

# BEITRÄGE ZUR ENTOMOLOGIE

4. BAND · NUMMER 5/6 · BERLIN DEZEMBER 1954

## Beobachtungen über Wanderflüge von *Pieris brassicae* L.

Von HANS BLUNCK, Pech bei Bad Godesberg

(Mit 7 Textfiguren)

	Inhalt	Seite
A.	Vorbemerkung . . . . .	485
B.	Flugfähigkeit und Flugfreudigkeit . . . . .	486
	I. Allgemeines . . . . .	486
	II. Beeinflussung durch Wind . . . . .	488
C.	Die Wanderflüge . . . . .	494
	I. Die 1. Generation . . . . .	494
	II. Die 2. Generation . . . . .	498
	III. Entstehungszentren . . . . .	505
	IV. Verhalten der Geschlechter vor und bei dem Flug . . . . .	511
	V. Reichweite der Wanderflüge . . . . .	515
	VI. Populationsdynamische Wirkungen . . . . .	520
	Zusammenfassung . . . . .	526
	Literatur . . . . .	527

### A. Vorbemerkung

Das Phänomen der Wanderflüge des Großen Kohlweißlings im Sinne gerichteter Massenflüge des Falters hat frühzeitig die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf sich gezogen und viele Veröffentlichungen ausgelöst. Vor allem hat C. B. WILLIAMS in seinem bekannten Buch „The Migration of Butterflies“ (1930) und mehreren anderen Abhandlungen sich auch und besonders mit diesem Objekt beschäftigt, ein umfangreiches Beobachtungsmaterial zusammengetragen und die Ursachen der Erscheinung umrätselt. Neuerdings war der gleiche Autor (1942, p. 101—283) nochmals in einer tieferschürfenden Studie um die Analyse der Bewirkungsfaktoren bemüht. Er kommt dabei aber zu einem im wesentlichen resignierenden Schluß („The problem of the method by which migrating insects determine the direction of their flights — still remains unsolved —“. WILLIAMS, l. c., p. 226). Weder der Wind, noch das Licht oder die Temperatur, weder die Niederschläge oder atmosphärischer Druck, weder magnetische Einflüsse oder gar die Suche nach Nahrung scheinen, wie WILLIAMS großenteils auch schon früher begründete (1930, p. 422), über die Richtung der Wanderflüge zu bestimmen. Über die Ursachen des Wandertriebs und die Vorteile, welche die Flüge den Faltern bringen, ließ sich ebenso wenig Stichhaltiges sagen. Nicht zuletzt wird auch ein Vergleich mit dem Vogelzug

abgelehnt, weil nicht nur die gemäßigten Zonen sondern nicht minder die Tropen wandernde Schmetterlingsarten stellen. Außer WILLIAMS hat sich vor allem FRAENKEL (1932, p. 238) um Klärung des Phänomens bemüht. Ein Erfolg war auch ihm nicht beschieden. Das gleiche gilt für alle anderen Autoren. Mir ist es nicht besser ergangen. Bei meinen langjährigen Studien über *Pieris brassicae* L. habe ich wohl häufiger als jeder andere gerichtet fliegende Kohlweißlinge registriert, bin aber von einer befriedigenden Deutung des Triebes nach den seine Betätigung auslösenden und die Richtung des Fluges bestimmenden Einflüssen auch heute noch weit entfernt. Andererseits erlauben unsere Beobachtungen Folgerungen über den biologischen Effekt des Prozesses. Besonders einige im Sommer 1936 an der Kieler Förde durchgeführte Erhebungen lieferten dazu einschlägiges Material. Dessen Veröffentlichung hatte ich bisher in der Erwartung zurückgestellt, mit der Zeit doch zu positiveren Ergebnissen zu kommen. Die Aussichten dazu beurteile ich heute gering und unterbreite daher hiermit den damals in einigen Ferienwochen zusammengetragenen Stoff<sup>1)</sup>.

