

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung, Quedlinburg und dem Meteorologischen Dienst d. DDR
Agrarmeteorologische Station, Quedlinburg.)

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 Quedlinburg¹.

Von H. J. MÜLLER und K. UNGER.

Mit 18 Textabbildungen.

Vorwort.

Soweit die Resistenzzüchtung der Kulturpflanzen versucht hat, nicht nur mit einem auf Grund zufälliger Auslese gewonnenen Material sondern bewußt im Hinblick auf die klar erkannten Ursachen der unterschiedlichen Anfälligkeit zu arbeiten, hat sie sich vorwiegend mit Parasiten pflanzlicher Herkunft beschäftigt. Schon ein flüchtiger Blick auf die zusammenfassende Darstellung von ROEMER-FUCHS-ISENBECK zeigt, daß dagegen die Resistenzzüchtung gegenüber tierischen Schädlingen einen nur sehr geringen Raum einnimmt. Dabei ist zwar in einigen Fällen die genetische Seite des Problems einer weitgehenden Analyse unterzogen worden, so bei der Reblausresistenz des Weinstocks durch BÖRNER und seine Mitarbeiter, aber wohl fast in keinem Falle konnten bisher die eigentlichen Ursachen der verschiedenen Anfälligkeit völlig aufgeklärt werden. In neuerer Zeit liegen in dieser Richtung zwar verheißungsvolle Ansätze vor: beim Kartoffelkäfer (KUHN und Mitarbeiter), bei *Eutettix tenellus*, dem Überträger des curly-top der Rüben Amerikas (FIVE und FENTON u. a.) und bei *Macrosiphum pisi* (EMERY) beispielsweise, aber eine züchterische Auswertung ist vorerst wohl nur bei der Resistenz von Baumwoll-, Luzerne- und Kleesorten gegenüber virusübertragenden Jassiden (Homoptera Cicadina) erfolgt, wo durch dichte Blattbehaarung die Zikadenweibchen von der Eiablage abgehalten werden.

Die Ursache dieser mangelnden Zusammenarbeit ist wohl vor allem in der Tatsache zu suchen, daß weder der Ursachenforscher noch der Züchter allein diese komplexen Aufgaben lösen kann, selten aber beide in einem Institut gemeinsam arbeiteten. Am Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg, wo diese Bedingungen verwirklicht erscheinen, entstand deshalb der Plan, in kollektiver Zusammenarbeit an einem Beispiel die Ursachen der pflanzlichen Resistenz gegenüber einem tierischen Schädling aufzuklären und damit für den praktischen Züchter eine von Zufälligkeiten bloßer Auslese unabhängige Basis zur Züchtung resistenter Sor-

ten zu schaffen. Dabei war es notwendig, auch die Wirkung der Umweltfaktoren in Sonderheit der Witterungseinflüsse zu berücksichtigen, da diese bekanntlich durch starke Schwankungen die Selektion erschweren. Als Objekt wurde die Ackerbohne *Vicia faba* und der bei ihren Kultursorten bekannte unterschiedliche Befall mit schwarzen Blattläusen, *Doralis fabae* Scop., gewählt.

A. Einleitung.

In dem Bestreben, die Ursachen des unterschiedlich starken Befalls der verschiedenen Ackerbohnsensorten durch die schwarze Bohnenblattlaus *Doralis fabae* Scop. (= *papaveris* Fab., = *rumicis* L.) aufzuklären, konnte der erste Arbeitsschritt nur darin bestehen, zunächst einmal das Erscheinungsbild, das Zustandekommen der größeren oder kleineren Kolonien auf den Bohnen möglichst in allen Einzelheiten besonders auch unter Freilandbedingungen zu erfassen, um daraus einen geeigneten Ansatzpunkt für experimentelle Untersuchungen zu finden.

Dabei lag es, besonders im Hinblick auf die Ergebnisse DAVIDSONS und anderer Autoren des anglo-amerikanischen Forschungskreises nahe, in einer auf den einzelnen Bohnensorten unterschiedlich starken Fortpflanzungsgeschwindigkeit (Vermehrungsrate) die erste Ursache für den differenzierten Befall zu suchen. Nachdem sich aber durch umfangreiche und mit verschiedenster Methodik durchgeführte Zuchten ergeben hatte, daß solche Unterschiede, wenn überhaupt, nur in einem die Resistenzunterschiede unbefriedigend erklärenden Ausmaße nachweisbar sind (— die Veröffentlichung dieser Ergebnisse ist einem späteren Beitrag vorbehalten —), mußte eine andere, bisher unseres Wissens nicht geprüfte Möglichkeit untersucht werden, die bei wirtswechselnden Blattläusen wie *Doralis fabae* nahe liegt, nämlich die einer aktiven Auswahl der Wirtspflanzen und der Bevorzugung bestimmter Sorten durch die geflügelten Formen.

Die Ergebnisse HOFFERBERTS und ORTHS an *Myzodes persicae* SULZ ließen erwarten, daß sich diese Frage relativ einfach in Schalenversuchen, zumindest in Käfigen mit zur Wahl gebotenen Blättern und Sproßteilen der betreffenden Sorten entscheiden lassen würde. Entsprechende Versuche mit *Doralis fabae* verliefen jedoch ohne eindeutige Ergebnisse und

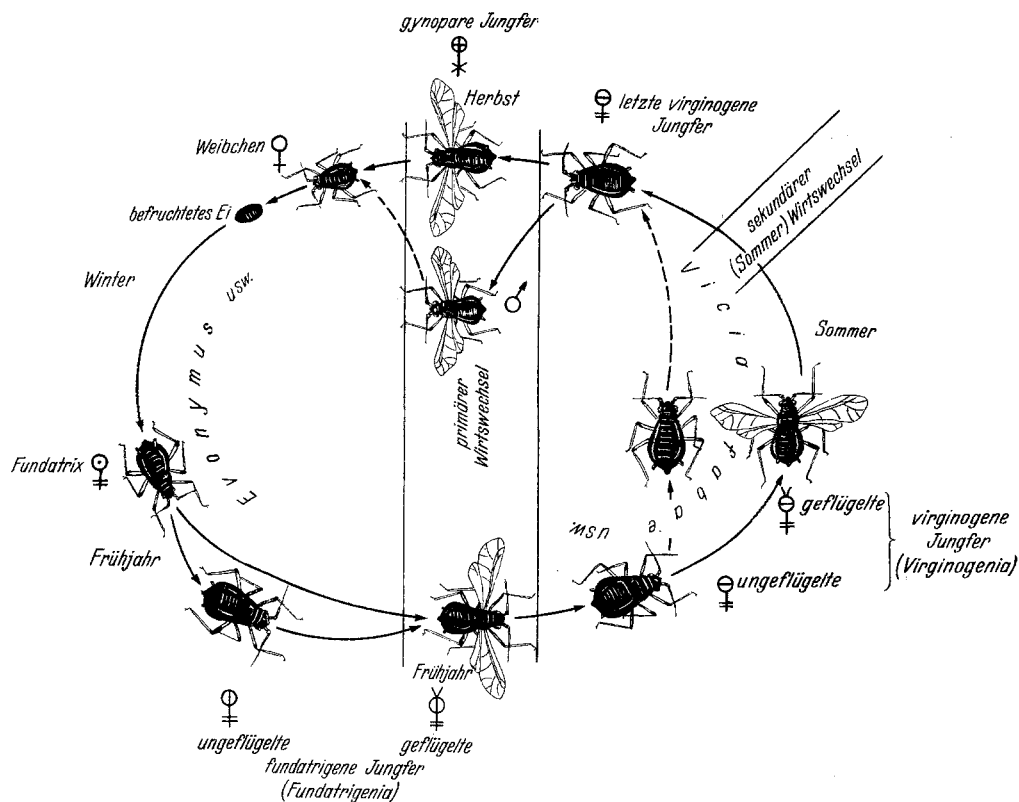
¹ Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung.
Nr. I.

machten es notwendig, die natürlichen Verhältnisse im Freiland zu untersuchen.

Nach den Erfahrungen bei der Aufklärung gewisser Punkte der Rapsglanzkäferbiologie (MÜLLER 1941) war die Lösung einer solchen Aufgabe nur aussichtsreich, wenn dabei der Massenwechsel wenigstens einer örtlich begrenzten Population möglichst eingehend studiert und zur Basis der Untersuchungen gemacht wurde. Denn nur das Verhalten einer Vielzahl von Läusen versprach hier eine verlässliche Grundlage zur Beurteilung des Verhaltens gegenüber verschiedenen Sorten einer Wirtspflanze zu geben. Vor allem war es notwendig, den Flug der wandernden Blattläuse, besonders seine Abhängigkeit von verschiedenen Witterungsfaktoren, genauer zu studieren. Dazu war

Verhältnis widerspiegeln. Als Kontrollpflanzen wurden im gleichen Mengenverhältnis als extrem anfällige die *Schlanstedter* und als extrem unanfällige (resistente) *Rastatter Ackerbohnen* benutzt. Im vorliegenden Beitrag werden nur die auf den gesamten Massenwechsel bezüglichen Ergebnisse berücksichtigt, während die erheblichen Unterschiede, die sich im Beflug der beiden Sorten ergaben, und ihre vermutlichen Ursachen in einem folgenden Beitrag bekannt gegeben werden sollen.

Bei der Erfassung der Witterungsfaktoren wurde neben der üblichen Methode, die meteorologischen Elemente in einer englischen Hütte zu messen, vor allem durch mikroklimatische Meßreihen der Anschluß an die tatsächlich im Lebensraum der Blatt-



Schema des Entwicklungszyklus von *Doralis fabae* SCOP., aus WEBER (1949) nach DAVIDSON und BÖRNER, verändert.

die Kenntnis der Entwicklung der Kolonien im Verlaufe des Jahres notwendig, und parallel dazu eine möglichst genaue Erfassung der klimatischen Bedingungen im Lebensraum der Blattläuse.

Neben einer möglichst eingehenden Kontrolle der gesamten *Doralis fabae* — Population unseres engeren Quedlinburger Arbeitsgebietes und der direkten Beobachtung der Ab- und Anflüge von und zu den Winter- und Sommerwirten, sowie der Fluggewohnheiten überhaupt, war das Hauptziel der Arbeit die Erfassung des täglichen Anfluges auf *Vicia faba* in seiner Abhängigkeit vom Witterungsverlauf. Dabei wurde bewußt die bei ähnlichen Untersuchungen bisher allgemein übliche Verwendung von Leimfangflächen durch die tunlichst tägliche, gewissenhafte Absammlung aller angeflogenen Läuse von zahlreichen Kontrollpflanzen ersetzt, da es keineswegs als sicher gelten kann, daß solche Leimtafeln den Anflug auf die natürlichen Objekte auch nur in einem einigermaßen richtigen

läuse herrschenden Bedingungen gesucht, und ihr Einfluß durch möglichst exakte statistische Methoden überprüft.

Als biologische Arbeitsgrundlage diente der für *Doralis fabae* im wesentlichen von BÖRNER und DAVIDSON klargestellte Zyklus mit *Evonymus europaea* (und *Viburnum opulus*, *Philadelphus coronarius*) als Hauptwinterwirten und *Vicia faba* als einer der wesentlichen Sommerwirtspflanzen (Schema). Neuerdings von BÖRNER (in litt.) gehegte Zweifel über die Rolle von *Evonymus* als Winterwirt für *Doralis fabae* konnte durch eingehende Analyse des Materials nach chätologischen Merkmalen sowie durch Wahl- und Kopulationsversuche zerstreut werden¹. Ihre Veröffentlichung erfolgt gegebenenfalls an anderer Stelle.

¹ Herrn Oberregierungsrat a. D. Dr. C. BÖRNER, sei auch an dieser Stelle für seine wertvollen Ratschläge und vielseitig gewährte Hilfe herzlich gedankt.

Auf die bisher in der einschlägigen Literatur vorliegenden Befunde anderer Autoren wird erst im Teil II in einem besonderen Kapitel über Massenwechsel und Fluggewohnheiten der Blattläuse näher eingegangen, weil sich nur dadurch die Möglichkeit bietet, sie sofort mit unseren Ergebnissen zu vergleichen.

Im Schlußkapitel sind die wesentlichsten Ergebnisse der einzelnen Abschnitte übersichtlich zusammengestellt.

Die Beobachtungen erstrecken sich auf das Stadtgebiet von Quedlinburg; nur gelegentlich wurden in angrenzenden Gebieten einzelne Stichproben gemacht. Leider waren in der ersten Hälfte der Beobachtungszeit *Viburnum opulus*-Büsche noch nicht aufgefunden, so daß sich die Beobachtungen zunächst nur auf Kolonien auf *Evonymus europaea* L. und *Philadelphus coronarius* L. beschränkten.

Um nicht von einem bestimmten Standortklima zu einseitigen Beurteilungen geführt zu werden, wurden Winterwirte an möglichst gegensätzlichen Plätzen untersucht:

1. im Schloßgarten Quedlinburg: Der Schloßgarten liegt auf einer nach OSO in das Bodetal vorgeschobenen Klippe von Neokom-Sandstein, ca. 25 m über der Umgebung (alluviale Talniederung der Bode = 120 m ü. N.N.), in stark exponierter, im Norden, Osten und Süden durch Steilabbrüche begrenzten Lage.

a) Drei große, ziemlich freistehende *Evonymus*-Büsche, fast baumförmig.

b) Eine ca. 5 m lange Reihe von ca. 1—1,5 m hohen Jasminbüschen, die in einer nach Osten offenen Terrasse relativ geschützt stehen.

2. Auf der Altenburg: Stadtwald auf Senon-Sandsteinklippe. Unterholz und krautreicher Laubmischwald (wohl ursprünglich *Querceto-Carpinetum typicum*) auf Südost-Südhang, gegen W u. N-Winde gut geschützt. In halber Höhe des Hanges, ca. 140 m hoch, 15 m über der Talsohle, mehrere *Evonymus*-Büsche, davon einer fast baumförmig 3 m hoch.

3. Im Brühl: Auwald am Rande der Bode (*Qu. Carp. corydaletosum* u. *stachyetosum*) auf alluvialem Gleyboden. Ausgesprochene Niederungslage, 120 m ü. N.N.

a) Mehrere, z. T. hohe und alte *Evonymus*-Büsche,

b) im parkartigen Teil am Stadtrande *Philadelphus*-Gebüsch,

c) auf einem Sandheger in der Bode *Viburnum opulus*-Gebüsch mit vielen kräftigen Wasserschossern, (erst ab September kontrolliert).

B. Die Entwicklung der fundatrigenen Serie.

Am 22. III. 49 beginnen die *Evonymus*-Knospen eben merklich zu schwellen, doch sind alle *Doralis*-Eier noch voll; schätzungsweise 80% zeigen mehr oder weniger starke Eindellungen.

Am 27. III. werden auf den Schloß-*Evonymus*-Büschen die ersten schlüpfenden Fundatrix-Junglarven (\oplus -L₁) beobachtet. Am 30. III. sind an allen *Evonymus*-Büschen neben zahlreichen Fundatrix-Junglarven noch viele intakte Eier festzustellen. Die Knospen haben sich bis auf 1—2 cm Länge gestreckt. (*Cornus mas* blüht ab).

Um für spätere Vergleiche ein möglichst genaues Bild des Fundatrix-Besatzes zu erlangen, wird am 4. IV. an allen Beobachtungsbüschen eine Zählung der Junglarven durchgeführt. An diesem Tage hat *Cornus mas* völlig abgeblüht, während an sehr geschützten Stellen in der Stadt die ersten *Forsythia*-Blüten sich öffnen. Die gestreckten *Evonymus*-Blattknospen beginnen sich eben zu entfalten. Es werden von jedem Busch wahllos je 10 Zweige herausgegriffen und an den 10 obersten Knospen derselben die Anzahl der hier sitzenden \oplus -L₁ festgestellt. Die meisten Eier sind nun geschlüpft oder völlig geschrumpft, so daß mindestens größenordnungs-

mäßig der Junglarven-Besatz erfaßt werden kann. An 100 auf diese Weise ausgezählten *Evonymus*-Knospen befinden sich auf dem Schloß 304, auf der Altenburg 37, im Brühl (Rondellbusch) 216 Junglarven (meist L₁, nur vereinzelt L₂). Jedoch sind keineswegs alle Knospen besetzt, wie aus der graphischen Darstellung (Abb. 1) hervorgeht. An den besetzten Knospen finden sich meist 1—5, aber auch häufig bis zu 10, selten noch mehr, maximal 18 L₁.

Nach einem starken Kaltlufteinbruch vom 8.—11. IV. April fällt schon bei der Kontrolle am 12. April auf, daß die meisten Läuse sich im 3.—4. Larvenstadium befinden, neben ihnen aber keine neuen Junglarven erschienen sind. Das Schlüpfen der Eier scheint also nur in einer eng begrenzten Zeit, etwa in den letzten März- und ersten Apriltagen erfolgt zu sein.

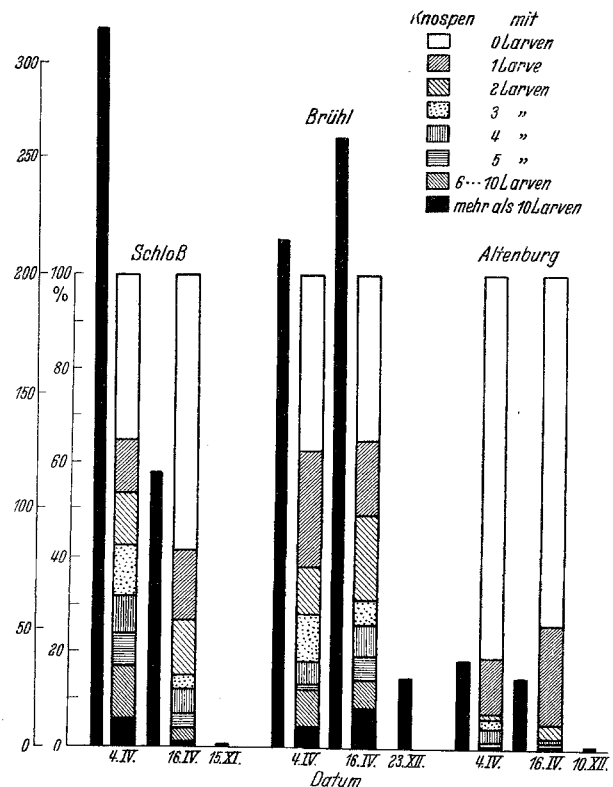


Abb. 1. Eibesatz (schwarze, schmale Säulen) und Verteilung der Fundatrix-Junglarven (schraffierte Säulen) auf den Knospen von *Evonymus europaea* L. in Quedlinburg 1949.

Am 16. April wird auf dem Waldrandbusch im Brühl und auf der Altenburg unter Hunderten von Fundatrix-L₄ u. -L₅ die erste erwachsene Fundatrix gefunden. Die *Evonymus*-Blattknospen sind nun 3—5 cm lang und beginnen sich zu entfalten. (Ende der *Forsythia*-Blüte; *Corydalis cava* blüht ab; *Acer platanoides* vollblühend). Um den endgültigen Fundatrix-Befall zu erfassen, werden wieder an den 3 Stationen je Busch an je 10 Zweigen mit je 10 Knospen, bzw. halbfaltenden Blattbüscheln die Fundatrizen ausgezählt. Dabei finden sich auf dem Schloß 116, auf der Altenburg 29, im Brühl (allerdings auf einem anderen Busch als am 4. April) 263 ältere Larven, meist des 4. Stadiums, daneben nur ganz vereinzelte erwachsene Fundatrices; Junglarven sind nirgends mehr festzustellen. Auf dem Schloß ist also der Befall deutlich zurückgegangen, an den beiden anderen Stellen nur unwesentlich angestiegen. Der Rückgang auf den Schloßbüschen dürfte auf die heftigen Regen- und Schneestürme am 8. und 9. April zurückzuführen sein, die an diesen exponierten Büschen wahrscheinlich mehr Larven herabgefegt haben als an den geschützten stehenden Büschen im Wald (Abb. 1).

Wie das Schlüpfen der Eier so geht nun auch die Entwicklung von der Altlarve zur reifen Fundatrix innerhalb der einzelnen Kolonien auf allen Büschen in wenigen Tagen vor sich. Im Brühl werden am 18. April bereits 50% Erwachsene gezählt, am 20. April finden sich ebenda an 10 nun schon weitgehend entfalteten

Blattbüscheln (Kurztriebe aus je einer Knospe) 96 $\frac{\oplus}{\ominus}$ mit zahlreichen L₁ der ersten fundatrigenen Generation ($\frac{\oplus}{\ominus}$ L₁) und nur noch 14 L₄-($\frac{\oplus}{\ominus}$). Die $\frac{\oplus}{\ominus}$ L₁ sitzen in dichten „Spiegeln“ auf den Blattunterseiten und rufen schon erhebliche Krümmungen der Blätter hervor. Am Waldboden entfalten sich die ersten *Allium ursinum*-Blüten; *Magnolia* vollblühend. Die letzte Fundatrix-Larve (L₄) wird hier am 23. gesehen. Bereits bei den nächsten Kontrollen am 23. und 25. April fällt auf, daß sich unter den Massen der sich nun rasch entwickelnden Fundatrixtöchter ($\frac{\oplus}{\ominus}$ L₁) ein großer Prozentsatz mit Flügelanlagen befindet. Vermutlich ist ihre Entwicklung schon in der ersten fundatrigenen Generation auf den außerordentlich dichten Besatz der Büsche mit Fundatrizen zurückzuführen. Die Dichte der Besiedlung geht schon daraus hervor, daß bereits jetzt, also vor der Reife der ersten fundatrigenen Jungfern, der Raum auf den Blättern nicht mehr ausreicht und auf dem Schloß wie im Brühl die jungen und mittleren Larven, aber auch die $\frac{\oplus}{\ominus}$ auf die jungen Zweige überwandern, die sie stellenweise bereits als geschlossener „schwarzer Mantel“ bedecken. Besonders im Brühl können sich die jungen Blätter gar nicht voll entfalten, weil sie so stark geschädigt werden.

Am 28. April, — bei beginnender *Prunus padus*- und *Syringa*-Blüte, *Stellaria holostea*- und *Allium ursinum*-Vollblüte und Ende der *Corydalis cava*-Blüte, — werden die ersten erwachsenen fundatrigenen Jungfern ($\frac{\oplus}{\oplus}$) — jedoch noch ohne $\frac{\oplus}{\oplus}$ L₁- auf dem Schloß-*Evonymus* festgestellt; an den anderen Stationen noch keine, wie ja die Entwicklung auf den exponierten Schloßbüschen bei warmer Witterung stets etwas vorseilt. Noch immer sind überall $\frac{\oplus}{\oplus}$ beim Absetzen von L₁ zu beobachten. Eine genaue Auszählung der einzelnen Stadien auf 5 Kurztrieben ergibt das in Abb. 2

mangels auf die Ausbildung der Flügelanlagen kommt hierbei klar zum Ausdruck. Die letzte Ursache dafür liegt in der unterschiedlichen Schädigung der Wirtspflanze: auf der Altenburg nur wenige eingerollte Blätter mit kleinen F₁-Kolonien, die wenig Nymphen produzieren; auf dem Schloß sehr viele überfüllte Blattrollen und Abwanderung auf bisher unbesetzte Blätter und beginnende Besiedlung der jungen Zweige, wobei sich schon über die Hälfte der Larven zu Nymphen entwickeln; auf den fast kahlen Brühlbüschen schließlich nur, noch dazu klein gebliebene Blattrollen, und, mangels ungeschädigter Blätter, die nicht austreiben können, dichter Befall der grünen Zweige und infolgedessen Entwicklung fast aller L₁-Larven zu Nymphen.

Am gleichen Tage werden erstmalig auch auf Jasminbüschen, die bei allen bisherigen Kontrollen weder Eier noch sonstigen Läusebesatz aufgewiesen hatten, kleine *Doralis fabae*-Kolonien gefunden: im Schloßgarten auf ca. 20–25 m von dem *Evonymus* entfernten Büschen eine $\frac{\oplus}{\oplus}$ mit wenigen L₁, auf Büschen an der Bode am Brühlrand ebenfalls eine $\frac{\oplus}{\oplus}$ mit ~ 40 Larven verschiedenen Alters, am 29. April am Schloß eine weitere $\frac{\oplus}{\oplus}$ mit L₁. Es ist nicht sicher zu entscheiden, ob diese $\frac{\oplus}{\oplus}$ sich aus vereinzelt, vorher übersehenen Eiern an diesen Pfeifensträuchern entwickelt haben, — dann wäre das Nachhinken der Entwicklung auf dem allerdings auch später und langsamer austreibenden Jasmin bemerkenswert und in Zukunft genauer zu beachten — oder ob die $\frac{\oplus}{\oplus}$ von *Evonymus* oder anderen Winterwirten zu Fuß zugewandert oder von Ameisen herbeigeschleppt worden sind. Für die letzte Deutung spricht auf dem Schloß die Nähe des stark besetzten *Evonymus*-Buschs und in beiden Fällen die Anwesenheit von *Lasius*-Ameisen (*L. emarginatus* im Schloßgarten, *L. brunneus* und *L. fuliginosus* Latr. an der Bode). Daß stark überfüllte

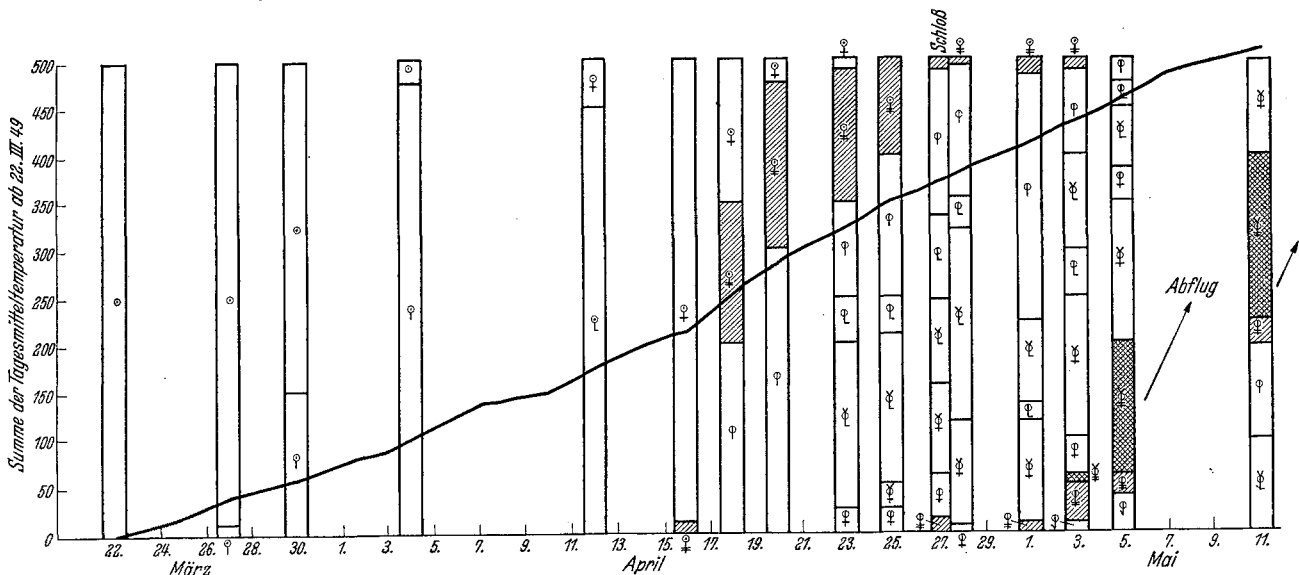


Abb. 2. Graphische Darstellung der Entwicklung und Zusammensetzung der fundatrigenen Kolonien bis zum Einsetzen des Abfluges, nach groben Auszählungen und Schätzungen in Quedlinburg 1949.

- | | | | |
|---|--|---|---|
| \circ Ei | $\frac{\oplus}{\ominus}$ Fundatrix-Alt-Larve | $\frac{\oplus}{\oplus}$ F ₁ -Junglarve | $\frac{\oplus}{\oplus}$ F ₁ -Imago |
| $\frac{\oplus}{\oplus}$ Fundatrix-Junglarve | $\frac{\oplus}{\oplus}$ „ -Imago | $\frac{\oplus}{\oplus}$ F ₁ -Mittellarve | $\frac{\oplus}{\oplus}$ F ₂ -Larven |
| $\frac{\oplus}{\oplus}$ „ -Mittellarve | | $\frac{\oplus}{\oplus}$ F ₁ -Alt-Larve | $\frac{\oplus}{\oplus}$ = Fundatrigenia mit Flügeln bzw. mit Flügelanlagen! |

dargestellte Bild, wobei sich das schon angedeutete Überwiegen von Nymphen (Larven mit Flügelanlagen) bereits in der ersten Tochtergeneration der Fundatrix bestätigt. Während auf den stark besetzten Schloßbüschen aber das Verhältnis ungeflügelter Alt- und Mittellarven zu Nymphen 5:7 beträgt, ist es auf dem extrem überfüllten Waldrandbusch im Brühl sogar 1:7. Dagegen finden sich auf dem schwach besetzten Busch in der Altenburg unter den Nachkommen der $\frac{\oplus}{\oplus}$ vorerst nur wenige Nymphen. Der Einfluß der Bevölkerungsdichte und des dadurch bedingten Nahrungs-

Blattlauskolonien auch ungeflügelte Läuse in die Umgebung auszustreuen vermögen, zeigt sich nach stürmischen Tagen sehr deutlich, wo dann der Unterwuchs vorwiegend im Windschatten der betreffenden Büsche von aufbaumenden Läusen aller Stadien besetzt zu sein pflegt. Daß auf diese Weise nicht allzu entfernte andere Winterwirte sekundär besiedelt werden können, ist durchaus wahrscheinlich. Daß nur überfüllte Kolonien als Quelle wirken, hängt damit zusammen, daß normalerweise die festgesogenen Läuse durch Erschütterungen nur schwer von Blättern und Zweigen herabgeschlagen werden können, daß dies jedoch leicht

geschieht, wenn die Läuse unruhig umherwandern, wie es ja in überfüllten Kolonien bei dem hohen Prozentsatz von hungrigen, neue Zapfstellen suchenden Tieren der Fall ist.

