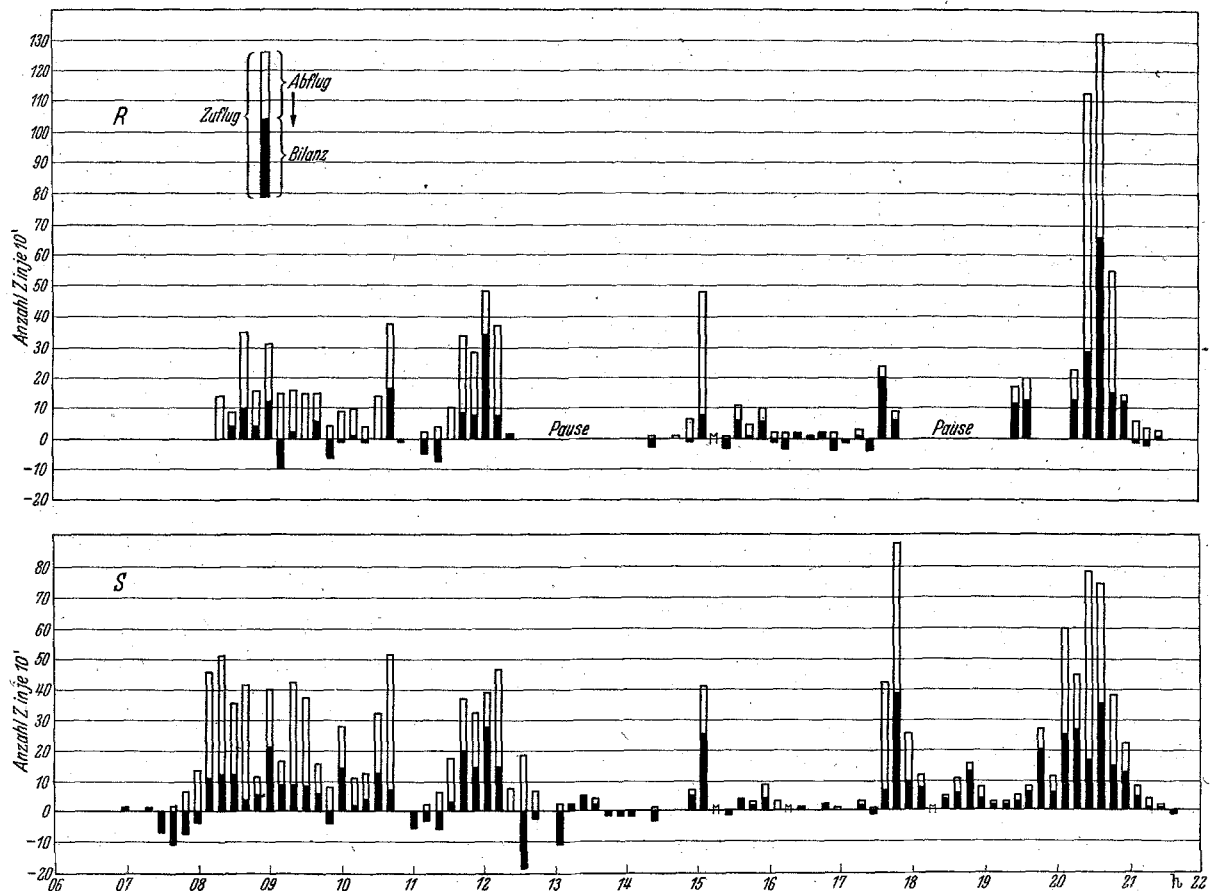


Abb. 9. Vergleich des Zu- und Abfluges auf einer Rastatter und einer Schlanstedter Kontrollpflanze in Zehn-Minuten-Intervallen nach Minutenzählungen während eines Schwärmsflugtages (25. 7. 1949). Nähere Erläuterungen im Text.

verschwindet bereits innerhalb weniger Sekunden die lockere Schwarmwolke der an- und (ab-)fliegenden Bohnenläuse, die sonst wie eine Windfahne im Lee der Pflanze sichtbar ist. Es finden lediglich Abflüge aus dem oben offenen Zylinder statt. Nur zufällig landet eine Geflügelte auf den Zylindern, ganz gleich ob unter ihm eine Pflanze steht oder nicht. Entfernt man den Zylinder wieder, so erfolgen schon innerhalb der nächsten Minute erneut viele Anflüge und bald ist auch die Schwarmwolke wieder sichtbar. Abbildung 8 zeigt an Stelle des umfangreichen Protokolls den Verlauf eines solchen Versuches nebst der unbeeinflussten Kontrolle in diagrammartiger Darstellung. Dieses Ergebnis kann wohl nur in der Weise gedeutet werden, daß durch den Glaszylinder der von der Pflanze ausgehende Duftstrom abgeschnitten bzw. nach oben in Luftschichten abgelenkt wurde, in denen

Wenn diese Vorstellung zutrifft, dann liegt es nahe zu vermuten, daß das unterschiedliche Anflugverhältnis, das beim Ablesen der beiden Sorten immer wieder erhalten wird, auf einer verschieden starken Duftproduktion der Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen beruht. Es müßten also — bei gemischtem Anbau beider Sorten — durch die intensive Duftfahne der Schlanstedter pro Zeiteinheit mehr Läuse herbeigeleitet werden als durch die „dünnere“ der Rastatter.

Dies mußte sich schon beim Vergleich der Intensitäten der direkten Schwärmanflüge an beiden Sorten erweisen. Leider verfügten wir Ende Juli/Anfang August 1949, also eben zur Zeit der direkt sichtbaren Schwärmsflüge, nur über eine geringe Zahl vergleichbarer Pflanzen, da die Mehrzahl der Schlanstedter Pflanzen auch unseres jüngsten Aufwuchses durch den enormen Befall

(besonders nachts saugender) Schwärmläuse binnen weniger Tage stets so stark litt, — sekundär vielfach durch Virosen, die offenbar von den Läusen verbreitet werden —, daß sie dann infolge ihres elenden Zustandes nur noch viel schwächer anziehend wirken mußten als die viel weniger geschädigten Rastatter. Wie bereits im Teil II geschildert, verwendeten wir deshalb bei den Schwärmflugbeobachtungen junge, im Gewächshaus angezogene Pflanzen, die erst zu den Versuchen ins Freie gesetzt wurden. Dabei zeigte sich schon bei kurzfristigeren Auszählungen, daß die Flugintensität bei den Schlanstedtern deutlich aber nicht viel höher war als bei den Rastatter Pflanzen. Mit aller Deutlichkeit konnte das bei der ganztägigen Durchbeobachtung am 25. 7. 1949 erfaßt werden, wo von der Morgen- bis zur Abenddämmerung sämtliche An- und Abflüge auf je einer Rastatter und Schlanstedter Jungpflanze (4 Blattpaare entfaltet) von Minute zu Minute ausgezählt wurden. Das Gesamtergebnis und die witterungsbedingten Schwankungen wurden bereits in Teil II behandelt und graphisch, zu 10 Minuten-Intervallen zusammengefaßt, dargestellt (Abb. 3 in Teil II). Hier interessiert nun die Verteilung der An- und Abflüge und die sich daraus ergebende Bilanz auf jeder der beiden Pflanzen, wie sie vergleichsweise — ebenfalls für 10 Minuten-Intervalle — in Abbildung 9 abzulesen ist. Schon ein grober Überblick läßt erkennen, daß die Flugintensität auf der S nur wenig größer ist als auf der R. Bei Berücksichtigung der 68 Perioden, in denen beide Pflanzen zugleich kontrolliert wurden, flogen im Durchschnitt auf der S pro 10 Minuten-Periode 16,81 Bohnenläuse an und 10,88 ab, auf der Rastatter dagegen nur 13,53 an und 9,62 ab, d. h. das direkt zu beobachtende Anflugverhältnis R zu S betrug demnach im Durchschnitt nur 1:1,2; das Abflugverhältnis gar nur 1:1,13. Beide Unterschiede sind nicht ausreichend statistisch gesichert, da $p = 11$ bzw. 27%. Vergleicht man die Anflug—Abflugbilanz während der 10-Minuten-Perioden bei beiden Pflanzen, so ergibt sich als Mittelwert für die S 5,93 Läuse, für die R 3,78; mit anderen Worten: auf der Schlanstedter bleiben 35%, auf der Rastatter 28% der Angeflogenen sitzen. Infolge der großen Streuung ist aber auch dieser Unterschied (R zu $S = 1:1,57$) statistisch nur schwach gesichert ($p = 4,8\%$).

In Anbetracht des großen Unterschiedes zwischen R- und S-Besatz, der sich bei den täglichen Ablesungen der Geflügelten mit großer Sicherheit ergab, überrascht es zunächst, daß bei den direkten Anflugauszählungen an einem Schwärmflutage die Unterschiede so verschwindend gering sind. Daher möchte man glauben, daß Unterschiede in der Duftintensität beider Bohnensorten nicht bestehen, bzw. für den unterschiedlichen Befall nicht verantwortlich sein können. Es ist allerdings wahrscheinlich, daß sich bei Wiederholung dieser Beobachtungen noch größere Unterschiede ergeben. Wie ja bereits erwähnt, war eine Überlegenheit der Flugintensität auf den Schlanstedtern in einer Anzahl kurzfristiger Auszählungen und direkter Beobachtungen nach dem bloßen Augenschein stets deutlich festzustellen. Es kann auch sein, daß im Freiland natürlich aufgewachsene Pflanzen die Unterschiede deutlicher zeigen. Außerdem ist es sehr fraglich, ob man solche Schwärmflugbeob-