## B. Flugfähigkeit und Flugfreudigkeit

Der Mitteilung der eigenen Beobachtungen seien einige Bemerkungen über das Flugvermögen und die Flugtechnik des Falters vorausgeschickt.

### I. Allgemeines

Wie alle Weißlinge ist *Pieris brassicae* kein sonderlich gewandter Flieger. Er hält in dieser Kunst etwa die Mitte zwischen den kleinen Arten *Pieris rapae* L. und *Pieris napi* L. einerseits und dem ihm überlegenen Baumweißling *Aporia crataegi* L. andererseits. Dem oberflächlichen Beobachter scheint er sogar nur taumelnd und ziellos umherzuflattern (SPREYER, 1948, p. 339). Tatsächlich versteht er es aber, angestrebte Ziele, z. B. Blüten, sicher anzufliegen, und wer die Männchen im Liebesflug auf der Jagd nach Weibchen beobachtet hat, wird überrascht festgestellt haben, daß sie dabei den von diesen beschriebenen komplizierten Kurven und Zickzacklinien auf das Geschickteste zu folgen verstehen. Wenn sie zu vielen sind, bilden sie, eins hinter dem anderen dicht aufgeschlossen, elegant geschwungene Girlanden. Schwebend wie die größeren Papilioniden sich in der Luft zu halten, versteht der Große Kohlweißling allerdings nicht. Er bringt es höchstens zu langsamem Herabsinken mit aus-

<sup>1)</sup> Bei der Beibringung des Materials haben mich meine Mitarbeiter aufs Beste unterstützt. Das gilt besonders für Herrn Professor Dr. E. MEYER. Dank bin ich ferner all denen schuldig, die durch mündliche oder schriftliche Mitteilungen zur Bereicherung des Stoffes beigetragen haben. Ihre Namen sind im Text genannt. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat auch nach Abschluß dieses Manuskripts unsere Studien über die Wanderflüge der Schmetterlinge im Rahmen ihres Schwerpunktprogrammepunktes Biozönoseforschung weitgehend unterstützt.

gebreiteten Schwingen. Nach v. UEXKÜLL (1924, p. 259—264) soll das Tier die Flügel nicht nur auf und ab schlagen, sondern sie auch von vorn nach hinten und um die Längsachse drehend bewegen. Die Fortbewegung im Zickzack soll dadurch zustande kommen, daß das Abdomen als Steuer gebraucht wird, d. h. mal nach rechts, mal nach links ausschlägt. Biologisch gesehen ist der Zickzackflug überdies vielleicht ein Mittel, verfolgendem Getier und insbesondere jagenden Vögeln zu entgehen (s. a. SPEYER, 1948, p. 339). Die Zahl der Flügelschläge wird (s. z. B. HESSEDOFLEIN 1, 230, 1910) mit 9 je Sekunde angegeben. Das ist, wenn es den Durchschnittswert bezeichnen soll, wohl reichlich hoch gegriffen. Der Falter kommt bei ruhigem Flug mit weniger aus. Nur im Erregungszustand, also z. B. bei Verfolgung der Weibchen, bewegt er sich schneller. Für die kleinen Arten der Gattung mag der obige Wert aber stimmen. Diese sind schon durch ihren schnelleren Flügelschlag und durch weniger räumige Bewegungen vor dem großen Vetter kenntlich. Bei ruhiger Luft legt *P. brassicae* in der Sekunde cirka 2m zurück, an kühlen Tagen sogar noch etwas weniger. Umgekehrt sah ich die Tiere bei warmem Wetter 3 und 4 m je Sekunde schaffen.