Zwar pflegen die herabgefallenen Ungeflügelten (Larven und $\oplus\oplus$) auf fast allen Pflanzenarten des Unterwuchses zu saugen und auch Junglarven abzusetzen, doch vermögen sie sich auf die Dauer nicht zu halten; und nur auf den normalen Wirtspflanzen entwickeln sich auf diese Weise Sekundärkolonien, noch bevor überhaupt geflügelte Stadien auftreten, unter Umständen also auch auf Winterwirten, die selbst keine Eier tragen!

Nach einem Kaltluft-Einbruch in den letzten Apriltagen ergibt die Kontrolle am ersten Mai folgendes Bild: überall noch $\oplus\oplus$, die auch noch 1. Larven gebären; auf der Altenburg und im Brühl ganz vereinzelte ungeflügelte Jungfern, die aber noch keine Töchter ($2L_j$) haben; im Schloßgarten dagegen viele mit zahlreichen Junglarven, die zum Teil schon das zweite Larvenstadium erreicht haben. Die Zahl der Nymphen nimmt überall rasch zu, nun auch auf den weniger stark besetzten Büschen auf der Altenburg und im Brühl (Ungeflügelte: Nymphen = 1:4 bzw. 1:5). Die älteren Nymphen sammeln sich vorzugsweise auf den Unterseiten bisher wenig befallener, glatter Blätter an. Auf dem Schloß werden unter ihnen die ersten frisch gehäuteten (4 Ex.) geflügelten Jungfern festgestellt ($\oplus\oplus$). Auf den Büschen im Brühl und auf der Altenburg können solche erst am 2. bzw. 3. Mai vereinzelt nachgewiesen werden. Daß die ersten geflügelten Fundatrix-Töchter erst etwas später erwachsen sind als die ungeflügelten und deshalb bei den Kontrollen auch erst später erscheinen, obwohl bei ihrer stark überwiegenden Anzahl eher das Gegenteil zu erwarten wäre, erklärt sich zwanglos aus der bekannten Tatsache, daß die Postembryonalentwicklung der Nymphen länger dauert als die der zu flügellosen Jungfern sich entwickelnden Larven.

Von den ersten Maitagen an mußte also mit Abflügen von den Winterwirten und also mit Zuflug auf die Sommerwirte gerechnet werden. Deshalb wurden vom 30. IV. an die in den Gärten und auf den Feldern des DSG-Betriebes Quedlinburg angebauten Versuchspartzen von *Vicia faba* täglich auf angeflogene *Doralis fabae* kontrolliert.

Mit dem Auftreten der reifen ungeflügelten Töchter der Fundatrizen endet die Zeit, in der die Entwicklung der fundatrigenen Kolonien auf den Winterwirten genau verfolgt werden kann, da ja die Töchter dieser Jungfern nicht von den zu gleicher Zeit weiterhin von den Fundatrizen geborenen Larven der ersten Generation zu unterscheiden sind, insbesondere nicht in so stark bevölkerten Kolonien, wo die Tiere viel umherwandern. Jedoch auch in schwächer besetzten Kolonien pflegen nun die jungen, frisch gehäuteten Fundatrigenen ($\oplus\oplus$) — auf den Sommerwirten später in gleicher Weise die entsprechenden Virginogenen ($\oplus\oplus$) — von einem lebhaften Wandetrieb erfaßt zu werden, der sich in einer möglichst gleichmäßigen Besiedlung und Ausnutzung der Wirtspflanzen auswirkt. Denn nach einiger Zeit — nach Laboratoriumserfahrungen spätestens nach 24 Stunden — erlischt der Wandetrieb wieder, und die jungen Jungfern kommen auf einem bisher völlig oder doch weitgehend unbefallenen Blatt oder Internodium, vorwiegend an jungen Blättern und Trieben, zur Ruhe und beginnen mit der Geburt von Jungen, die in ihrer unmittelbaren Umgebung zu saugen beginnen und erst abwandern, wenn sie ihrerseits zur Imago herangereift sind. Bisweilen wird die Mutter dann noch einmal zur Abwanderung veranlaßt, doch hängt das mehr davon ab, wie stark sich ihre engere Umgebung inzwischen bevölkert hat. Im Gegensatz zu diesem instinktmäßigen Wandetrieb der Jungweiber vor der Geburt ihrer ersten Töchter, der auch einsetzt, wenn sie allein oder mit wenigen Geschwistern zusammen sitzen, tritt ein Umherlaufen der Bohnenläuse in anderen Stadien nur bei Überfüllung oder anders bedingtem Nahrungsmangel ein,

meist spontan durch eine Störung von außen veranlaßt, die sonst keine solche Reaktion auslösen würde, etwa das Berühren des Blattes oder ähnliches. Die Nymphen nehmen insofern eine Sonderstellung ein, als sie sich während der letzten Stadien (L_3 und L_4) auf den Blattunterseiten voll entwickelter und möglichst ungeschädigter Blätter ansammeln, falls sie nicht schon als Junglarven an solchen Stellen, sondern an Stengelteilen, Trieben oder in Blattrollen saßen.

Die ersten Abflüge werden am 6. Mai beobachtet, doch haben ohne Zweifel schon an den vorangehenden Tagen Abflüge stattgefunden, die nur mangels richtiger Beobachtungserfahrung zunächst nicht erfaßt wurden. Auf den Saubohnen werden die ersten angeflogenen Jungfern am 5. Mai festgestellt. Bevor jedoch näher auf die Abflugbeobachtungen und die Anflüge auf den Sommerwirten eingegangen wird, soll die Entwicklung der Kolonien auf den Winterwirten zu Ende geschildert werden.

Fundatrizen werden bis zum 5. Mai auf den Büschen noch in Anzahl beobachtet, vereinzelte bis zum 16. Mai, jedoch in den letzten Tagen meist ohne Julia und mit mehr oder weniger geschrumpften Abdomen.

Die Zahl der geflügelten Jungfern, die auf den Unterseiten der entfaltenen Blätter inmitten von älteren Nymphen in Wartestellung sitzen, d. h. also das Kontingent abflugbereiter Fliegen, erreicht in den ersten Maitagen sehr bald einen Höchstwert, der eine Weile gleich bleibt, da der fortgesetzte Verlust durch Abflüge immer erneut ausgeglichen wird durch das Heranreifen von Töchtern und nun sehr bald auch Enkelinnen der Fundatrizen.

Die ungeflügelten Fundatrigenen besiedeln auf der Altenburg und im Schloßgarten die sich frisch entfaltenen Blätter und Triebe, während sie auf den überfüllten Brühlbüschen keine Nahrungsquellen mehr finden und massenhaft zu Fuß abwandern und wahrscheinlich meist zu Grunde gehen, da sie im Umkreis von mehreren Metern nur ungeeignete Pflanzen finden.

Bereits Mitte Mai, als die *Evonymus*-Büsche zu blühen beginnen, lichten sich nach Tagen mit anhaltend gutem Flugwetter aber die Kolonien erheblich, wobei die am stärksten besiedelten Büsche sich natürlich auch am raschesten entleeren. Am 16. Mai ist bereits ein großer *Evonymus*-Busch an der Bode (Brühl), der mindestens ebenso stark befallen war wie die laufend kontrollierten Waldrandbüsche, aber völlig frei steht, schon nahezu völlig läusefrei. Nur vereinzelte Blätter tragen noch kleine Gruppen erwachsener Nymphen und abflugbereiter Jungfern. Auch der Waldrandbusch ist schon weitgehend entvölkert, nur auf einigen bodennahen Zweigen, die erst spät von den $\oplus\oplus$ besiedelt worden waren, tragen noch dichter besetzte Kolonien. $\oplus\oplus$ sind auf beiden Büschen nicht mehr zu finden, so daß mit dem baldigen Erlöschen dieser anfangs so individuenreichen Kolonien zu rechnen ist. Dagegen tragen andere Büsche im Brühl sowie auf der Altenburg neben zahlreichen Nymphen und startbereiten $\oplus\oplus$ noch zahlreiche $\oplus\oplus$ mit frischer Brut. Hier fanden und finden die ungeflügelten Jungfern immer erneut frische Saugstellen, da am Anfang der Befall infolge des mäßigen Eibesatzes nicht so groß war, daß eine Überfüllung eintreten konnte. Da aber auch hier gleich in der ersten fundatrigenen Generation schon viele geflügelte $\oplus\oplus$ entstanden, die nach ihrer Reife abwandern und den Wirt nicht mit ihrer Brut belasten, besteht auch in Zukunft keine Überfüllungsgefahr, so daß diese Büsche noch viel längere Zeit befallen bleiben.

Eine Mittelstellung nehmen die einander dicht benachbart stehenden Schloßbüsche (*Evonymus*) ein, von denen zunächst der Mittelbusch sehr stark befallen war, so, daß er nun schon stark entleert ist und fast ausschließlich Nymphen und startbereite $\oplus\oplus$ aufweist, während $\oplus\oplus$ auf ihm keine geeigneten Brutplätze mehr finden konnten und offenbar auf die anfangs schwächer besetzten und daher weniger geschädigten Nachbar-

büsche übergewandert sind, so daß auf diesen nun ihre Brut und auch die ihrer erwachsenen Töchter (2. fundatrigene Generation) volkreiche Kolonien bildet, die noch einige Zeit für Nachschub an „Fliegen“ sorgen.

Die Kontrolle am 22. Mai bestätigt dieses Bild, doch ist die Anzahl der ♀♀ auf den *Evonymus*-Büschen im Schloßgarten und an den schwächer befallenen Brühlbüschen gesunken. Meist sitzen sie ohne Junglarven schon mehr oder weniger altersschwach, geschrumpft oder parasitiert da. Die Anzahl der Nymphen ist dagegen noch groß. Zahlreiche Exuvien mit Flügeltaschen deuten an, daß in der letzten Zeit starker Abflug geherrscht hat. Die einst übervölkerten *Evonymus*-Büsche im Brühl und an der Bode sind praktisch befallfrei. Nur auf der Altenburg gibt es noch ♀♀ mit frischer Brut.

In den letzten Maitagen endlich (28. V.) sind dann alle *Evonymus*-Büsche praktisch läusefrei.

Nur wenige (Altenburg, Brühl) weisen noch kleine Gruppen älterer Nymphen und flugbereiter ♀♀ auf. Etwa vorgefundene ungeflügelte ♀♀ sind alt, mindestens steril, oder parasitiert (*Aphidius*) und ohne Bedeutung. Alle stärker befallenen *Evonymus*-Büsche des Gebietes sind somit Ende Mai ohne Besatz und kommen als Quelle von Wanderfliegen nicht mehr in Betracht.

Eine Sekundärinfektion durch migrierende ♀♀ wie sie BÖRNER (in litt.) für Naumburger Verhältnisse in diesem Jahre beobachtete, kann in Quedlinburg mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Niemals wurden an den im April und Mai mindestens zweimal wöchentlich, meist aber aller ein bis zwei Tage kontrollierten *Evonymus*-Büschen geflügelte ♀♀ inmitten von Junglarven beobachtet wie das an manchen Jasminbüschen der Fall war (s. u.) (Abb. 3).

Die Entwicklung der *Doralis fabae*-Kolonien auf dem Jasmin (*Philadelphus coronarius*) nahm in vieler Hinsicht einen abweichenden Verlauf. Wie bereits oben ausgeführt, wiesen die beobachteten Büsche im Schloßgarten wie an der Bode ursprünglich wohl keinen Eibesatz auf und wurden erst nachträglich von einzelnen Fundatrizen, die nach Sturmtagen zu Fuß oder durch Ameisen verschleppt auf sie gerieten, nach dem 25. April besiedelt gefunden.

denen Alters auf benachbarten Büschen und Zweigen, eifersüchtig von Ameisen bewacht, die schwerlich alle durch erneute Zuwanderung zu Fuß entstanden sein konnten, sondern wohl von den Ameisen mit verpflanzten Töchtern der ersten beobachteten Fundatrizen gegründet sein mußten. Noch stärker ist aber der pflegerische Einfluß, den die Ameisen durch das peinliche Auflecken des süßen Kotes wie das Wegschleppen aller Toten und Exuvien sowie das Fernhalten von Feinden und Parasiten bewirken. Die Jasminkolonien sahen, solange die Ameisen sie besuchten, stets auffallend sauber, wie „geleckt“ aus. Schon in der ersten Maidekade sorgten die ersten entstandenen fundatrigenen Jungfern für rasches Wachstum der Kolonien.

Erst am 10. Mai werden auf den Schloßbüschen neben zahlreichen ungeflügelter ♀♀ und Larven aller Stadien, auch vereinzelte junge Nymphen beobachtet, die schon vermutlich der zweiten fundatrigenen Generation angehören; an der Bode treten sie am 16. Mai in Erscheinung, als auf dem Schloß bereits die ersten Altnymphen herangewachsen sind. Die große Masse der Läuse ist aber zu diesem Zeitpunkt auf *Philadelphus* noch ungeflügelt. Infolgedessen kommt die Produktion geflügelter Jungfern auch in den nächsten Wochen nur sehr zögernd in Gang, während sich die Kolonien — infolge der Massenvermehrung flügelloser Jungfern am Anfang — nun explosionsartig entfalten und die jungen Triebe mit der dicken schwarzen Schicht ihrer Leiber überziehen. Die weiter heranreifenden fundatrigenen ♀♀ befallen immer neue Triebe und überwiegen mit ihrer Brut die Anzahl der Nymphen bei weitem.

Am 19. Mai werden die ersten vereinzelt Fliegen festgestellt, die frisch gehäutet inmitten der übervölkerten Kolonien sitzen. Am 22. Mai sind in den ältesten Teilen der Kolonien, d. h. auf den zuerst besiedelten Zweigen die Nymphen zahlreicher, und auf den Blattunterseiten sammeln sich die Altnymphen und die noch nicht flugfähigen Fliegen; und auf den Oberseiten sind Abflüge zu beobachten, während im Ganzen noch immer die ungeflügelten ♀♀ und Larven die Hauptmasse der Kolonien bilden. Das Bild ändert sich infolgedessen auch in Zukunft nur hinsichtlich der weiteren Zunahme der Kolonien an Umfang und Dichte.

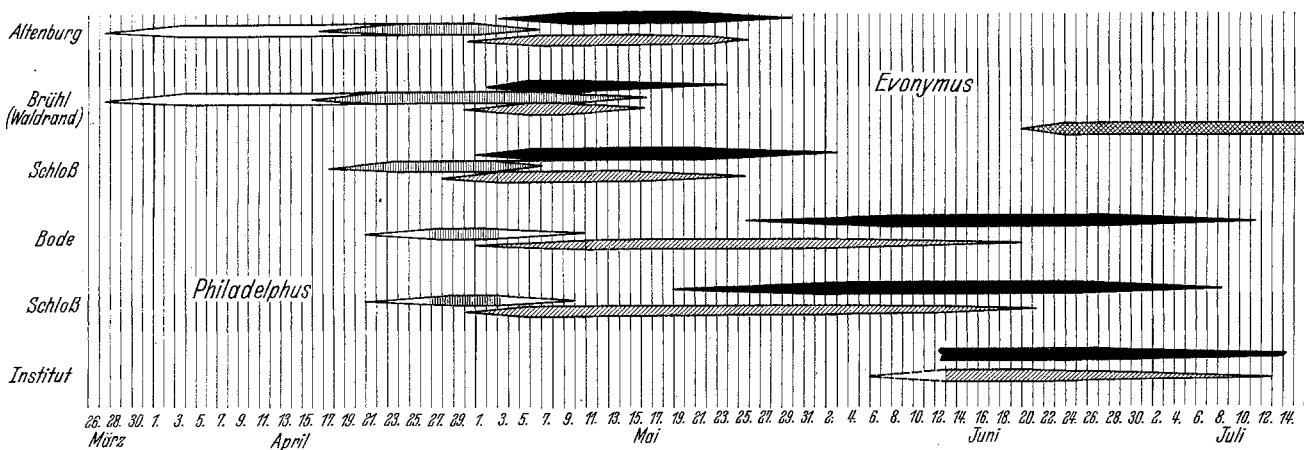


Abb. 3. Übersicht über das Auftreten von Fundatrizen (Larven: weiße Balken, Imagines: senkrecht schraffierte Balken) sowie ungeflügelter (schräg schraffierte Balken) und geflügelter (schwarze Balken) Fundatrigen auf den im Frühjahr 1949 in Quedlinburg kontrollierten Winterwitten, sowie das Erscheinen von virginogenen Fliegen (Kreuzschraffur) auf *Vicia faba*.

Die Entwicklung dieser Kolonien konnte in allen Einzelheiten verfolgt werden. Sie wuchsen in kurzer Zeit zu außerordentlich individuenreichen Kolonien heran, die sehr bald die umfangreichen Jasmingebüsche vollständig überzogen. Einen sehr wesentlichen Anteil daran hatten zweifellos die erwähnten *Lasius*-Ameisen. Zwar konnte ein Transport von Läusen durch dieselben niemals direkt beobachtet werden — er findet vielleicht vorwiegend in der Dämmerung oder nachts statt —, doch waren die Kolonien bis weit über Mitte Mai stets lebhaft von Ameisen besucht, besonders anfangs, als sie noch kleiner waren; und immer wieder fanden sich plötzlich kleine Initialkolonien von einigen wenigen Larven verschie-

Erst von den letzten Maitagen an entwickeln sich die Töchter der immer noch in Massen vorhandenen ♀♀ in stärkerem Maße zu Nymphen, und Anfang Juni besteht die überwiegende Anzahl der Kolonien aus Nymphen und geflügelten Jungfern, die in Mengen auf den Unterseiten der Blätter in Wartestellung sitzen, während die ungeflügelter ♀♀ nun zahlenmäßig zurücktreten und wenigstens zum Teil überaltert sind.

Am 12. Juni, während der Vollblüte der Pfeifstraucher, setzen sich die Kolonien nun fast ausschließlich aus Nymphen und Fliegen zusammen, während die ♀♀ nur noch in geringer Zahl an neuen Schößlingen

auftreten, wo sie aber ausschließlich Nymphen produzieren.

Zu Beginn des letzten Junidrittels macht sich dann die Verarmung an Nachwuchs durch beginnende Entvölkerung der Kolonien bemerkbar, die nun nur noch aus Nymphen und flugbereiten ♀♀ bestehen. Da die Ameisen schon seit der zweiten Hälfte des Mai verschwunden sind und die Kolonien nicht mehr säubern, läßt sich die Stärke des Abfluges der Fliegen an den zahlreichen Exuvien erkennen, die sie an den Blattunterseiten zurückließen.

Am 25. Juni sind aber die Jasminkolonien noch immer stark mit Nymphen und flugbereiten Fliegen besetzt. Zwar sind die alten, durch den Massenbefall Ende Mai/Anfang Juni schwer geschädigten Triebe nun völlig verdorrt und abgestorben, aber die durch den Regen der letzten Zeit geförderten Schößlinge sind nunmehr schwarz von Nymphen. Hierbei spielt möglicherweise Sekundärbefall durch die Brut zugeflogener fundatrigener ♀♀ eine größere Rolle. So entstanden in der zweiten Junidekade zweifellos einige Kolonien auf *Philadelphus*-Büschen im Garten des Instituts für Pflanzenzüchtung der auf drei Seiten von hohen Gebäuden, auf der vierten vom Zaun, Straße und Bode begrenzt, praktisch nur geflügelten Blattläusen zugänglich ist. Diese Büsche waren noch im Mai völlig befallfrei gewesen!

Im Verlaufe der ersten Julidekade sterben dann aber auch die letzten Kolonien auf *Philadelphus* sehr rasch aus und zu Beginn der ersten hochsommerlichen Hitzeperiode sind auch die Jasminbüsche vollkommen befallfrei.

In der Abb. 3 sind übersichtshalber die Zeiten des Auftretens der Fundatrizen, der ungeflügelten und der geflügelten Fundatrigenien auf den einzelnen Kontrollbüschen getrennt nebeneinander dargestellt, um zu veranschaulichen, in welchen Zeiträumen die Winterwirte als Quellen für die Zuwanderung auf den Sommerwirten, speziell auf den Pferdebohnen, 1949 unter Quedlinburger Verhältnissen in Frage kamen.

C. Die Abwanderung zu den Sommerwirten.

Um die Überwanderung von wirtswechselnden Blattläusen vom Haupt- zum Nebenwirt im Freien zu erfassen, ist man bei der Unmöglichkeit, die winzigen Flieger im Luftraum zu verfolgen, auf vergleichende, möglichst statistische Beobachtungen beim Start von den Büschen und beim Eintreffen auf den Nebenwirten (bzw. im Herbst umgekehrt) angewiesen.

Wie bereits oben mitgeteilt, wurden auf den kontrollierten Büschen, und zwar zuerst auf *Evonymus*, die ersten geflügelten Fundatrigenien in den ersten Maitagen, die ersten Ankömmlinge auf *Vicia faba* am 5. 5. festgestellt.

a) Der Abflug von den Büschen.

Für die Beurteilung des Befalls der Sommerwirte ist vor allem der Zeitpunkt wichtig, von dem an die Zuwanderung erfolgen kann. Die Lage desselben ist abhängig vom Witterungsverlauf des Frühjahrs und dem Besatz des Winterwirtes mit schlüpfreifen Eiern. Der Witterungsverlauf beeinflusst das Auftreten geflügelter Fundatrigenien zweifellos in der Hauptsache dadurch, daß zur Entwicklung der Fundatrizen und ihrer ersten Nachkommenschaft eine bestimmte Temperatursumme (Wärmesumme) erforderlich ist. Ob sich unter der ersten Tochtergeneration schon geflügelte Jungfern befinden, hängt von der Besatzdichte mit Eiern ab, indem — wie im vorigen Kapitel schon zu erwähnen war —, bei starkem Fundatrizenbesatz bereits ein sehr hoher, bei niedrigem ein ver-

schwindend geringer Prozentsatz von Geflügelten entsteht, je nachdem wie stark die Büsche unter dem Befall und die Läuse aus dem daraus resultierenden Saftmangel leiden. Im allgemeinen findet man die Angabe verbreitet, daß die Geflügelten erst in der 2. und 3. Generation auftreten. Im vorliegenden Falle traten Geflügelte bereits an allen beobachteten *Evonymus*-Büschen in der 1. Tochtergeneration auf, jedoch je nach der Befallstärke in sehr wechselndem Maße, dagegen auf dem höchstwahrscheinlich erst sekundär besiedelten Jasmin (*Philadelphus*) erst in der 3., höchstens 2. Generation.

Es war nicht anzunehmen, daß der Abflug der geflügelten Jungfern von den Büschen vom Zeitpunkt ihres ersten Auftretens an pausenlos erfolge, sondern in Abhängigkeit von Tagesverlauf und Witterungseinflüssen. Diese Verhältnisse durch direkte Beobachtung aufzuklären, war unerlässlich für die Beurteilung der Zuflugerscheinungen an den Sommerwirten. Es galt dabei das Verhalten der jungen Fliegen von ihrer letzten Häutung an in der natürlichen Umgebung und ohne experimentellen Eingriff zu prüfen.

Bei der fast täglichen Kontrolle der Kolonien auf den Büschen fiel schon bald auf, daß die älteren Nymphen ihre ursprünglichen Saugplätze an Triebspitzen und in den Blattrollen fast ausnahmslos verlassen und sich auf älteren oder auch jüngeren, aber nicht geschädigten und also nicht gerollten Blättern ansiedeln. Sie sammeln sich hier auf den Unterseiten in mehr oder weniger großen Verbänden an, die schon dadurch auffallen, daß sie mehr oder weniger gleichaltrige Tiere umfassen, denn ihre Angehörigen sind natürlich nur zum Teil Geschwister, sondern meist Töchter verschiedener Mütter. Diese Nymphen sind strenger negativ phototaktisch als jüngere Larven. Die jungen geflügelten Jungfern, die aus diesen Nymphen hervorgehen, bleiben zunächst nach der Häutung noch eine gewisse Zeit hier zwischen ihren noch larvalen Genossen sitzen. Sie sind leicht an dem zunächst milchigen Aussehen ihrer Flügel und an dem Hochglanz der Haut zu erkennen, die erst allmählich durch die wieder einsetzende Wachsproduktion das charakteristische stumpfe Schwarz erhält. Wie lange diese Wartezeit der frisch gehäuteten Geflügelten auf den Unterseiten der Blätter anhält, wurde im einzelnen nicht untersucht, soll aber im kommenden Jahre an eingetopften *Evonymus*-Büschen geprüft werden. Die Temperatur (u. Tageszeit) spielt dabei eine ausschlaggebende Rolle. Man kann den physiologischen Zustand der noch nicht oder schon vorhandenen Flugbereitschaft leicht am Verhalten der jungen Geflügelten zum Licht prüfen. Solange sie nämlich noch nicht flugreif sind, kehren sie hartnäckig auf die Blattunterseiten zurück, wenn man sie auf die Blattoberseiten setzt. Dreht man ein besetztes Blatt um, so kriechen die jungen Fliegen als erste, bald gefolgt von den Nymphen auf die jetzt nach unten gewandte Oberseite. Sie sind also noch ausgesprochener negativ phototaktisch als die Altnymphen und kriechen sofort wieder in den Schatten.

Diese Lichtscheu schlägt aber dann nach Erlangung der Flugreife um in ein auffälliges Streben zum Licht, daß nur durch Ungunst anderer Witterungsfaktoren, zu geringer Temperatur, zu hoher Windgeschwindigkeit usw. zeitweilig unterdrückt werden kann.

Sehr eindrucksvoll ist dieser Widerstreit der „Stimmungen“, — das heißt der positiven Phototaxis, die dann in letzter Auswirkung zum Abflug in Richtung der größten Helligkeit führt und dem Ausweichen vor ungünstigen (Abflug-) Verhältnissen auf den Blattoberseiten — am frühen Morgen eines Maitages oder bei böigem „Rückseiten-Wetter“ mit wechselnder Bewölkung und Einstrahlung zu beobachten. Während in der Nacht und in der Kühle des Morgens nirgends geflügelte Jungfern auf den Blattoberseiten zu sehen sind, kommen nun mit zunehmender Erwärmung anfangs einzelne, später immer mehr von den Wartepätzen auf den Blattunterseiten nach oben gelaufen und beginnen mit Abflugvorbereitungen auf der Plattform der dem Lichte zugekehrten, etwas konvex gewölbten Oberfläche der Blätter. Selten sieht man diese Fluglustigen weiter umher laufen, meist dient ihnen das gleiche Blatt, dessen konkave Unterseite ihnen Schutz und Ruheplatz während der letzten Entwicklung zur Flugreife bot, nun mit seiner Oberseite als Startfläche. Ganz selten erfolgt einmal ein Abflug von der Spitze eines jungen noch nach oben gerichteten Blattes oder sonst einem exponierten Platz, weil dort offenbar die Luftströmungen zu turbulent sind, so daß die Läuse in der Regel von solchen Punkten wieder auf die Blätter zurückkehren, wenn sie einmal dahin geraten waren.

Um die mikroklimatischen Bedingungen für den Abflug der fundatigenen Geflügelten am Standort zu erfassen, wurden an einem Pfaffenhütchenstrauch der Kontrollstelle im Brühl (3) thermoelektrische Temperaturmessungen durchgeführt. Zur Temperaturbestimmung diente dabei ein von A. MADE entworfenes Thermolement in einer Glashaltervorrichtung. Die Drähte Konstantan und Kupfer, mit einem Durchmesser von 0,05 mm, waren an einem freien 4,5 cm langen Stück weich gelötet. Die Vergleichslötstelle, 20 cm von der Meßstelle entfernt, war mit einem thermisch trägen Wachsguß umschlossen, so daß ihre Temperatur mit einem kleinen Quecksilberthermometer leicht zu bestimmen war. Als Meßinstrument wurde ein Multiflexgalvanometer der Firma DR. LANGE, Berlin verwendet. Im Fehlerbereich des Multiflexgalvanometers waren die Thermolemente ohne Strahlungsfehler. Durch Kontrollmessungen mit einem ASSMANNschen Aspirationpsychrometer wurde die Meßgenauigkeit des Thermolementes überwacht.

Bei den Messungen kam es vor allem darauf an, die Blattoberflächentemperaturen zu bestimmen, bei denen der Abflug der Blattläuse erfolgt. Zu diesem Zweck wurde die Meßlötstelle des Thermolementes auf die Blattoberfläche aufgelegt, so daß gerade die Temperatur erfaßt wurde, unter der auch die einzelne Blattlaus lebt und zum Abflug vom Winterwirt angereizt wird. Bei einer Versuchsreihe am 18. 5. 1949 war es um 6 MEZ leicht dunstig, bei 6/10 Strato-cumulus- und Cirren-Bedeckung. Es war am Meßort windstill mit schwacher Sonneneinstrahlung. Die Messungen wurden vor allem an einem Blatt durchgeführt, welches mit der Blattoberfläche senkrecht zur Einstrahlungsrichtung stand. Zu Beginn der Meßreihe waren alle Blattläuse auf der Unterseite der Blätter. Die Blattoberflächentemperatur betrug 14,1 bis 15,6° C. Erst als um 0630 MEZ der Frühdunst sich auflöste und die Einstrahlungsintensität zunahm und damit auch die Blattoberflächentemperatur, kam es bei 16,5° C zu einem ersten Abflug.