achtungen überhaupt mit den normalen Anflugverhältnissen vergleichen kann. Dagegen spricht vor allem die große Unruhe der Geflügelten, die, obwohl sie offenbar nach Nahrung suchen, von der optimalen Temperatur (und Luftfeuchtigkeit) immer erneut zum Auffliegen veranlaßt werden und nirgends, außer nachts, Ruhe finden (s. Teil II). Es ist sehr gut denkbar, daß bei so gesteigertem Flugtriebe die Feinheit des Unterscheidungsvermögens für Duftintensitäten herabgesetzt oder überlagert ist. Ferner hatten wir oft den Eindruck, daß die hinter den Pflanzen zu beobachtende Schwärmwolke sich zu einem überwiegenden Teil aus immer den gleichen Individuen zusammensetzt, die gleichsam in der Duftwolke gebannt sind. Zu immer erneutem Flug angetrieben, können sie zwar die Pflanze verlassen, aber doch oft nicht aus ihrer Duftsphäre herauskommen, so daß sie also ein und dieselbe Pflanze in häufiger Wiederholung anfliegen und verlassen. Dadurch mag es kommen, daß sich im Anziehungsbereich der Pflanzen beider Sorten schließlich fast gleiche Mengen solcher Schwärmläuse ansammeln. Auf diese Weise werden dann Anflugverhältnisse vorgetäuscht, die gar nicht den normalen Verhältnissen entsprechen. Man muß sich ja vorstellen, daß die Anflugunterschiede, die durch differente Duftintensität der beiden Sorten zustande kommen, primär vor allem in jener Entfernung von den Pflanzen entstehen müssen, in der die Intensität der einen (Schlanstedter) noch anlockend wirkt, die andere (R) aber bereits unterschwellig ist und also überhaupt keine Wirkung mehr hat. In geringerer Entfernung können sich die Unterschiede dann nicht mehr in dem Maße auswirken, weil es bei einer phobotaktischen Orientierungsweise innerhalb des Schwellenbereichs ja nicht auf die Intensität selbst, sondern nur auf das Intensitätsgefälle ankommt. Wenn die Wirkung der unterschiedlichen Duftquantitäten der beiden Sorten auf die anfliegenden Läuse somit vor allem auf ihrer verschiedenen Reichweite beruht, so wird auch verständlich, daß bei hoher Temperatur und erhöhter Turbulenz sich über einem gemischten Bestand die Unterschiede \pm verwischen können, insbesondere wenn die Läuse nur innerhalb des Bestandes schwärmen und nicht von außerhalb aus größerer Entfernung zufliegen. Nach diesen Überlegungen werden die gegenüber den Ablesungsergebnissen geringen Anflugunterschiede an einem ausgesprochen hochsommerlichen Schwärmtag verständlich und müssen nicht gegen eine Wirkung unterschiedlicher Duftquantitäten beider Sorten auf die Bohnenläuse sprechen. Eine Bestätigung dieser Ausdeutung kann darin gesehen werden, daß das Ableseverhältnis nach Tagen mit hoher Temperatur im allgemeinen geringer ist als bei weniger intensiver Erwärmung, wie Abb. 10 erkennen läßt, und daß es gegen den Hochsommer hin im allgemeinen (d. h. bei sonst gleichen Bedingungen) deutlich absinkt. Die Tatsache, daß das ermittelte Gesamtanflugverhältnis 1950 so viel höher ist als 1949, erklärt sich wahrscheinlich aus der Tatsache, daß 1950 die Schwärmflüge nur eine völlig untergeordnete Rolle spielten.

Die Vorstellung, daß die verschieden starke Duftproduktion Unterschiede in der Reichweite der Anlockwirkung erzeugte und die eigentliche Ursache für die Differenz der Anflug- (bzw. Ablese-) -Höhe auf den geprüften Sorten sein müsse, führte dazu, die

Befallsverhältnisse in gemischten Beständen bei verschiedenen Standweiten (12,5, 50 und 200 cm) zu prüfen und andererseits 1949 waren nur improvisiert und erbrachten kein klares Ergebnis). Im Sommer 1950 wurden nacheinander zwei Versuche mit Standweiten von

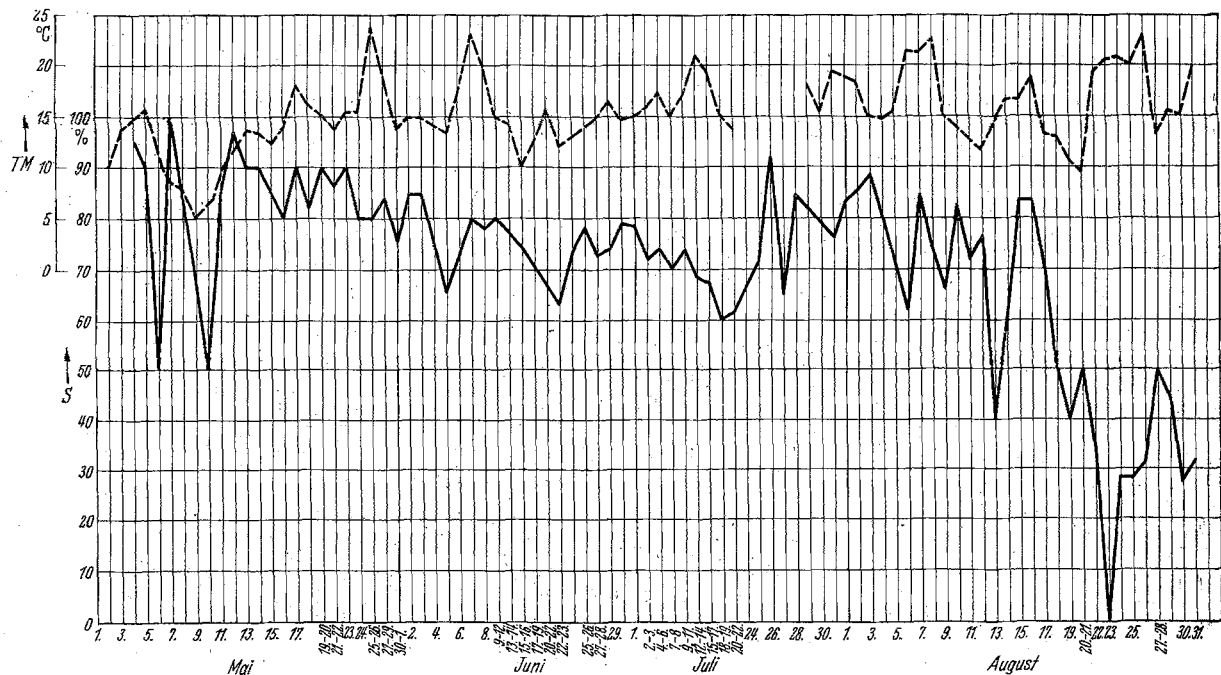


Abb. 10. Das Absinken des Befallsverhältnisses (in S-Prozent des Gesamtanfluges) im Verlaufe der Gesamtanflugperiode 1949 im Vergleich mit dem Gang der Tagesmitteltemperatur (TM).

auch das Anflugverhältnis geschlossener reiner Bestände der beiden Sorten zu untersuchen. Da es im allgemeinen arbeitstechnisch unmöglich ist, größere Bestände täglich abzulesen, wurden bei diesen Untersuchungen die Ablesungen zum Teil nur als Stichproben in \pm großen zeitlichen Abständen durchgeführt. Dazu berechtigt die in Teil I und II ausführlich begründete und 1950 bestätigte Erfahrung, daß normalerweise die angeflogenen Geflügelten die Wirtspflanze innerhalb von 1 bis 2 Tagen meist wieder verlassen, so daß es zu keiner Summation kommt und auch bei nicht täglich kontrollierten Beständen, die vorgefundene Zahl Geflügelter (— natürlich nur solange keine Nymphen auf den Pflanzen selbst entstehen —) etwa dem Zuflug (und Zuflughnachweisen) der letzten 24–48 Stunden entspricht. Dafür, daß solche nur stichprobenweise kontrollierten Bestände ganz ähnliche Anflugverhältnisse liefern wie die Dauerkontrollreihen, können hier als Beleg zwei Versuche angeführt werden. Sowohl 1949 wie 1950 wurden in größerer Entfernung von der Stadt kleine Parzellen von Ackerbohnen angelegt, die in 40 bzw. 50 cm Abstand abwechselnd aus Reihen von Rastatter und Schlanstedter aufgebaut waren. Die Absammlungen erfolgten im Mai und Juni in Intervallen von einigen Tagen bis zu fast 2 Wochen. Die Mittel der S-% für 1949 (Gatter) = 69,9 und 1950 (Oeringerfeld) = 80,8 liegen völlig im Bereich der auch sonst in diesen Jahren beobachteten Anflugwerte (1:2,3 und 1:4,0).

Bei den „Standweitenversuchen“ ist zunächst die Anflugfrequenz bei verschiedenen Entfernungen der Einzelpflanzen voneinander, unabhängig von den Sorten, zu betrachten, da sie ja gewisse Rückschlüsse auf das Verhalten der Läuse zu den Pflanzen erlaubt. (Die Versuche des Sommers

12,5 \times 12,5 cm (121 Pflanzen auf 1,89 qm), 50 \times 50 cm (121 Pflanzen auf 30,25 qm) und 200 \times 200 cm (66 Pflanzen auf 264 qm-Fläche) im Stumpfsburger Garten durchgeführt, wobei der erste (zwischen Ende

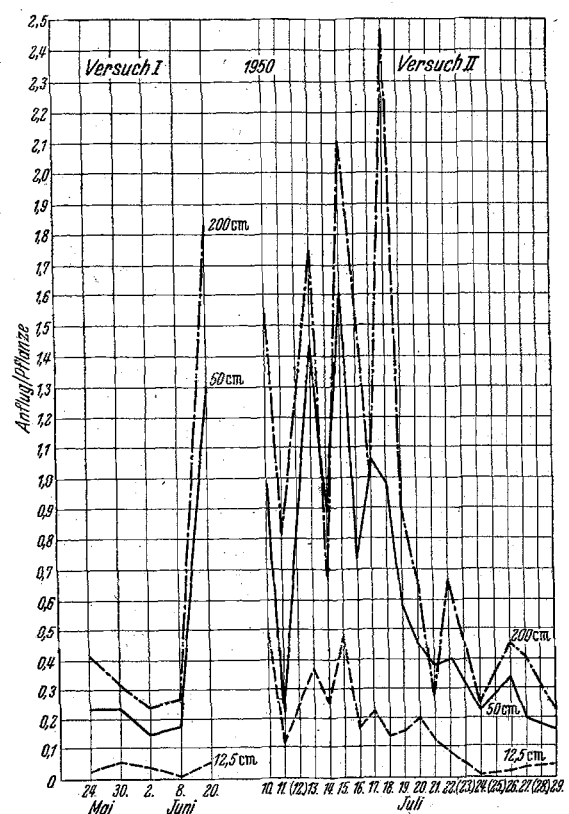


Abb. 11. Einfluß verschiedener Standweite in gemischten Beständen auf die Höhe des Anfluges pro Pflanze. Anflughöhe pro Pflanze im Mittel von 66 Pflanzen bei 200 \times 200 cm Abstand und von je 121 Pflanzen in 50 \times 50 und 12,5 \times 12,5 cm Abstand, bei zwei Versuchen des Jahres 1950.

Mai und Ende Juni) nur 5mal, der zweite (vom 10.—29. Juni) regelmäßig täglich kontrolliert wurde, d. h. es wurde nur an den Tagen ausgesetzt, an denen die Ablesung der benachbarten Kontrollreihen keinen oder nur verschwindend geringen Anflug gebracht hatte. Abb. 11 zeigt den Verlauf des Anfluges pro Pflanze, für die drei Standweiten. Am geringsten ist der Anflug pro Pflanze bei der engen, am höchsten bei der weiten Stellung der Pflanzen, im übrigen verläuft er in allen 3 Parzellen gleichsinnig. Bildet man die Gesamtmittel (Abb. 12) so ergibt sich, daß die Anzahl der Anflüge pro Pflanze zwar mit zunehmender Standweite ansteigt, daß der Anstieg jedoch nicht gleichmäßig erfolgt, sondern von 0,125 m auf 0,5 m Standweite steiler, von 0,5 auf 2 m Standweite flacher verläuft. Ein umgekehrtes Bild ergibt sich, wenn man nicht von der Einzelpflanze, sondern von der Einheitsfläche, von einem qm etwa ausgeht. Bei gleicher Fläche (jeweils 1 qm) nimmt nämlich der Anflug bei zunehmender Standweite, d. h. abnehmender Dichte des Bestandes erst rascher, dann langsamer ab (Abb. 12), d. h. obwohl bei engster Standweite (hoher Dichte) der Anflug auf die Einzelpflanze viel geringer ist als bei weitem Stand, ist doch der Gesamtanflug pro Flächeneinheit (1 qm) bei dichtem Stand höher als bei weitem. Das dürfte nicht der Fall sein, wenn man — wie verschiedene Autoren wollen — voraussetzt, daß der Anflug pro Flächeneinheit überall annähernd gleich sei. Die Tatsache, daß der Anflug pro qm bei dichtem Stand viel höher ist als bei weitem, kann nur so erklärt werden, daß irgend eine Anlockwirkung auf Distanz bestehen muß, die um so höher ist, je mehr Pflanzen pro Fläche stehen. Der Verlauf der durch die 3 Punkte zu legenden Kurve weist darauf hin, daß bei weiterer Steigerung der Standweite der Anflug keinen erheblichen Anstieg pro Pflanze bzw. kein Absinken pro Fläche erfahren würde, bzw. daß umgekehrt bei einer weiteren, praktisch kaum mehr möglichen Verdichtung des Bestandes weder ein nennenswertes Ansteigen des Anfluges pro Fläche noch ein Absinken pro Pflanze eintreten würde. Daraus folgt, daß die direkte Anlockwirkung der Einzelpflanze nicht viel über 3—4 m im Umkreis hinausgehen dürfte, daß aber eine Häufung der Pflanzen pro Fläche diese Wirkung bis zu einem gewissen Grade steigert, und somit ein \pm dichter Bestand eine viel weiter reichende Anlockwirkung entfaltet. Auch das spricht wohl mehr für eine Wirkung geruchlicher als optischer Eigenschaften.