An einem besonders freundlichen Tag (22. 8. 32) legten einzelne Stücke bei 25° in einer windstillen Zone sogar vorübergehend bis zu 6 m je Sekunde zurück. Das entspricht einer Stundenleistung von 21 ½ km. Gewöhnlich bringen sie es aber nur auf 7 bis 14 km/Stunde (vgl. HERING, Biologie der Schmetterlinge, 1926, und BLUNCK, 1944, p. 418—491). Morgens nehmen die Falter vor dem Abflug regelmäßig ein Sonnenbad mit einer für dieses charakteristischen Haltung. Dabei richtet das Tier seine Längsachse so aus, daß sie etwa senkrecht zur Verbindungslinie Körper—Sonne steht und daß die Sagittalebene die Sonne durchschneidet. Dann werden die Flügel bis zur Bildung eines Winkels von 90—140° auseinandergeklappt und die Vorderflügel eine Kleinigkeit vorgezogen, so daß die Hinterflügel etwas sichtbar werden, also lange nicht so weit wie beim Flug (Fig. 4). Die Haltung ähnelt bis zu einem gewissen Grade der der Weibchen bei Belästigung durch Männchen mit dem Unterschied, daß die Flügel nicht ganz flach der Unterlage aufliegen und daß dabei die Hinterflügel nicht sichtbar werden. Auch wird das Abdomen beim Sonnenbad nicht angehoben. Der Falter stellt sich vielmehr so ein, daß die Sonnenstrahlen senkrecht auf den Körper fallen, dieser sich also schnell erwärmen kann. Im Sommer kann man die Tiere so schon um 6 Uhr morgens beobachten. Ist der Morgen kühl, so verharren sie in dieser Stellung sehr lange, nach АДИН (1918, p. 36—39) wohl eine Stunde und

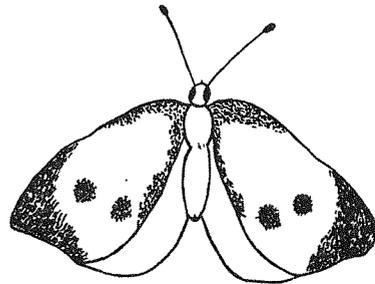


Fig. 1. *Pieris brassicae* L. Haltung des Falters (♀) beim Sonnenbad

mehr. Unterhalb  $14^{\circ}$  ist der Falter nur ungern unterwegs, und unterhalb  $13^{\circ}$  läßt er sich selbst durch Störungen nicht leicht zum Abfliegen verleiten (s. a. SPEYER, 1948, p. 338). Das gleiche gilt bei trübem, diesigem Wetter, sobald der Zeiger im Belichtungsmesser (Bewi) unter  $12\frac{1}{2}$  fällt. Das Optimum der Flugfreudigkeit wird zwischen  $22$  und  $27^{\circ}$  erreicht. Oberhalb  $33^{\circ}$  begibt sich das Tier nicht mehr in die Luft. Schon etwa bei  $30^{\circ}$  werden die Falter träge und suchen Ruheplätze auf (s. a. LEDERER, 1939, p. 133—134). Bei  $38^{\circ}$  tritt nach FLOERICKE (1923, p. 8—9) die Wärmestarre ein, die nach ECKSTEIN bei  $50^{\circ}$  für die Schmetterlinge zum Tode führt. An heißen Sommertagen bekommt man daher in den Mittelmeerländern den Großen Kohlweißling mittags nur selten zu Gesicht. Das ist von BUXTON z. B. für Gallipoli registriert (1916, p. XIII) und mir 1949 auch in der asiatischen Türkei aufgefallen. Umgekehrt ist Sonnenschein aber wie bei allen Tagfaltern auch für *P. brassicae* fast eine *conditio sine qua non* der Flugtätigkeit. *P. rapae* L. und *P. napi* L. sind in dieser Beziehung weniger anspruchsvoll. Nur an warmen und schwülen Hochsommertagen ist auch *P. brassicae* L. zuweilen so unruhig, daß der Falter auch bei bedecktem Himmel nicht sitzen bleibt. So traf ich ihn am 24. 7. 1947 bei  $24^{\circ}$  und leichtem Westwind (Stärke 2) in Godesberg auf Rotklee auch dann auf Blütensuche und beim Liebesspiel, wenn die Sonne längere Zeit, d. h. viertelstundenweise, hinter Wolken verschwand. Das gleiche war am 22. 8. 1942 bei  $21$ — $22^{\circ}$  sogar noch um  $18^{00}$  der Fall, obgleich der Himmel sich schon mittags völlig bezogen hatte. *P. napi* und *P. rapae* führten dann sogar noch Copula-Versuche aus. Regen unterbindet die Flugtätigkeit natürlich vollständig. Indessen sah ich am 9. 8. 1939 in Neustein bei Kiel bei höchstens  $18^{\circ}$  und leichtem Westwind (Stärke 2) noch 5 Minuten nach Einsetzen eines Regens zahlreiche Große Kohlweißlinge die Steilküste entlang fliegen.