Wir konnten nun mit dem praktisch trägheitslosen Meßinstrument an der Blattoberfläche äußerst schnell

hintereinander verschiedene Meßpunkte erfassen und so die zeitweilige Temperaturverteilung der Blattoberfläche und der Blattunterseite bestimmen. Diese Temperaturverteilung (Abb. 4) hatte offensichtlich

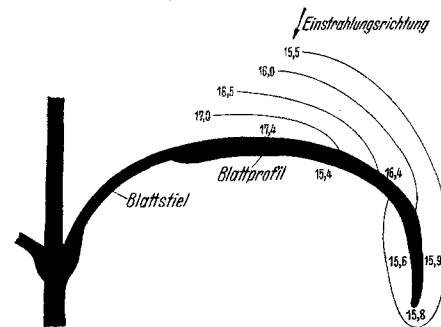


Abb. 4. Temperaturverteilung auf einem Pfaffenhütchenblatt beim Abflug von *Doralis fabae*.

zur Folge, daß die geflügelten Fundatigenen von der kühleren Unterseite des Blattes auf die wärmere Oberseite liefen, um schließlich in einem Temperaturbereich um 17° C zum Abflug angereizt zu werden. Die Isothermen der Abb. 4 sind in ihrem Abstand von der Blattoberfläche überhöht, weil es sich bei unseren Meßreihen um Blattoberflächentemperaturen handelt und der Temperaturgradient von der Blattoberfläche zur umgebenden Luft so groß ist, daß eine zeichnerische Darstellung des Temperaturgefälles nur durch diese Verzerrung möglich war. Die Lufttemperatur entsprach etwa der Temperatur der Blattunterseite. Durch eine Häufigkeitsverteilung (Abb. 5) aller Meßergebnisse ergab sich eine klare Lagerung der Abflugtemperatur um 17° C.

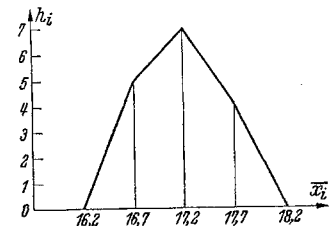


Abb. 5. Häufigkeitsverteilung der Abflugtemperatur von *Doralis fabae* von einem Pfaffenhütchenstrauch.

Bei Augenbeobachtungen vieler weiterer Abflüge von geflügelten Fundatigenen von Pfaffenhütchenbüschen an verschiedenen anderen Tagen wurde mit einem ASSMANNschen Aspirationpsychrometer die Lufttemperatur in der Nähe der Büsche jeweils gemessen. Diese Lufttemperaturen stimmen selbstverständlich nicht mit den Blattoberflächentemperaturen überein und es kann aus diesen Beobachtungen eine Temperaturerhöhung zur Blattoberfläche bei Sonneneinstrahlung von 1–4° C abgeschätzt werden. Auffallend sind nur wenige Tage, vor allem Mitte Mai, wo schon bei 12–14° C Lufttemperatur Abflüge zu beobachten waren; daß es sich dabei um Blattoberflächentemperaturen dicht bei 16–17° C handelte, dürfte als wahrscheinlich anzunehmen sein. Interessant sind nur dabei die zu beobachtenden Temperaturschwankungen, die selbst in der gegenüber der wirklichen Temperaturänderung stark gedämpften Temperaturregistrierung des Thermographen in der benachbarten englischen Wetterhütte der agrarmeteorologischen Forschungsstation Quedlinburg im Stumpfsburger Garten noch als 3° C im Registrierstreifen zu finden sind (Abb. 6). Diese Temperaturunruhe scheint ebenfalls noch als Anreiz zum Abfliegen zu werten sein, selbst wenn der Schwellenwert bei 17° noch nicht erreicht ist. Dieser Reiz der Temperaturschwankungen

konnte später nochmals in der sog. Schwärmphase festgestellt werden (s. Teil II). Eine Temperaturänderung tritt auch beim Start der Läuse von einer Blattoberfläche ein. Das Beispiel der Abb. 4 zeigt am Startplatz $17,4^{\circ}\text{C}$ und in der darüber lagernden Luft ungefähr $15,5^{\circ}\text{C}$, so daß die Laus beim Start ein Temperaturgefälle von etwa 2°C durchfliegt. Wenn auch sicher

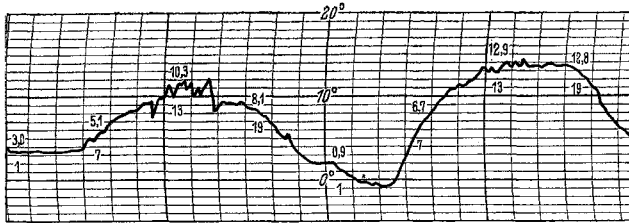


Abb. 6. Temperaturregistrierung vom 10. Mai 1949 und 11. Mai 1949. Die Zahlen über der Registrierkurve geben die mit dem Stationsthermometer gemessenen Vergleichstemperaturen und die Zahlen unter der Kurve die Ortszeit an.

durch die Flugbewegung eine zusätzliche Erwärmung erfolgt, so scheint doch diese Temperaturänderung nicht hindernd auf den Flug zu wirken.

Ist aber die zum Abflug nötige Temperatur von ungefähr 17°C auf der Startfläche bzw. $14\text{--}15^{\circ}\text{C}$ in der umgebenden Luft noch nicht erreicht oder etwa durch Wolkenschatten, Kaltlufteinbruch o. ä. wieder unterschritten oder herrscht bei an sich ausreichender Erwärmung der Luft eine zu hohe Windgeschwindigkeit, dann kriechen die flugbereiten Läuse wieder auf die schützende Blattunterseite, um dort zu verharren. An einzelnen, längere Zeit genau verfolgten Läusen konnte festgestellt werden, wie sie in Abständen von einigen Minuten oder auch längerer Zeit wieder einmal nach oben laufen, um die Startbedingungen erneut durch Abflugversuche zu prüfen; wahrscheinlich besonders immer dann, wenn sich — etwa durch erneute Einstrahlung — eine zum Abflug reizende Temperaturverteilung eingestellt hat. Erst wenn die Witterungsverhältnisse zu ungünstig werden, d. h. die Temperaturschwelle zu weit unterschritten oder der Wind zu heftig wird, verharren sie bis zur Wetterbesserung endgültig auf ihren Warteplätzen auf den Blattunterseiten.

Im allgemeinen benötigen die startbereiten Jungfern einige Minuten bis zum endgültigen Abflug, wobei auch bei diesen Startvorbereitungen die Höhe der Temperatur eine verzögernde oder beschleunigende Rolle spielt. Nur selten sieht man eine Laus nach dem Besteigen der Blattoberfläche anschließend sofort abfliegen, und in diesem Falle handelt es sich vermutlich um ein Tier, das bereits wenigstens eine Startvorbereitung hinter sich hatte und nur durch die Ungunst der momentanen äußeren Umstände nicht zum Abflug gekommen war und deshalb wieder die Blattunterseite aufgesucht hatte. In mehreren Fällen der individuellen Durchbeobachtung konnte das festgestellt werden; wie übrigens alle diese Startbeobachtungen an verschiedenen Büschen und zu wiederholten Malen durchgeführt wurden; doch würden die Einzelprotokolle hier zu viel Raum beanspruchen.

Die flugbereite „Fliege“, die zum ersten Male auf die Startfläche kommt, beginnt nach kurzer Zeit die Flügel zu lüften. Dabei werden zunächst nur die Vorderflügel steil nach oben und vorn geführt, dann erst auch die Hinterflügel, jedoch nicht so weit. Sehr häufig werden nach diesem kurzen, ein- bis mehrmaligen „Flügel-

recken“ die Flügel wieder zusammengeklappt. Erst nach einer Ruhepause von wenigen Minuten, bei höheren Temperaturen auch nur Sekunden, während der die Laus meist gar nicht oder nur wenig umherläuft, wird bei erneutem Flügelspreizen nun versucht, die Vorder- und Hinterflügel zu der beim Fluge erforderlichen Einheit zusammen zu kuppeln. Das gelingt beim ersten Male offenbar nicht ganz leicht und muß gewissermaßen erst geübt werden, während es bei späteren Starts und besonders bei höheren Temperaturen so blitzschnell vor sich geht, daß es der Beobachtung im allgemeinen entzogen ist. Zunächst werden wieder die Vorderflügel seitlich abgespreizt und ziemlich starr schräg nach oben gerichtet gehalten. Daraufhin werden auch die Hinterflügel, an deren Vorderkante sich bekanntlich oben ein aus mehreren versteiften Borsten gebildeter, nach rückwärts gebogener Haken befindet, nachgeführt und mit eigenartigen, zugleich rudernden und kippenden Bewegungen mit kleiner Amplitude versucht, sie mit dem Vorderflügel-Hinterrand in Kontakt zu bringen, der etwa in der Mitte eine Strecke weit krepfenförmig nach unten umgebogen ist. Erst wenn der Hinterflügel durch die von unten nach oben drehenden Bewegungen mit seinem Haken in diese Rinne eingegriffen hat, ist die Kuppelung hergestellt. Die Laus richtet sich bei diesen Bewegungen mit mehr oder weniger durchgedrückten Vorder- und Mittelbeinen steil auf, offenbar um den für die langen Flügel nötigen Bewegungsspielraum über der Startfläche zu haben. Hat dieses etwas un gelenk anmutende „Fischen“ der Hinterflügel nach der Vorderflügel-Hinterkante zum Erfolg geführt, was meist erst nach einigen vergeblichen evtl. durch längere Ruhepausen mit angeklappten Flügeln unterbrochenen Versuchen gelingt, und ist damit die einheitliche Flugfläche hergestellt, so erfolgt sofort der Abflug.

Meist hat sich die Laus schon während des Flügelreckens und der Einklinkversuche unter lebhaftem Fühlerspiel gegen die herrschende Luftströmung gedreht und so erfolgen auch die Abflüge bevorzugt gegen den Wind, wobei unter Wind hier nur sehr schwache Windgeschwindigkeiten zu verstehen sind. Leider standen uns damals zur Messung solcher niedriger Windgeschwindigkeiten noch keine so fein reagierenden Anemometer zur Verfügung, so daß dieser zweite, die Abflugfrequenz wesentlich beeinflussende Faktor nicht genauer erfaßt werden konnte. Es wurden aber auch mehrfach Abflüge in anderer Richtung festgestellt, besonders dann, wenn wie bei Büschen in gedeckter Lage, etwa am Waldrande, die Richtung des stärksten Lichteinfalls nicht mit der Windrichtung zusammenfiel. Offensichtlich ist es den Läusen — wie allen Fliegern — unangenehm, wenn ihnen der Wind von hinten gegen die Flügel bläst. Ist er zu heftig, so gelingt schon das Flügelrecken und -kuppeln nicht und die Laus ist zum Warten auf einen ruhigeren Moment oder gar zum Rückzug auf die Blattunterseite gezwungen.

Richtungswesend für den Abflug bleibt aber offenbar die Richtung der größten Lichtintensität. Wenn der Start auf einem versteckt liegenden Busch oder auf der vom Licht abgewandten Seite (Waldrand) erfolgen mußte, so war stets zu beobachten, daß sich der Flug nach einem unsicheren Schwanken sehr bald nach dem Hellen wendete und dann mehr oder weniger steil hinaus in den freien Luftraum führte. Durch dieses stark positiv phototaktische Verhalten werden die abfliegenden Läuse zwangsläufig aus der Gebüschzone des Waldes ins Freie hinaus geleitet, wo ja auch ihre Sommerwirte allein zu finden sind.

Dabei fliegen sie zunächst wenigstens aktiv d. h. unter Umständen der herrschenden Luftbewegung entgegen; nur höchst selten kommt es vor, daß eine Laus beim „Flügeln“ von einem kräftigeren Luftstoß erfaßt und „gegen ihren Willen“ davon getragen wird. Dagegen tritt das unter Umständen natürlich leicht ein, wenn sie in relativ geschützten, ruhigen Lagen gestartet ist und dann hinaus in den freien Luftraum kommt, wo sie dann passiv mit fortgeführt wird. Welche Rolle bei der Wanderung, insbesondere bei großen Entfernungen der aktive Flug und welche die passive Verfrachtung im Einzelnen spielen, ist schwer zu entscheiden. Das Streben der Laus nach dem Start ist zunächst der aktive, zur größten Helligkeit hinführende Flug, der wohl erst später von

der Suche nach einem neuen Wirt abgelöst wird. Es gelingt jedenfalls nicht, vom Winterwirt kurz vor dem Abfliegen eingesammelte Fliegen im Käfig zur Annahme oder Wahl von Sommerwirtspflanzen zu bewegen. Sie streben unaufhaltsam zum Licht und versuchen zu fliegen; nur ein geringer Prozentsatz entschließt sich dann nach längerer Zeit zur Annahme des gebotenen Futters. Wahrscheinlich muß erst eine gewisse Ermüdung durch den Flug eintreten, bevor der Trieb, eine neue Nahrungsquelle aufzusuchen, ausgelöst wird.

Häufig sind, besonders bei noch kaum über dem Schwellenwert von 14–16° C Lufttemperatur liegender Erwärmung Fehlstarts zu beobachten, bei denen der Flug nach kurzer, oft mehr oder minder gekrümmter Bahn in der Nähe auf Blättern oder auf dem Boden endet. Dann werden die Startplätze meist zu Fuß wieder erstiegen.

Es ist leicht einzusehen, daß bei günstigen Flugbedingungen fortwährend Abflüge in dem Maße erfolgen wie die Jungläuse heranreifen und flugreife Imagines ergeben, andererseits aber durch Zeiten mit unterschwelligen Witterungsfaktoren (Temperatur und Windgeschwindigkeit) eine Anhäufung von Startbereiten eintreten muß, die dann bei der ersten günstigen Gelegenheit, d. h. sobald die Grenzwerte erreicht sind, in relativ kurzer Zeit davonfliegen. Infolgedessen kommt es nach solchen Perioden zu Massenstarts und Massenflügen, die jedoch dann sehr bald abklingen, selbst wenn die Flugbedingungen günstig bleiben, da eben dann nur noch die vergleichsweise verhältnismäßig geringe Zahl von gerade flugreif werdenden Läusen abfliegen kann. Derartige Stauungen und anschließende Massenabflüge treten besonders nach Kaltlufteinbrüchen auf, wie sie im Frühjahr ja häufig sind, aber auch nach jeder Nacht. Deshalb wurden am ersten wärmeren Tage nach solchen Kälteperioden und am frühen Morgen stets die meisten Abflüge beobachtet, während oft schon nach weniger als einer Stunde bzw. in den folgenden Tagen warmer Witterung die Startfrequenz stark nachläßt. Daß sich diese Verhältnisse auch beim Anflug widerspiegeln, war zu erwarten und wird weiter unten näher zu besprechen sein.

b) Der (tägliche) Anflug auf *Vicia faba* unter Berücksichtigung der Witterungsfaktoren.

Nachdem die biologischen Voraussetzungen und eine der wesentlichsten Witterungsbedingungen, die untere Grenze der Abflugtemperatur (17° C auf der Startfläche), für den Beginn des Wanderfluges im Frühjahr festgestellt worden war, mußte es möglich sein, einen weiteren wesentlichen Punkt des Massenwechsels von *Doralis fabae*, den Anflug auf den Sommerwitten und die Abhängigkeit seines Verlaufes und seiner Intensität von den Witterungsfaktoren, zu studieren.

Zur Beurteilung der Anflugverhältnisse auf den Sommerwitten werden hierbei die Ergebnisse von Auszählungen verwandt, die von Anfang Mai an, also vor dem Auftreten der ersten Geflügelten auf den Kontrollbüschen, an zahlreichen Pflanzen verschiedener Sorten, (vorwiegend Rastatter und Schlanstaedter) von *Vicia faba* L. täglich oder in Abstand von 2 bis 3 Tagen bis weit in den Oktober hinein durchgeführt wurden. Aus der folgenden Übersicht ist zu entnehmen, wie viele Pflanzen dabei durchschnittlich kontrolliert wurden:

1. V.	—27. V.	etwa 325 Pflanzen
28. V.	—30. VI.	„ 225 „
1. VII.	—12. VII.	„ 150 „
13. VII.	—22. VII.	„ 60 „
23. VII.	—10. VIII.	„ 2—4 „
11. VIII.	—22. X.	„ 40 „

Im Hochsommer konnten es wegen des Massenanstufes und aus arbeitstechnischen Gründen nur wenige sein. — Verschiedene *Vicia faba*-Sorten wurden gewählt, um etwaige Unterschiede in der Anflugfrequenz zu erfassen. Diese spielen aber bei der vorliegenden Fragestellung keine Rolle und können außer acht bleiben. Da die Lebensdauer einer *Vicia faba* bedeutend kürzer ist als die Gesamtdauer des Blattlausanfluges auf die Sommerwitten, ferner die Anziehungskraft vor der Reife bereits sehr nachläßt, mußten im Laufe der Untersuchungsperiode mehrfach erneut Bohnen ausgelegt werden. Die Zählungen erfolgten also nicht durchgängig an dem gleichen Pflanzenmaterial. Da die Pflanzen aber schon sofort nach dem Auflaufen von den Blattläusen angenommen werden und sich mindestens bis nach der Blüte keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich der Anlockwirkung ergeben haben, spielt dieser Umstand keine Rolle. Die erste Aussaat erfolgte am 30. März, weitere am 9. Mai und 18. Juni, 20. Juli und 2. September. Da es später im Sommer infolge des ungeheuren Befalls nicht möglich war, Pflanzen im Freien zu normalem Aufwachsen zu bringen, wurden sie entweder vom Auflaufen bis zum Versuchsbeginn durch Glaszylinder mit Gazedeckeln geschützt, oder dann im Gewächshaus angezogene Pflanzen verwandt, die erst ins Freie gebracht wurden, wenn sie eine gewisse Höhe erreicht hatten, so daß sie dem Befall wenigstens eine Weile stand hielten. Ähnlich wurde auch in einem erst spät im Frühjahr für die Versuche zur Verfügung stehenden Garten verfahren, um Zeit zu gewinnen. Die Pflanzen standen einzeln in 2—3 Reihen von 50 cm Entfernung und in 50 cm Abstand. Um die Übersicht beim Ablesen der Läuse zu erleichtern, wurden alle Neben- und Seitentriebe, die sich in Sonderheit bei so weit gestellten Pflanzen leicht entwickeln, stets frühzeitig entfernt. Alle Pflanzen waren nummeriert. Derartige Versuchsreihen lagen in drei verschiedenen Gärten und im Institutsgarten des DSG-Betriebes Quedlinburg und umfaßten jeweils 44 bis 165 Pflanzen. Diese Gärten liegen alle auf dem alluvialen Talboden der Bode und sind untereinander und von den kontrollierten Winterwitten (mit Ausnahme der Altenburg) 250 bis 1000 m entfernt, so daß wohl ohne weiteres anzunehmen ist, daß sie im Flugbereich der von den Kontrollbüschen startenden Läusen liegen, womit nicht gesagt sein soll, daß nicht auch aus anderen Quellen und von weiter her Läuse zu den Versuchsbohnen geflogen sein können; denn wir wissen ja über den Aktionsradius des aktiven Fluges zum mindesten von *Doralis fabae* fast nichts und vermögen über passive Verfrachtung durch Winddrift im Einzelfalle wohl nie etwas bestimmtes zu sagen. Auch waren uns zweifellos selbst im engeren Versuchsgebiet nicht alle Winterwitten bekannt.

Die Kontrollen wurden meistens vormittags, soweit Witterung und Zeit es erlaubten täglich, vielfach in einem zweitägigen Turnus in der Weise durchgeführt, daß an jedem Tage immer nur die Hälfte der Versuche erfaßt wurde. Dabei wurde jede Pflanze sorgfältig von oben bis unten hin abgesucht, und die etwa angeflogenen Läuse samt der etwa schon abgesetzten Brut gezählt und entfernt, d. h. meist in 96% Alkohol eingesammelt. Dabei wurden auch alle ohne Mutter angetroffenen Jungläuse vernichtet, so daß die Pflanze nach der Kontrolle wieder völlig läusefrei waren. Nur wenn sich mit genügender Sicherheit feststellen ließ, daß derart verwaiste Jula (= Junglarven) auf Grund ihres Alters und ihrer Situation an der Pflanze nicht etwa von einer gleichzeitig an der Pflanze angetroffenen oder bei der vorhergehenden Kontrolle abgelesenen Jungfer, sondern nur von einer inzwischen an-, aber vor der Kontrolle bereits wieder abgefliegenen Mutter stammen konnten, wurde dieser Befund als Anflug und Abflug gewertet.

Insgesamt wurden bei diesem Versuch in zusammen 117 Tageskontrollen zwischen dem 1. Mai und 22. Oktober 24 681 geflügelte *Doralis fabae* abgelesen.

Die angeflogenen Jungfern suchen auf den Bohnen bald nach der Ankunft versteckte, d. h. schattige Stellen auf, vorwiegend in der Gipfelzone, wo sie sofort mit dem Absetzen von Jula beginnen. Vorzugsweise sitzen sie zwischen den einander berührenden Flächen der jungen, noch nicht entfaltenen Blätter, in Blattachsen und unter Nebenblättern, sehr häufig auch in den anfangs noch tütenförmig nach oben eingerollten Rändern der sich eben entfaltenden Blätter — hier also entgegen der sonstigen Gewohnheit auf der Oberseite, die jedoch vom Lichte abgewandt nach innen gewickelt ist, — später auch vielfach in den jugendlichen Knospenständen, an deren Stielen und Kelchen, nur zuletzt im Sommer und an älteren Pflanzen auch frei auf den Unterseiten älterer, glatter Blätter.

Selbstverständlich erfordern derartige Absammlungen ein hohes Maß von Geduld und Gewissenhaftigkeit, besonders bei niedrigen oder sehr hohen Temperaturen und bei Niederschlägen. Es sei an dieser Stelle unseren Mitarbeiterinnen, insbesondere Fräulein M. STRAUB, für ihre unermüdliche Hilfe herzlich gedankt.

Da man nicht voraussetzen darf, daß sich die Läuse wahllos überall niederlassen, und da sie auch nur selten vom Winde direkt angeweht werden, erzielt man mit dieser mühsamen Methode jedenfalls zuverlässigere Ergebnisse als mit der vielfach üblichen Verwendung von Leimfangflächen, die bestenfalls einen gewissen, aber wahrscheinlich nicht konstanten Prozentsatz des Fluges erfassen. Gewisse Fehlerquellen haften natürlich auch unserer Methode an; denn ein Teil der anfliegenden Jungfern wird, ohne Jula hinterlassen zu haben, zwischen zwei Kontrollen wieder abfliegen, ein anderer von Feinden vernichtet, von Regengüssen oder Sturm herabgeschlagen sein. Die tägliche, unter Umständen mehrfach wiederholte Kontrolle, ergibt natürlich, besonders für die meteorologische Auswertung, die besten Daten, andererseits sind Kontrollen bei Schlechtwetter, insbesondere Dauerregen praktisch kaum mit der nötigen Genauigkeit durchzuführen.

Bei der Auswertung und Beurteilung der erhaltenen Anflugzahlen ist zu berücksichtigen, daß sie, da fast ausschließlich in der ersten Hälfte des Vormittags abgelesen wurde, die Anflugverhältnisse des Vortages widerspiegeln und deshalb in den graphischen Darstellungen auch nur in bezug auf diesen eingetragen und bei den Berechnungen entsprechend verwandt wurden. Dabei konnte die Höhe des täglichen Anfluges nicht direkt, sondern nur pro Pflanze wiedergegeben werden, da die Zahl der kontrollierten Pflanzen nicht konstant war. Ferner mußte infolge der gewaltigen Unterschiede in der Anflugmenge für die erste Periode des Anfluges (Mai—Anfang Juni) ein größerer (Abb. 8a), für die zweite ein bedeutend kleinerer Maßstab (Abb. 8b) gewählt werden. Ihr Verhältnis ist u. a. aus der Übersichtsdarstellung in Abb. 7 zu erkennen. Tage, von denen keine Kontrollergebnisse vorliegen, wurden in der graphischen Darstellung und Berechnung ausgeschaltet, obwohl wir natürlich nicht wissen, in welchem Maße ihr Anflug die Menge der abgelesenen Läuse am nächsten Kontrolltage beeinflusste. Wie jedoch später nachgewiesen wird, verschwindet ein hoher Prozentsatz der angeflogenen Läuse bereits innerhalb von ein bis zwei Tagen wieder von den Bohnen, so daß der Fehler bei diesem Verfahren geringer zu sein scheint, als wenn man den Anflug des Kontrolltages gleichmäßig mit über die vorhergehenden fehlenden verteilte.

Eine ausführliche Besprechung des Anflugverlaufs erfolgt erst im Anschluß an die statistische Bearbeitung

der erhaltenen Werte, da durch diese das Verständnis der Ergebnisse vor allem hinsichtlich des Einflusses der Witterungsfaktoren wesentlich erhöht wird.

Statistische Bearbeitung der Anflugzahlen in Verbindung mit den Witterungsfaktoren.

Das vorliegende Beobachtungsmaterial ist in Abb. 7 u. 8 dargestellt. Bei der hier vorliegenden Zeitreihe konnte die von DAEVES und BECKEL entwickelte Methode zur Analyse von Häufigkeitsverteilungen in Anwendung gebracht werden. Indem jeder Tag als Klasseneinteilung mit einer bestimmten Häufigkeit d. h. einem Anflug von Blattläusen pro kontrollierter *Vicia faba* aufgefaßt wird, ließ sich der Anflug in zwei Abschnitte gliedern, die einerseits auf der Zuwanderung der fundatrigen Fliegen von den Winterwirten, und andererseits auf dem Zuflug der virginogen erzeugten Fliegen von den Sommerwirten beruhen. Die erste Trennung des Gesamtkollektivs wurde dementsprechend mit dem 8. zum 9. Juni festgelegt. So wurde aus dem Gesamtkollektiv vom 3. Mai bis zum 30. August, (die Anflüge im September und Oktober wurden wegen ihres äußerst geringen Zahlenwertes bei der statistischen Bearbeitung vernachlässigt), zwei Kollektive gebildet, und zwar das erste Kollektiv vom 3. Mai bis zum 8. Juni und das zweite Kollektiv vom 9. Juni bis zum 31. August. Die Bearbeitung der beiden Kollektive erfolgte nun völlig getrennt. Zunächst kam es darauf an, die Grund-

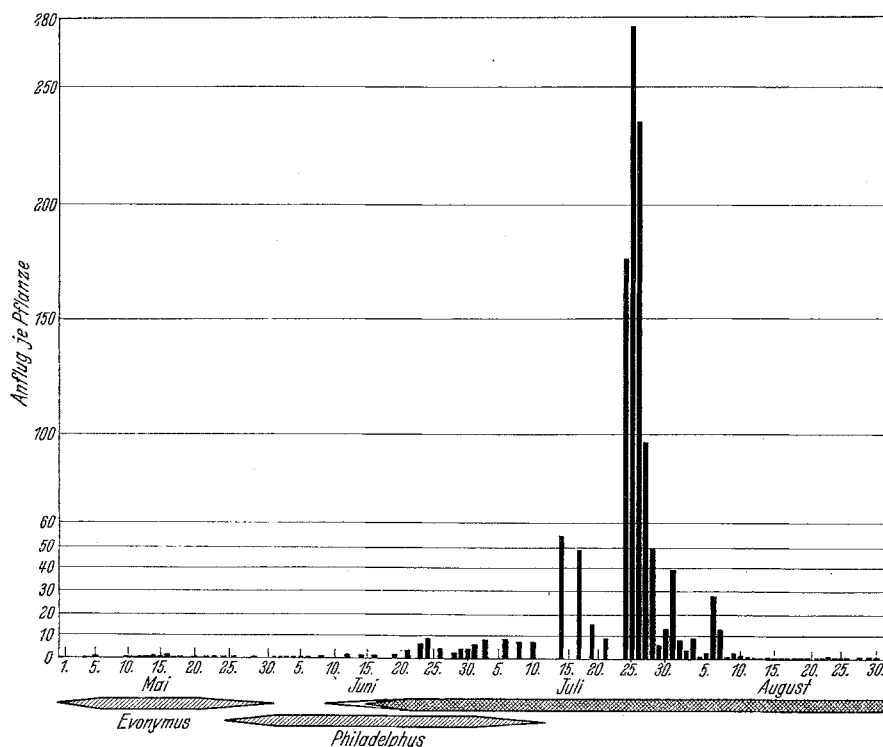


Abb. 7. Übersicht über die Höhe des täglichen Anfluges von *Doralis fabae* pro Pflanze der Kontrollreihen (*Vicia faba*) im Frühjahr und Sommer 1949 in Quedlinburg. Darunter zum Vergleich das Auftreten der Geflügelten auf den Winterwirten (schraffiert) und auf den Sommerwirten (Kreuzschraffur).

bewegung dieser beiden Kollektive zu bestimmen. Es lag nahe als Grundbewegung eine GAUSSsche Normalverteilung einzusetzen. Das Ziel bei der statistischen Berechnung der Grundbewegung war, von der zu berechnenden Grundbewegung ausgehend, eine neue Anflugverteilung zu finden, die frei von dem natürlichen physiologischen Verlauf der Anflugzahlen die wirkliche Reaktion auf die Witterungseinflüsse liefert.