Das prozentuale Anflugverhältnis (R- und S-Anflug in Prozent des Gesamtanfluges) bewegt sich bei allen drei Standweiten etwa im gleichen Bereich, wie wir es von den Ablesergebnissen der Kontrollreihen kennen, etwa zwischen 70 und 88% S (Abb. 13), so daß sich im Mittel ein Anflugverhältnis von R zu S gleich 1:3,8 (79% S) bei 200×200 cm, 1:3,9 (80,8% S) bei 50×50 cm und 1:2,65 (74% S) bei $12,5 \times 12,5$ cm ergibt. Infolge der großen Streuung sind die Unterschiede jedoch

statistisch nicht gesichert; auch nicht im Falle der geringsten Standweite. (Die großen Schwankungen im täglichen prozentualen Anflugverhältnis beruhen hier z.T. auf der zu geringen Anflugfrequenz überhaupt.)

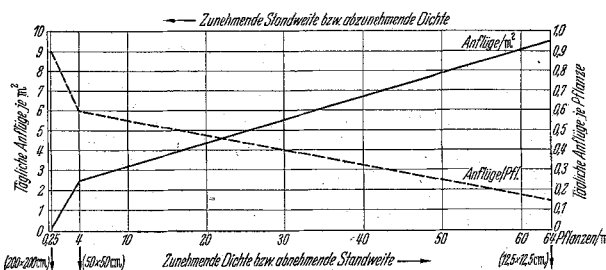


Abb. 12. Einfluß verschiedener Standweite in gemischten Beständen auf die Höhe des Anfluges pro Flächeneinheit (—) und pro Pflanze (---). Durchschnittlicher Anflug pro Fläche (m^2) und Einzelpflanze bei zunehmender Pflanzenzahl (Bestandsdichte).

Immerhin zeigen die Mittelwerte und der Verlauf der Kurven, daß bei entstehenden Pflanzen die Wahl nicht so sicher erfolgt wie bei größerer Entfernung. Daß die Unterschiede nicht so klar zu Tage treten, wie zunächst erwartet wurde, hängt wahrscheinlich

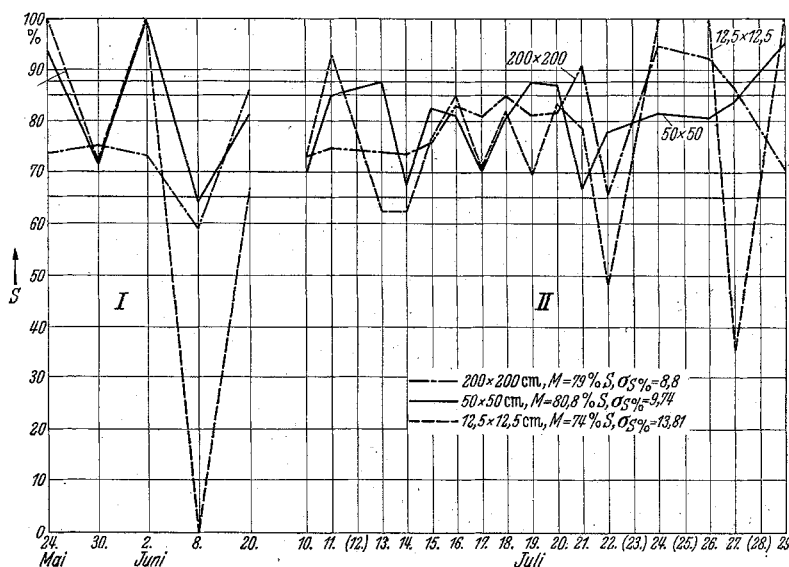


Abb. 13. Einfluß verschiedener Standweite gemischter Bestände auf das durchschnittliche prozentuale tägliche Anflugverhältnis nach den zwei Versuchen 1950.

mit der Konvektion (Turbulenz) zusammen, die nur selten so gering sein dürfte, daß sich die Verhältnisse ungestört entwickeln können. (Ähnliche Bilder ergeben die Versuche von 1949, die infolge unserer damals noch geringen Erfahrung aber einige technische Fehlerquellen aufwiesen.)

Es interessiert in diesem Zusammenhang die Frage, wie sich das prozentuale Anflugverhältnis auf hinsichtlich Alter, Entwicklungszustand und allgemeiner Lage vergleichbaren reinen Beständen der beiden Sorten entwickelt. Die Größe der Schläge spielt insofern keine Rolle, als zwar ein großer Schlag mehr Läuse anzieht als ein kleiner, aber der Anflug sich dann ja auf entsprechend mehr Pflanzen verteilt als bei dem kleinen Bestand. 1949 standen uns dafür erstens zwei Bestände zur Verfügung, die zwar nicht völlig gleich in der Entwicklung waren, aber doch in der gleichen Feldmark nördlich Quedlinburg ca. 2 km voneinander entfernt in kleinen Bachniederungen lagen: ein großer feldmäßiger Bestand von Schlanstedter am Sülzgraben (nahe der

Halberstädter Straße) und ein von uns angelegter Bestand Rastatter am Zapfenbach (Wegeleber Weg); beide ungefähr gleich weit (ca. 1–1,5 km) von den nächsten Winterwirlen entfernt. Am 25. Mai, d. h. also mit dem Nachlassen des fundatigen Zufluges, verhielt sich der Befall (Geflügelte, bzw. Nachweise von Anflügen durch Julakolonien) etwa wie 1:4,65 (82,3% auf S), also durchaus so, wie in dieser Zeit auf unseren gemischten Kontrollreihen in den Gärten am Stadtrand. Besser vergleichbar, wenn auch unmittelbar benachbart, waren zwei Blöcke (je 100 qm) von R und S, die wir im Stumpfsburger Garten, also in der Nähe der Kontrollreihen angelegt hatten (Standweite 25 × 40 cm). Bei Stichproben am 13. und

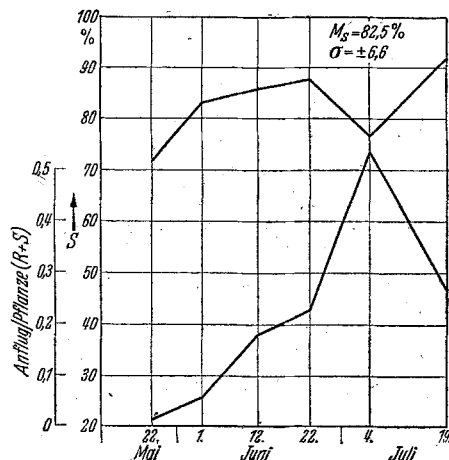


Abb. 14. Durchschnittliches prozentuales Anflugverhältnis auf zwei 80 m voneinander entfernten reinen Beständen von Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen bei 6 Stichprobenkontrollen 1950 (Gatterschläge). Darunter der durchschnittliche Gesamtanflug pro Pflanze und Kontrolltag (Frequenz).

20. Juni entfielen 76,5 bzw. 70,7%, im Mittel 73,6%, des Gesamtbefalls auf die Schlanstedter, der Rest auf die Rastatter Pflanzen. Mit ungefähr 1:2,8 lag also das Anflugverhältnis deutlich unter dem zu der Zeit normalen.

1950 legten wir je eine Fläche von 500 qm Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen in die etwas erhöhte Feldflur südlich der Stadt, Pflanzenabstand 50 × 50 cm, beide Schläge 80 m voneinander entfernt. Im Verlauf von 6 Kontrollen (Abb. 14) (22. Mai, 1., 12. und 22. Juni, 4. und 19. Juli) ergab sich — bei dem verschwindend geringen Zufluges dieses Jahres ($M_{R+S} = 0,217$ pro Pflanze und Kontrolle) — ein mittleres R: S-Verhältnis von 1:4,7 (82,5% auf S; $\sigma_S = \pm 6,574$).

Aus diesen Feststellungen geht hervor, daß für die Bestände etwa das gleiche Anflugverhältnis besteht, wie für die Einzelpflanzen, d. h. ein ganzes Feld Schlanstedter wirkt anziehender auf die Bohnenläuse als ein ganzes Feld Rastatter, und zwar im gleichen Maßstabe wie eine einzelne Schlanstedter Pflanze anziehender wirkt als eine einzelne Rastatter. Dabei scheint die Kontrastwirkung, d. h. die Möglichkeit unmittelbaren Vergleichs durch räumliche Nähe der Schläge keine Rolle zu spielen. Im Gegenteil wirkt engste Nachbarschaft der Bestände infolge Turbulenz eher nivellierend wie das Beispiel im Stumpfsburger Garten 1949 zeigt.

Schon diese Beobachtungen widerlegen zugleich bis zu einem gewissem Grade den häufig vorgebrachten

Einwand, daß es sich vermutlich nicht lohnen würde, resistenter Saubohnen zu suchen und zu züchten, wenn die Resistenz auf Unterschieden der Duftkonzentration beruhe, da ja bei alleinigem Anbau der weniger duftenden Sorte die Läuse sich schließlich doch zwangsläufig auf diese konzentrieren würden. (Vergleiche z. B. das Auftreten einzelner Hessenfliegen an dem sonst vollresistenten Pawnee-Weizen nach PAINTER und JONES 1948.) Daß dies von vornherein nicht wahrscheinlich war, läßt schon die Tatsache vermuten, daß *D. fabae* so viele verschiedenartige Sommerwirte benutzen kann.

Um zu sehen, wie sich die Bohnenläuse verteilen würden, wenn ihnen auf geringer Fläche außer den Pferdebohnen auch noch andere Sommerwirte geboten werden, pflanzten wir 1950 in zwei Gärten (Stumpfsburger Garten und Drachenloch) zwischen 10 m lange Reihen von Mohn, Zuckerrübensamen-träger und zwei Sorten Buschbohnen jeweils eine Reihe Ackerbohnen im Abstand von 50 cm, bei einem Pflanzenabstand von 50 cm. Als Ackerbohnen verwendeten wir dabei im Stumpfsburger Garten nur Schlanstedter, im Drachenlochgarten nur Rastatter.