Am liebsten bewegt sich der Falter beim Flug einige wenige Meter über dem Erdboden. Seltener geht er auf Wipfelhöhe der Bäume oder gar darüber hinaus (SPEYER, 1948, p. 339), und die wenigen Meldungen, daß Kohlweißlinge in großen Höhen, etwa vom Flugzeug aus, gesichtet wurden, können sich nur auf Individuen beziehen, die, von aufsteigenden Luftströmen mitgerissen, sich verirrt hatten. Auf ihren Wanderflügen gelangen die Tiere bei dem unwiderstehlichen Zwang, Kurs zu halten, und z. B. auf Alpenglätscher, zu ihrem normalen Biotop gehören diese Regionen aber natürlich nicht.

## II. Beeinflussung durch Wind

Stark abhängig ist der Falter auch von der Luftbewegung. Nach Möglichkeit entzieht er sich dem Wind ganz (s. S. 504—505). Darum hält er sich außerhalb seiner Wanderzeit am liebsten in geschützt liegenden Gärten auf. Dort werden daher auch die meisten Gelege abgesetzt, und ebendort

kommt es weit häufiger zu schwerem Raupenfraß, als im freien Feld. Sobald sich das Tier dem Wind aussetzt, beeinflußt dieser sowohl die Geschwindigkeit wie die Richtung des Fluges.

Vom Wind geschobene Falter können es über die Geschwindigkeit der sie tragenden Luft hinaus, d. h. bei Windstärke 3 auf 6—8 m/sec bringen. In einem Fall schätzte ich die zurückgelegte Strecke sogar auf 10 m/sec. Es dürfte sich dabei um ein Männchen gehandelt haben, denn die schwerfälligeren Weibchen bringen es wohl kaum soweit. Nimmt die Windgeschwindigkeit über Stärke 4 zu, so werden die Falter wohl noch schneller mitgerissen, von geregelterm Flug kann dann aber nicht mehr die Rede sein. Übrigens erheben sich die Tiere dann auch nur noch sehr ungern in die Luft.

Nichtwanderer sind immer bestrebt, möglichst bald in Windschatten zu gelangen, geben aber im übrigen dem Druck ziemlich stark nach. Bis zu einem gewissen Grade versuchen sie aber auch bei Wind, ausgemachte

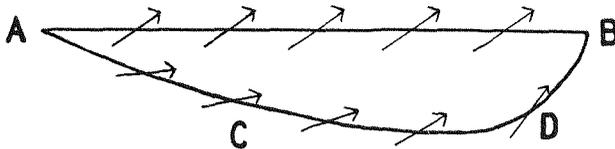


Fig. 2. Die einem von A nach B strebenden Flieger gegebenen beiden Möglichkeiten, zum Ziel zu kommen (Nach ACWORTH & WILLIAMS)

Ziele anzufliegen. Sie verhalten sich dabei wohl ebenso wie die Wanderflieger, wechseln in ihren Tendenzen aber zu oft, als daß dem Beobachter die Technik der Tiere und die Analyse des Kräftespiels ausdeutbar würde.

Eher ist das beim Wanderflieger möglich, da dieser bestrebt ist, bei Wind, gleichgültig aus welcher Richtung er kommt, den gleichen Kurs wie bei Windstille einzuhalten. Es liegt daher nahe, den Vergleich mit den ein Ziel anstrebenden Vögeln zu ziehen. Das hat bereits WILLIAMS (1942, p. 229) versucht und zwar unter Nutzung der von ACWORTH aufgestellten Vogelflugtheorie.