Auf die entwicklungsmäßige Begründung der Grundbewegung wird ebenfalls im folgenden Kapitel noch näher eingegangen. Die Zerlegung der Kollektive in

Wahrscheinlichkeitsintegrals in Summen-Prozent Einteilung und einer Abzisseneinteilung in einer arithmetischen Skala konnten die Summen-Prozent Werte

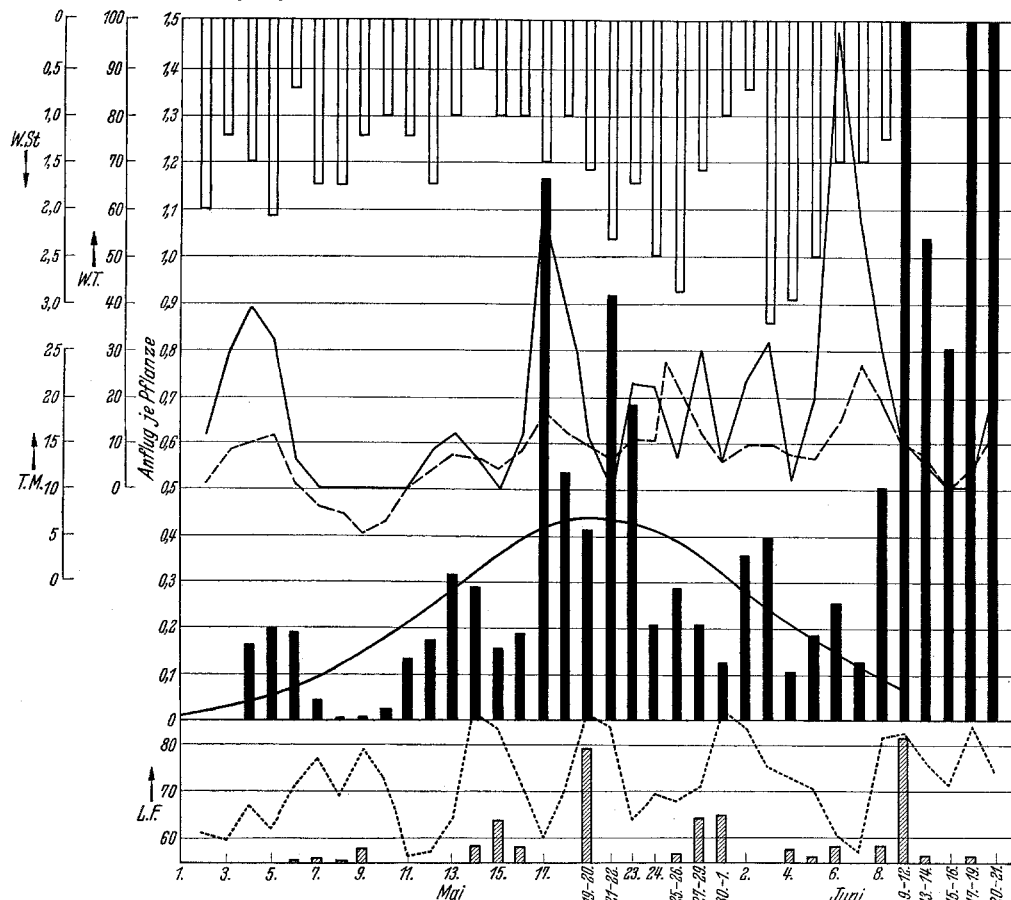


Abb. 8a. Die Höhe des täglichen Anfluges fundatrigener Fliegen (= 1. Kollektiv) von *Doralis fabae* pro Pflanze (schwarze Säulen) auf den Kontrollreihen von *Vicia faba* in Quedlinburg 1949 im Vergleich mit dem jeweiligen Wert

der Tagesmitteltemperatur (T.M.) - - - - -
der wirksamen Temperatur (W.T., Summe) ————;
der mittleren Windstärke (W.St., hängende weiße Säulen);
der mittleren relativen Luftfeuchtigkeit in % (L.F.);
der Niederschlagsmenge in mm (schraffierte Säulen).
Weitere Erläuterungen im Text.

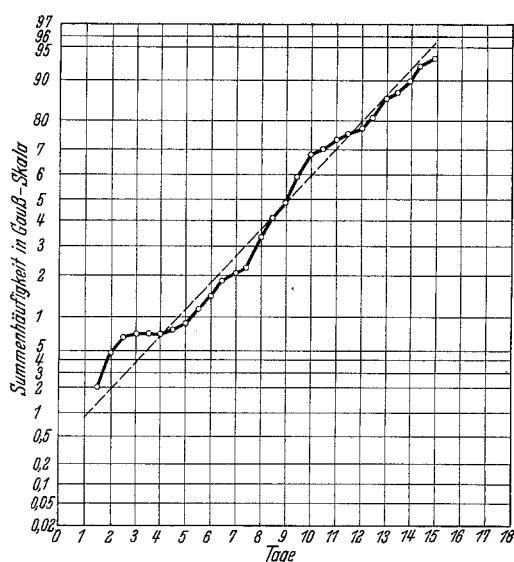


Abb. 9. Summenkurve der Anflüge von *Doralis fabae* auf *Vicia faba* vom 3. Mai bis 8. Juni 1949 im Wahrscheinlichkeitsnetz.

eine Grundbewegung und in eine zur Grundbewegung relative Zeitreihe entspricht in ihrem Prinzip einer Streuungserlegung. An Hand eines Koordinatenpapiers mit einer Ordinaten-einteilung des GAUSSschen

des ersten Kollektivs so verzerrt werden, daß die Gerade, welche einer GAUSSschen Normalverteilung entsprechen würde, leicht einzuziehen war (Abb. 9). Bekanntlich entspricht eine Gerade im Wahrscheinlichkeitsnetz einer idealen GAUSSschen Normalverteilung. Dieses geometrische Verfahren wurde aber nur zur Kontrolle der Annahme benutzt, ob es sich bei der vorliegenden Verteilung überhaupt um eine GAUSSsche Normalverteilung als Grundbewegung handelt oder ob ein anderer Trend berechnet werden mußte. Die Abb. 9 zeigt eine volle Bestätigung unserer Annahme. Für die Berechnung der Grundbewegung wurden nun die Tageswerte mit den jeweiligen Häufigkeitszahlen der Anflüge pro Pflanze belastet und daraus der Mittelwert M am 18. V. und die Streuung $= 7,3$ berechnet. Nach dem von KOLLER angegebenen Verfahren zur Berechnung der Ordinaten der Normalverteilung wurde zunächst die Maximalordinate des 1. Kollektivs mit 5,3 Anflügen pro Tag und kontrollierter Pflanze ermittelt und für jeden Wert der Reihe der zugehörige Wert der Normalverteilung, die in Abb. 8a der Anflugverteilung der fundatrigenen Fliegen eingetragen wurde.

Das 2. Kollektiv stellt, wie schon o. a., den Anflug der virginogenen Fliegen dar (Abb. 8b). Diese zweite Verteilung ist sicher ein typischer Fall einer Misch-

verteilung. Die Verteilungskurve hat praktisch zwei Maxima, und die Aufgabe, die Kurve als Superposition von zwei Normalverteilungen darzustellen, hat keine eindeutige Lösung, wie RIEBESELL in seiner Kritik der Großzahlforschung richtig bemerkt hat.

Doch läßt sich der mathematische Einwand, daß bei jeder Analyse von Mischverteilungen zunächst zu beweisen wäre, daß die verschiedenen Maxima echte Buckel sind oder innerhalb der Streuung eines endlichen Kollektivs zufällig sind, durch die Vervielfachung der Anflughäufigkeit der überlagernden Normalverteilung vom 22.—28. Julisofort zurückweisen, so daß es in dem vorliegenden Falle gerechtfertigt erscheint, die überlagerte Verteilung vom 9. Juni bis zum 31. August von der Verteilung vom 22.—28. Juli zu trennen. Weiter wird die Mutungszone der überlagerten Verteilung von den Werten vom 22.—28. Juli überschritten. Im Wahrscheinlichkeitsnetz verlaufen die beiden Äste einer Normalverteilung (nicht in Summen-Prozent Darstellung, sondern nur im Prozentanteil pro Tag) als gerade Linie. Wird die 2. Verteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz in dieser Form verzerrt, so kann die überlagernde Normalverteilung vom 22.—28. Juli als Hyperbel mit einem Kurvenlineal eingezeichnet werden. Bei den Überlagerungstagen muß nun die Summe der Häufigkeit der Grundverteilung plus Summe der Häufigkeit der überlagernden Verteilung gleich der in der Urkurve beobachteten Häufigkeit pro Tag sein. Das Ergebnis der Aufspaltung

wird dadurch kontrolliert, daß die Summenhäufigkeitsverteilung der Urverteilung = U (Abb. 10) nun nach der Abspaltung der überlagernden Verteilung II zu einer angenäherten Geraden I im Wahrscheinlichkeitsnetz werden muß, wenn die Abspaltung richtig durchgeführt ist. Die neue Grundverteilung I und die überlagernde sogenannte Schwärmphase II ergeben

bei der Kontrolle im Wahrscheinlichkeitsnetz annähernd gerade Linien (Abb. 10). Die überlagernde Schwärmphase wird im Teil II eingehend besprochen. Für die neue Grundverteilung I wurde nun nach dem oben beschriebenen Verfahren für jeden Punkt der

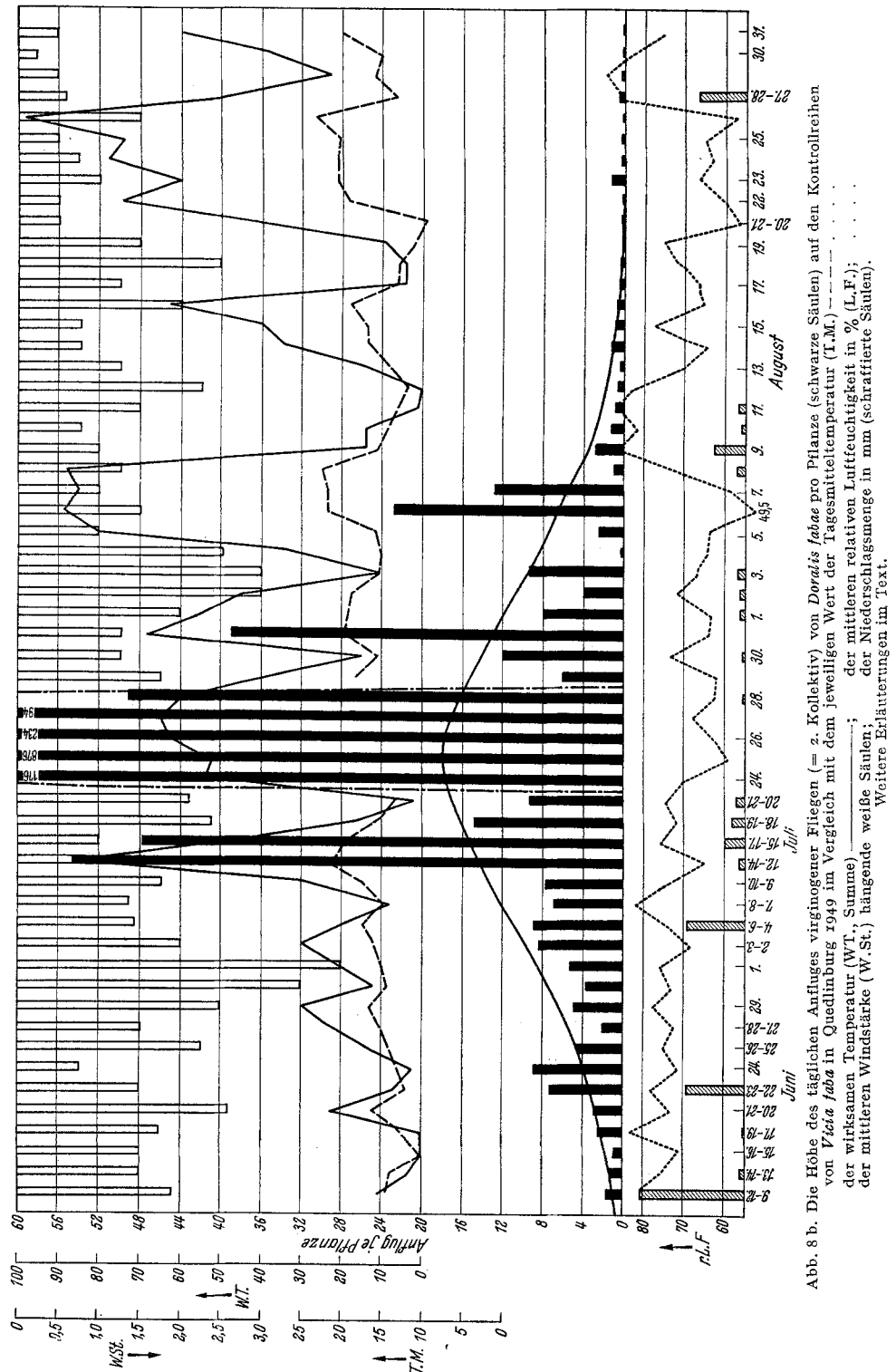


Abb. 8b. Die Höhe des täglichen Anfluges virginogener Fliegen (= 2. Kollektiv) von *Doralis fabae* pro Pflanze (schwarze Säulen) auf den Kontrollreihen von *Vicia faba* in Quedlinburg 1949 im Vergleich mit dem jeweiligen Wert der Tagesmitteltemperatur (T.M.) — der wirklichen Temperatur (W.T., Summe) — der mittleren relativen Luftfeuchtigkeit in % (r.h.F.) — der mittleren Windstärke (W.St.) — hängende weiße Säulen; der Niederschlagsmenge in mm (schraffierte Säulen). Weitere Erläuterungen im Text.

Zeitreihe die zugehörige Größe der GAUSSschen Normalverteilung bestimmt. Der Mittelwert dieser Verteilung liegt am 24. VII. mit einer Streuung $\sigma = 8,2$ und einer Maximalordinate von 17,8 Anflügen pro Tag und Pflanze (Abb. 8b).

Es wäre nun grundsätzlich die Frage zu beantworten, welche meteorologischen Elemente oder Kom-

plexe (Luftmassen usw.) einen Einfluß auf den Anflug der Blattläuse auf *Vicia faba* haben könnten. Nach einer einjährigen Reihe stehen uns zu vergleichenden Untersuchungen wenig Möglichkeiten offen, so daß

Stoll bei geschlossenen *Vicia faba* Beständen im Mittel über eine längere Beobachtungszeit gegenüber den Werten in 2 m Höhe in der Hütte plus 1,5° bei der Temperatur und -6% bei der relativen Feuchtigkeit betragen kann; 2. der Trägheitsfehler der Hüttenregistrierinstrumente; 3. geben die gebildeten Mittelwerte nicht die zur Zeit des Abfluges herrschenden meteorologischen Verhältnisse wieder.

Diese Fehler reduzieren sich aber vor allem dadurch, daß die meteorologischen Elemente in der Schicht zwischen 50 und 200 cm über dem Boden nicht erheblich unterschiedlich sind und in dieser Zone vor allem der Anflug der Blattläuse stattfindet. Außerdem ist in den Anflügen pro Tag und kontrollierter Pflanze ebenfalls eine Summenwirkung erfaßt, die sich deshalb durchaus mit den Mittelwerten der meteorologischen Elemente vergleichen läßt. In der Zeit des 1. Kollektivs wurden die angeflogenen Blattläuse meist um 9 Uhr ausgezählt, so daß die Mittelwertbildung der meteorologischen Elemente von 9 Uhr des Vortages bis 9 Uhr des angeführten Tages erfolgte, um den mittleren Wert zu erhalten, der dieses Anflugergebnis beeinflusst haben könnte. In der Zeit des 2. Kollektivs lagen die Auszählungen meist eine Stunde später, also um 10 Uhr, so daß die Mittelwertbildung entsprechend von 10 Uhr des Vortages bis 10 Uhr des angeführten Tages erfolgte. An Tagen bei denen an den Vortagen keine Auszählung

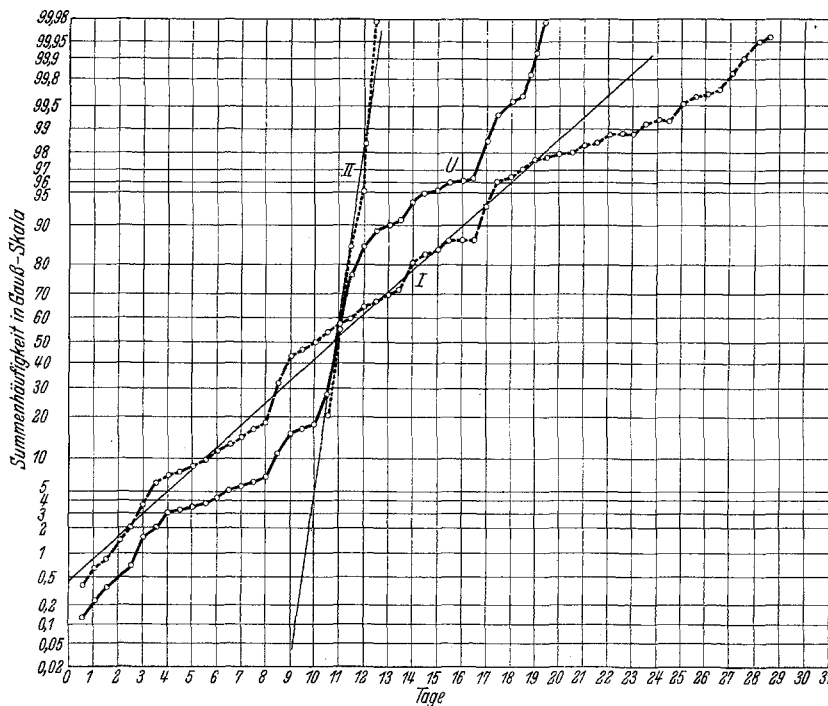


Abb. 10. Summenkurve der Anflüge von *Doralis fabae* auf *Vicia faba* vom 9. Juni bis 31. August 1949 im Wahrscheinlichkeitsnetz. (U = Ur-Summenhäufigkeitslinie, I = Summenhäufigkeitslinie nach der Abspaltung der überlagernden Verteilung vom 22. bis 28. Juli 1949 = II).

wir auf die schon in der Literatur herangezogenen Elemente: Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit angewiesen waren. STELLWAAG hat in seiner zusammenfassenden Arbeit sogar nur die beiden Elemente Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit in die Betrachtung einbezogen, kommt aber vor allem zu der Überzeugung, daß Laboruntersuchungen nicht mit den wirklichen Verhältnissen im Freiland zu vergleichen sind. Die aus Laboruntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse BROADBENTS beziehen sich auf die Aphiden *Brevicoryne brassicae* und *Myzus persicae*, die bekanntlich flugfreudiger als *Doralis fabae* sind, und außerdem scheinen die Versuchsbedingungen so beschränkt gewesen zu sein (Kristallisierschalen als Flugraum), daß eine Übertragung der Ergebnisse auf die Freilandverhältnisse gewagt erscheint. So bleiben nur die nach den Vorarbeiten von WEGER schon angeführten Untersuchungen STELLWAAGS in Geisenheim, der wohl erstmalig den Massenwechsel von Insekten (aber nur an Traubenwicklern *Polychrosis botrana*) mit den Methoden der neueren Mikroklimatologie bearbeitete.

Wenn wir auch bemüht waren, die mikroklimatischen Bedingungen des jeweiligen Abfluges der Blattläuse genau zu erfassen, so fehlte bei unseren Untersuchungen vor allem ein brauchbares Registrierinstrument zum mindesten zum Registrieren der Bestandestemperaturen. Einzelmessungen, wie im Kapitel C beschrieben, konnten nur für den jeweiligen Untersuchungstag Bedeutung haben und dienten dazu, den Tagesgang des Blattlausfluges näher zu untersuchen. Für den Anflug der Blattläuse mußten so vor allem die Werte der dicht am Beobachtungsfeld liegenden englischen Klimahütte benutzt werden. Für die zum Vergleich herangezogenen meteorologischen Werte kommen deshalb folgende Fehler in Betracht: 1. der unterschiedliche Gradient vom Hüttenwert bis zum Anflugsort, der nach SCHRÖDTER und

der angeflogenen Blattläuse erfolgte, wurden die ausgefallenen Tage mit zur Mittelwertbildung herangezogen, weil die beobachtete Anflugzahl auch durch die nicht überprüften Tage beeinflusst sein konnte. Bei den Anflugzahlen wären noch folgende Fehlerquellen zu berücksichtigen: 1. die schon oben angeführte Summenwirkung, die aber durch Abflüge in der Zwischenzeit gefälscht werden kann; 2. durch die oben angeführte Staubbildung bei Temperaturen unter dem Schwellenwert oder durch Wind- und Regeneinflüsse; 3. dürfte es auch von Einfluß sein, unter welchen Bedingungen die Entwicklung der Blattläuse auf den Winterwirten bis zum Abflug verlief. Auf diesen Punkt wird bei der Schilderung der Korrelationsrechnung noch näher eingegangen werden.

Wie schon bei den Einzeluntersuchungen beim Abflug von den Büschen festgestellt wurde (Kap. 2a), muß eine Beziehung zwischen der Temperatur und dem Abflug der Blattläuse und also auch zum Anflug auf den Sommerwirten bestehen. Es gab nun aber noch andere Möglichkeiten: entweder den Anflug der Blattläuse direkt mit der schon oben angeführten Mitteltemperatur in Korrelation zu setzen oder mit der oben beschriebenen wirksamen Temperatur (hier wurden 15° C als Schwellentemperatur benutzt, weil die gefundenen 17° C sich auf die direkten Oberflächentemperaturen beziehen und der von SCHRÖDTER und STOLL gefundene mittlere Gradient in einer ähnlichen Größenordnung liegt und auch durch unsere Stichprobenmessungen bestätigt werden konnte) oder mit der Stundenzahl über 15° C oder mit der mittleren Windstärke in der Abflugzeit. Alle Größen konnten außerdem noch mit der Differenz zwischen den Anflügen und der Grundkurve in Korrelation gesetzt werden. Die Mittelwerte und ihre Streuungen der angeführten Größen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1.

	Zeichen	Ergebnisse des 1. Kollektivs 2. 5.—8. 6. 49		Ergebnisse des 2. Kollektivs 9. 6.—31. 8. 49	
		Mittelwert M	Streuung σ	Mittelwert M	Streuung σ
Anflüge pro Pflz. je Tag (von <i>Doralis faba</i> Scop auf <i>Vicia faba</i>)	y	0,27	0,31	6,48	12,5
Differenz zwischen dem Anflug pro Pflz. je Tag und der Grund- kurve	Δy	0	0,26	0	8,69
Mitteltemperatur für die Zeit von Anflugbeob- achtung zu Anflug- beobachtung	t	13,7	3,86	16,4	4,1
„Wirksame Tempera- tur“ (Summe der Luft- temperatur über 15° C aller Doppelstunden von Anflugbeobach- tung zu Anflugbeob- achtung.)	Wt	19,2	21,9	34,2	30,8
Stundenzahl der wirk- samen Temperatur (Stundenzahl mit üb. 15° C der Anflugzeit,	h	10,7	13,0	12,2	12,5
Mittel der Windstärke, die in der Anflugzeit herrschte in Beaufort- skaleneinheiten. . . .	w	1,6	0,72	1,54	0,56

Die einfachste Form der Korrelationsrechnung ist durch die Berechnung eines Korrelationskoeffizienten gegeben. Bei den vorliegenden Rechnungen wurde der Korrelationskoeffizient $r = \frac{\sum xy - n M_x M_y}{(n-1) \sigma_x \sigma_y}$ in Anwendung gebracht. Dabei ist aber immer die stillschweigende Voraussetzung maßgebend, daß lineare

Abhängigkeiten vorliegen. Auf die Möglichkeit einer nicht linearen Korrelation wird noch später eingegangen. Die Ergebnisse, welche mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten gewonnen wurden, sind in Tab. 2 zusammengefaßt.

Dabei muß jeder Korrelationskoeffizient den nur von den Freiheitsgraden abhängigen Zufallshöchst-

wert $r_{\max} = \frac{t}{\sqrt{t^2 + m}}$ überschreiten. Zwischen t (Grenzwert einer Funktion von r) und m (Freiheitsgrade) gelten nach der angenommenen Sicherheitsgrenze von 0,27% die bei WEBER angegebenen Werte. Weiter gilt nach R. A. FISHER für jeden Korrelationsfaktor einer Stichprobe ein bestimmter Schwankungsbereich, d. h. ein mittlerer Fehler von r , der aber asymmetrisch ist und so über eine $f(r) = z$ über den mittleren Fehler von $z = m_z = \frac{1}{n-3}$ berechnet wird.

Es fällt nun in Tabelle 2 besonders auf, daß die Korrelationskoeffizienten mit dem Anflug nur im Falle Anflug — Mitteltemperatur gerade den Zufallshöchstwert überschreiten, bzw. beim 2. Kollektiv gleich diesem sind, während der Schwankungsbereich fast bis an Null heranreicht oder beim 2. Kollektiv im Schwankungsbereich von Null liegt, d. h. daß alle Korrelationskoeffizienten mit den reinen Anflugzahlen pro Pflanze und Tag einer kritischen statistischen Beurteilung nicht standhalten. Erst die schon oben erläuterte Trennung der Grundbewegung von der ursprünglichen Anflugsreihe läßt einige statistische Zusammenhänge erkennen. Vor allem der Korrelationskoeffizient Anflug minus Grundkurve — Mitteltemperatur wird in beiden Kollektiven rund + 0,7. So liegt der Schwankungsbereich eindeutig außerhalb der Nullgrenze. Wenn auch der Korrelationskoeffizient Anflug minus Grundkurve — wirksame Temperatur den Zufallshöchstwert überschreitet, liegt er doch im Schwankungsbereich von Null, d. h.

Tabelle 2. Korrelationskoeffizienten.

	Ergebnisse des 1. Kollektivs vom 2. 5.—8. 6. 49		Ergebnisse des 2. Kollektivs vom 9. 6.—31. 8. 49	
	Zufallshöchstwert für r	Korrelationskoeffizient	Zufallshöchstwert für r	Korrelationskoeffizient
Anflug y — Mitteltemperatur t	0,375	$r_{yt} = + 0,57$ (Schwankungsbereich von 0,08 bis 1,24)	0,292	$r_{yt} = + 0,29$ (im Schwankungsbereich von 0)
Anflug y — wirksame Temperatur Wt	0,375	r_{yWt} überschreitet nicht den Zufallshöchstwert	0,292	r_{yWt} überschreitet nicht den Zufallshöchstwert
Anflug y — Windstärke w	0,375	r_{yw} überschreitet nicht den Zufallshöchstwert	0,292	r_{yw} überschreitet nicht den Zufallshöchstwert
Differenz Anflug minus Grundkurve Δy — Mitteltemperatur t	0,375	$r_{\Delta yt} = + 0,68$ (Schwankungsbereich von 0,25 bis 0,89)	0,292	$r_{\Delta yt} = + 0,67$ (Schwankungsbereich von 0,35 bis 0,85)
Differenz Anflug minus Grundkurve Δy — wirksame Temperatur Wt	0,375	$r_{\Delta yWt} = + 0,42$ (im Schwankungsbereich von 0)	0,292	$r_{\Delta yWt} = + 0,36$ (im Schwankungsbereich von 0)
Differenz Anflug minus Grundkurve Δy — Stundenzahl der wirksamen Temperatur h	0,375	$r_{\Delta yh}$ überschreitet nicht den Zufallshöchstwert	0,292	$r_{\Delta yh} = + 0,30$ (im Schwankungsbereich von 0)
Differenz Anflug minus Grundkurve Δy — Windstärke w	0,375	$r_{\Delta yw}$ überschreitet nicht den Zufallshöchstwert	0,292	$r_{\Delta yw}$ überschreitet nicht den Zufallshöchstwert

nur die Korrelation mit der Mittelwerttemperatur der Anflugzeit entspricht einem eindeutigen Zusammenhang. Die Erklärung liegt wohl in dem Einfluß der Temperatur auf die präimaginale Entwicklung bis zur flugfähigen Laus, während bei der wirksamen Temperatur nur der Einfluß auf die Flugstimmung zum Ausdruck kommt. Haben aber infolge der vorhergehenden Wetterentwicklung nicht viele Blattläuse Abflugreife erlangt, so können auch noch so hohe wirksame Temperaturen keinen Abflug von Blattläusen hervorrufen. Außerdem wird gerade die Summe der Temperaturen über dem Abflugsschwellenwert oft bei hohen Werten, der ja eine lineare Abhängigkeit dem Korrelationskoeffizienten zugrunde liegt, die Straffheit des Zusammenhanges stören, da es sich, wie noch unten gezeigt wird, gar nicht um streng lineare Abhängigkeiten handelt, vielmehr ist eine Abhängigkeit in der Art einer Wirkungsfunktion zu erwarten. Daß aber nicht nur die Zeitdauer, sondern auch die Höhe der wirkenden Temperatur bei der Anregung zum Abflug eine Rolle spielte, zeigt der Vergleich mit dem Korrelationskoeffizienten Anflug minus Grundkurve-Stundenanzahl der wirksamen Temperatur, da bei diesem Korrelationskoeffizienten noch nicht einmal der Zufallshöchstwert überschritten wird. Der Korrelationskoeffizient mit der Windstärke in der Anflugzeit ist zwar erwartungsgemäß negativ, überschreitet aber in beiden Kollektiven nicht den Zufallshöchstwert, weil es sich um nicht lineare Korrelationen handelt. Aus diesem Grunde konnte auch die partielle Korrelation keine Ergebnisse zeigen, die zwischen dem Anflug — der Temperatur — und der Windstärke unter jeweiligem Konstanthalten eines Faktors zu berechnen gewesen wäre.