Das Ergebnis zeigt, daß der Anflug auf den verschiedenen Sommerwirten zwar sehr unterschiedlich groß ist, aber doch in beiden Gärten untereinander in der gleichen Größenordnung und Reihenfolge liegt, d. h. die Anflugverhältnisse einer Pflanzenart sind in beiden Gärten gleich oder nahezu gleich eins. Dagegen weisen die beiden Ackerbohnenorten unbeeinflusst davon durchaus das übliche Anflugverhältnis von ungefähr 1:5 auf genau so, als wenn sie unmittelbar nebeneinander gestanden hätten. Im Vergleich mit den wichtigsten anderen Sommerwirten unter unseren Kulturpflanzenarten würde die R als letzte, weit hinter den Buschbohnen, die S dagegen vor ihnen einzuordnen sein. Zwar kann dieser Versuch nur als Vorversuch gelten,

	<i>Vicia fabae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Beta</i>	<i>Phaseolus I</i>	<i>Phaseolus II</i>	
mittlerer Anflug/Pfl. bei 3 Kontrollen	0,09 (R) 0,46 (S)	3,46 3,15	0,88 0,97	0,57 0,43	0,23 0,33	Dralo. Stuga.
A/P. in den beiden Gärten	1:5,1	1:0,91	1:1,1	1:1,2	1:1,4	

da erstens der Anflug in diesem Jahre sehr gering, das Zahlenmaterial also sehr klein war, und zweitens der Entwicklungszustand der verschiedenen Pflanzenarten zu dem Zeitpunkt, der endlich einigermaßen ausreichenden Anflug brachte, sehr unterschiedlich geworden war, womit sich z. B. der unverhältnismäßig hohe Anflug auf dem Mohn erklärt. Trotzdem wird — abgesehen von der Reihenfolge, die sich bei Wiederholung ändern kann — auch hier schon deutlich, daß das Anflugverhältnis zwischen R und S sich auch einstellt, wenn die beiden Sorten getrennt voneinander aber in Konkurrenz mit anderen Sommerwirten stehen. Der oben angeführte Einwand dürfte also hinfällig sein, und es ist zu erwarten, daß eine noch resistenter, d. h. noch weniger anlockend wirkende Sorte auch dann nicht mehr Läuse herbeilockt, wenn sich keine Kontrastwirkung durch Anbau neben

anfälligeren, stärker anlockenden, auswirken kann. Ja es ist zu bezweifeln, ob sich dann — wie es ja bei Resistenzzüchtungen meist zu geschehen pflegt, — mit der Zeit *D. fabae*-Biotypen entwickeln werden, die auch die resistenten (duftärmsten) Ackerbohnen finden. Sie müßten wohl schärfere Sinne, d. h. mehr Rhinarien haben!

Schließlich interessiert die Frage, ob sich die verschieden starke Anlockwirkung im Laufe der Zeit ändert. Verfolgt man das tägliche in Prozenten ausgedrückte Anflugverhältnis (S: R) über die gesamte Kontrollperiode der einzelnen Aufwüchse, so läßt sich feststellen, daß die Schwankungen sich um eine Linie bewegen, die in den ersten 3—4 Wochen höchstens eine ganz schwache Tendenz hat, etwas abzusinken, d. h. also, daß sich das Anflugverhältnis mit zunehmendem Alter der Pflanze fast nicht oder nur kaum verringert (siehe 1950) [vgl. Abb. 15]. Erst bei ausgedehnten Versuchen, d. h. wenn ein Aufwuchs über längere Zeit, 6—8 Wochen, als Kontrollreihe benutzt wird, macht sich eine deutliche Verringerung des Anflugverhältnisses bemerkbar (1949). Es liegt nahe, zu folgern, daß dies eine Folge des zunehmenden Alters der Pflanzen an sich sei, indem sich die Unterschiede in der Duftproduktion der beiden Sorten allmählich ausgleichen. Das mag insofern zutreffen, als die erwähnte, etwas raschere Entwicklungsgeschwindigkeit der Schlanstedter dazu führt, daß beide Sorten mit zunehmendem absoluten Alter (relativ zueinander) altersmäßig verschiedener werden, d. h. daß die S schon zu altern beginnt, wenn die R noch wüchsig ist. Das könnte dazu führen, daß die Duftproduktion der S schon absinkt, während die der R aber noch unverändert erhalten bleibt, so daß sich die zunächst bestehende Differenz mehr und mehr ausgleicht und dann auch in einem verringerten Anflugverhältnis auswirkt. — Es kommt weiter hinzu, daß in Zeiten starken Befluges die Schlanstedter Pflanzen trotz des täglichen Ablesens aller Läuse infolge des zunächst immer wieder stärkeren Befalles doch mehr leiden — insbesondere unter den von den Läusen übertragenen Krankheiten (vor allem wohl Virose) —, so daß sie nach einiger Zeit nicht mehr so gesund sind wie die Rastatter und infolgedessen wohl auch an Anlockkraft einbüßen und sich dadurch der Duftintensität der Rastatter angleichen und also auch ihr Beflug verringert ist. Aus diesen Gründen kann es zu mindesten als sehr zweifelhaft gelten, daß sich das Anflugverhältnis mit zunehmendem Alter ändere, wenn alle übrigen Bedingungen gleich bleiben.

b) Geschmackswahl:

Alle bisher angeführten Beobachtungs- und Versuchsergebnisse unterstützen weitgehend die Vorstellung, daß das Vermögen der Bohnenläuse, zwischen den beiden geprüften Ackerbohnsorten unterscheiden und wählen zu können, auf Duftunterschieden der Sorten und der Fähigkeit der Läuse, diese mit ihren Geruchssinnesorganen wahrzunehmen, beruhen und also schon während des Anfluges wirksam werden müsse! Die schon mehrfach erwähnte Tatsache aber (siehe auch Teil I und II), daß die Läuse die angelegene Wirtspflanze nach ein bis zwei Tagen, unter

Schwärmflugverhältnissen schon nach wenigen Minuten oft wieder verlassen, zwingt dazu zu prüfen, ob die bei den 24stündigen Ablesekontrollen erhaltenen Werte auch tatsächlich primär sind, d. h. auf Unterschieden in der Anflugfrequenz beruhen. Für die Schwärmflugverhältnisse konnte das beispielsweise nicht sicher nachgewiesen werden (s. o.). Es besteht ja die Möglichkeit, daß zunächst beide Sorten gleich stark angefliegen werden, mithin eine Duftorientierung nicht wirksam wäre (vgl. BROADBENT 1949), sondern daß die Unterschiede erst nachträglich, sekundär, dadurch zustande kommen, daß die Rastatter Pflanzen von den Läusen in größerer Anzahl oder auch nur schneller wieder verlassen werden als die Schlanstedter. Da wir den Anflug nur alle 24 Stunden prüfen, muß diese Möglichkeit offengelassen werden, vor allem auch im Hinblick auf die neueren Ergebnisse V. MOERICKES an *Myzodes persicae*. M. hat wohl als erster darauf aufmerksam ge-

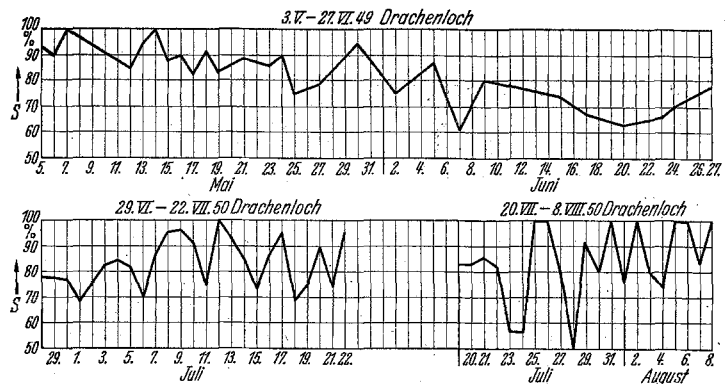


Abb. 15. Schwankungen des mittleren täglichen prozentualen Anflugverhältnisses in verschiedenen gemischten Aufwüchsen im Verlaufe ihrer Entwicklung.

macht, daß die Blattläuse (— er prüfte neben *Myzodes* auch *Doralis fabae* —) sobald sie beim Anfliegen auf einer Blattoberfläche landen, ihren Rüssel aufsetzen und offenbar einen Saugversuch auf der Blattoberseite machen. (Diese Einstichreaktion erfolgt auch auf anderen Unterlagen, allerdings nur wenn sie rot, gelb oder grün sind. M. konnte die Farbtüchtigkeit der Blattläuse damit nachweisen.) Offenbar nur, wenn es ihnen „schmeckt“, wandern die Läuse anschließend auf die Blattunterseite, um sich hier endgültig festzusaugen und evtl. Junge abzusetzen. Andernfalls fliegen sie alsbald wieder ab. Es muß also in den Bereich der Möglichkeit gezogen werden, daß eine Geschmackswahl stattfindet, durch die erst die Ableseunterschiede bei den täglichen Kontrollen zustande kommen. MOERICKES selbst ist jedoch der Auffassung, daß mindestens außerdem auch eine Duftorientierung statfinde (in litt.). Es liegt nahe, sich die Orientierung wie bei den Bienen als eine Reaktionskette vorzustellen, bei der die verschiedenen Sinnesorgane nacheinander in Funktion treten: Auf große Entfernung wahrscheinlich eine optische Orientierung, wobei hell, grüne, vor allem gelbe Flächen anziehend wirken (BROADBENT 1948); bei weiterer Annäherung chemophobotaktische Ansteuerung geeigneter Wirtspflanzen mit Hilfe des Geruchssinnes und schließlich eine Geschmacksprüfung der Unterlage nach der Landung, mit deren Hilfe eine Korrektur des Wahlaktes stattfinden kann.

Bereits die oben angeführten Schwärmflugbeobachtungen zeigten, daß der Prozentsatz der auf der

Rastatter Versuchspflanze innerhalb der 10-Minuten-Intervalle zur Ruhe kommenden Läuse geringer war als auf der Schlanstedter. Im Zusammenhang mit einer Beobachtungsreihe über die Entwicklung der Initialkolonien auf den beiden Sorten, die im Anschluß an Vorversuche von 1949 (siehe Teil I Seite 22 ff.) 1950 an einer Kontrollreihe von 40 Pflanzen (20 R und 20 S) durchgeführt wurde, und über die im einzelnen in einem anderen Beitrag berichtet wird, konnte auch über das Verhältnis der An- und Abflüge auf beiden Sorten einiges ermittelt werden. Auf diesen Pflanzen wurden die angeflogenen, geflügelten Bohnenläuse nicht wie bei den anderen Kontrollreihen täglich

laufen und etwa um die gleichen Mittelwerte pendeln (— die großen Ausschläge am Ende der Kurven sind eine Folge der sehr geringen Flugfrequenzen überhaupt —). Daraus ergibt sich, daß die Tendenz, die Wirtspflanzen nach einem Aufenthalt von 1 bis 2 Tagen wieder zu verlassen, bei beiden Sorten keine Unterschiede aufweist, da die prozentualen An- und Abflugverhältnisse durchschnittlich also gleich sind. Es ist höchst unwahrscheinlich, daß das, was damit für die länger verweilenden und Junge absetzenden Bohnenläuse gilt, nicht auch für die innerhalb von 24 Stunden, also die Pflanze nur kurzfristig besuchenden Läuse zutrifft. Man wird danach eher annehmen können,

daß die Unterschiede hinsichtlich des Befallsverhältnisses tatsächlich primär beim Anflug zustandekommen und nicht wesentlich durch das Verhalten nach der Landung korrigiert werden.