Ein Vogel kann bei Wind auf zweierlei Weise zum Ziel gelangen (Fig. 2). Im ersten Fall stellt er sich von vornherein mit der Körperlängsachse soweit schräg zur Windrichtung ein, daß die Resultante aus der Windstärke und seiner Flugstärke ihn in gerader Linie (A → B) direkt auf sein Ziel zuführt. Im zweiten Fall versucht er, dieses direkt anzufliegen, bleibt also mit der Körperlängsachse auf das Ziel ausgerichtet. Er muß aber dann einen Abtrieb in Kauf nehmen und diesen laufend durch Neuausrichten auf das Ziel ausgleichen. Seine Fluglinie bildet dann keine Gerade, sondern eine Kurve (A → C → D → B).

Theoretisch kommen bei Insekten die gleichen Möglichkeiten wie bei Vögeln in Frage, wobei bei Wanderfliegern das Ziel im Unendlichen, aber der Richtung nach festliegend anzusetzen wäre. Beide Fälle sind bereits

von WILLIAMS (1942, p. 229—230) analysiert und an Hand eines Beispiels figurlich festgehalten (ebenda, Abb. 46). Wenn das Insekt sich der Auswirkung des Windes auf die Flugrichtung nicht bewußt („unconscious“) ist, wird es die Körperlängsachse, gleichgültig, woher der Wind kommt und in welcher Stärke er auftritt, unentwegt auf das Ziel ausgerichtet halten. Es wird also mehr oder minder stark abgetrieben, ein nach Norden strebender Wanderflieger also z. B. bei Westwind nach Nordost (Fig. 3A und B). Es ist aber auch möglich, daß das Insekt sich ebenso wie der Vogel in dem weiter oben behandelten ersten Fall verhält, d. h. daß es den drohenden

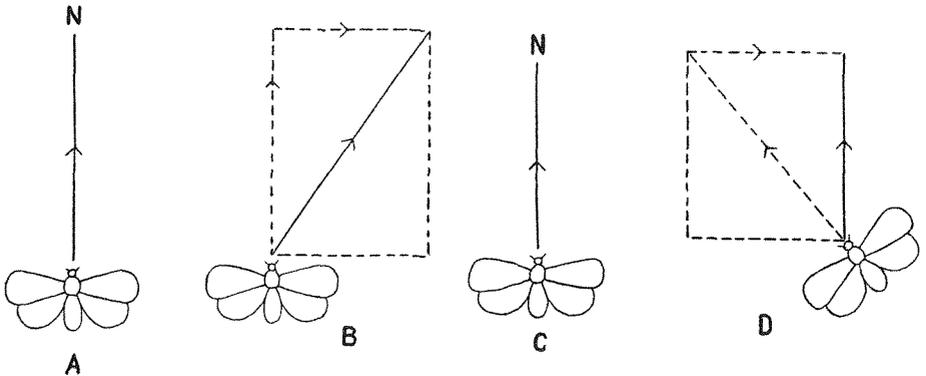


Fig. 3. Die beiden theoretischen Möglichkeiten der Reaktion eines nach Norden strebenden Falters auf Seitenwind mit  $\frac{2}{3}$  der Fluggeschwindigkeit des Insekts. — B. Der Falter bemerkt die Gefahr der Abtrift nicht, bleibt mit der Körperlängsachse wie bei Windstille (A) nach Norden ausgerichtet und wird nach Nordost abgetrieben. — D. Der Falter bemerkt die Gefahr der Abtrift und kompensiert diese durch Einstellen der Körperlängsachse nach Nordost zu, fliegt also weiterhin wie bei Windstille (C) nach Norden. — In B und D Fluglinie ausgezogen, Luftlinie und Windrichtung gestrichelt

Abtrieb von vornherein durch entsprechend starkes Ausrichten der Körperlängsachse auf den Wind zu ausgleicht. In unserem Beispiel (Fig. 3 bei D) ist angenommen, daß der Wanderer nach Norden strebt und daß der Westwind seiner normalen Flugleistung gleichkommt, d. h. die Luft etwa um 2 m/sec vorwärts treibt. Nach dem Gesetz von dem Parallelogramm der Kräfte resultiert dann die angestrebte Flugrichtung, also Nordflug.