Um zu prüfen, ob es sich wirklich um lineare Zusammenhänge handelt, wurde das PEARSONSche Korrelationsverhältnis berechnet, das GEBELEIN mit den Größen $K^2_{xy} = 1 - \frac{s_x^2}{\sigma_x^2}$ und $K^2_{yx} = 1 - \frac{s_y^2}{\sigma_y^2}$ gezeichnet. Dabei ist σ die Streuung in der Summenreihe und s die Streuung der Einzelwerte um die Zeilen- und Spaltenmittel. Bekanntlich kann man durch eine Korrelationstabelle mit Hilfe der Zeilenmittel und Spaltenmittel feststellen, ob in einem Anflug-Temperaturdiagramm (Abb. 11a u. 12a) diese Mittelwerte

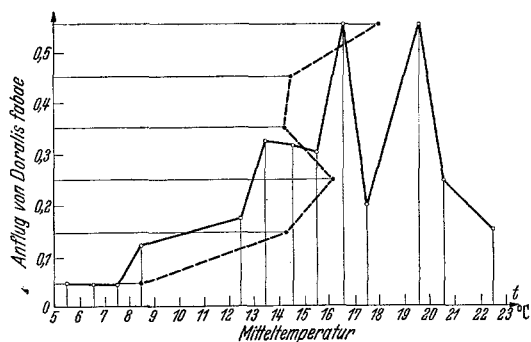


Abb. 11a. Zeilen- und Spaltenmittel der Korrelationstabelle Anflug Mitteltemperatur beim 1. Kollektiv.

etwa um eine Gerade liegen. In Abb. 11a des 1. Kollektivs und in der Abb. 12a des 2. Kollektivs entspricht aber der für einen bestimmten Temperaturwert berechnete Anflug nicht umgekehrt dem gleichen Anflug der als Ausgang betrachteten Temperatur. So müßten auch die Korrelationsverhältnisse unterschiedliche Werte sein.

Tabelle 3. Pearsonsche Korrelationsverhältnisse.

	Ergebnisse des 1. Kollektivs vom 2. 5.—8. 6. 49	Ergebnisse des 2. Kollektivs vom 9. 6.—31. 8. 49
Anflug y — Mittel- temperatur t	$K_{ty} = 0,56$ $K_{yt} = 0,74$	$K_{ty} = 0,46$ $K_{yt} = 0,49$
Anflug y — Wind- stärke w	$K_{wy} = 0,53$ $K_{yw} = 0,34$	$K_{wy} = 0,78$ $K_{yw} = 0,23$

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, ist der Unterschied zwischen K_{ty} und K_{yt} beim 2. Kollektiv gering. Der Unterschied im 1. Kollektiv ist bedeutend größer, obwohl bei einem Vergleich der Korrelationsfaktoren r des 1. und 2. Kollektivs festzustellen ist, daß es sich um eine Reproduktion des Zusammenhanges han-

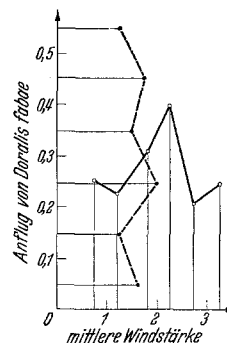


Abb. 11b. Zeilen- und Spaltenmittel der Korrelationstabelle Anflug mittlere Windstärke beim 1. Kollektiv.

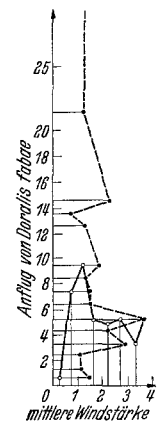


Abb. 12b. Zeilen- und Spaltenmittel der Korrelationstabelle Anflug mittlere Windstärke beim 2. Kollektiv.

delt. Diese Korrelationskoeffizienten stammen also aus einem Gesamtkollektiv. Es erscheint uns aber doch verfrüht, nun aus dieser einjährigen Reihe die Wirkungsfunktion mathematisch zu formulieren. Die im Jahre 1950 angesetzte Wiederholung des Versuches wird gerade zu dieser Aussage noch wertvolle Unterlagen liefern können.

Die Korrelationsverhältnisse Anflug—Windstärke zeigen erhebliche Differenzen. Damit dürfte der nicht lineare Zusammenhang klar bewiesen sein (Abb. 11b und 12b). Das negative Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten geht beim Korrelationsverhältnis verloren. Man kommt bei diesem Ergebnis zu dem Schluß, daß bei geringen Windstärken jede nur biologisch denkbare Anflugzahl erscheinen könnte, aber diese Streuung mit der Zunahme der Windstärke stark abnimmt und der Mittelwert der Werte Null zustrebt. In Abb. 13 wurde in einer Diagrammdarstellung die Windstärke und die Mitteltemperatur der Anflugzeit mit den Häufigkeits-

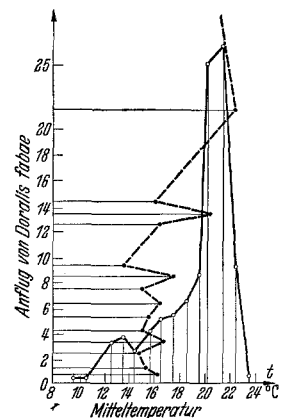


Abb. 12a. Zeilen- und Spaltenmittel der Korrelationstabelle Anflug Mitteltemperatur beim 2. Kollektiv.

zahlen des Anfluges in Klassen pro Pflanze und Tag in Verbindung gebracht. Es ergaben sich 3 Zonen der Anflugverteilung und zwar Zone 1 mit starker Anflugtätigkeit über 15 °C Mitteltemperatur und unter der Windstärke 2,5 Beaufortskaleneinheiten,

die 2. Zone des mäßigen Anfluges liegt über 12°C Mitteltemperatur und unter der mittleren Windstärke 3,5 und die 3. Zone mit geringem Anflug liegt über 9°C und unter Windstärke 4. Außerhalb dieses Bereiches scheint kein Anflug zu erfolgen. Auf die obere Temperaturgrenze wird im folgenden Kapitel noch näher eingegangen.

Bisher wurde die relative Luftfeuchtigkeit bewußt aus der statistischen Betrachtung herausgelassen, weil der Korrelationskoeffizient Anflug — relative Luftfeuchtigkeit weit unter dem Zufallshöchstwert liegt, so daß kaum von einem linearen gesetzmäßigen Zusammenhang gesprochen werden kann. Auch STELLWAAG hat in seinen Ausführungen darauf hingewiesen, daß in unseren Breiten kaum mit einer engeren Bindung zwischen Massenwechsel der Insekten und der relativen Luftfeuchtigkeit zu rechnen sei. Auch BROADBENT stellte bei seinen Laboruntersuchungen fest, daß einerseits nach der Anpassung der Blattläuse der Flug bei allen relativen Luftfeuchtigkeiten von 50—100% stattfinden kann, andererseits eine hohe Lufttemperatur aber kombiniert mit einer hohen Luftfeuchtigkeit den Flug verhindert. In Abb. 14 ist die relative Luftfeuchtigkeit und die Mitteltemperatur der Anflugzeit in einer Diagrammdarstellung (Klimagramm) eingezeichnet und die Häufigkeitszahlen des Anfluges in Klasseneinheiten zu den entsprechenden Luftfeuchtigkeits- und Temperaturwerten aufgetragen. Wieder ergaben sich 3 Zonen mit etwa der gleichen Temperaturabgrenzung wie schon bei dem Klimagramm mit der Windstärke. Bei dieser Darstellung hatte aber jede Zone gegenüber der relativen Luftfeuchtigkeit eine obere und eine untere Grenze, und es scheint sich die obere Grenze der ersten Zone bei höherer Luftfeuchtigkeit zu höherer Temperatur in dem oben angeführten Sinne zu bewegen. Eine Feststellung der unteren Feuchtigkeitsabgrenzung der Zonen wäre aus Mangel an Beobachtungsmaterial hypothetisch. In Abb. 13 und 14 wurde das 1. und 2. Kollektiv eingezeichnet und auch hier zeigt sich die schon oben angeführte Tatsache, daß beide Kollektive, wenn es sich auch um biologisch verschiedene Vorgänge handelt, vor allem mit erheblich verschiedener Größenordnung der Anflugzahlen, doch den gleichen Wirkungen der meteorologischen Faktoren unterliegen, so daß wir praktisch eine Wiederholung des Versuches in einem Jahr haben und unsere Ergebnisse so bereits als reproduzierbar beschrieben werden können. Bei allen beschriebenen Untersuchungsergebnissen und Vergleichen mit meteorologischen Größen wurden immer Mittelwerte oder Summengrößen zum Vergleich herangezogen, die nur als Hilfsgrößen für die tatsächlich beim Abflug oder Anflug der Blattläuse herrschenden Größen gelten können. Die Ein-

zelmessungen direkt in Verbindung mit dem Tagesgang des Blattläuseanfluges sollen erst in Teil II bei der Diskussion der Schwärmphase näher beschrieben werden.

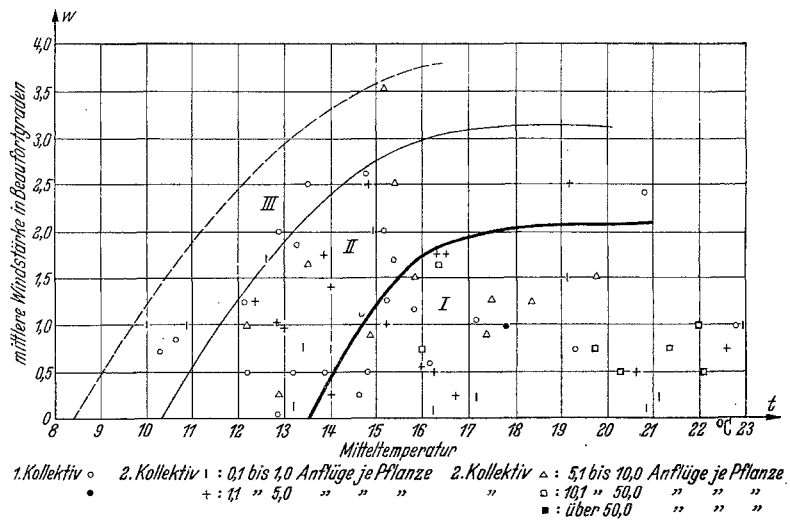


Abb. 13. Klimagramm zur Abhängigkeit der Anflughäufigkeit von *Doralis fabae* auf *Vicia faba* pro kontrollierter Pflanze je Tag von der Mitteltemperatur und der mittleren Windstärke in der Anflugzeit.

Diskussion des Anfluges.

Während die allgemeineren biologischen Folgerungen, die sich aus der statistischen Bearbeitung der Anflugzahlen ergeben zum Teil schon im Anschluß an diese angedeutet wurden, ergibt sich nun die Notwendigkeit, den allgemeinen Verlauf des Zufluges und seine Abhängigkeit von biologischen und meteorologischen Faktoren im Einzelnen zu besprechen. Bei

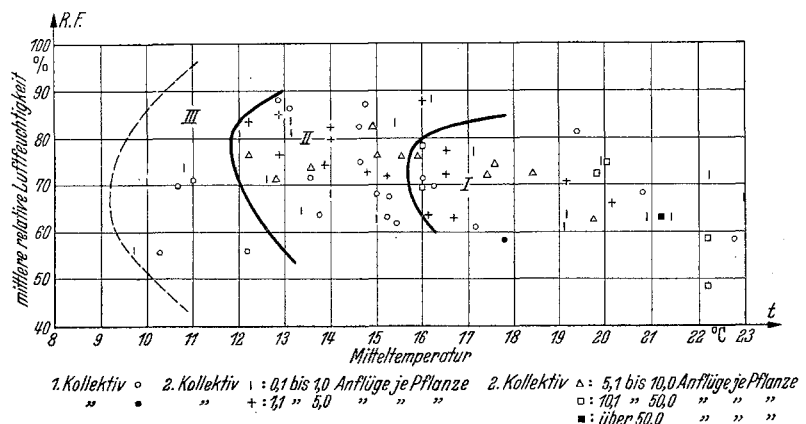


Abb. 14. Klimagramm zur Abhängigkeit der Anflughäufigkeit von *Doralis fabae* auf *Vicia faba* pro kontrollierter Pflanze je Tag von der Mitteltemperatur und der mittleren relativen Luftfeuchtigkeit in der Anflugzeit.

der Betrachtung des allgemeinen Verlaufs des Anfluges (Abb. 7 u. 8) gehen wir von der Vorstellung aus, daß die Höhe des Anfluges zunächst einmal, wenn alle Witterungseinflüsse konstant gehalten würden, von der Anzahl der auf den Winterwirten entstehenden abflugfähigen fundatigen bzw. später von den auf den überfüllten oder abwelkenden Sommerwirten produzierten virginogenen Fliegen bestimmt wird. Unsere Beobachtungen an den Büschen bestätigen zwar für Quedlinburg und für 1949 die allgemein verbreiteten Vorstellungen über den Zeitpunkt des Erscheinens der Fliegen im Verlaufe der ersten fundatigen Generationen nicht in allen Einzelheiten,

jedoch insofern, als die Geflügelten nicht schlagartig, sondern in allmählich sich steigernder Zahl entstehen gemäß der steigenden Produktion der Fundatrizen und ihrer Töchter und Enkelinnen, sowie der zunehmenden Übervölkerung der Büsche und dem dadurch entstehenden Nahrungsmangel. Diese Produktion erreicht ein Maximum kurz nach dem Zeitpunkt, in dem die ungeflügelten Fundatrigenien, die zuletzt nur noch Geflügelte produzieren, abzusterben beginnen. Da das infolge des ungleichen Alters dieser (selbst bei Herkunft von einer Mutter) nicht schlagartig eintritt, sinkt die Produktion nur allmählich wieder ab und erreicht schließlich den Wert Null. Diese Vorstellung wurde durch den Augenschein bei den Kontrollen der *Evonymus*-Büschle voll bestätigt.

Die Tatsache, daß — wie unten weiter ausgeführt wird — die Wanderfliegen wahrscheinlich nicht auf der ersten Sommerwirtspflanze endgültig zur Ruhe kommen, sondern nacheinander mehrere befliegen, beeinflusst die Vorstellung, die sich aus dem soeben vorgetragenen Gedankengang ergibt, nicht wesentlich. Es stehen für die Anflüge dadurch neben den jüngsten unmittelbar von den Büschen kommenden auch noch ältere Fliegen zur Verfügung, im Ganzen aber am Anfang nur wenige, dann immer mehr und zuletzt dem nachlassenden Nachschub von den Büschen und dem allmählich einsetzenden Absterben zufolge wieder immer weniger.

Die bei der statistischen Bearbeitung zwanglos sich ergebende zeitliche Folge der Anflugwerte in Form einer GAUSSschen Normalverteilung entspricht daher biologisch zweifellos den Tatsachen; zumindesten vorerst für die Zeit der Zuflüge von den Winterwirten, die mit dem 8./9. Juni als abgeschlossen betrachtet wird, da dann einerseits auf *Evonymus* keine Fliegen mehr vorhanden waren, andererseits von nun an mit dem Zuflug von virginogenen Fliegen zu rechnen war, zugleich auch ein auffälliger Sprung in der Höhe des Zufluges sich abzeichnet (Abb. 7). *Philadelphus* ist, da seine Kolonien sich nicht autochthon entwickelten, ebensowenig zu den Winterwirten wie zu den Sommerwirten zu rechnen und nimmt — mit der Abgabe von Geflügelten bis weit in den Juni hinein — eine Mittelstellung ein. Wegen der Überlagerung des von ihm stammenden Anfluges durch den kurz nach Mitte Juni einsetzenden Virginogenienflug war jedoch eine besondere Behandlung nicht durchführbar und die Zusammenfassung mit diesem geraten. Es ist ja auch — mindestens im vorliegenden Falle — nicht falsch, wenn man die *Philadelphus*-Fliegen als virginogen auffaßt.

Da auf den Sommerwirten zunächst nur ungeflügelte Nachkommen entstehen, entwickeln sich virginogene Fliegen erst allmählich in dem Maße, wie eine Übervölkerung auf ihnen eintritt und der Saftstrom erlahmt. Das Maximum an Geflügelten wird auftreten, wenn die virginogenen Fliegen nur noch wenige saftige, krautige Sommerwirte finden: mit Einsetzen der hochsommerlichen Dürre. Je schärfer sich diese ausprägt, um so schärfer wird sich das Maximum ausbilden, während es in feuchten Sommern sehr allmählich erreicht wird. Schließlich wird aber infolge der immer mehr abnehmenden Zahl geeigneter Wirte, der damit verringerten Fruchtbarkeit der Kolonien und des gesteigerten Parasitierungsgrades,

spätestens aber im Herbst mit steigendem Anteil von Gynoparen und ♂♂, die statt zu den Bohnen zu den Winterwirten streben, die Anzahl der Abflüge wieder absinken.

Überraschenderweise trat dieses Absinken des Virginogenienzufluges bereits im August auf und es ist ungewiß, ob das nur durch die extreme Trockenheit des Hochsommers und Herbstes 1949 bedingt war, solange darüber nicht mehrjährige Beobachtungsreihen zur Verfügung stehen; oder ob das in jedem Jahre so ist, wofür z. B. gewisse Angaben HEINZES (1949) sprechen, die infolge anderer Methodik allerdings nicht völlig vergleichbar sind. Dann wäre es sehr notwendig, über diese Phase stark herabgesetzter Produktionskraft der *Doralis fabae*-Kolonien im Spätsommer und Frühherbst mehr zu erfahren, vor allem auch über die in dieser Zeit wesentlichen Wirte und Habitats. Man kann zunächst nur annehmen, daß sich die Populationen auf wenige, sehr kleine Kolonien an feuchten, schattigen Orten beschränken, da die Feldmark zu dieser Zeit kaum noch geeignete Wirte aufweist.

Zweifellos ist aber eine mengenmäßige Verteilung des Virginogenien-Fluges in der Zeit anzunehmen, wie sie die errechnete GAUSSsche Normalverteilung auch für das zweite Kollektiv darstellt.

Wenn es in Zukunft gelingt, den Zuflug der fundatrigenen und virginogenen Fliegen stets in ähnlicher Form getrennt zu fassen, so wird das Verhältnis des größenordnungsmäßigen Unterschiedes von Interesse sein. In diesem Jahre betrug es unter Zugrundelegung der Mittelwerte (Anflug pro Pflanze je Tag) genau 1:24. Dafür ist allerdings wohl nicht nur die jeweils verfügbare Menge der Geflügelten, sondern auch die Höhe und Dauer der Mitteltemperatur, mehr noch der wirksamen Temperatur von ursächlicher Bedeutung, die ja im Juli erheblich höher liegen als im Mai, wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist. Dagegen sind die mittleren Windstärken verständlicherweise annähernd gleich. Auch die Lage der Maxima (diesmal am 21. V. und 25. VII.) kann besonders im Hinblick auf diagnostische und eventuell prognostische Zwecke, unter Berücksichtigung des jeweiligen Eibesatzes der Büschle Bedeutung gewinnen. Schließlich werden die absoluten Zahlen geeignet sein, unsere bisher hypothetischen Vorstellungen über das reelle Vermehrungspotential der Läuse zu beleuchten.

Alle diese Folgerungen und Gedankengänge waren erst möglich, nachdem es gelang, den allgemeinen Verlauf des Blattlausanfluges durch Berechnung der von den täglichen Witterungseinflüssen befreiten Grundbewegung aus dem Beobachtungsmaterial herauszuschälen. Wie richtig dieser Weg war, erhellt vor allem aus der im vorigen Kapitel im Einzelnen begründeten Tatsache (s. S. 11), daß sich eine statistisch gesicherte Beziehung zwischen den einzelnen Witterungsfaktoren, insbesondere der Temperatur und den Anflugzahlen nur nach Abzug der Werte der Grundkurve nachweisen läßt.

Im folgenden ist nun zu untersuchen, in welchem Sinne und Ausmaße diese Beziehungen, auf deren allgemeine Bedeutung oben schon hingewiesen wurde, im Verlauf des Anfluges im Einzelnen eine Rolle spielen. Dabei gibt neben der Abb. 8 vor allem Abb. 15 ein anschauliches Bild von den Anflugwerten, wie sie sich nach Abzug der Werte der Grundkurve ergeben.

Bei ihr ist die GAUSSsche Verteilungskurve quasi zur Abszisse verzerrt.

Nach der Beobachtung der ersten geflügelten Fundatrigenien auf den *Evonymus*-Büschen im Schloßgarten am 1. Mai konnte an jedem der folgenden Tage mit Zuflug auf die Ackerbohnen gerechnet werden, sofern nur für einige Stunden günstige Flugbedingungen, d. h. eine über dem zum Abflug nötigen Grenzwert von $14-16^{\circ}\text{C}$ Lufttemperatur liegende, sogenannte „wirksame“ Temperatur und eine nicht zu hohe Windgeschwindigkeit herrschten. Obwohl das bereits am 2. und 3. Mai der Fall war, ergaben die Kontrollen noch keine Läuse an den Bohnen. Diese wurden erstmalig am 5. morgens festgestellt, so daß sie erst im Laufe des 4. zugeflogen sein können. Auch in den folgenden Tagen, (5. u. 6. Mai), ist durchschnittlich nur auf jeder fünften bis sechsten Pflanze eine angeflogene Jungfer (0,16–0,2 pro Pflanze) zu finden. Schon die erste Wärmeperiode nach dem Erscheinen der ersten Geflügelten auf den Büschen (2.–6. Mai) bringt also, zwar verspätet am 4. Mai einsetzend, einen über durchschnittlichen Beflug, wie Abb. 15a zeigt. Das ist wohl so zu deuten, daß zunächst (am 2.) nur sehr wenige Geflügelte auf den Büschen vorhanden waren, so daß ihr Zuflug sich auf der verhältnismäßig geringen Zahl kontrollierten Bohnenpflanzen noch nicht auswirkte, daß dann aber — durch die Zufuhr subtropischer Festlandswarmluft beschleunigt — überdurchschnittlich viele heranreiften, abflogen und auf den Bohnen in Erscheinung traten.

Schon am Nachmittag des 7. Mai erfolgt ein Kaltluft-einbruch, der die Flugtätigkeit für einige Tage unter-

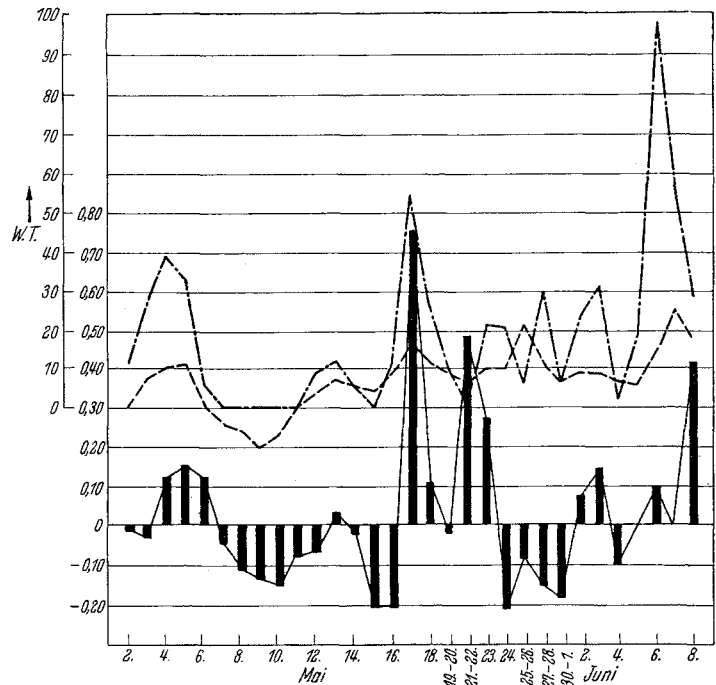


Abb. 15a. Die Differenz zwischen beobachteter Anflugzahl und errechneter Grundbewegung (Anflug minus Grundbewegung) (Säulen) im Vergleich mit Tagesmitteltemperatur ---- und wirksamer Temperatur (WT) — für das erste Kollektiv. Weitere Erläuterungen im Text!

bereiten Läuse auf die schützenden Blattunterseiten eindrucksvoll beobachtet werden konnte.

In den folgenden Tagen ist der Zuflug bei Zufuhr arktischer Meereskaltluft (Eisheilige) praktisch null. Ganz

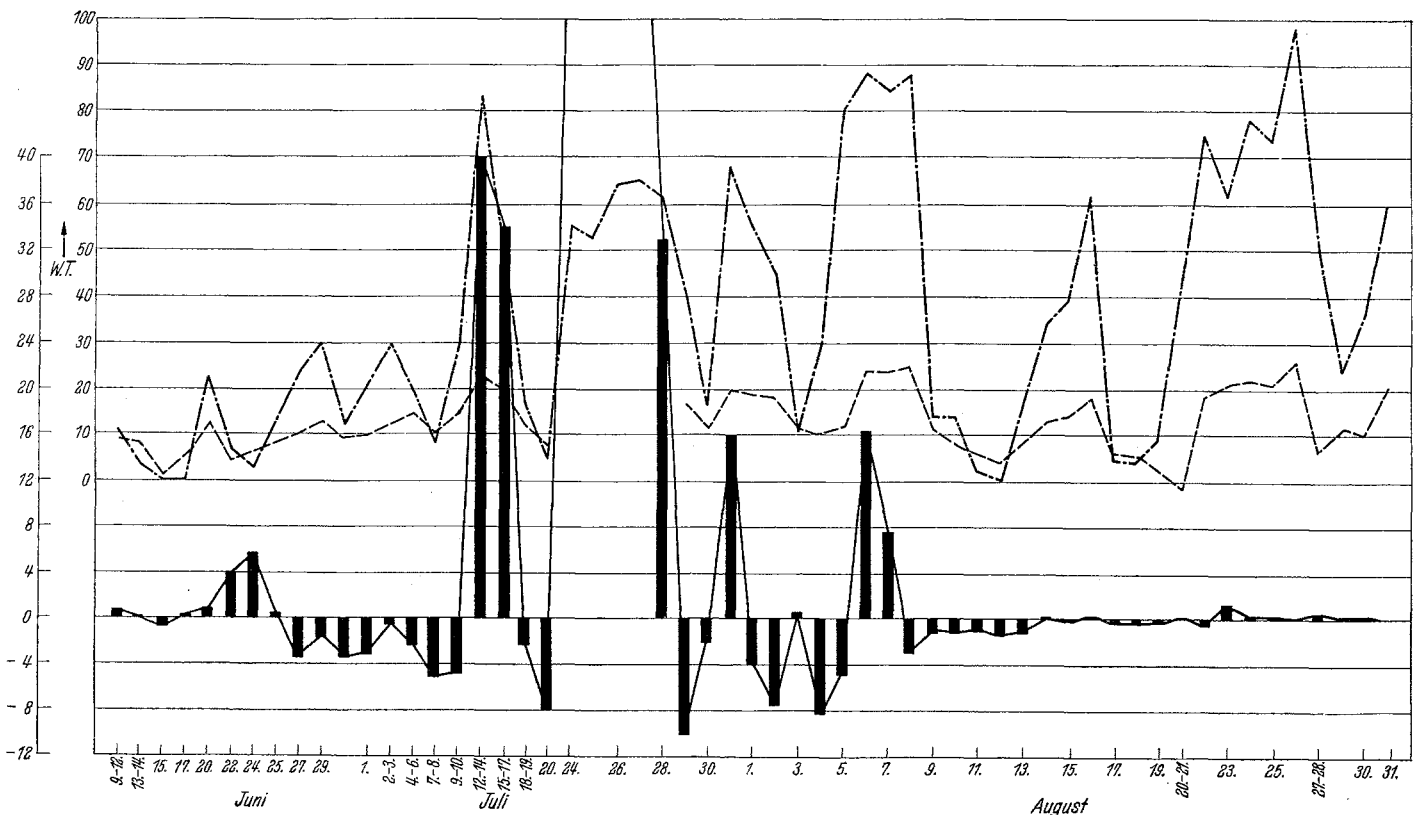


Abb. 15b. Die Differenz zwischen beobachteter Anflugzahl und errechneter Grundbewegung (Anflug minus Grundbewegung) (Säulen) im Vergleich mit Tagesmitteltemperatur ---- und wirksamer Temperatur (WT) — für das zweite Kollektiv. Weitere Erläuterungen im Text!

bindet. Ganz vereinzelt auf den Bohnen am 7. abends gefundene Geflügelte (0,04 pro Pflanze Abb. 8a) stammen ohne Zweifel aus dem Zuflug der Mittagsstunden, wo an den Schloßgarten-*Evonymus*-Büschen noch bis 15,30 Uhr Abflüge, danach mit dem Aufziehen von Bewölkung, kalten Winden und Regen das Verschwinden der start-

vereinzelt an den Bohnen gefundene Geflügelte (0,005 und 0,02 pro Pflanze am 9. und 10. Mai) mögen auf der Zuwanderung Verirrter zu Fuße beruhen, die in der Flugperiode zwischen 4. u. 7. in der Nachbarschaft gelandet waren. Sobald aber mit der Wetterberuhigung am 11. Mai wenn auch nur geringe wirksame Temperaturen eintreten,

findet sich am 12. morgens auf jeder 7. bis 8. Pflanze eine Zugeflogene (0,13 pro Pflanze) und der Zuflug erreicht mit dem 13., wo nahezu jede 3. Pflanze eine Laus trägt, einen neuen Höhepunkt, der aber nur sehr wenig über den Normalwert der Grundkurve hinausragt, wohl infolge der durch den Kaltlufteinbruch (6.—10.) hervorgerufenen Verzögerung in der Nymphen-Entwicklung. Daß der Zuflug bereits am 11. bei noch sehr geringer Überschreitung der Flugtemperaturgrenze und extrem geringer Luftfeuchtigkeit verhältnismäßig stark einsetzt, beruht zweifellos auf der Zahl derjenigen Fliegen, die in diesen Tagen, wenn auch in verminderter Zahl, auf den Büschen entstanden, aber nicht eher starten konnten, als die Schwellentemperatur erreicht war.