Die geschilderten Ergebnisse sind nur Mittelwerte und geben keinen Aufschluß über das Verhalten der einzelnen Laus unmittelbar nach dem Anflug. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß es in Laborversuchen nicht gelingt, die Läuse zu einer einwandfreien, den Freilandverhältnissen entsprechenden Wahl aus dem Fluge zu veranlassen.

Wir verfielen daher im Sommer 1950 auf folgenden Ausweg: Junge geflügelte Virginogenien, die soeben ihren ersten Flugversuch gemacht hatten, wurden mittels Pinsel auf die Blattoberseite eingefrischter Blätter von R- bzw.

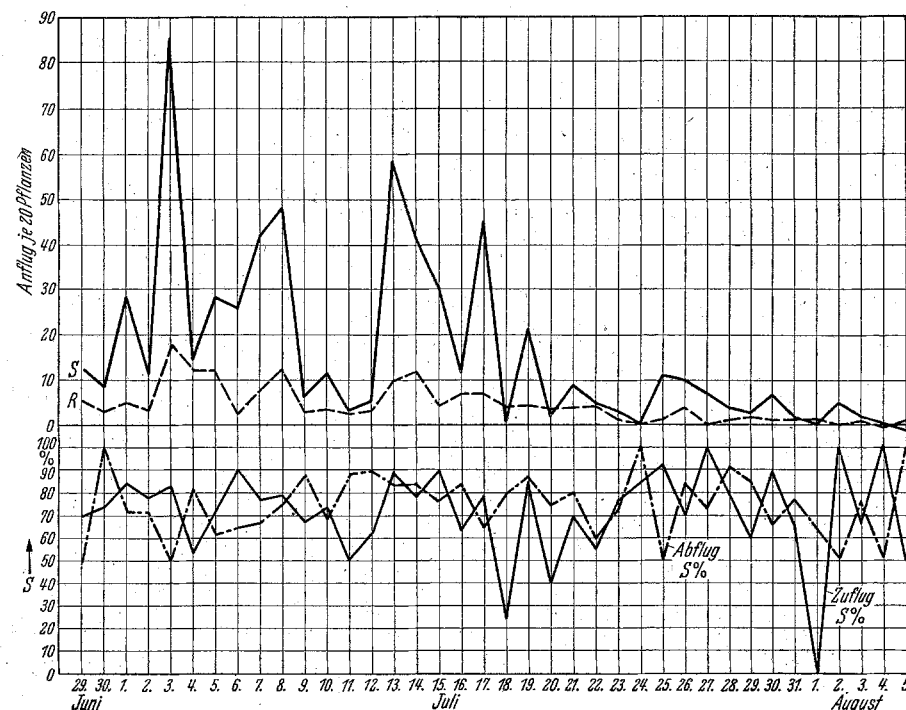


Abb. 16. Vergleich des jeweils mittleren, täglichen prozentualen Anflug- — und Abflug-Verhältnisses — während der Hauptanflugzeit 1950 auf einer gemischten Kontrollreihe, auf der die Angeflogenen nicht abgesammelt wurden. Darüber die Kurven der Anflugfrequenz (Anzahl der Anflüge auf je 20 R- und 20 S-Pflanzen).

abgesammelt, sondern unbehelligt sitzen gelassen, ihr weiteres Schicksal aber genauestens verfolgt. Das ist freilich nur in Zeiten geringen Zufluges möglich, wie sie meist nur zu Anfang der Fundatrigenienwanderung bestehen, 1950 aber infolge des geringen Fluges über die gesamte Flugperiode hindurch anhielten.

Dabei bestätigte sich die bereits 1949 an einem allerdings nur 8 Tage lang kontrollierten Bestand gemachte Erfahrung, daß die einmal festgestellten Läuse nach 24—48 Stunden bereits die Pflanze wieder verlassen. Das kommt darin zum Ausdruck, daß auf Tage mit einer Spitze in der Anflugfrequenz am nächsten Tage eine Spitze der Abflugfrequenz folgt.

In unserem Zusammenhang interessiert dabei nur die Frage: ob etwa die Rastatter Pflanzen von den bei den Kontrollen festgestellten Geflügelten leichter, schneller und in verhältnismäßig größerer Zahl wieder verlassen werden als die Schlanstedter Pflanzen. Das müßte daran zu erkennen sein, daß die Kurve des prozentualen Abflugverhältnisses (S % der Abflüge) unter der des prozentualen Anflugverhältnisses (S % der Anflüge) verlief. Abbildung 16 zeigt für die Periode des stärksten Anfluges 1950, daß das nicht der Fall ist, daß vielmehr beide Kurven auch innerhalb kürzerer Zeitabschnitte im gleichen Bereich ver-

S-Bohnen (gleichen Alters und Entwicklungszustandes) gesetzt und ihr weiteres Verhalten beobachtet. Meist erfolgte nach wenigen Sekunden und einigen Schritten auf der Blattoberseite ein kurzes (ca. 20—40 Sekunden dauerndes) Aufsetzen des Rüssels (in Zukunft der Kürze halber „Probessaugen“ genannt), danach früher oder später, d. h. nach weiterem Umherwandern oder Saugversuchen entweder Abflug oder Festsetzen auf der Blattunterseite und späteres Absetzen von Ij. Die abgeflogenen Läuse wurden sofort anschließend auf ein Blatt der anderen Sorte gesetzt, d. h. die von R abgeflogenen kamen nun auf ein S-Blatt, die von S abgeflogenen auf ein R-Blatt. Verließen sie auch dieses 2. Blatt d. h. die „andere“ Sorte (— Abwanderung zu Fuß war durch das Eintauchen des Stengels in Wasser unmöglich gemacht —), so wurden sie für 2 Stunden in einen leeren, belüfteten Glaszylinder gesperrt. Nach dieser Hungerpause wurde der Versuch in der gleichen Form wiederholt und so fort. Die Versuche wurden im Juli und August mit 80 entfühlerten und 67 normalen geflügelten Virginogenien in einer nach Süden gelegenen, gut belüfteten Veranda im Halbschatten (Anstrich der Fenster mit Schattierfarbe), also unter annähernd normalen Verhältnissen durchgeführt.

In Abb. 17 ist als erstes Ergebnis das allmähliche Nachlassen des Flugtriebes ganz allgemein (ohne Rücksicht auf die Sorten) dargestellt (Kurve). Vor allem wirken die zweistündigen Hungerpausen stark dämpfend, während das Anbieten eines zweiten Blattes unmittelbar nach dem Verlassen eines vorangehenden nur wenige Geflügelte zum Sitzenbleiben veranlaßt. Entföhlerte Tiere zeigen stark verringerte Fluglust, offenbar infolge des Ausfalls des beim Fluge wichtigen Sinnesorganes. Die Tendenz der allgemein abnehmenden Abfluglust bei steigendem Alter und wiederholtem Angebot der Blätter überlagert natürlich das Wahlergebnis, wenn, wie in unserem Fall, die Wahl eben nicht simultan sondern nur sukzessiv erfolgen kann. Es ist deshalb notwendig, die Serie, der zuerst ein Schlanstedter Blatt geboten wurde, von der, die zuerst ein Rastatter erhielt, gesondert zu betrachten, wie es in der folgenden Darstellung geschehen ist. Darin wird jeweils angegeben, wieviel Prozent der aufgesetzten Läuse wieder abflogen, wenn das Rastatter bzw. das Schlanstedter Blatt als erstes, zweites, drittes, usw. geboten wurde. Bei den normalen Fliegen zeigt sich ein zwar geringes, aber deutliches Überwiegen der Abflüge von der Rastatter besonders am Anfang, d. h. bei den ersten Angeboten vor, z. T. auch noch nach der ersten Hungerperiode (Abb. 18). Später verschwinden diese Unterschiede, und zuletzt erlaubt das geringe Zahlenmaterial keine Beurteilung mehr.

Deutlicher ist die Differenz bei den Föhllosen, obwohl ihr Flugtrieb an sich stark eingeschränkt ist. Auch hier nimmt sie bei den späteren Angeboten stark ab. — Das Ergebnis läßt sich auch in der durchschnittlichen Häufigkeit ausdrücken, mit der die Läuse von den gebotenen Blättern abflogen, ehe sie zur Ruhe kamen. Bei den Normalen beträgt sie für die Gesamtheit 2,34 (R + S), für R 2,52 und für S 2,22; bei den Föhllosen liegt sie im ganzen bei 0,775, für R bei 0,9 und für S bei 0,68. Die Unterschiede sind jedoch in keinem Falle statistisch ausreichend gesichert.

Die Befunde besagen also — jedoch nicht mit genügender statistischer Sicherheit —, daß die Läuse eine gewisse Tendenz zeigen, auf der Schlanstedter früher zur Ruhe zu kommen bzw. die Rastatter etwas leichter zu verlassen als die Schlanstedter. Da der Unterschied bei den Föhllosen merkwürdigerweise viel deutlicher zu sein scheint, muß man wohl annehmen, daß die Geruchseindrücke offenbar die Geschmackswahl bis zu gewissem Grade überlagern. Weitere Versuche zu diesem Fragenkomplex sind im Gange. Wesentlich ist aber dabei die Tatsache, daß in unseren Versuchen bei den Normalen nahezu die Hälfte (45,6%) aller Abflüge ohne „Probessaugen“ erfolgte und bei den Föhllosen fast zu 30%. Dabei ergaben sich fast keine Unterschiede zwischen R und S, während nach Probessaugen die Abflüge von den R wenigstens bei den Föhllosen deutlich überwogen (63,5%). Es ist allerdings zweifelhaft, ob man diese Befunde in der Weise deuten darf, daß das Probessaugen keine oder nur eine untergeordnete Rolle bei

der Wirtswahl spielen könne; denn die Läuse wurden ja zwangsweise auf die Blätter gesetzt, so daß ihr Flug- und Fluchtrieb das normale Verhalten verdeckt haben kann. Dafür spricht das häufigere Probessaugen bei den Entföhlerten, die — wie wir sahen — weniger fluglustig sind. Bei ihnen ist dann offenbar

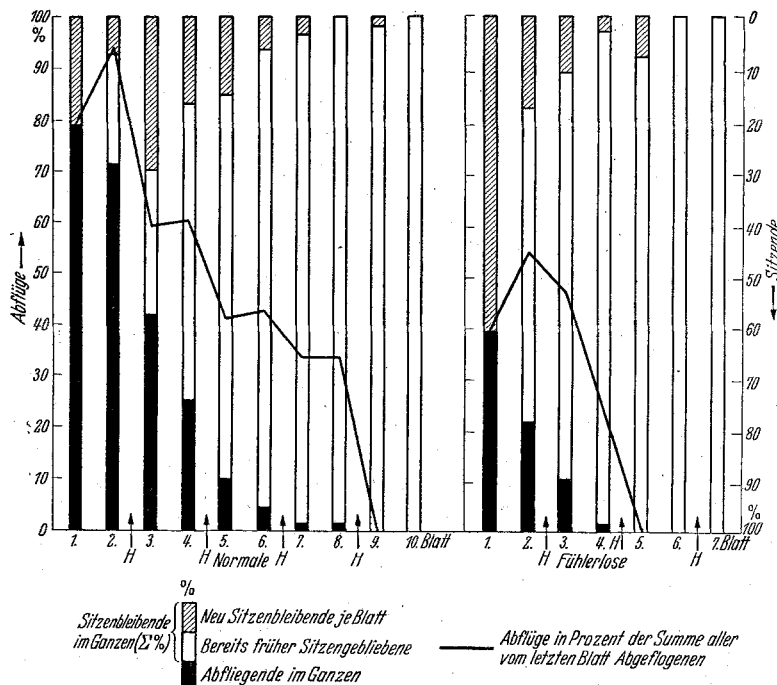


Abb. 17. Das Abklingen des Flugtriebes junger virginogener Fliegen nach mehrmaligem Blattwechsel und verschiedenen Hungerperioden. Pro Blattangebot abfliegende (schwarze Säulen) und sitzenbleibende (schraffierte hängende Säulen) Fliegen in Prozent der Gesamtzahl, bzw. in Prozent (Kurve) der Summe aller vom vorhergehenden Blatt abgeflogenen. H = zweistündige Hungerperiode. Weitere Erläuterungen im Text.

das Probessaugen entscheidender, da der Geruchseindruck ausgeschaltet ist.