Es scheint nun, daß *P. brassicae* sich beim Wanderflug immer der zweiten Flugweise bedient oder diese doch wenigstens anstrebt. Es wäre anderenfalls nicht möglich, daß der Falter dann, soweit wir beobachten konnten, gleichgültig, aus welcher Richtung der Wind kommt, immer in derselben Richtung, und zwar im Sommer im wesentlichen nach Südwesten fliegt. In der Tat war dabei deutlich sichtbar, daß das Tier dementsprechend die Körperlängsachse je nach Stärke des Windes auf diesen mehr oder minder stark zu bzw. von ihm weg gerichtet hält. Allerdings hat seine Möglichkeit, die Wirkung des Windes zu paralisieren, ihre Grenzen. Oberhalb Stärke 3 kann das Tier den Abtrieb nicht mehr ganz vermeiden. Es

muß ihn in Kauf nehmen oder den Flug einstellen. Oberhalb Windstärke 4 ist letzteres immer der Fall, oder das Tier scheitert und stürzt in solchen Fällen z. B. über dem Meer (s. S. 499) ins Wasser. Dabei hatten wir den Eindruck, daß der Falter sich, wenn der Wind mehr oder minder von vorn kommt, besser in der Luft halten kann, als wenn er ihn von hinten faßt.

Muß der Kohlweißling bei Wind landen, so verhält er sich dabei ebenso wie die Vögel. Er fliegt also zum mindesten das allerletzte Stück dem Wind entgegen, auch wenn es dazu vorher einer Wendung bedarf, und bremst auf diese Weise seine Eigengeschwindigkeit so weit ab, daß er sich beim Landen nicht verletzt.

Besonders ausgeprägt zeigt sich die Windflüchtigkeit, wenn das Tier abends zur Ruhe geht. An windstillen Tagen bleiben die Falter in größerer Zahl im freien Feld, sofern dessen Pflanzenbestand nicht gar zu niedrig ist, um gute Deckung zu gewähren. So werden Kleeäcker auch dann, wenn sie eine gute Honigweide abgeben, gegen Abend meist geräumt, während hohes Getreide gern aufgesucht wird. Die Falter setzen sich in diesem aber nicht an der Ähre oder Rispe und auch nicht an den oberen Teilen des Halms, sondern unten, etwa 15—30 cm über dem Boden fest. Das gleiche ist an blühenden Kräutern der Fall. Das Tier verhält sich also jetzt ganz anders als am Tage, wo die Erdnähe geradezu gemieden wird. Wo der Wind ankommen kann, wird man aber auch im Getreidefeld abends vergeblich nach dem Großen Kohlweißling suchen. Er sucht dann Gebüsch und Bäume auf und hält sich dabei peinlichst an deren Lee-Seite. Auch dort kann es lange dauern, bis er zur Ruhe kommt. In Strände waren bei Westwind Gebüsch, Gras, Riedgras, Binsen und Schilf unterhalb des nach Osten gekehrten Steilufers am Strand, also Stellen mit absoluter Windstille, die beliebtesten Schlafstätten, nächst dem an steiler abfallenden Stellen die Böschung selbst. Am dichtesten besiedelt waren dort solche Plätze, wo der Hang ein wenig überhängt. Dort saßen die Tiere auch gern an bodennahen Pflanzenteilen wie Huflattichblättern, aber nicht etwa wie am Tag mit horizontal gehaltenem Leib auf deren Oberseite, sondern zu 90—95% unterseits und zwar so, daß das Abdomen waagrecht dem Blatt anlag, oder lieber mit nach oben zeigendem Kopf senkrecht mit abwärts hängendem Leib am Stengel. Diese Haltung wurde auch bevorzugt an Grashalmen und im Gesträuch eingenommen. Die Flügel sind dabei zusammengeschlagen und die Vorderflügel soweit zwischen die Unterflügel nach hinten gezogen, daß sie fast verschwinden. Nur ihre Spitze bleibt sichtbar. Das Tier hat damit die Angriffsfläche für feindliche Einflüsse der Außenwelt auf ein Minimum reduziert.