Da nun die folgenden Tage und Wochen ausnahmslos mehr oder weniger hohe wirksame Temperaturen aufweisen, bildet die Temperatur in Zukunft keinen beeinflussenden Faktor mehr für den Zuflug, sondern beeinflusst nurmehr seine Intensität.

So erfolgt mit einem erneuten Absinken der wirksamen Temperatur bis nahe an Null am 15. Mai auch ein Abfallen des Anfluges auf 0,15 Läuse pro Pflanze und ebenso mit einem starken Anstieg am 17. Mai ein Emporschnellen des Anfluges auf 1,177 Läuse pro Pflanze. Dieser Tag stellt zweifellos den Hauptanflugtag der fundatigen Fliegen von *Evonymus*-Herkunft im Frühjahr 1949 dar. Er liegt ziemlich genau in der Mitte des Zeitraumes (1. Mai bis 2. Juni), in dem auf den *Evonymus*-Büschen abflugfähige Fliegen vorhanden waren, also in der Zeit, wo hier das Maximum der Wanderfliegenentwicklung zu erwarten ist. Auch bei diesen übernormal starken Anflug kommt zweifellos noch die Stauwirkung der kalten (6., 10. u. 15.) und nur vorübergehend schwach erwärmten (11.—14.) Witterung der Vortage zum Ausdruck, indem nun mit einsetzender Erwärmung die bisher verzögerte Entwicklung der Nymphen schlagartig zum Erscheinen sehr vieler Geflügelte auf den Büschen und — typischerweise — erst am 2. Tag der Erwärmung zum Massenflug auf den Bohnen führt. Trotz weiterhin hoher wirksamer und Mitteltemperaturen erfolgt infolgedessen in ganz eindeutiger Weise am folgenden 18. bei an sich reichlichem Anflug (Abb. 8a) ein Absinken auf den Normalwert der Grundkurve (Abb. 15a), weil nun eben kein Überangebot von Fliegen mehr vorhanden ist und nur diejenigen abfliegen können, die eben heranreifen. Am 19. u. 20. bewirken ergiebige Regenfälle eine weitere Flughemmung, so daß der Normalwert etwas unterschritten wird. Da aber trotzdem die Tagesmittel, die ja vor allem die Entwicklung der Nymphen auch unter der 15°-Flugschwelle noch fördern, weiterhin ziemlich hoch bleiben, somit der Nachschub auf den Büschen stetig heranreift, kommt es am 22. trotz eben noch ausreichender wirksamer Temperatursumme (+0,5) wieder zu einem übernormalen Anflug als Folge der stauenden Wirkung des Regenwetters der Vortage, dem das bezeichnende Absinken am 23. und 24. trotz weiterer Erwärmung folgt. Für die anschließende Zeitspanne bis zur Monatswende liegen leider nur relativ wenige Kontrollergebnisse vor. Da sich die an sich schon niedrigen Werte also stets auf mehrere Tage beziehen, fällt ihre geringe Höhe um so mehr auf, obwohl stets ausreichende Aktivtemperaturen herrschten. Zunächst mag die hohe Windgeschwindigkeit am 25. und 26. den Flugbetrieb eingedämmt haben, später die reichliche Niederschlags-tätigkeit (29. Mai bis 2. Juni) eine Ursache gewesen sein. Hinzu kommt aber zweifellos die zunehmende Verarmung der Kolonien auf den *Evonymus*-Büschen, die um diese Zeit aussterben und nur noch wenige Wanderfliegen liefern können (siehe Abb. 3), während die Jasminkolonien erst allmählich damit beginnen. Die Hauptmasse der *Evonymus*-Gebürtigen ist eben infolge der im Ganzen günstigen Entwicklungs- und Flugverhältnisse bereits um Monatsmitte abgewandert.

Erst der übernächste Gipfel der wirksamen Temperaturen (am 2.—3. Juni) ist von einem kräftigen Anstieg der Anflugzahlen (auf 0,39 pro Pflanze) über die Grundkurve begleitet, der sich zweifellos nun schon fast ausschließlich aus Abkömmlingen der *Philadelphus*-Kolonien zusammensetzt, deren am frühesten durch Zuwanderungen zu Fuß gegründete (s. S. 4) nun Geflügelte aussenden. Starker Wind und extremes Absinken der wirksamen Temperatur (Einfluß kalter Meeresluft) drücken aber

am 4. den Anflug bereits wieder unter die Normale. Dem Emporschnellen der wirksamen Temperatur am 5. und 6. entspricht aber nur ein schwacher Anstieg der Anflüge, der wohl kaum mit den Regenfällen allein zu erklären ist und vielleicht auf der noch geringeren Leistungsfähigkeit der Jasminkolonien beruht. Immerhin ist auch hier wieder die Stauwirkung der Abkühlung mit dem am 2. Tage der Erwärmung folgenden Überwert im Anflug und dem typischen Absinken auf Normalhöhe am 3. deutlich zu erkennen; das Letztere hier vielleicht durch die extrem niedrige relative Luftfeuchtigkeit verstärkt, denn am 8. steigt mit ihr die Läusezahl auf den Bohnen wieder rapid an.

Trotz starken Absinkens der wirksamen Temperaturen und regnerischen Monsunwetters in der 2. Junidekade erheben sich nun die Flugzahlen plötzlich zu Werten, die mit 1,54 am 12. und 2,26 am 19. Juni weit über dem bisherigen Durchschnitt von 0,267 Läusen pro Pflanze und Tag (2. Mai bis 8. Juni) liegen. Selbst wenn man berücksichtigt, daß diese Werte für eine Anflugzeit von jeweils 2—3 Tagen gelten und wenn man sie deshalb gleichmäßig auf die einzelnen Tage verteilte, bleiben sie im Hinblick auf die niedrigen wirksamen Temperaturen hoch (Mittel 0,52 pro Pflanze), so daß anzunehmen ist, daß sich unter diesen Anfliegern bereits virginogene, auf Sommerwirten erbrütete Fliegen befinden. Diese wurden zwar erst ab 20. Juni auf verschiedenen *Vicia faba*-Schlägen festgestellt, aber es ist höchstwahrscheinlich, daß frühzeitig im Mai besiedelte Sommerwirte, die nicht in unserem Kontrollbereich lagen, schon Mitte Juni Geflügelte entließen.

So ist zwar zu Anfang des Monats das Ansteigen der aus *Philadelphus*-Kolonien stammenden Anflüge auf den Bohnen zu verfolgen, Gipfel und Absinken jedoch nur zu ahnen, da diese durch den ab Mitte Juni einsetzenden Zuflug virginogener Fliegen überlagert werden, so daß das natürliche Ende des Zufluges von den Winterwirten nicht genau ermittelt werden kann; denn die Jasminkolonien entlassen ja bis in die erste Julidekade hinein Geflügelte.

Die Beurteilung des 2. Kollektivs ist insofern erschwert, als eine genaue Vorstellung von dem Angebot an Geflügelten auf überfüllten oder abwelkenden Sommerwirten bei der zeitlichen Streuung ihrer individuellen und spezifischen Entwicklung kaum zu gewinnen ist und die Verhältnisse sich dadurch stark komplizieren. Nach dem 20. Juni, an dem auf unseren Kontrollschlägen die ersten Geflügelten beobachtet wurden, ist dann der Einfluß der anfliegenden Virginogenen auf die Höhe der Anflugzahl unverkennbar, die sich von nun an im Mittel fast ausnahmslos über drei Anflüge pro Tag und Pflanze hält. Am 24. steigt der Anflug sogar auf 9,4, der den Höchstwert des Juni darstellt und vielleicht mit dem überlagerten Maximum der *Philadelphus*-Abkömmlinge gleichzusetzen, z. T. wohl auch als Folge eines durch Wind bedingten Staus am 21. aufzufassen ist, wo nach langer Zeit die wirksamen Temperaturen erstmals wieder höhere Werte erreichen, ohne daß dem ein auffälliger Gipfel im Anflug entspricht (Abb. 7, 8b).

Ähnlich ausgleichende und den Anflug mindernde Wirkung haben die windbewegten Tage um die Juni-Juli-Wende. Im übrigen liegen aber die Anflugzahlen mit 3,7 Anflügen pro Pflanze und Tag bis weit in den Juli hinein mehr oder weniger weit unter den Grundkurvenwerten, besonders bei starkem Wind (30. Juni u. 1. Juli) und minimalen wirksamen Temperaturen (30. Juni und 7.—8. Juli). Offenbar verzögert das allgemein als kühl und wolkenreich charakterisierte Wetter die Entwicklung von übermäßigen Geflügelten-Zahlen, da dadurch die Sommerwirte zunächst noch wüchsig bleiben; und andererseits nimmt der Zuflug von den aussterbenden *Philadelphus*-Kolonien nun schon rapid ab.

Erst der Einbruch subtropischer Festlandswarmluft am 13.—14. Juli bringt weit überdurchschnittliche Werte (12,8 Anflüge pro Pflanze und Tag), die vielleicht nicht allein auf einem plötzlichen Überangebot von virginogenen Läusen, sondern auch auf gesteigerter Schwärm-lust beruhen, was vor allem aus dem Umstand hervorgeht, daß der Anstieg erst mit dem Überschreiten der 25° Linie der Mitteltemperatur erfolgt und auch erst wieder sinkt, wenn diese unterschritten wird. Das typische Bild einer Staufolge durch Abflughem-

mungen liegt hier jedenfalls nicht vor und war nach dem vorausgegangenen Witterungsverlauf auch nicht zu erwarten.

Kühle Regentage (19.—21.) lassen den Anflug rapid auf 4,5 Anflüge pro Pflanze und Tag und damit unter die Grundlinie absinken.

Mit Eintritt der zweiten Hochsommerperiode (Hundstage) in der letzten Julidekade setzt nun eine Erscheinung ein, die sich schon während der letzten Kontrollen in einer zunehmenden Unruhe der Geflügelten bemerkbar machte, die oft, bevor sie gezählt werden konnten, von den sonst befallsfreien Pflanzen abgeflogen und unruhig hin und her schwärmten, so daß ihre zahlenmäßige Erfassung Mühe bereitete. Zugleich mit diesem Schwärmen der virginogenen ♀♀ um neue Sommerwirte schnellen die Anflugzahlen enorm auf maximal 276 pro Pflanze und Tag empor und liegen im Mittel um 195,1.

Es besteht kein Zweifel, daß hier eine besondere Erscheinung vorliegt, die nur mit abgewandelten Methoden erfaßt werden konnte, und die deshalb nicht mit den übrigen Anflugbeobachtungen gleich zu setzen und zu besprechen ist. Sie wird im Teil II gesondert dargestellt, so daß hier nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht. Bereits am 28. klingt diese Schwärmphase mit 49 Anflügen pro Pflanze erheblich ab und fällt mit stark sinkender wirksamer Temperatur am 29. auf 6 pro Pflanze weit unter die Grundkurve. Ein neues Maximum der wirksamen Temperatur erzeugt am 31. mit einem Zuflug von 38 Läusen pro Pflanze einen erneuten Überwert, wird aber an den folgenden Tagen durch wieder stark fallende wirksame Temperaturen und zunehmende Windstärke bis zum 4. August auf 0,25 pro Pflanze herabgedrückt, wobei auch die Folge einer Stauwirkung vor dem 31. August mitspielen mag, denn der Abfall auf stark unternormale Werte erfolgt wieder bereits am 2. Tage der Wärmespitze. Ein Wiederanstieg am 3. August wird durch eine enorm gesunkene wirksame Temperatur auf Normalwerte beschränkt. Mit durchschnittlich 13 Anflügen pro Pflanze und Tag liegen die ersten 6 Tage nach der Schwärmphase also in der gleichen Höhe wie die Dekade vor ihr, so daß man den Gipfel des Virginogenien-Zufluges wohl während dieser selbst zu suchen hat, wie die statistische Berechnung ja auch ergab.

Die nächste (3.) Hochsommerperiode zwischen 5. und 8. August bringt die Anflugstärke infolge der Stauwirkung der windigen und regnerischen Vortage (2.—4.) erst am 6., mit 22 Anflügen pro Pflanze, noch einmal auf einen hohen Übernormalwert, dem am nächsten und übernächsten Tage bei noch gleichbleibender hoher Temperatur das typische Absinken bis unter die Grundkurve folgt, die nun selbst bereits auf 4—5 Anflüge pro Pflanze und Tag erheblich abgesunken ist.

Damit kündigt sich nun der Zusammenbruch der Masse der Sommerkolonie auf den krautigen Sommerwirtspflanzen an. Diese sind infolge der anhaltenden Trockenheit der letzten Wochen (— seit Einsetzen der Sommerwanderung der Virginogenien am 10. Juni nur 70 mm Niederschläge und Absinken der Bodenfeuchtigkeit in Schichten von 0—40 cm Tiefe auf unter 10% Wasseranteil! —) schon an sich so stark geschwächt, daß sich selbst auf bisher unbefallenen Pflanzen etwaige Brut ausnahmslos zu Geflügelten entwickelt, die dann ihrerseits nirgends mehr geeignete Brutplätze finden und ganz abgesehen von dem hohen Parasitenbefall massenhaft zu Grunde gehen. Tatsächlich fanden sich unter den abgeflogenen Tieren sehr oft stark geschwächte oder verendete Tiere (s. Kap. VIb).

Infolge dieser Umstände erzeugen die nächsten Maxima der wirksamen Temperatur (14.—16. und 22.—27. August) kein wesentliches Ansteigen der Anflugzahlen mehr. Während des ersten hält sich der Anflug nach einem ersten Anstieg auf 1,12 pro Pflanze am 14. im Mittel noch auf 0,87, sinkt dann mit der Depression der wirksamen Temperatur am 17. und 18. auf 0,15; und auch in der folgenden ausgedehnten Wärmeperiode erhebt sich der Anflug am 23. nur auf 1,39, sinkt dann am 26. wieder auf 0,14 und liegt im Mittel bei 0,37 pro Pflanze und Tag.

Immerhin sind auch diese Hitzeperioden durch zwar minimale aber deutliche Überschreitungen der Grundkurve ausgezeichnet (16. und 23. August).

Nach einem schwachen Anstieg gegen das Monatsende, mit einem Mittel von 0,24 bleiben die Werte dann im September stets unter 0,07 (Mittel 0,015) und sind an 11 Tagen gleich Null. Sie beweisen lediglich, daß vereinzelt kleine Populationen — wahrscheinlich auf an feuchten, schattigen Orten — noch bestehen und auch Geflügelte entlassen.

Stichproben im Oktober ergeben noch vereinzelt Anflüge, darunter einmal zwei ♂♂ und zweifellos auch einzelne Gynopare, wie aus dem Auftreten von ♀♀ an einzelnen Kontrollpflanzen hervorgeht. Ein für diese Zeit außergewöhnlich hoher Durchschnitt von 0,25 am 16. Oktober deutet in diesem Zusammenhang auf den Flug der Gynoparen und der ♂♂ nach den Büschen hin, von denen ein Bruchteil sich auf die Bohnen verirrt.

Überblickt man den gesamten Anflugverlauf im Hinblick auf Plus- und Minuswerte, so fällt in beiden Kollektiven auf, daß zahlreichen, aber nicht sehr starken Unternormalwerten wenige sehr hohe Übernormalwerte gegenüberstehen, die vorwiegend auf ausgesprochen intensive Wärmeperioden beschränkt sind (17. V. und die Hochsommerperioden im Juli u. August). Vielleicht ist das in der Weise zu deuten, daß an solchen Tagen nicht nur die in den Vortagen angesammelten, frisch gehäuteten Fliegen in verstärktem Maße starten, sondern zusätzlich auch ältere zu einem „sekundären“ Wirtswechsel („Schwärmen“) angeregt werden. Auf die Auslösung solcher Schwärmflüge bei höheren Temperaturen wird im Teil II noch näher einzugehen sein. Mit Ausnahme dieser Hitzeperioden, wo das Ansteigen der Temperatur von einem sofortigen Anstieg auf übernormale Werte begleitet ist (24. und 31. VII.) und am nächsten Tage nicht wieder absinkt, haben alle Temperaturbuckel eine ganz typische Wirkung auf den Anflug, indem nämlich der erste Tag der Erwärmung zunächst nur die durch die vorher ungünstigere Witterung angestauten Fliegen zum Abflug veranlaßt, wodurch die Kurve zwar ansteigt, aber die Linie der Grundbewegung meist noch nicht übersteigt. Dies geschieht erst am zweiten Wärmetag, wo nun die Masse der durch den ersten beschleunigt aus Nymphen verwandelten Fliegen startet. Der dritte Wärmetag bringt infolgedessen ein Absinken der Werte, da nun eine gewisse Verarmung an den Produktionsstätten der Geflügelten notwendig eingetreten ist, die am nächsten, 4. Wärmetag oft sogar zu unternormalen Werten führt.

Diese Ausdeutung macht es auch ohne weiteres verständlich, daß die wirksamen Tempertursummen in keiner völlig überzeugenden linearen Korrelation zu den reduzierten Anflugwerten stehen können, und daß sich zur Dauer (Stundenzahl) der wirksamen Temperatur keine eindeutige Beziehung nachweisen läßt, sondern daß hier eine Wirkungsfunktion vorliegen muß, (die im nächsten Jahr sicher schon genauer zu fassen sein wird); daß dagegen die Mitteltemperaturen eine eindeutige Korrelation aufweisen, da sie eben nicht nur auf die Flugstimmung selbst, sondern, und zwar natürlich auch noch weit unter dem Flugschwellenwert, auf die Entwicklung der Nymphen und also die verzögerte oder beschleunigte Produktion von startfähigen Jungfern einwirken.

Daß die Korrelationskoeffizienten für diese Beziehung in beiden Kollektiven nahezu numerisch (Tab. 2) gleiche Werte ergeben, beweist, daß hinsichtlich der fundatrigenen wie der virginogenen Entwicklung und Anflugverhältnisse keine Unterschiede bestehen und damit — wie bereits oben ausgeführt —

eine Wiederholung des Versuches vorliegt, die mit einer Reproduzierbarkeit seinen Wahrheitsgehalt erhöht.

So zeigt der für 1949 vorliegende Anflugverlauf unter Berücksichtigung der biologischen Gegebenheiten bei eingehender Analyse der ihn beeinflussenden Faktoren eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Witterungsverlauf, insbesondere mit dem Temperaturgang.

Da uns bei den direkten Flugbeobachtungen die Messung der Windstärke vorläufig nicht möglich war, kennen wir auch den Grenzwert nicht, von dem an keine aktiven Abflüge mehr stattfinden. Immerhin ist der hemmende Einfluß höherer Windgeschwindigkeit (über 2,5 Beaufort) an einigen Zeitpunkten (23.—25. V., 2.—4. VI., 30. VI.—1. VII., 1.—3. VIII.) unverkennbar. Eine eindeutige lineare Korrelation des Anfluges zur Windgeschwindigkeit war von vornherein nicht zu erwarten und konnte auch nicht nachgewiesen werden (s. S. 16).

Aus dem Klimagramm Abb. 13 ist aber klar zu erkennen, daß hohe Anflugzahlen nur bei gleichzeitigem Vorliegen hoher Temperatur und geringer Windgeschwindigkeit zu verzeichnen sind, während steigende Windstärke wie sinkende Temperatur anflug-

nächst angeflogenen Pflanze zur Ruhe kommen. Mehrfach wurden nach kürzerem oder längerem Verweilen Abflüge zu benachbarten und auch entfernten Pflanzen oder auch auf größere Entfernung festgestellt. Ferner bewiesen die bei den Kontrollen häufig angebotenen verwaisten Jula, daß die Geflügelten schon nach kurzer Zeit, zwischen zwei Kontrollen also innerhalb von 24 Stunden, und nach Absetzen nur weniger Töchter von der zuerst als Ziel gewählten Pflanze wieder verschwinden.

Es konnte also weder aus der einfachen Summierung der Anflugzahlen aufeinanderfolgender Tage der Gesamtbefall und unter Zugrundelegung einer täglichen Vermehrungsquote die Kolonie-Entwicklung zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelt werden, noch andererseits aus dem bei einer Stichprobe eines nicht dauernd beobachteten Bestandes festgestellten Befallsgrade auf die Höhe des Anfluges ohne weiteres geschlossen werden.

Es mußte deshalb versucht werden, wenigstens die Anfangsentwicklung der Kolonien auf den Bohnen genauer zu erfassen. Dazu wurden bestimmte Teile der *Vicia faba*-Versuchsbestände zwar auch täglich oder in bestimmten Zeitabständen kontrolliert, die vor-

handenen Läuse aber nicht entfernt. Eine genaue Durchführung derartiger Kontrollen ist allerdings nur solange möglich, wie der Befall nicht zu stark ansteigt und das Bild sich nicht verwirrt.

Die Abb. 16 zeigt die Entwicklung des Befalls im Verhältnis zum täglichen und gesamten Anfluge auf 40 vom 11.—19. Mai täglich, später nur in größeren Abständen, kontrollierten *Vicia faba*-Pflanzen (je 20 Schlansstedter und 20 Rastatter) im Stumpfsburger Garten. Dabei veranschaulicht Kurve I die Größe des täglichen Zufluges pro Pflanze, d. h. die Anzahl der jeweils neu hinzu gekommenen Geflügelten zuzüglich der Zahl der Nachweise von Anflügen in-

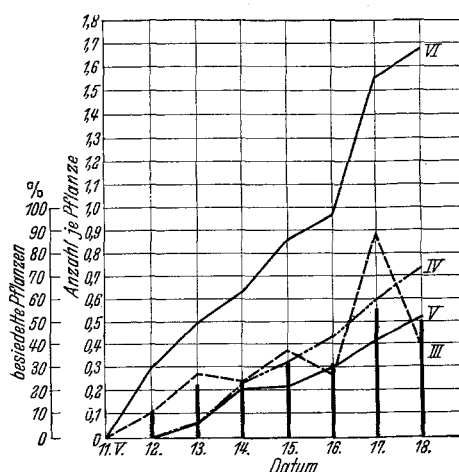
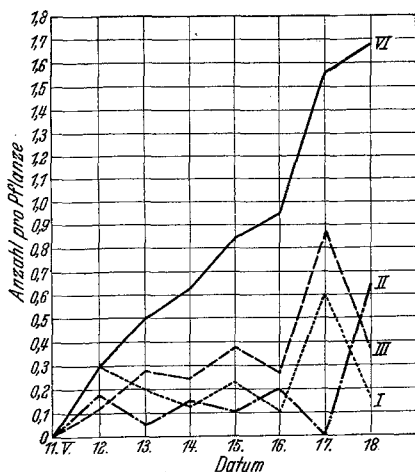


Abb. 16 a u. b. Anfangsentwicklung des Befalls auf 40 *Vicia faba* im Juni 1949 im Stumpfsburger Garten in Quedlinburg:

- I: täglicher Zuflug pro Pflanze (+ Nachweise);
 - II: Anzahl der täglich pro Pflanze verschwundenen Fliegen;
 - III: Bilanzkurve aus I und II;
 - IV: Anzahl der täglich pro Pflanze gefundenen Initialkolonien;
 - V: Anzahl der bestehenbleibenden Kolonien;
 - VI: Summe der Anflüge pro Pflanze bis zum betreffenden Datum;
- Schwarze Säulen: befallene Pflanzen.

mindernd und schließlich begrenzend wirken. Die Lage der Maximalwerte beider Kollektive in der innersten Zone erhöht wieder die Sicherheit der Aussage.

Dieselbe Tatsache ist beim Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit festzustellen, die im Zusammenhang mit der statistischen Auswertung bereits eingehend diskutiert wurde. Wenn auch eine zweifellos vorhandene untere Grenze für die zum Fluge nötige relative Luftfeuchtigkeit nicht zu fassen ist, so scheint ihre Wirksamkeit, z. B. in dem oben angeführten Falle (7. VII.) nun doch wahrscheinlicher.

D. Die Entwicklung der virginogenen Serie auf *Vicia faba*.

Schon gelegentliche direkte Beobachtungen einzelner ♀♀ während der Ablesekontrollen zeigten, daß die fundatrigenen Fliegen nicht immer auf der zu-

nerhalb der letzten 24 Stunden auf Grund verwaister Jula. Ein Vergleich mit den entsprechenden Ablesungen auf 60 benachbarten Pflanzen, deren Beflug täglich entfernt wurde, ergab wie zu erwarten fast völlige Übereinstimmung in der Höhe des Zufluges. In der Kurve II sind dann die Werte dargestellt, die sich aus der Anzahl der seit dem Vortage verschwundenen Geflügelten und der ebenfalls als verschwunden zu rechnenden Nachweisflüge (auf Grund verlassener Jula) zusammensetzen. Beim Vergleich beider Kurven ist zu erkennen, daß der tägliche Zuflug bereits spätestens am folgenden Tage wieder verschwindet und daß den Anflugspitzen stets einen Tag später ein Spitzenwert Verschwundener entspricht, besonders auffällig am 17./18. Mai.

Daraus ergibt sich ferner, daß der Besatz der Bohnen mit Geflügelten von Tag zu Tag nur sehr wenig ansteigt, da eben der Zuflug spätestens nach ein bis

zwei Tagen größtenteils wieder ausgeglichen wird durch das Verschwinden der Angeflogenen. Infolgedessen ähnelt die „Bilanz“-Kurve (III), d. h. der täglich vorgefundene Besatz der Pflanzen, errechnet aus der Zahl der Vorgefundenen (Bilanz) des Vortages + heutigem Neuanflug (Zuflug + Nachweise) — Zahl der Verschwundenen, weitgehend der reinen Anflugkurve (I). Der Befall eines Bohnenschlages kann also nicht aus der Summierung der Anflugzahlen von Tag zu Tag ermittelt werden, vielmehr darf auch bei Stichprobenuntersuchungen sonst nicht bonitierter Schläge der vorgefundene Besatz mit Geflügelten (— natürlich nur in der Zeit vor dem Entstehen virginogener Fliegen auf den Pflanzen selbst —) weitgehend mit dem Zuflug der letzten 24–48 Stunden gleichgesetzt werden, da länger seßhaft bleibende ♀♀ selten sind und vernachlässigt werden können.

Aus diesen Befunden wird auch ohne weiteres verständlich, daß sich die Initialkolonien auf den Bohnen ungleich langsamer entwickeln, als auf Grund der Anflugzahlen unter der Voraussetzung zu erwarten wäre, daß jede Geflügelte bis zu ihrem natürlichen Tode auf der zuerst angeflogenen Sommerwirtspflanze sitzen bliebe und fortlaufend Jula absetzte. Kurve IV der Abb. 16 zeigt die Anzahl der täglich je Kontrollpflanze durchschnittlich festgestellten Initialkolonien, die ja jeweils mit großer Wahrscheinlichkeit auf nur eine Geflügelte zurückzuführen sind. Bei den täglichen Kontrollen zwischen dem 11. und 18. Mai ergab sich, daß allerdings ein Teil dieser Geschwistergruppen (Initialkolonien) schon im Verlauf der ersten Tage wieder verschwindet, wohl hauptsächlich infolge der Einwirkung von tierischen Feinden, von denen vor allem mehrfach überwinterte Coccinelliden festgestellt wurden. So legt sich also unter die Kurve der gegründeten Kolonien (IV) eine weitere (V), die die Anzahl der bestehen bleibenden angibt. Aus einem groben Vergleich beider ergibt sich, daß etwa $\frac{1}{4}$ der gegründeten Initialkolonien wieder verschwindet. Bei der Beurteilung von Stichproben anderer Bestände kann also die vorgefundene Zahl der Junglarvenkolonien um diesen Betrag erhöht werden.

Vergleicht man den Verlauf der Kurven IV und V mit der Bilanzkurve oder, was praktisch ja fast gleichbedeutend ist, mit den Anflugwerten, so zeigt sich, daß sich die Anflugspitzen fast nicht auf die Zunahme der Kolonien auswirken, was besonders die Tage um den 17./18. V. erkennen lassen. Das bedeutet, daß offenbar die meisten der an solchen Tagen anfliegenden Läuse wieder verschwinden, ohne überhaupt Junge abgesetzt zu haben, und daß solche Spitzenanflugtage für die Koloniegründung keine besondere Bedeutung haben.

Trägt man in das gleiche Diagramm die Summe der Anflüge pro Pflanze bis zu dem jeweiligen Datum ein (Kurve VI), so kann man schon aus einem rohen Vergleich mit der Kurve IV bzw. V erkennen, ein wie geringer Prozentsatz der Anflüge sich in Koloniegründung auswirkt. Im Durchschnitt kommt kaum die Hälfte (47%) aller anfliegenden ♀♀ zur Gründung einer Initialkolonie. Da ein Viertel von den gegründeten Initialkolonien in Kürze feindlichen Umwelteinflüssen zum Opfen fällt, so verhalten sich die an einem bestimmten Tage erreichten Werte des Gesamtanfluges zu den vorhandenen Kolonien etwa wie 3:1.