Da man bei den Homopteren den Verlauf der Stichkanäle im Pflanzengewebe färbend relativ leicht (mit Safranin oder Wasserblaufärbung, siehe RAWITSCHER) darstellen kann, auch dann, wenn die

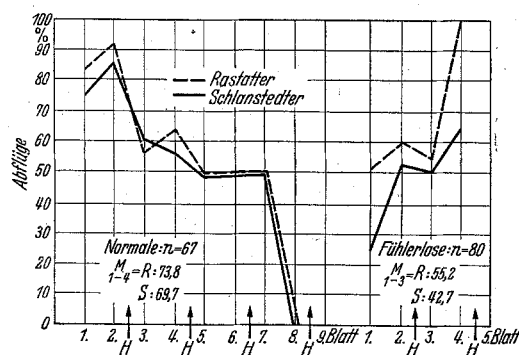


Abb. 18. Anzahl der beim 1., 2., 3. usw. Angebot von einem Rastatter bzw. einem Schlanstedter Blatt abfliegenden Blattläuse in Prozent der jeweils angesetzten. Rastatter: —, Schlanstedter: ---. Weitere Erläuterungen im Text.

Tiere das Stechborstenbündel zurückgezogen haben, lag es nahe, auch den Verlauf der „Probessaugstiche“ näher zu untersuchen, insbesondere da diese entgegen der normalen Gewohnheit der Blattläuse von der Oberseite des Blattes her erfolgen. Wir ließen etwa 100 geflügelte Läuse auf einem möglichst eng begrenzten Bezirk eines Ackerbohnenblattes Probestiche ausführen und zerlegten das Blatt nach CARNOY-Fixierung in Querschnitte von 10 μ Dicke und färbten sie mit Wasserblau nach RAWITSCHER.

Während normale Stichkanäle auf der Blattunterseite entsprechend behandelte Blätter stets klar die bekannten Bilder ergaben, konnte von den zahlreichen „Probestichen“ auch nicht eine Spur im Gewebe aufgefunden werden. Demnach muß es also, vorbehaltlich weiterer Untersuchungen, als höchst zweifelhaft gelten, daß das beim sog. „Probesaugen“ beobachtete Aufsetzen des Rüssels einem Einstich in das Pflanzengewebe gleichkommt. Man müßte höchstens annehmen, daß dabei kein Speichel in die Wunde ausgestoßen wird, oder wenigstens kein mit dem üblichen Farbstoffen darstellbares Reaktionsprodukt desselben mit dem Gewebe entsteht. Nach den herrschenden Vorstellungen ist das natürlich höchst unwahrscheinlich; denn wenn gekostet werden soll, so muß Pflanzensaft in den Nahrungskanal aufgesogen werden, da bekanntlich das Geschmacksorgan der Aphiden wie aller Homopteren im Pharynxdach liegt. Es ist aber wenig wahrscheinlich, daß eine Laus Gewebesaft aufsaugen kann, ohne zugleich oder vorher Speichel in den Einstichkanal zu pressen. SYLVESTER vermutet, daß Virusinfektionen durch *Myzodes persicae* an Kartoffeln um so leichter gelingen, je öfter die Laus einsticht, weil beim oder kurz nach dem Einstechen mehr Speichel sezerniert werde als beim späteren ununterbrochenen Saugen an einer Stelle. Andererseits ist das Aufsetzen des Rüssels unverständlich, wenn es nicht dem Sinn eines Probierens haben soll; es sei denn, daß die Tastsinnesorgane an der Labiumspitze irgendwie an dem Wahlprozeß beteiligt sind.

In diesem Zusammenhang muß natürlich auch die Möglichkeit einer auf reinen Tastempfindungen beruhenden Wahl in Erwägung gezogen werden. Im allgemeinen pflegen behaarte Kulturpflanzen-Sorten nicht so stark von Sauginsekten (Zikaden, Blattläusen usw.) befallen zu werden als kahle oder wenig behaarte. So sollen nach ORTH Kartoffelsorten mit stärkerer Behaarung weniger stark von *Myzodes persicae* SULZ. heimgesucht werden. Beim Reblausbefall konnte SCHILDER allerdings keine solchen Beziehungen finden. Nun gilt *Vicia faba* allerdings in allen Sorten als vollkommen kahl. Gelegentlich der Suche nach den Saugspuren des Probierens auf den Blattquerschnitten entdeckte ich jedoch winzige, vierzellige Köpfchenhaare auf den bisher für völlig kahl gehaltenen Blättern der Ackerbohnen (im Durchschnitt 5 pro qmm Blattfläche). Da sie den Drüsenhaaren völlig gleichen, die die extrafloralen Nektarien auf den Unterseiten der Nebenblätter zusammensetzen, ist zu vermuten, daß sie ebenfalls drüsige Funktion haben, zumal sie wie dort stark lichtbrechende Granula in großer Anzahl enthalten. Auf Bau, Funktion- und Verteilung dieser Kolbenhaare wird im Einzelnen in einem gesonderten Bericht einzugehen sein! Hier ist nur auf die Bedeutung hinzuweisen, die diese Gebilde bei der Wirtswahl der Bohnenläuse u. U. haben können. Entweder haben sie eine drüsige Funktion und scheiden u. a. ein leicht flüchtiges ätherisches Öl aus. Dann könnten sie als Quelle des Duftes angesehen werden, der — auf beiden Sorten in unterschiedlicher Quantität ausgeschieden — die Blattläuse herbeileitet. Oder sie funktionieren — wie HABERLANDT von ähnlichen Haaren bei *Phaseolus* behauptet — als Hydathoden. Dann wäre damit zu rechnen, daß durch ihre Tätigkeit eine bestimmte Wasserdampfspannung über der Epidermis erzeugt

wird, die ebenfalls eine sortenverschiedene Intensität aufweisen und damit für das Verhalten der angekommenen Geflügelten maßgebend sein könnte. Und schließlich wäre es nicht ausgeschlossen, daß sie allein bei der Berührung durch die angekommene, auf dem Blatt umherlaufende, geflügelte Laus auf diese taktile Reize ausüben, die sie z. B. je nach ihrer Häufigkeit zum „Probesaugen“ und so weiter veranlassen könnten.

Tatsächlich haben sich bei noch laufenden Untersuchungen hinsichtlich der Anzahl der auf der Flächeneinheit stehenden Kolbenhaare bisher gewisse Unterschiede insofern ergeben, als durchschnittlich auf der Blattoberfläche der Schlanstedter Blätter etwas mehr Haare stehen als bei der Rastatter. Wenn sich diese vorläufigen Ergebnisse weiter bestätigen, so ist zu vermuten, daß diese Haare in irgendeiner der angedeuteten Weise mit der Wirtswahl der Blattläuse in Verbindung zu bringen sind.

Beobachtungen über das Verhalten von *Acyrtosiphon onobrychis* B. d. F.

Es ist in der Biologie vielfach üblich, die an einer genauer untersuchten Art gewonnenen Erkenntnisse zu verallgemeinern und auf mehr oder weniger nahe verwandte Formen zu übertragen, ohne diese näher zu prüfen. Wie gefährlich das ist, zeigen einige Beobachtungen, die wir neben den Studien an *Doralis fabae* SCOP. an der grünen Erbsenblattlaus, *Acyrtosiphon onobrychis* B. d. F. (= *Macrosiphon pisi* KALT.), also ebenfalls einer Röhrenlaus (Aphididae), machen konnten, die bekanntlich, wenn auch gewöhnlich in viel geringerer Zahl, neben den schwarzen Bohnenläusen an den Ackerbohnen auftritt.

Gelegentlich der *Doralis fabae*-Absammlungen von den Ackerbohnen wurden wir im Sommer 1950 auf ein häufiges Auftreten der grünen Erbsenläuse aufmerksam, die in diesem Jahre im Gegensatz zu *Doralis* offenbar eine Massenfaltung aufwiesen. So entschlossen wir uns Anfang Juli, sie ebenfalls täglich von unseren Ackerbohnen-Kontrollreihen (Rastatter und Schlanstedter) abzusammeln und zu zählen. Dabei erhielten wir ein völlig überraschendes Ergebnis! Die Erbsenläuse verhielten sich nämlich gerade umgekehrt wie die Bohnenläuse, indem sie statt der Schlanstedter die Rastatter Ackerbohnen eindeutig bevorzugten. An insgesamt 99 Kontrolltagen (vom 9. Juli bis 25. Oktober 1950) wurden an 11 Tagen

(davon 9 im Oktober!) keine Erbsenläuse gefunden, an allen übrigen 88 aber insgesamt 830, und zwar 546 auf den 60 Rastatter und 284 auf den 60 Schlanstedter Pflanzen abgelesen. Im täglichen Durchschnitt fanden sich also in den 99 Tagen auf den Rastattern 5,41, auf den Schlanstedtern nur 2,86 Erbsenläuse. Das Gesamtanflug-Verhältnis (S:R) beträgt demnach 1:1,92 (beziehungsweise R:S = 1:0,52), wobei der

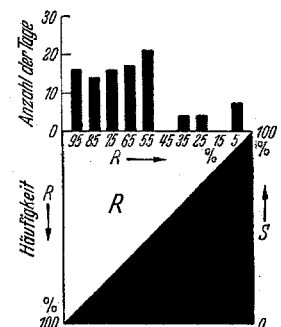


Abb. 19. Häufigkeitsverteilung der täglichen prozentualen Anflugverhältnisse (R-Anteil weiß, S-Anteil schwarz) von *Acyrtosiphon onobrychis* B. d. F. auf Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen für 99 Tage in der zweiten Hälfte der Anflugsaison 1950. ($M = 64,24\%$ auf R, bei $\sigma = 25,81$).

Unterschied statistisch sehr gut gesichert ist ($m_p = 0,7499$, $t = 3,401$, p für 98 Freiheitsgrade $< 0,10\%$). Vergleicht man die Häufigkeit der täglichen prozentualen Anflugverhältnisse (R: S), so ergibt sich ein deutliches Überwiegen der Tage mit einem höheren R-Anteil des täglichen Gesamtanfluges (Abb. 19) (Maximum bei $\sim 55\%$, Mittel bei $\sim 65\%$ R bei $\sigma = 25,8$).

Leider stammen diese Ergebnisse nur aus der zweiten Hälfte der Gesamtanflugperiode 1950, so daß eine weitere Überprüfung in der kommenden Saison erforderlich erscheint. Nach den bisherigen Erfahrungen ist es aber höchst unwahrscheinlich, daß sich das Bild dadurch noch wesentlich ändert. Zweifellos vermag also auch *Acyrtosiphon onobrychis* zwischen Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen zu wählen. Das Überraschende dabei ist nur, daß für diese Blattlaus offenbar etwas anderes anlockend wirkt als für *Doralis fabae*, da sie von den Rastatter Pflanzen, die auf die Bohnenblattläuse wenig anziehend wirken, stärker angelockt wird als von den Schlanstedter Ackerbohnen. Für jede dieser beiden so verhältnismäßig nahe verwandten Röhrenläuse muß demnach bei der Auffindung der Wirtspflanze (ganz allgemein) eine andere Eigenschaft derselben von entscheidender Bedeutung sein. Da *Acyrtosiphon onobrychis* unter ihren Wirten zweifellos Luzerne, Esparsette und Erbsen vor Ackerbohnen bevorzugt, kann man vermuten, daß vielleicht eine bei den Erbsen, Luzerne und Esparsette stark entwickelte Eigenschaft (Duft) bei den Rastattern stärker entwickelt ist als bei den Schlanstedtern. Auf jeden Fall zeigt auch dieser Befund wie kompliziert und vielgestaltig das Problem der Wirtswahl bei den Blattläusen offenbar ist.

Schlußbetrachtung.

Die vorgetragenen Beobachtungen und Überlegungen zeigen, daß der unterschiedliche Befall verschiedener Ackerbohnsorten (*Vicia faba* L.) mit Bohnenblattläusen (*Doralis fabae* Scop.) offenbar nur zu einem geringeren Teil auf den von DAVIDSON dafür verantwortlich gemachten ernährungsphysiologischen Differenzen (bedingt durch die verschiedenartige Zusammensetzung des Assimilatstromes) beruhen kann, da infolge großer Unterschiede in der Anflugfrequenz der wirtswechselnden Migrantens bereits von vornherein ein großer Unterschied im Initialbefall entsteht. Ähnliches gilt wahrscheinlich auch für die eingangs zitierten Fälle von *Macrosiphon pisi* (= *Acyrtosiphon onobrychis*) und *Myzodes persicae*. Die Aufklärung der Blattlausresistenz von *Vicia faba* ist also in erster Linie kein ernährungsphysiologisches sondern ein reizphysiologisches Problem. Der nächste Schritt zu seiner Lösung — mit dem Ziel einer auf den ursächlichen Eigenschaften aufbauenden Resistenzzüchtung — muß wohl vor allem darin bestehen, aus dem Verhalten der Blattläuse bei der Wahl der neuen Wirtspflanze auf diejenigen Eigenschaften derselben zu schließen, die diese Wahl ermöglichen.

Aus vergleichend morphologischen und ökologischen Gründen hat man bisher angenommen, daß es Duftreize sein müßten, die den Aphiden die Orientierung zur Wirtspflanze ermöglichen. Auch unsere bisherigen Untersuchungsergebnisse sprechen, im ganzen betrachtet, dafür, daß tatsächlich der Geruchssinn

führend bei dem Auffinden und der Auswahl der Nährpflanze beteiligt ist, wenn auch daneben möglicherweise andere Reizqualitäten eine Rolle spielen können, insbesondere eine Geschmackswahl und auf größere Entfernung optischen Eindrücke.

Über die Quellen des Duftes auf den Pflanzen hat man bisher kaum noch Vermutungen geäußert. Es ist unwahrscheinlich, daß es sich dabei um spezifische Organe handelt wie etwa bei den die Bestäuber anlockenden Nektarien. Viel eher wird es sich bei den zur Orientierung benutzten Duftstoffen um zwangsläufig entstehende Nebenprodukte des pflanzlichen Stoffwechsels handeln; denn eine Auslesekraft durch Schädlinge ist wohl nur in Richtung auf die Ausmerzungen anfälliger Wirte vorstellbar. Bei der auf Trinidad an Zuckerrohr höchst gefährlichen Cecropide *Tomaspis saccharina* DIST. ist tatsächlich festgestellt worden (FENNAH 1939), daß der [nicht näher analysierte und vermutlich komplexe!] Geruch des grünen Pflanzenpreßsaftes eine anlockende Wirkung auf diese Schaumzikaden hat.

Es ist bezeichnend, daß das Kapitel der Wirtswahl und Wirtswahl pflanzenfressender und insbesondere Pflanzensäfte saugender Insekten, das bisher nur sehr stiefmütterlich bearbeitet worden ist, nun von der angewandten Seite der Wissenschaft her entscheidende Impulse erfährt, indem durch Untersuchungen über das Verhalten von Schadinsekten gegenüber verschiedenen Kulturpflanzensorten Erkenntnisse über das Wirtswahlvermögen wenn nicht in endgültiger Form so doch als Grundlage für weitere Untersuchungen zu Tage gefördert werden. Bisher hat man sich vornehmlich mit der Feststellung des unterschiedlichen Befalls befaßt und Spekulationen über die Ursachen desselben angestellt, ohne sie experimentell zu prüfen. Es wird auch viel schwieriger sein, diese Probleme bei holometabolen Insekten zu lösen, wo die eiablegenden ♀♀ die Wirtswahl für die kommende Larvengeneration durchführen müssen, ohne selbst von den betreffenden Pflanzen zu fressen (minierende Dipteren, Käfer und Schmetterlinge, siehe HERING 1950), als bei denjenigen Hemimetabolen, bei denen alle Stadien auf dem gleichen Substrat leben.

Auf dem Wege zu einer planmäßigen, d. h. bewußt auf der Kenntnis der ursächlichen Eigenschaften aufbauenden Resistenzzüchtung gegenüber tierischen Schädlingen sind wir in unserem Falle insofern ein Stück weiter gekommen, als das erste wesentliche Glied der Kausalkette das Wahlvermögen der geflügelten Bohnenläuse nachgewiesen und als nächstes die dabei entscheidende Bedeutung von quantitativen Duftunterschieden wahrscheinlich gemacht werden konnte. Bis zur völligen Lösung des Problems, der Fassung der entscheidenden Eigenschaften der vorhandenen Sorten und der darauf basierenden Schaffung eines rasch arbeitenden Testes für den Züchter, der die rationelle Selektion geeigneten Zuchtmaterials und seiner züchterischen Bearbeitung gestattet, wird noch viel angestrengte Arbeit nötig sein. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß dabei nur die sorgfältigste Analyse der biologischen Zusammenhänge vorwärts helfen kann, wie sie etwa in der Fassung des normalen Massenwechsels, der Fluggewohnheiten der Blattläuse und ihrer Abhängigkeit von Außenfaktoren, z. B. der Temperatur, der Windstärke, der

relativen Luftfeuchtigkeit usw., ihres Verhaltens nach der Landung (Reaktion auf Geschmacks- und Tastreize) von uns nunmehr bis zu einem gewissen Grade durchgeführt worden ist. Eine solche Arbeits- und Betrachtungsweise ist jedoch ihrerseits nur in engster kollektiver Zusammenarbeit von Spezialisten verschiedener Fachgebiete möglich, die, wissenschaftlich völlig unabhängig, doch gemeinsam an der gleichen Aufgabe und in ständiger gegenseitiger Befruchtung und Anregung arbeiten.

Zusammenfassung.

1. Die vor allem von DAVIDSON entwickelte Vorstellung, daß der sortenverschiedene Befall der Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) durch die Schwarze Bohnenblattlaus (*Doralis fabae* Scop.) auf ernährungsphysiologischen Ursachen (Unterschieden in der Zusammensetzung des Assimilatstromes) beruhe und sich in einer verschieden starken Produktion von Nachkommen auswirke, konnte bei eingehenden Nachprüfungen an zwei extrem unterschiedlich befallenen Sorten bisher nur in einem Ausmaße bestätigt werden, das die praktisch beobachteten Unterschiede allein nicht ausreichend zu erklären vermag.

2. Es war daher die Frage zu prüfen, ob vielleicht schon vor dem Befall eine Sortenwahl durch die anfliegenden Migranten erfolge, die ja ohnehin eine Wirtswahl durchzuführen haben, und ob dadurch ein unterschiedlicher Ausgangsbefall entstehe.

3. Sorgfältige, über 2 Vegetationsperioden durchgeführte Absammlungen der frisch zugeflogenen Bohnenläuse von gemischten Kontrollreihen der stark anfälligen Schlanstedter und der weitgehend resistenten Rastatter Ackerbohnen in verschiedenen Gärten des Institutes für Pflanzenzüchtung Quedlinburg in Abständen von 24 Stunden (jeweils frühmorgens) erbrachten ein durchschnittliches, statistisch bestens gesichertes Anflugverhältnis zwischen R und S von 1:2,5 (1949) und 1:4,9 (1950), wobei das Maximum der täglichen prozentualen Anflugquote zwischen 80 und 90% aller Anflüge auf Schlanstedter Bohnen (Mittel bei 69,9% und σ 29,8) liegt.

4. Die Anflugfrequenz schwankt in den Beständen wie auch auf den Einzelpflanzen beider Sorten in Abhängigkeit von dem natürlichen Angebot an Geflügelten und den Witterungsfaktoren. Die Streuung, die nach Elimination dieser Einflüsse noch bleibt und sich in Schwankungen des prozentualen Befallsverhältnisses auswirkt, ist bei den Rastattern gering und liegt bei niedrigen Werten, bei den Schlanstedtern dagegen groß und umfaßt höhere Werte; jedoch berühren sich die Bereiche nur schwach.

5. Die Ergebnisse lassen zunächst darauf schließen, daß die geläufige Vorstellung über die führende Rolle des Geruchssinnes bei der Wirtswahl der Aphiden zu Recht besteht und die im vorliegenden Falle festgestellten Anflugunterschiede primär auf quantitativen Unterschieden in der Produktion eines leitenden Duftreizes durch die beiden Sorten beruhen. Dafür spricht auch, daß die ungeflügelten Virginogenen offensichtlich nicht zwischen den beiden Sorten wählen können.

6. Direkte Beobachtungen der anfliegenden Läuse unter „Schwärmflugverhältnissen“ lassen sich bisher ebenfalls nur so deuten, daß die Orientierung chemo-

phobotaktisch in einem von den Pflanzen ausgehenden Duftstrom stattfindet. Der Anflug unterbleibt, solange ein Glaszylinder die Duftfahne abschneidet. Geringe, aber deutliche Unterschiede in der Anflugfrequenz der beiden Sorten konnten allerdings vorerst statistisch nicht ausreichend gesichert werden, wofür die Ursachen diskutiert und in den Besonderheiten der Schwärmflugverhältnisse gesehen werden.