Berechnet man die Anzahl der befallenen Pflanzen, so kommt im Durchschnitt der Gesamtanflüge bereits am zweiten Tage (13. V.) auf jede zweite und am fünften Tage auf jede Pflanze eine Geflügelte, während die Kolonien erst am 6. und 7. bzw. am 30. Tage diese berechnete Durchschnittsverbreitung erreichten (Säulen). Voller Befall aller 40 untersuchten Pflanzen wurde in Wirklichkeit aber erst zu Beginn der dritten Junidekade festgestellt, da die Anflüge und Kolonien sich in praxi natürlich nicht gleichmäßig auf alle Pflanzen verteilten, sondern auf manchen gehäuft auftraten, andere lange Zeit völlig verschonten. Diese Erscheinung wurde im vorliegenden Falle durch die Verwendung von 20 Rastatter *Vicia faba* verstärkt, auf denen der Anflug bedeutend geringer ist.

Wenn auch das vorliegende Zahlenmaterial von einer Woche täglicher Beobachtung an 40 Pflanzen keine endgültigen Aussagen zuläßt, so geben die erhaltenen Werte doch wenigstens ein annähernde Vorstellung von dem Verlauf der anfänglichen Besiedelung der Sommerwirte.

Zur Erklärung des auffälligen Verschwindens der meisten Geflügelten von den beflogenen Pferdebohnen kommen verschiedene Ursachen in Frage.

Erstens könnte die natürliche Lebensdauer dieser Fliegen sehr begrenzt und ihre Fruchtbarkeit stark herabgesetzt sein. Daß das im Vergleich mit ungeflügelter Jungfern prinzipiell zutrifft, ist mehrfach experimentell erwiesen. Aber es ist nicht anzunehmen, daß die fundatrigen Fliegen, die ja auf ihrem Entstehungsorte eben erst herangereift sind und noch keine Jula abgesetzt haben, schon kurz nach dem Eintreffen auf den Sommerwirten so schnell absterben und nur so wenig und zur Hälfte gar keine Jungen absetzen sollten.

In Gewächshauszuchten lebten drei zu Beginn der dritten Maidekade auf *Vicia faba* freiwillig angeflogene ♀♀ noch weitere 9, 10 und 12 Tage und produzierten dabei 4, 6 und 24 Jula. Zehn Ende Juni ebenfalls freiwillig auf *Vicia faba* im Freien angeflogene virginogene ♀♀ lebten in Gewächshauszuchten durchschnittlich noch 3–7,5–16 Tage und produzierten durchschnittlich 0–11–38 Junglarven. Es ist also höchst unwahrscheinlich, daß im Freien völlig andere Verhältnisse herrschen.

Zweitens könnten Feinde: Räuber, Parasiten und Pilze die Zahl der Angeflogenen vermindern. Nur für die Räuber wäre dabei aber mit einer so kurzen Einwirkungszeit (24 Stunden) auszukommen. Es ist ferner bekannt, daß die Feinde erst mit dem allmählichen Wachstum der Populationen an Einfluß gewinnen. Selbst wenn man annimmt, daß die oben erwähnten 25% der wieder vernichteten Junglarvenkolonien völlig auf das Konto der Räuber, vorwiegend also der Coccinelliden zu setzen sind, so ist nicht einzusehen, warum die Vernichtungsrate ausgerechnet bei den Erwachsenen so viel höher sein sollte als bei den zarteren Jungläusen.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich also mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit, daß die vorerst bisher als „Verschwundene“ bezeichneten Geflügelten, die angeflogenen Pflanzen in Wirklichkeit aktiv wieder verlassen, nachdem sie keine oder nur wenige Jula abgesetzt haben, wofür ja auch die eingangs angeführten Abflugbeobachtungen sprechen. Die Wanderfliegen

neigen also offensichtlich weit weniger zur Seßhaftigkeit, als man zunächst annehmen möchte, und fliegen im Laufe ihres Daseins vermutlich mehrere Sommerwirte nacheinander, auf denen sie jeweils nur einzelne wenige oder gar keine Julia absetzen. Die zu einem gegebenen Zeitpunkt auf einer Pflanze vorgefundenen geflügelten Jungfern müssen also durchaus nicht geradewegs von ihren Geburtsstätten auf den Winterwirten herbeigekommen sein; sie können vielmehr vorher schon mehr oder weniger viele andere Sommerwirte besucht und also verschiedenes Alter und entsprechend verschiedene Produktionskraft haben¹.

Auf diese Weise ist natürlich eine viel intensivere gleichmäßigere und raschere Besiedelung der gesamten Sommerwirtspopulation möglich, als wenn die Wanderfliegen zeitlebens auf der zuerst angesteuerten Wirtspflanze sitzen blieben, wenn dabei andererseits die Entwicklung des Befalls auf den Einzelpflanzen selbst auch verzögert wird.

Der Bestand wurde dann im weiteren Verlauf seiner Entwicklung nur noch in größeren Abständen bis zum 23. Juni kontrolliert. An- und Abflug bewegen sich weiter in der bisherigen Größenordnung von 0,2 pro Pflanze (Abb. 17), zeigen jedoch verglichen mit dem Zuflug der täglich abgelesenen Pflanzen keinen Anstieg im Juni. Hier wäre in Zukunft zu prüfen, ob bei zunehmender Entwicklung der Kolonien auf den Pflanzen der Zuflug nachläßt, d. h. bereits stark befallene Pflanzen nicht oder nur schwach angefliegen werden. Auch die Anzahl der Kolonien wächst nur viel langsamer als in den ersten 8 Tagen, auch schon

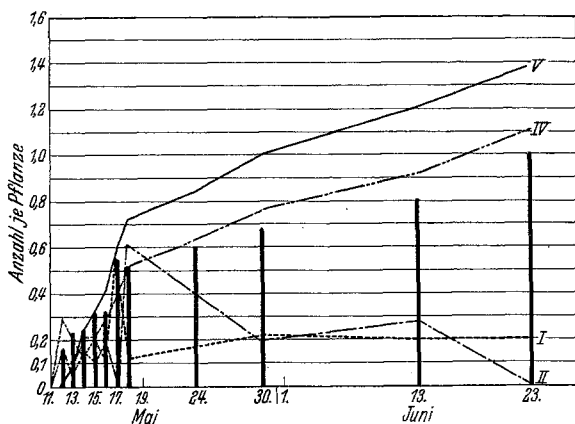


Abb. 17. Weiterentwicklung des Befalls der 40 *Vicia faba* nach Kontrollen in größeren Abständen (vgl. Abb. 16).

im Mai, als der Zuflug noch normal ist, und erst zwischen dem 13. und 23. Juni erfolgt die restlose Besiedelung aller Pflanzen, wobei aber zweifellos die Überwanderung junger ungeflügelter virginogener ♀ zu Fuß eine erhebliche Rolle spielt. Es läßt sich ohne ausgedehnte Versuche ähnlicher Art nicht entscheiden, ob diese zunehmende Verzögerung die Regel ist. Am 23. Juni sind auf den stark befallenen Pflanzen, die etwa 30% ausmachen, viele ältere Nymphen und die ersten hier entstandenen virginogenen Geflügelten festzustellen.

Nur in größeren zeitlichen Abständen wurden auch je 280 Pflanzen zweier Versuchspartzen von Ackerbohnen kontrolliert, die im Süden der Stadt, in ca. 1 bis 1,5 km

¹ Zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt MOERICKE (Diss. Bonn 1941) bei *Myzodes persicae*, die uns leider erst nach Abschluß der Arbeit zugänglich wurden.

Entfernung von den Kontrollreihen in den Gärten und den kontrollierten Büschen, in der freien Feldmark auf einer kahlen, ebenen, etwa 20 Meter über der Talsohle der Bodenniederung erhobenen Fläche lagen. Der eine Bestand, „Gatter West“, wurde ebenfalls nicht abgelesen, sondern nur ausgezählt.

Auch hier entsprach den Anflügen bei der folgenden Kontrolle eine fast ebenso hohe Zahl von Verschwindenden, so daß die Bilanzkurve einen ähnlichen Verlauf nimmt wie im Stumpfsburger Garten. (Abb. 18). In der ersten Anflugperiode vom 4. bis 6. Mai ist der Anflug mit 0,0036 pro Pflanze noch verschwindend gering, offenbar doch infolge der größeren Entfernung von Winterwirten und der exponierten Lage. Soweit die stichprobenartigen Kontrollen ein Urteil erlauben, scheint aber auch in der Folge der Zuflug hier geringer gewesen zu sein; denn alle festgestellten Werte liegen nicht nur unter den Normalwerten der Grundbewegung in den Gärten, sondern betragen auch meist nur die Hälfte oder noch weniger als die entsprechenden Tageswerte dort, selbst wenn es sich bei diesen um übernormale handelt. Vor allem fällt auf, daß die Kontrollen, die auf Spitzenanflugtage in den Gärten fallen, keine Spitzen aufweisen. So wird es auch verständlich, daß die Zahl der Initialkolonien wie auch der durchschnittliche Prozentsatz befallener Pflanzen sehr viel langsamer ansteigt als im Stumpfsburger Garten und daß selbst am 30. Juni erst knapp 90% der Pflanzen befallen sind.

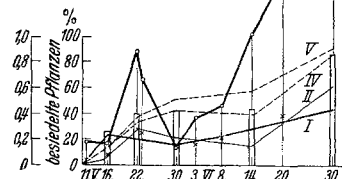


Abb. 18. Entwicklung des Befalls auf dem Ackerbohnenfeldbestand „Gatter West“. I. Anflug pro Pflanze; II. Abflug pro Pflanze; III. erhaltene Initialkolonien; IV. gegründete Initialkolonien; V. Vergleich-Anflug in den Gärten 0—0—0; x: Anflug auf dem Feldbestand „Gatter Ost“. Säulen = Anzahl der befallenen Pflanzen.

Dann allerdings steigt mit der sommerlichen Erwärmung der Befall auch auf diesen entlegenen Parzellen ziemlich rasch an, wobei aber zweifellos die Überwanderung zu Fuß von Pflanze zu Pflanze eine große Rolle spielt. Bei einer Kontrolle am 22. Juli ist er so stark, daß nur noch eine grobe Abschätzung nach Befallsstufen möglich ist. Die Vegetationspunkte der Pflanzen haben das Wachstum bereits eingestellt und infolgedessen ist der Befall der Gipfel schon stark verringert. Die zahlreichen Exuvien von Altnymphen zeigen, daß schon eine erhebliche Anzahl virginogener Fliegen hier entstanden und abgewandert ist. Dagegen sind die Unterseiten der älteren, zum Teil schon sehr gealterten Blätter nunmehr stark mit größeren Kolonien bevölkert, eine Erscheinung, die um diese Zeit an allen älteren Bohnenbeständen festgestellt werden konnte.

Noch abweichender entwickelte sich der Befall eines großen Schlanstädter Ackerbohnen (mit Hafer) und einer Versuchspartzele Rastatter, die im Norden der Stadt in der Baum- und gebüschfreien Ackerflur wenigstens zwei Kilometer von den nächsten Winterwirtschaftsstandorten entfernt lagen. Bei einer Kontrolle am 25. Mai wurden auf 146 Pflanzen nur 2 Geflügelte gefunden (= 0,013 pro Pflanze), während sich der Anflug in den Gärten um diese Zeit um 0,2 bis 0,3 pro Pflanze bewegte. Insgesamt konnten nur auf 24 von 146 Pflanzen 31 Initialkolonien nachgewiesen werden, darunter vereinzelte erwachsene ungeflügelte Jungfern. Der Besatz lag mit 0,21 also ebenfalls erheblich unter dem der Kontrollreihe im Stumpfsburger Garten, bei der zu dieser Zeit 0,62 Kolonien und 60% befallene Pflanzen festzustellen waren.

Man kann diesen Befund wohl nur in der Weise interpretieren, daß der Wanderflug der fundatrigenen Fliegen doch nicht oder nur in sehr geringem Maße über einen Kilometer hinausgeht und die Bohnen um so später und um so weniger befallen wurden, je weiter sie von den

nächsten Winterwirten entfernt liegen. Durch exponierte windausgesetzte Lage wird dieser Schutz offenbar noch verstärkt.

Bei ausgesprochen blattlausfreundlicher Witterung entwickelt sich freilich aus so geringem Besatz u. U. sehr schnell ein starker Befall. Außerdem ist mit einem, wenn auch geringerem Zuflug zu rechnen, der sich vervielfacht, wenn die erstbesiedelte Sommerwirte ihrerseits Geflügelte entlassen, wie ja das oben angeführte Verhältnis des fundatrigenen zum virginogenen Anflug mit 1:24 verständlich macht und wodurch sich später die anfänglichen Unterschiede sehr rasch verwischen. So war auf den genannten Bohnenbeständen der Befall am 12. Juli fast total, d. h. jede Pflanze befallen und sehr viele „schwarz“ von Läusen, ein Teil auch bereits durch Entlassung Geflügelter wieder erheblich entvölkert.

In den Gärten trat diese Erscheinung bereits Anfang Juli auf, eben infolge der früheren und intensiveren Besiedlung im Frühjahr. Sie fällt zusammen mit dem Einsetzen der Massenflüge und des im Teil II noch ausführlicher zu besprechenden „Schwärmens“.

Abschließend ist nur noch einmal festzustellen, daß die Entwicklung des Befalls der *Vicia faba*-Bestände viel langsamer vor sich geht, als nach der Menge der zufliegenden Fundatrigenen zu erwarten ist, da diese offenbar nur kurze Zeit auf den angeflogenen Pflanzen verweilen und jeweils nur sehr wenige Junglarven absetzen. von denen noch ein Teil wieder zugrunde geht. Ferner spielt die Entfernung von den Winterwirten und die topographische Lage bei der Geschwindigkeit der Besiedlung und damit der Befallszunahme eine Rolle.

Ab Mitte Juni treten auf den Sommerwirten die ersten virginogenen Fliegen auf, Anfang Juli setzt bei *Vicia faba* eine Entvölkerung der nun im Wuchs stockenden Gipfeltriebe ein, die Mitte des Monats zu einer weitgehenden Entleerung aller im Frühjahr gesäten Bestände führt. Schon vorher werden, offenbar mangels geeigneter neuer Wirte auch die älteren unteren Blätter besiedelt, die noch bis in die erste Augustdekade hinein starke Kolonien aufweisen, so daß spätestens am 10. August bei beginnender Reife und Ernte die im Frühjahr gelegten Bohnen völlig befallfrei sind. Werden, wie in unseren Versuchen, durch spätere Aussaaten weiterhin neue wüchsige Sommerwirte bereitgestellt, so entstehen auch weiterhin starke Kolonien.

Während bis dahin auch zahlreiche andere Sommerwirte befallen gefunden wurden, war die Suche danach in den Feldern und Gärten von dieser Zeit an vergeblich, obwohl vielfach große Chenopodiaceen-Bestände daraufhin abgesucht wurden. Es bleibt rätselhaft, wo die Reste der Populationen leben. Daß sie vorhanden sind, beweisen die wenn auch minimalen Anflugzahlen auf den künstlich ausgepflanzten Bohnenbeständen. Lediglich am 12. September wurde bei Tanne im Oberharz eine kräftige Kolonie an *Atriplex* spec. gefunden, die auf kühle und frische Lagen als Spätsommerbiotop hinweist.

E. Die Abwanderung zu den Winterwirten.

a) Entstehung der Gynoparen und Männchen.

Wie bereits mehrfach erwähnt, wurden Spätsommer- und Herbstkolonien von *Doralis fabae* im Freien im Beobachtungsgebiet 1949 nicht gefunden. Die Entstehung von Gynoparen und Männchen konnte deshalb nur an künstlich auf *Vicia faba* im Freien herangezogenen Kolonien beobachtet werden.

Es wurde zunächst versucht, die Kolonien an eingetopften Bohnen im Garten aufwachsen zu lassen. Es zeigte sich aber sehr bald, daß diese zunächst im Schutz von Glaszylindern angezüchteten Kolonien dabei von räuberischen Feinden (Spinnen, Marienkäferchen und Anthocoriden, besonders einer *Orius*-Art) stark dezimiert und schließlich ausgerottet wurden. Von 10 am 10. September ausgesetzten kräftigen Kolonien von jeweils mindestens 5–10 ♀♀ mit reichlicher Brut waren am 27. September nur noch 2 erhalten, und von diesen eine stark dezimiert. Diese beiden verdankten ihre Erhaltung zweifellos dem außerordentlich starken Ameisenbesuch (*Lasius spec.*), den sie als einzige aufwiesen, und der sie offensichtlich vor den genannten Feinden schützte. Ebenso starben von 10 am 15. September mit je 5 jungen ♀♀ angesetzten Kolonien 6 bis zum 21. September wieder aus, und die vier restlichen waren so stark verringert, daß ihre baldige Ausrottung vorauszusehen war. Es scheint demnach also praktisch fast unmöglich, daß sich selbst an frischen Wirtspflanzen, wie in unserem Falle, um diese Jahreszeit *Doralis fabae*-Kolonien im Freien entwickeln, besonders dort, wo im Frühjahr große Kolonien aufgewachsen und auch entsprechend viele Feinde herangezogen worden sind. Deshalb wurden die Pflanzen dann durch Glaszylinder geschützt, so daß sich die Kolonien ungestört entwickeln konnten. In diesen Mitte September angesetzten Zuchten erschienen die ersten vereinzelt Geflügelten bereits in den letzten Septembertagen. Da diese Kolonien noch keineswegs übevölkert waren, handelte es sich dabei zweifellos schon um Gynopare. Eine reichlichere Gynoparenproduktion¹ setzte aber erst zwischen dem 5. und 10. Oktober ein und steigerte sich bis zur Monatsmitte. Daneben traten anfangs wenige, dann aber in steigendem Maße auch Männchen auf, die von Mitte Oktober an dann zahlenmäßig überwogen. In den letzten Oktobertagen vernichteten die ersten kräftigen Fröste mit den Pflanzen auch die Kolonien, denen in den letzten Wochen fortlaufend große Mengen von Gynoparen und Männchen zu Versuchszwecken entnommen worden waren.

b) Der Abflug von *Vicia faba*.

Auch der Start der Gynoparen und Männchen von den Sommerwirten zum Rückflug auf die Büsche konnte mangels natürlicher Kolonien nur an künstlich an Bohnen herangezogenen beobachtet werden. Dazu wurden vor allem die soeben geschilderten Aufzuchten aus dem Freiland verwandt. Zu Abflugbeobachtungen eigneten sich besonders kleine, reichlich mit Nymphen besetzte Topfpflanzen, die bequem auch an anderen geeigneten Plätzen Aufstellung finden konnten.

Nachdem die ersten Gynoparen in der letzten Septemberdekade sowohl auf den kontrollierten *Evoonymus*-Büschen als auch in den Freilandzuchten festgestellt worden waren, wurde am 5. Oktober im Stumpfsburgergarten mit Abflugbeobachtungen begonnen. Dabei zeigte sich, daß der Abflug aus den Zylinderzuchten, deren Gazedeckel geöffnet wurden, keine natürlichen Bilder ergibt. Die Gynoparen werden in der ruhenden und stärker erwärmten Luft in den Zylindern auch dann zu Abflügen veranlaßt, wenn in der freien Umgebung keine geeigneten Flugbedingungen herrschen. So wurden beispielsweise die steil aus dem Zylinder nach oben abfliegenden Läuse sofort vom Winde erfaßt und davongetragen, bei dessen Stärke sie normalerweise garnicht gestartet wären. Deshalb wurde auf die bereits im Zylinder vorhandenen anormal erregten Fliegen verzichtet und die Zylinder bei den Versuchen völlig entfernt, so daß

¹ Kontrolle durch Nachkommenaufzucht in Stichproben.

die Läuse unter völlig normalen Bedingungen abfliegen konnten.

In dem Streben, den Anflug auf die Winterwirte und vor allem eine etwaige Bevorzugung des einen oder anderen direkt beobachten zu können, wurden in der Zeit vom 5. bis 10. Oktober in der unmittelbaren Umgebung der Zuchtcolonien (in 1–10 m Entfernung) Zweige von *Evonymus europaea*, *Viburnum opulus* und *Philadelphus coronarius* aufgestellt. Schon die direkte Beobachtung zeigte aber, daß die abfliegenden Gynoparen und Männchen geradlinig ins Weite streben und sich um die Zweige nicht kümmern. Obwohl die *Vicia faba*-Colonien in den folgenden Tagen bei günstigem Flugwetter zahlreiche Gynopare und Männchen entließen, wurde auf den Zweigen bis zum 10. Oktober nur einmal eine einzige Gynopare mit einigen Junglarven festgestellt. Vermutlich war diese nach einer Fehllandung am Boden nur zufällig dahin geraten. Praktisch wurden diese Winterwirtsbüsche also nicht angenommen.

Einer Anregung BÖRNER'S (in litt.) folgend wurden dann die getopften Bohnen unmittelbar neben frischen Zweigen der gleichen Büsche vor dem Fenster des Labors bzw. auf einem großen nach Süden offenen Balkon des Instituts aufgestellt und auf diese Weise die fortlaufende Überwachung der Gynoparencolonien wie der Abfliegenden ermöglicht. Die zahlreichen Abflüge, die hier in der Zeit vom 12. bis 19. Oktober in allen Einzelheiten verfolgt werden konnten, führten ebenfalls alle zielstrebig an den in wechselnder Entfernung aufgestellten Zweigen vorbei in die Ferne und Höhe, manchmal direkt zwischen einzelnen Blättern geschickt hindurchsteuernd oder sie in Wendungen umgehend. Nicht eine der abfliegenden Gynoparen landete auf den Zweigen oder flog sie auch nur an. Es sei darauf hingewiesen, daß sich unter den als Quellen benutzten *Vicia faba*-Colonien jeweils Linien (Klone) von jedem der drei Winterwirte befanden, so daß also wenigstens ein Teil die Zweige hätte annehmen müssen, wenn man etwa voraussetzt, daß die von *Evonymus*-Fundatrizen stammenden Läuse als Gynopare auch nur *Evonymus* annehmen, die von *Viburnum*-Fundatrizen stammenden nur *Viburnum* usw.

Die startenden Läuse haben also genau wie ihre fundatrigenen Vorfahren im Frühjahr beim Abflug von den Büschen zunächst das Bestreben, in Richtung der größten Helligkeit zu fliegen, und die Winterwirte wirken für sie zunächst gar nicht als Reiz. Wahrscheinlich müssen erst größere Strecken durchfliegen, Energiereserven verbraucht, die Läuse also „müde und hungrig“ sein, bevor überhaupt die Suche nach einem geeigneten Winterwirt einsetzt, und die Büsche Wahl und Landung auslösen können; denn vermutlich liegt ja auch hier eine erblich bedingte Folge von Instinkthandlung vor, die nur — wie etwa der Nestbau der Vögel oder die Brutpflege der Insekten — in gesetzmäßiger, lückenloser Reihenfolge ablaufen kann. Diese Vorstellung bestätigt sich bei Versuchen, den Zylinderzuchten unmittelbar entnommene, soeben flugfähig gewordene Gynopare (u. Männchen) in Gaze-käfigen (70 × 30 × 50 cm) zwischen den Zweigen der 3 Büsche wählen zu lassen. Erst nachdem sie sich wenigstens 24 Stunden, oft aber länger, an der dem Licht zugewandten Seite genügend abgeflogen oder -gelaufen hatten, nahmen sie die Wirtspflanzen an.

Diese zunächst auf die Wirtswahl gerichteten Beobachtungen gaben zugleich Gelegenheit, die im Frühjahr und Sommer gesammelten Erfahrungen über die Abfluggewohnheiten der fundatrigenen und virginogenen Geflügelten von *Doralis fabae* nun durch ebensolche an der Gynoparen (u. Männchen) zu ergänzen. Im wesentlichen wurden dabei alle bisherigen Beobachtungen vollauf bestätigt.

Auch hier sammelten sich die älteren Nymphen auf den Unterseiten der vollentfalteten Blätter, wo sie auch nach der Häutung (zu Gynoparen oder zu Männchen) zunächst noch sitzen blieben. Die Abflüge erfolgten fast ausschließlich in den frühen Vormittagsstunden. Sie begannen, sobald die Temperatur auf wenigstens 15,5° C, meist sogar 16–17° C (Lufttemperatur) angestiegen war, meist zwischen 8 ½ und 10 ½ Uhr, und hielten je nach den Flugbedingungen eine halbe bis eine Stunde an, während dann später bis in die frühen Nachmittagsstunden nur noch ganz vereinzelte Starts stattfanden. Dieses rasche Ende ist nicht temperaturbedingt. Es entsteht vielmehr dadurch, daß die über Nacht ausgereifen flugfähig gewordenen Tiere sofort nach Erreichen der Temperaturschwelle am Morgen in kürzester Frist abfliegen, und die Kolonie dann zunächst keine flugbereiten Tiere mehr aufweist. Die wenigen, die tagsüber entstehen, verteilen sich so über die Zeit, daß ihr Abflug nicht auffällt. Die morgendliche Abflugperiode war dementsprechend auch am kürzesten, wenn günstiges, mildes, windstilles, wechselnd schwach bewölktcs Herbstwetter herrschte (ideal am 16. Oktober), wo dann innerhalb von 30–40 Minuten 40–60 Gynopare von den beiden kleinen (nicht überfüllten!) Colonien auf den 4–5 Blattpaare besitzenden Bohnenpflanzen abflogen.

Wind über 3 km pro Stunde verhinderte den Abflug auch hier wieder ganz oder beschränkte ihn, bei böigem Wetter, auf ruhigere Augenblicke. So flogen am 17. Oktober in 4 ruhigeren Minuten etwa 20 Gynopare ab, während vorher und nachher bei zwar heiterem, aber windigem Strahlungswetter nur noch wenigen der Start gelang. Ebenso konnten bei schwach-windigem Wetter am 15. in 1 ½ Stunden nur 4 abfliegen, während am 18. bei kräftigem Wind jeglicher Flug unterbunden war. Die relativ langen, oft mehrere Minuten anhaltenden Startvorbereitungen verhindern bei böigem Wetter, daß die Läuse in den allzu kurzen windstillen Augenblicken schon losfliegen und dann passiv abgetrieben werden.

Das Verhalten vor dem Start, der stets wieder auf der Blattoberseite erfolgte, die Startvorbereitungen (Flügelrecken, Flügelkoppeln), das Verschwinden auf den Blattunterseiten bei aufkommendem Wind, Fehlstarts und alle anderen Einzelheiten glichen den beim Start auf den *Evonymus*-Blättern im Frühjahr beschriebenen so genau, daß sich eine erneute Beschreibung erübrigt.

Über Höhe und Richtung der Flüge kann schon deshalb nichts allgemeines ausgesagt werden, weil sie im ersten Stockwerk, d. h. in etwa 10 m Höhe über dem Boden begannen und die Luftströmungen hier in der Nähe des Gebäudes mehr oder weniger turbulent und wechselnd sind. Die meisten der vom Balkon abfliegenden Läuse wandten sich in meist flach ansteigender Bahn nach Westen oder Süden, im allgemeinen der schwachen Luftströmung entgegen. An dem fast windstillen 16. Oktober schraubten sie sich aber auch in großen Spiralen aufwärts, bis sie den Blicken entwandten.

Mit dem Einsetzen der ersten kalten und stürmischen Herbstwetterperiode im letzten Oktoberdrittel fand der Gynoparenabflug 1949 seinen Abschluß; denn auch im Freien starben die Wirtspflanzen rasch ab.

c) Die Wiederbesiedelung der Büsche.

Die im Laufe des Sommers wiederholt kontrollierten Büsche waren am 15. September noch läusefrei. Die ersten vereinzelten Gynoparen wurden am 21. September, etwas zahlreichere am 24. September auf dem *Evonymus*-Busch an der Bode festgestellt. Eine allgemeinere Besiedlung erfolgte aber erst in der ersten Hälfte des Oktobers. Dabei war festzustellen, daß

diejenigen Büsche (*Evonymus*), die im Frühjahr den stärksten Besatz aufgewiesen hatten und am meisten litten, nun am wenigsten von Gynoparen angefolgt wurden, da sie meist nur noch wenige und trockene Blätter hatten. Eine Ausnahme machte nur der Bodebusch, der wohl infolge der Nähe des Wassers den starken Frühjahrsbefall einigermaßen überwuchs und nun so viele Gynopare aufwies, daß fast auf jedem Blatt 1–5–10 zu zählen waren. Eine starke Zunahme der Besiedlung um die Oktobermitte stimmte gut mit dem Maximum der Abflugbeobachtungen an den künstlichen Kolonien auf *Vicia faba* überein. Rätselhaft blieb nur die Herkunft dieser großen Menge von Gynoparen und Männchen. In der letzten Oktoberdekade muß der Gynoparenzuflug sehr gering geworden sein, da nun auf den Büschen kaum noch neu angekommene Gynopare, die an wenigen Junglarven zu erkennen sind, festzustellen waren. Auch Männchen wurden nach dem 20. Oktober nirgends mehr beobachtet.

F. Die Entwicklung der sexuellen Generation auf den Winterwirten.

Die zahlreich auf den Winterwirten (*Evonymus* und *Viburnum*, nicht auf *Philadelphus*) erschienenen Gynoparen erzeugten überall große Mengen von weiblichen Junglarven. Die ersten reifen Weibchen wurden auf *Viburnum opulus*-Büschen an der Bode am 6. Oktober vereinzelt festgestellt, größere Mengen aber erst Ende Oktober, die letzten am 7. November. Diese zunächst sehr zahlreichen Weibchenpopulationen wurden durch heftige Stürme Ende Oktober dadurch auf den meisten Büschen außerordentlich reduziert, daß sehr viele Blätter herabgerissen und davongetragen wurden, auf denen sich noch große Mengen vor allem larvaler Weibchen befanden. Auf diese Weise wurde der Weibchenbesatz auch der zunächst wieder stark besiedelten Büsche bis auf minimale Reste vernichtet, insbesondere auf den stark exponiert stehenden im Schloßgarten, bei denen infolge der zugleich trockenen Standorte die Blätter schon trockener und lockerer waren. In der Regel entgingen nur die erwachsenen Weibchen diesem Schicksal, die bereits auf die Zweige übergesiedelt waren. Nur der große Spindelbaum an der Bode verlor relativ wenig, weil sein noch frischeres Laub dem Sturm widerstand.