7. Untersuchungen über den Einfluß der Standweite gemischter Bestände auf den Anflug ergaben, daß der Anflug pro Flächeneinheit mit zunehmender Bestandsdichte erst rascher dann langsamer ansteigt, woraus erhellt, daß eine Anlockwirkung bestehen muß, die offenbar osmisch bedingt ist. Erkennbare, jedoch statistisch nicht gesicherte Unterschiede bezüglich der beiden Sorten deuten darauf hin, daß bei sehr dichtem Bestand die Wahl offenbar erschwert ist.

8. Zu ähnlichen Ergebnissen führt der Vergleich des Befalls reiner Bestände beider Sorten, zwischen denen sich bei räumlicher Trennung das übliche Befallsverhältnis einstellt, bei eng-benachbarter Lage dagegen eine Nivellierungstendenz bemerkbar macht.

9. Die Unterschiede im Anflug entwickeln sich also auch ohne Kontrastwirkung der beiden Sorten zueinander. Bei konkurrierendem Angebot anderer Sommerwirte neben jeweils einer der beiden Sorten bleibt das Befallsverhältnis ebenfalls unverändert erhalten, obwohl z. Z. der Versuchsdurchführung der Mohn stärker befliegen wurde.

10. Die erst bei zunehmendem Altern der Pflanzen zu beobachtende Tendenz zu einer Verringerung des Befallsverhältnisses beruht vermutlich auf der etwas rascheren Entwicklung der Schlanstedter, wodurch sich die Unterschiede in der Duftproduktion wahrscheinlich \pm ausgleichen.

11. In Anbetracht des häufig kurzfristigen und auch bei längerem Verweilen nur ein bis zwei Tage währenden Aufenthaltes der Geflügelten wurde geprüft, ob die Ableseunterschiede bei zunächst gleichmäßigem Beflug vielleicht erst sekundär dadurch zustande kämen, daß nach einer Geschmackswahl durch Probesaugen von der Rastatter eine stärkere oder raschere Abwanderung stattfände.

12. Beobachtungen auf Pflanzen, von denen die Angeflogenen nicht entfernt wurden, ergaben, daß solche Unterschiede zwischen An- und Abflugverhältnis offenbar nicht bestehen, wie sie auch bei den Schwärmflugbeobachtungen nicht sicher nachgewiesen werden konnten.

13. Künstlich auf einzelne Blätter der beiden Sorten aufgesetzte, eben flugfähig gewordene virginogene Fliegen flogen zunächst meist ab und kamen erst nach längerer Zeit (Hungerpausen) bzw. mehrmaligem Blattwechsel freiwillig zur Ruhe; (rascher nur, wenn sie der Fühler beraubt wurden).

14. Dabei zeigt sich eine, wenn auch statistisch nicht gesicherte, Tendenz, auf Schlanstedter Blättern eher zur Ruhe zu kommen, die Rastatter dagegen leichter wieder zu verlassen. Bei den entführten Läusen war diese Tendenz, besonders nach vorhergegangenem „Probesaugen“, etwas deutlicher, während sich bei Abflügen ohne vorheriges Probesaugen in keinem Fall Unterschiede erkennen ließen.

15. Histologisch waren die Stichkanäle der „Probesaugstiche“ auf der Blattoberseite mit den üblichen Färbemethoden allerdings bisher nicht nachweisbar.

16. Es wird auf die mögliche Bedeutung hingewiesen, die auf der Oberfläche der Ackerbohnenblätter entdeckte, 4-zellige Drüsenhaare für das Wirtswahl- und Sortenunterscheidungsvermögen der Bohnenläuse haben können, zumal ihre Dichte bei der Schlanstedter etwas größer zu sein scheint als bei der Rastatter.

17. Auch für die Erbsenblattlaus, *Acyrtosiphon onobrychis* B. d. F. (= *Macrosiphon pisi* Kalt.), die in geringerer Anzahl ebenfalls auf *Vicia faba* erscheint, ergaben Auszählungen der täglich Angeflogenen in der zweiten Hälfte der Anflugsaison 1950 ein deutliches Wahlvermögen. Überraschenderweise werden von ihr aber die Rastatter Pflanzen vor den Schlanstedtern deutlich vorgezogen (65,7% aller Anflüge auf R!).

18. Abschließend wird die Bedeutung der Ergebnisse für das Problem der Wirtswahl bei Insekten ganz allgemein sowie für die Praxis der Resistenzzüchtung kurz beleuchtet.

Literatur.

1. ADAMS, J. B.: Aphid Resistance in Potatoes. Amer. Potato J. **23**, 1—22 (1946). — 2. BROADBENT, L.: The grouping and overwintering of *Myzus persicae* SULZ. on *Prunus* species. Ann. appl. Biol. **36**, 334—40 (1949). — 3. BROADBENT, L.: Aphid Migration and the Efficiency of the Trapping Method. Ann. appl. Biol. **35**, 379—94 (1948). — 4. DAVIDSON, J.: Biological studies of *Aphis rumicis* L. Factors affecting the infestation of *Vicia faba* with *Aphis rumicis*. Ann. appl. Biol. **12**, 1925, 472 bis 507. — 5. DAVIES and WHITEHEAD, T.: Studies on Aphides infesting the Potato Crop. VI. Aphid Infestation on isolated Plants. Ann. appl. Biol. **25**, 122—142 (1938). — 6. EMERY, W. T.: Temporary immunity in alfalfa ordinarily susceptible to attack by the pea aphid (*Macrosiphum pisi* KALT.). J. agric. Res. **73**, 33—43 (1946). — 7. FENNAH, R. G.: A summary of experimental Work on Varietal Resistance of Sugar-Cane to *Tomaspis saccharina* 1936—1939. Trop. Agric. **16**, 233—40 (1939). — 8. FRANSSEN, C. J. H.: Die Biologie und Systematik der europäischen „Schwarzen Blattläuse“. Z. angew. Entomol. **17**, 106—45 (1930). — 9. HERING, E. M.: Monophagie und Xenophobie. Die Nahrungswahl phytophager Insekten und die geographische Herkunft ihrer Wirtspflanzen. Naturwiss. **37**, 1950, 531 ff. — 10. HABERLANDT, G.: Physiologische Pflanzenanatomie. 5. Aufl. Leipzig 1918. — 11. HARRINGTON, C. D.: The occurrence of physiological Races of the Pea Aphid. J. econ. Entomol. **36**, 118—19 (1943). — 12. HARRINGTON, C. D.: Measurement of the resistance of peas to aphids. J. agric. Res. **67**, 368—87 (1943). — 13. HOFFERBERT, W. u. H. ORTH: Der Einfluß der Düngung auf die Wanderung der Pfirsichblattlaus. Kartoffelwirtschaft **1**, 79—80 (1948). — 14. MALTAIS: Resistance of some Varieties of Peas to the Pea Aphid *Illinoia pisi* KALT. Rep. ent. Soc. Ontario **67**, 40—45 (1937). — 15. MOERICKE, V.: Zur Lebensweise der Pfirsichlaus (*Myzodes persicae* SULZ.) auf der Kartoffel. Inaugural-Dissertation, Bonn 1941. — 16. MOERICKE, V.: Über das Farbensehen der Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* SULZ.). Z. Tierpsychol. **7**, 265—74 (1950). — 17. MÜLLER, H. J. u. K. UNGER: Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz von *Vicia faba* L. gegenüber der Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. I. Der Verlauf des Massenwechsels von *Doralis fabae* Scop. in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf 1949 in Quedlinburg. Züchter **21**, 1—30 (1951). — II. Über die Fluggewohnheiten, besonders das sommerliche Schwärmen, von *Doralis fabae* und ihre Abhängigkeit vom Tagesgang der Witterungsfaktoren. Züchter **21**, 76—89 (1951). — 18. ORTH, H.: Wissenschaftliche Arbeiten der Zuchtabteilung. Kartoffelwirtschaft (Sonderheft) **2**, 33, 12—16 (1949). — 19. ORTH, H.: Aus der Werkstatt des Züchters. Ibid. 2—7. — 20. PAINTER, R. H. and E. T. JONES: Resistance of the Pawnee Wheat Variety to Hessian Fly under Kansas Conditions. J. econ. Entomol. **41**, 882—86 (1948). — 21. SCHILDER, F. A.: Die Blattlaus auf der Edelrebe. Züchter **19**, 7 (1949). — 22. SYLVESTER, E. S.: Transmission of sugar beet yellow net virus by the green peach aphid. Phytopathology **39**, 117—32 (1949). — 23. WEBER, H.: Aphidina in P. SCHULZE: Biologie der Tiere Deutschlands. Berlin 1936.

(Aus der Biologischen Bundesanstalt, Institut für Virusforschung, Celle und dem Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Voldagsen.)

Das Verhalten deutscher Kartoffelsorten gegenüber verschiedenen Stämmen des X-Virus im Pfropfversuch.

1. Mitteilung.

VON ERICH KÖHLER und HANS ROSS.

A. Einleitung.

Die folgenden Untersuchungen sind auf Anregung der „Arbeitsgemeinschaft für Kartoffelzüchtung und Pflanzguterzeugung“ entstanden und wurden mit zwei Zielrichtungen unternommen. Zum ersten war ein Beitrag zu der für die praktische Züchtung wichtigen Frage zu leisten, ob bei den deutschen Kartoffelsorten eine Feldresistenz gegenüber dem X-Virus vorkommt, wie das COCKERHAM (1943) für britische Sorten und die Mosaikviren X, Y (C) und A feststellte. Diese Feldresistenz beruht auf der Überempfindlichkeit, d. h. auf der Fähigkeit gewisser Wirte, ihre Parasiten am Eintrittsort zu lokalisieren (G ä u m a n n 1946). Dies geschieht durch nekrotische Abortion weniger Zellen in der Umgebung der Eintrittsstelle mitsamt dem Parasiten. Bei den Viren scheinen daneben noch anekrotische Inaktivierungsprozesse abzulaufen (K ö h l e r 1947). Die praktische

Bedeutung der Überempfindlichkeitsreaktionen für die Viruskrankheiten wurde zuerst von M u r p h y (1936) erkannt. Die betreffende Stelle bei M u r p h y lautet in Übersetzung: „Im Laboratorium kann man mit einem einzelnen Virus entweder Mosaik oder Nekrosenbildung oder latente Infektionen hervorrufen, je nach der Sorte, die man damit infiziert; draußen in der Natur herrscht im großen und ganzen die Regel, daß das Virus entweder latent bleibt, oder daß es sich lediglich durch Mosaikerkrankung äußert. Mit anderen Worten, solche Sorten, die wie Arran Crest auf die Infektion mit X-Virus oder die wie British Queen auf die Infektion mit dem A-Virus mit Nekrosenbildung reagieren, halten sich frei von diesen Infektionen, weil das Virus entweder die Pflanzen oder die Knollen zugrunde richtet, oder weil es sich selbst tötet, indem es in den nekrotischen Flecken lokalisiert wird“. Weitere Erfahrungen (C o c k e r h a m 1937, S c o t t