Männchen wurden auffallenderweise nur bis zu Beginn der letzten Oktoberdekade zahlreicher beobachtet, später nur noch ganz vereinzelt, Ende Oktober fast gar keine mehr. Da die meisten Weibchen aber erst um diese Zeit heranreiften, waren nur sehr selten Kopulationen zu beobachten und besonders Anfang November, als die Weibchen auf den verkahlenden Zweigen des Bodebusches so dicht saßen, daß ihre Exkremente teilweise ähnliche weiße Krusten erzeugten wie die dichtesten Frühjahrspopulationen, waren trotz eingehender Kontrollen keine kopulierenden Paare zu finden. Selbst auf diesem überreich mit Weibchen besetzten *Evonymus*-Busch war infolgedessen der Eibesatz außerordentlich spärlich.

Es ist nicht mit Sicherheit zu sagen, warum nur so wenige Männchen auftraten. Möglicherweise sind viele ebenfalls durch die Stürme Ende Oktober vorzeitig ums Leben gekommen oder wenigstens aus ihrer natürlichen Umgebung herausgerissen worden. Die

Hauptursache bildet aber wahrscheinlich das Aussterben der Sommerwirtkolonien auf den Kräutern infolge der kräftigen Bodenfröste Ende Oktober, so daß später kein Nachschub mehr erfolgen konnte.

Die Ende November durchgeführten Kontrollen des Eibesatzes der Winterwirte erbrachten erwartungsgemäß nur sehr geringe Zahlen. Auf zahlreichen *Evonymus*-Büschen, die im Frühjahr stark befallen und im Herbst frühzeitig entlaubt waren, wurden praktisch überhaupt keine Eier festgestellt. An 400 Knospen von 20 verschiedenen Zweigen fanden sich im Schloßgraben auf den *Evonymus*-Büschen nur 4 Eier. Aber auch auf dem großen *Evonymus*-Busch an der Bode ist die Zahl von 124 von ebensoviel Zweigen und Knospen im Verhältnis zur Anzahl der dort vorhandenen Weibchen nur sehr gering. Den verhältnismäßig höchsten Besatz wiesen einige *Viburnum opulus*-Büsche mit 188 Eiern (0,47 pro Knospe) auf.

Drei Gründe können im wesentlichen für diesen geringen Eibesatz verantwortlich gemacht werden:

1. Die vorzeitige Vertrocknung und Entlaubung vieler Büsche, vor allem der Pfeifensträucher und vieler Spindelhölzer infolge der Schwächung durch übermäßigen Besatz im Frühjahr und ungewöhnlichen Wassermangel im Hochsommer, so daß diese Büsche von vornherein keinen Gynoparenflug auf sich lenkten.

2. Die starke Dezimierung der larvalen Weibchenkolonien durch heftige Stürme Ende Oktober und
3. der ungenügende Nachschub von Männchen nach der Reife der Weibchen infolge der gleichen Ursachen und der vorzeitigen Vernichtung der Kolonien auf den Kräutern durch kräftige Fröste.

Geringer ist der Einfluß von Feinden zu veranschlagen, von denen besonders Spinnen zu Beginn des Gynoparenfluges eine Rolle spielten, so lange ihre Netze bei anhaltender Trockenheit noch nicht durch Niederschläge zerstört wurden. Ein großer Teil der abgelegten Eier ist außerdem, wie sich inzwischen herausgestellt hat, im Laufe des Winters völlig geschrumpft, da sie offenbar nicht befruchtet waren.

Vergleicht man diesen so geringen Eibesatz der Büsche mit dem Fundatizenbesatz des Frühjahres 1949 (s. S. 3), wo bis zu 2 und 3 Jungläuse an jeder Knospe saßen, so kann für das Frühjahr 1950 zunächst nur mit einem geringen Befall der Winterwirte gerechnet werden, die zum größten Teil sogar ganz läusefrei sein werden. Aber auch der Zuflug und Befall der Sommerwirte wird, wenn nicht besonders günstige Frühjahrswitterung (warm und feucht) die fundatigen Kolonien außerordentlich fördert, nur sehr gering sein und auf jeden Fall erst verspätet einsetzen.

G. Ergebnisse.

Im Rahmen und als notwendige Grundlage einer Untersuchung der Ursachen des unterschiedlichen Befalls von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) mit schwarzen Bohnenblattläusen wurde der Massenwechsel von *Doralis fabae* SCOP. in Abhängigkeit von den Witterungsfaktoren für 1949 in Quedlinburg untersucht.

Neben der möglichst eingehenden Verfolgung der speziellen Entwicklung der Populationen auf den Winter- (*Evonymus europaea*, *Viburnum opulus*, *Philadelphus coronarius*) und Sommerwirten (*Vicia faba*)

im Hinblick auf die Erarbeitung eines vergleichbaren und zu allgemeineren Aussagen und eventuellen Prognosen verwertbaren Materials im Verlaufe einiger aufeinanderfolgender Jahre standen besonders die Fluggewohnheiten, der Ab- und Zuflug auf den Wirtspflanzen, als entscheidende Faktoren bei der Wirtspflanzenwahl im Vordergrund des Interesses. Dabei war das Ziel, die Erfassung der wirklichen Verhältnisse im Freiland, ausschlaggebend bei der Wahl der Methoden. Es wurde deshalb einerseits versucht, die Vorgänge so weit wie irgendmöglich direkt zu beobachten, und auch bei den notwendigen statistischen Erhebungen auf die Anwendung von künstlichen Fangflächen verzichtet und stattdessen der Beflug der Pflanzen unmittelbar durch Auszählungen erfaßt, und andererseits mit den verfeinerten Methoden mikroklimatologischer Meßtechnik die für das Verhalten der Blattläuse ausschlaggebenden Witterungsfaktoren so genau wie möglich ermittelt.

Im Verlauf der in den letzten Märztagen einsetzenden Entwicklung der fundatrigenen Serie waren folgende Feststellungen zu machen:

1. Das Schlüpfen der Fundatrixlarven vollzog sich sehr einheitlich innerhalb nur weniger Tage um die März-April-Wende, so daß auch die Weiterentwicklung der Kolonien zunächst sehr einheitlich verlief.

2. Der unterschiedliche, im allgemeinen 1949 aber sehr hohe Ei- und Fundatrixbesatz bedingte auf *Evonymus* ein starkes Anwachsen der Kolonien bereits in der ersten Tochtergeneration (Ende April), dadurch eine entsprechende Schädigung der Wirtspflanzen, Übervölkerung und infolgedessen ein vielfaches Überwiegen der geflügelten Jungfern bereits in der ersten fundatrigenen Generation.

3. Aus dem gleichen Grunde erfolgte die Verödung der *Evonymus*-Kolonien umso rascher, je höher der Fundatrixbesatz war, während der Befall auf den geringer besetzten Büschen länger anhielt, da hier relativ viele ungeflügelte ♀♀ entstehen und lange Zeit saftreiche Nahrung finden konnten. Ende Mai waren alle *Evonymus*-Büsche läusefrei.

4. Der Abflug der fundatrigenen Wanderfliegen von *Evonymus* begann in den ersten Maitagen, führte in der zweiten Maidekade zu einem Höhepunkt und endete um die Monatswende.

5. Die beobachteten *Philadelphus coronarins*-Büsche trugen keine Eier und wurden erst nach dem 25. April sekundär von Fundatrizen besiedelt, die höchstwahrscheinlich durch Sturm von überfüllten *Evonymus*-Büschen herabgeweht und zufällig hier auf eine geeignete Nahrungsquelle gestoßen waren.

6. In diesen *Philadelphus*-Kolonien traten größere Zahlen von Geflügelten erst Ende Mai—Anfang Juni in der 2. und 3. Filialgeneration auf, nachdem auch hier eine gewaltige Übervermehrung durch ungeflügelte ♀♀ die bei feuchter Witterung immer erneut nachschossenden Triebe erschöpft hatte.

7. Der Abflug von den *Philadelphus*-Büschen erstreckte sich über den ganzen Juni und erst in der ersten Julidekade verödeten auch diese Winterwirte.

8. In einzelnen Fällen konnte die Sekundärbesiedlung von *Philadelphus*-Büschen durch fundatrigene Fliegen ab Mitte Juni nachgewiesen werden, was bei *Evonymus* mit Sicherheit nicht eintrat.

Beobachtungen beim Abflug der fundatrigenen Migranten von den Winterwirten ergaben:

1. Der Start erfolgt stets von der Oberseite älterer, vorwiegend glatter und ungeschädigter Blätter, auf deren Unterseiten sich die negativ phototaktischen Altnymphen sammeln und die geschlüpften Fliegen Flugreife und günstige Abflugbedingungen erwarten.

2. Die Erwärmung der Blattoberfläche auf 17°C. (= 14—16°C Lufttemperatur) löst einen Umschlag im Verhalten der Flugreifen aus, die nun ihre Lichtscheu

überwinden und durch das zur Blattunterseite bestehende Temperaturgefälle auf die Blattoberseite geführt und zum Abflug veranlaßt werden.

3. Die „Startvorbereitungen“ (Flügelrecken, Flügelkuppeln), Fehlstarts usw. werden im Einzelnen beschrieben.

4. Bei Absinken der Temperatur unter die 17°-Schwelle oder zu hoher Windgeschwindigkeit beziehen die Startlustigen wieder ihre Warteplätze auf den Blattunterseiten.

5. Der Abflug führt stets aktiv in Richtung der größten Helligkeit und dadurch zwangsläufig aus dem Gebüsch des Waldes ins Freie, gegebenenfalls gegen eine schwache Luftströmung.

6. Die Abflüge erfolgen meist in den frühen Vormittagsstunden innerhalb einer relativ kurzen Zeit, in der alle während der Nacht herangereiften Fliegen bald nach Erreichen der Temperaturschwelle starten, so daß dann später nur noch die gerade flugreif werdenden abfliegen.

7. Eine ähnliche Stauung und entsprechende Massenabflüge werden durch Schlechtwetterperioden, insbesondere Abkühlung, und die ersten Stunden der nachfolgenden Erwärmung ausgelöst.

Der tägliche Anflug auf den Ackerbohnen wurde durch tägliches Ablesen der angefliegenen Fliegen von mehreren Kontrollreihen von Ackerbohnen in verschiedenen Gärten von Anfang Mai bis Ende Oktober in insgesamt 117 Kontrollen erfaßt.

1. Die statistische Bearbeitung der Anflüge von *Doralis fabae* auf *Vicia faba* erfolgte nach dem Prinzip einer Streuungserlegung. Von der Zeitreihe wurde zunächst eine Grundbewegung in Form zweier zeitlich nacheinanderfolgender GAUSSschen Normalverteilungen berechnet und im Verhältnis zu dieser Grundbewegung eine neue Anflugreihe aufgestellt. Das erste Kollektiv reichte vom 3. Mai bis zum 8. Juni und das 2. Kollektiv vom 9. Juni bis zum 31. August.

2. Mit Hilfe der meteorologischen Elemente (Mitteltemperatur, Windstärke) und der wirksamen Temperatur wurden mit den Anflügen die Korrelationskoeffizienten berechnet, in einer Tabelle zusammengefaßt und statistisch diskutiert. Nur die von der Grundbewegung befreite Anflugkurve ergibt mit der Mitteltemperatur eine allen statistischen Beurteilungen standhaltende positive Korrelation. An Hand des PEARSONSchen Korrelationsverhältnisses wurde der nicht-lineare Charakter der Zusammenhänge bewiesen.

3. In einem Klimagramm zur Abhängigkeit des Anfluges von *Doralis fabae* auf *Vicia faba* von der Mitteltemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit konnte ein Optimalbereich bei einer Mitteltemperatur von ~21°C und einer mittleren relativen Luftfeuchtigkeit von ~70% bestimmt werden. In einem Klimagramm zur Abhängigkeit des Anfluges von der Mitteltemperatur und der mittleren Windstärke findet sich das gleiche Temperatur-optimum und eine stetige Zunahme der Anflüge bei geringer werdender Windgeschwindigkeit.

Der Anflugverlauf wird auf Grund der statistisch-meteorologischen Ergebnisse im Einzelnen ausführlich diskutiert:

1. Der Zuflug der fundatrigenen Fliegen begann am 4. Mai, erreichte am 17. Mai mit 1,177 pro Pflanze seinen Höhepunkt und verebbte Ende Mai—Anfang Juni. Die durchschnittliche Höhe betrug 0,27 Anflüge je Tag und Pflanze.

2. Der Zuflug der virginogenen Fliegen, zu dem aus guten Gründen auch die Masse der von *Philadelphus* stammenden „fundatrigenen“ gerechnet wurde, erstreckt sich von Mitte Juni bis weit in den Herbst (Oktober) hinein und liegt mit dem Maximum Ende Juli (einigen Hundert Anflüge pro Tag und Pflanze) und einem Durchschnitt von 6,48 pro Pflanze und Tag 24mal höher als der der fundatrigenen Fliegen.

3. Die jeweilige Höhe des Zufluges wird zunächst von den an den Geburtsstätten (auf den Büschen bzw. den überfüllten Sommerwirten) entstehenden Mengen abflugreifer Fliegen bedingt und von der Höhe des Tagesmitteltemperaturen unmittelbar sowie über deren Wirkung auf die Nymphenentwicklung indirekt beeinflusst.

4. Hohe Anflugzahlen finden sich nur bei gleichzeitigem Herrschen hoher Temperatur und geringer Windgeschwindigkeit, während sinkende Temperatur und steigende Windgeschwindigkeit anflugmindernd und schließlich -begrenzend wirken.

5. Obwohl die Beziehungen zwischen der wirksamen Temperatur (besonders ihrer Dauer), der Windgeschwindigkeit und der relativen Luftfeuchtigkeit einerseits und dem Anflug andererseits noch nicht genauer faßbar waren, ließ sich ihr hemmender Einfluß bei gewissen Schwellenwertschreitungen doch in einzelnen Fällen nachweisen.

6. Der Eintritt einer Wärmeperiode löst stets einen Anstieg der Zuflugrate aus, der am ersten Tage mit dem Zuflug der in den vorhergehenden ungünstigen Tagen auf den Entstehungsorten angesammelten flugreifen Migrantens beginnt, aber erst am zweiten mit den beschleunigt aus Nymphen entwickelten einen weit überdurchschnittlichen Gipfel erreicht. Am dritten und vierten Tage erfolgt dann normalerweise wieder ein starker Abfall, der offenbar auf der zwangsläufig momentan eintretenden Verarmung der Quellkolonien an Abflugfähigen beruht, und meist bis unter die Normale sinkt.

Bei der Verfolgung des Beginns der Entwicklung der virginogenen Kolonien auf *Vicia faba*, die in den ersten Maitagen einsetzte, ließen sich folgende Zusammenhänge erkennen:

1. Die angeflogenen Läuse verweilen in der Regel nur ein bis zwei Tage auf der zunächst besuchten Pflanze, die sie nach Absetzen von nur wenigen oder gar keinen Junglarven wieder verlassen.

2. Infolgedessen entwickelt sich der Besatz der Einzelpflanze (Bilanz der Anflüge — der Verschwundenen) ungleich langsamer, als etwa nach einer Summierung der Anflugzahlen anzunehmen ist, und so entspricht auch die bei Stichproben vorgefundene Menge der Geflügelten etwa dem Anflug der letzten ein bis zwei Tage.

3. Insbesondere haben die Spitzenanflugtage kaum Bedeutung für die Steigerung des Besatzes der Pflanzen mit Junglarvenkolonien.

4. Etwa ein Viertel der gegründeten Initialkolonien fiel nach wenigen Tagen vor allem wohl räuberischen Feinden zum Opfer.

5. Gesamtanflug und gelungene Koloniegründung (bis zu einem bestimmten Tage) standen im Anfang der Entwicklung etwa im Verhältnis drei zu eins.

6. Im günstigsten Falle waren praktisch erst nach etwa 7 Wochen zu Beginn der dritten Junidekade alle Pflanzen eines Kontrollbestandes befallen, bei den meisten anderen aber erst Anfang Juli.

Bei der Verfolgung des allgemeinen Verlaufs der Entwicklung der fundatrigenen Serie wurde festgestellt:

1. Der Flug der fundatrigenen Fliegen scheint nur in geringem Maße über eine größere Entfernung (einen Kilometer) hinauszugehen; denn Zuflug und Befall traten mit zunehmender Entfernung der Bohnenbestände von den Winterwirten und zunehmender Exposition verzögert und mit verminderter Intensität ein. Erst im Verlaufe des Frühsommers verwischen sich die so entstehenden Befallsunterschiede mehr oder weniger.

2. Virginogene Fliegen traten ab Mitte Juni in zunehmender Anzahl auf.

3. Anfang Juli setzt eine Entvölkerung der zuerst besiedelten, schwer befallenen Bohnen vom Gipfel her ein.

4. Die schon vorher erfolgte Besiedelung der unteren, älteren, nicht geschädigten Blätter sichert aber zunächst noch den weiteren Bestand der Kolonien und die Lieferung virginogener Fliegen.

5. Erst Anfang bis Mitte August, bei beginnender Reife und Ernte sind die Bohnenbestände wieder läusefrei, woran Feinde, Parasiten und Pilze ursächlich mitwirkten.

6. Da infolge extremer Trockenheit von nun an neue, saftreiche Sommerwirte in der Feldmark kaum zur Verfügung stehen, findet die Masse der virginogenen Fliegen nun keine Nahrung mehr und damit die Entwicklung der virginogenen Serie eine Reduktion auf verschwindend kleine Populationen, deren Verbleib in kühleren, schattigeren Lagen bisher nur zu vermuten ist.

Mangels geeigneter Wildkolonien wurde die herbstliche Abwanderung zu den Winterwirten an künstlich im Freien an *Vicia faba* herangezogenen beobachtet.

1. Infolge der zahlreichen, vor allem räuberischen Feinde konnten sich in der Feldflur im Spätsommer und Herbst auch an wüchsigen Jungpflanzen nur ausnahmsweise unter Ameisenschutz Kolonien entwickeln. Die Anzucht erfolgte deshalb unter Glaszylindern.

2. Die ersten Gynoparen traten Ende September, die Mehrzahl derselben erst ab 5. Oktober auf (Maximum Mitte Oktober). ♂♂ erschienen etwas später und schließlich in überwiegender Zahl.

3. Ende Oktober vernichteten kräftige Bodenfröste die Pflanzen und damit die Kolonien.

4. Die von den Bohnen abfliegenden Gynoparen und ♂♂ sind von einem so starken Flugtrieb beherrscht, daß sie unmittelbar in der Nähe aufgestellte Winterwirte in keinem Falle annehmen.

5. Eine Wirtswahl wird offensichtlich erst nach entsprechender Ermüdung ausgelöst, wofür auch Käfigversuche sprechen.

6. Im Einzelnen zeigen die Abflüge ein den Frühjahrsbeobachtungen auf den Büschen entsprechendes Bild: Start nur bei Lufttemperaturen über 15° C, meist infolge nächtlicher Stauung nur innerhalb kurzer Zeit während der frühen Morgenstunden, nur bei Luftbewegungen unter 3 km/h, nur von Blattoberseiten, usw.

Die Entwicklung der sexuellen Generation auf den Winterwirten ergab folgende Feststellungen:

1. Vereinzelt Gynopare trafen Ende September, die Mehrzahl in der ersten Oktoberhälfte auf den Winterwirten ein.

2. Dabei wurden im allgemeinen nur die wenigen noch frischbelaubten Büsche angenommen, die durch übermäßigen Besatz im Frühjahr und extreme Trockenheit im Sommer geschädigten weitgehend gemieden.

3. Die ersten reifen ♀♀ wurden am 6. Oktober, die Mehrzahl erst Ende des Monats, die letzten am 7. November festgestellt.

4. Heftige Stürme dezimierten Ende Oktober die sexuellen Populationen stark, vor allem durch das Abreißen von Blättern mit zahlreichen noch larvalen ♀♀.

5. Auch ♂♂ waren Ende Oktober sehr selten, vor allem wohl infolge der frühzeitigen Vernichtung der Ausgangspopulationen auf den Kräutern durch Bodenfröste.

6. Es kamen deshalb nur relativ wenig Kopulationen zur Beobachtung.

7. Aus allen diesen Gründen ist der Eibesatz zum großen Teil sehr gering und ein hoher Prozentsatz der Eier unbefruchtet.

8. Infolgedessen ist für das kommende Jahr mit einem geringen, zum mindesten spät einsetzenden Zuflug und Befall auf den Sommerwirten zu rechnen.

Zusammenfassung:

Zur Schaffung der ökologischen Grundlagen für eine Untersuchung des Wirtswahlvermögens von *Doralis fabae* in bezug auf die unterschiedliche Resistenz von *Vicia faba* wird der Massenwechsel dieser Blattläuse in Quedlinburg 1949 eingehend verfolgt, insbesondere die Abhängigkeit des Ab- und Anfluges auf den Wirtspflanzen von den Witterungsfaktoren analysiert. Es ergab sich eine Abflugschwellentemperatur auf der Startfläche von 17° C.

Literatur:

1. BÖRNER, C. u. F. A. SCHILDER: Aphidoidea. Blattläuse p. 602 in: SORAUER, Hdb. Pflanzenkrankh. 5, Berlin (1932). — BÖRNER, C.: Die erblichen Grundlagen von Befall und Nichtbefall der Pflanzen durch tierische Parasiten. Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst N. F. 3 (1949). — 3. DAEVES u. BECKEL: Großzahlforschung und Häufigkeitsanalyse. Weinheim (1948).
4. DAVIDSON, J.: The host plants and habits of *Aphis rumicis* L. Ann. appl. Biol. 1, (1914). — 5. DAVIDSON, J.: Biological studies of *Aphis rumicis* L. Ann. appl. Biol. 8,

51—65 (1921). — 6. DAVIDSON, J.: Biological studies of *Aphis rumicis* L. Sci. Proc. R. Dublin Soc. 16, 304—322 (1921). — 7. DAVIDSON, J.: Biological studies of *Aphis rumicis* L. Ann. appl. Biol. 9, 135—145 (1922). — 8. DAVIDSON, J.: Biological studies of *Aphis rumicis* L. Factors affecting the infestation of *Vicia faba* with *Aphis rumicis*. Ann. appl. Biol. 12, 472—507 (1925). — 9. DAVIDSON, J.: Biological studies of *Aphis rumicis* L. Bull. Ent. Res. 12, 81—89 (1921). — 10. EMERY, W. T.: Temporary immunity in alfalfa ordinarily susceptible to attack by the pea aphid (*Macrosiphum pisi*). J. agric. Res. 73, 33—43 (1946). — 11. GEBELEIN, H.: Zahl und Wirklichkeit. S. 350 (1943). — 12. HEINZE, K.: Die Viruskrankheiten der Rübe und ihre Übertragung durch Insekten. Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst N. F. 3, 1—7 (1949). — 13. HOFFERBERT, W. u. H. ORTH: Der Einfluß der Düngung auf die Wanderung der Pfirsichblattlaus. Kartoffelwirtschaft 1, 79—80 (1948). — 14. KOLLER, S.: Graphische Tafeln, Leipzig 1943. — 15. KRAEMER, G. D.: Der große Tannenborkenkäfer unter Berücksichtigung seiner Verwandten und die Brutdisposition. Z. angew. Entomol. 33, 3, 349—430 (1950). — 16. KUHN R. u. GAUHE, A.: Über die Bedeutung des Demissins für die Resistenz von *Solanum demissum* gegen die Larven des Kartoffelkäfers. Z. Naturforschg. 2b, 407—409 (1947). — 17. MÄDE, A.: Ein Beitrag zur Frage: Wahre Lufttemperatur oder Körpertemperatur. Biokl.

Beibl. 4, 35—36 (1937). — MÜLLER, H. J.: Beiträge zur Biologie des Rapsglanzkäfers, *Meligethes aeneus* F. Z. f. Pflanzenkrankh. 51, 385—435, 529—595 (1941). — 18. *PRADHAM, S.: Insect populations studies. II. Rate of insect development under variable temperature of the field. Proc. nat. Inst. Sci. India 11, 2, 74—80 (1945). — 19. RIEBESELL, P.: Kritische Betrachtungen zur sogenannten Großzahlforschung in der Technik und zur Anwendung mathematischer statistischer Methoden in der Biologie und Medizin. Z. angew. Math. Mech. 28, 226—234 (1928). — 20. ROEMER, T. u. W. H. FUCHS, K. ISENBECK: Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Berlin 1938. — 21. SCHRÖDER, H. u. K. STOLL: Untersuchungen über das Mikroklima in Ackerbohnenbeständen verschiedener Bestandsdichte und seinen Einfluß auf den Sporenaustritt von *Ascochyta pinodella* JONES. Nachrichtenbl. dtsh. Pflanzenschutzdienst 3 (1949). — 22. SEYBOLD: Die physikalische Komponente der Transpiration. Berlin 1929. — 23. STELLWAAG, F.: Kritische Untersuchungen zur Analyse des Massenwechsels der Insekten. Z. angew. Entomol. 30, 501 ff. (1944). — 24. WEBER, H.: Aphidina, in P. SCHULZE: Biologie der Tiere Deutschlands. Berlin 1936. — 25. WEGER, N.: Mikroklimatische Studien in Weinbergen. Biokl. Beibl. 6, 169—179 (1939).

Die mit * gekennzeichneten Arbeiten konnten wir nur in Referaten, zumeist des Review of applied Entomology, kennen lernen.

(Aus der Zweigstelle Baden [Rosenhof b. Ladenburg a. N.] des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Züchtungsforschung (ERWIN BAUR-Institut.)

Untersuchungen an polyploiden Pflanzen.

XI. Zum Chlorophyllgehalt diploider und polyploider Pflanzen.

Von F. SCHWANITZ.

Die Blätter polyploider Pflanzen machen, wie von den verschiedensten Untersuchern immer wieder betont wird, häufig einen dunkleren Eindruck als die Blätter der entsprechenden diploiden. Es liegt nahe, diesen Farbeindruck auf einen höheren Gehalt der Blätter an Pigmenten bzw. auf eine andersartige Zusammensetzung der Gesamtpigmente zurückzuführen. Da quantitative oder qualitative Veränderungen der Blattpigmente andererseits auf den Stoffwechsel der betreffenden Pflanze von Einfluß sein können, schien es wichtig, einmal an einer größeren Anzahl von Objekten zu untersuchen, ob die Genomvermehrung auf die Pigmentmenge bzw. auf die qualitative Zusammensetzung der Pigmente irgendeinen Einfluß hat. Die Untersuchungen wurden vom Herbst 1940 bis zum Herbst 1942 durchgeführt.

Herr Prof. SEYBOLD war so liebenswürdig, uns für die Durchführung der Analysen die Arbeitsräume und Apparaturen seines Instituts zur Verfügung zu stellen, er war uns ferner bei der Einarbeitung in die Methode der Chlorophyllbestimmung behilflich und stand uns auch später stets mit Rat und Tat zur Seite. Für seine freundliche Hilfe sei ihm auch an dieser Stelle herzlichst gedankt. Für die Überlassung von polyploidem Untersuchungsmaterial sind wir ferner den Herren Prof. KOENIG/Forchheim, Prof. MÜNTZING/Lund und Dr. M. SCHMIDT/Müncheberg zu Dank verpflichtet.

Material und Methodik.

Bei dem untersuchten Material handelte es sich größtenteils um Polyploide, die vom Verf. selbst durch Behandlung der Samen oder der Keimpflanzen mit Colchicininlösung (0,1—0,5%) hergestellt worden waren. Als diploides Vergleichsmaterial wurde normales Handelssaatgut der gleichen Firmen benutzt.

Es schien uns dies ohne Weiteres zulässig, da das Ausgangsmaterial — durchwegs Fremdbefruchter — relativ bunte Genotypengemische waren. Die Nachzucht diploider Pflanzen der Behandlungsgeneration konnte daher kaum ein ausgeglicheneres und den Tetraploiden in der genischen Konstitution gleichartigeres Material liefern, als dies bei Verwendung des Handelssaatgutes der gleichen Sorten — selbstverständlich auch stets von der nämlichen Firma bezogen — der Fall war. Die *Galeopsis*-Pflanzen stammten von Saatgut, das uns liebenswürdigerweise von Herrn Prof. MÜNTZING zur Verfügung gestellt wurde, die Blätter der Prunus-Arten hatten wir von Herrn Dr. SCHMIDT aus dem Sortiment der Obstabteilung des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung in Müncheberg/Mark erhalten. Dem Sortiment des K.-W.-I. für Züchtungsforschung entstammte auch das untersuchte Weizenmaterial.

Zu Beginn unserer Untersuchungen wurde an einer Reihe von Einzelpflanzen (2n und 4n) einer Futterkohlsorte („Kuhkohl“) der Chlorophyllgehalt der einzelnen Pflanzen miteinander verglichen. Es ergaben sich dabei sowohl bei den Diploiden wie bei den Tetraploiden erhebliche Unterschiede im Chlorophyllgehalt der einzelnen Pflanzen, während die Mittelwerte der beiden Valenzstufen praktisch gleich waren. Infolgedessen wurde bei der Durchführung der Untersuchungen immer sehr sorgfältig darauf geachtet, daß das Analysenmaterial von einer möglichst großen Zahl verschiedener Pflanzen stammte. Auf diese Weise war zu erwarten, daß das Untersuchungsmaterial wirklich dem Durchschnitt der diploiden bzw. tetraploiden Pflanzen entsprach. Es wurde ferner darauf