Einige Angaben über die Schlafstätten des Falters finden sich auch schon bei LEDERER (1939, p. 121), der die Falter über Nacht besonders in Kraut-, Rüben-, Kartoffel-, Klee-, Luzerne- und Getreideteldern, auf Gebüsch, an Laubbäumen und sogar an Coniferen fand. Weiße Blüten, hellblütige Pflanzen und vom Mehltau befallene Gewächse sollen bevorzugt

aufgesucht werden. Auch KRAUSEN (1934, p. 58) ist es aufgefallen daß die Tiere sich an einer durch weißbuntes Blattwerk ausgezeichneten Pflanze, nämlich an *Phalaris arundinacea* var. *picta* abends sammelten.

Die enge Gebundenheit der Schlafstätten an windgeschützte Lagen ist aber früheren Beobachtern wohl nicht bewußt geworden. Sie wurde uns in Strande besonders deutlich, wenn der Wind nach Osten umschlug. Selbst an den beliebtesten Ruheplätzen am Steilufer suchten wir dann abends vergeblich. Die Falter hatten dann die Uferzone schon im Laufe des Tages geräumt und sich in das Innere des Landes zurückgezogen. Selbst die Wanderflieger waren am Strand selten geworden. Sobald wieder Westwind einsetzte, bevölkerte sich das Ufer aber erneut. Einzelheiten bringt das Kapitel C II für die Tage 7. 8., 9. 8., 10. 8., 11. 8., 12. 8., 15. 8., 16. 8., 18. 8. und für den 23. 8.

Vielleicht auch in Beziehung zu den Windverhältnissen steht ein eigenartiges, im einzelnen noch nicht näher erklärbares Verhalten der Falter am Ufer größerer Gewässer.

Im Schrifttum stießen wir in bezug auf dieses nur auf eine einzige einschlägige Meldung. BARTH (1938, p. 60) berichtete nämlich aus Mardorf am Steinhuder Meer in Hannover, daß er *P. brassicae* dort am 22. 7. 1937 bei einer Massenwanderung beobachtet habe. Diese habe ungefähr um 13<sup>15</sup> eingesetzt und sei zwischen 14<sup>30</sup> und 16<sup>30</sup> besonders ausgeprägt gewesen. In etwa 65—70 m breitem Zuge hätten sich die Falter über dem Schilfgürtel und dem anschließenden Sumpfgrasgürtel bis höchstens 3 m hoch am Seeufer entlang bewegt. Wie er vom Boot aus auf 3 km hin beobachten konnte, hätten die Tiere sich streng an dieses gehalten, seien also zuerst genau westlich, dann südwestlich und schließlich rein südlich geflogen. Das Wetter sei warm (24—28°), der Luftdruck normal (1005 mb) und der Himmel wolkenlos gewesen. Über die Windverhältnisse heißt es, daß nach zunächst ruhiger Luft um 17<sup>00</sup> eine schwache Westbrise eingesetzt habe. Einen Einfluß der Luftbewegung auf Richtung und Schnelligkeit des Zuges hat dieser gewissenhafte Beobachter allerdings, wie er ausdrücklich vermerkt, nicht feststellen können.

Vielleicht gehört hierher aber auch eine von WILLIAMS (1942, p. 226 bis 227) zitierte Meldung von CARR aus dem Jahre 1935. Dieser fischte damals im September am Ontario-See in USA an der Steilküste und wurde dabei auf einen Wanderflug von *Danaus plexippus* aufmerksam. Es heißt darüber: „On looking up I noticed a flight of Monarchs going south, flying about 60 feet above the water and 100 feet from land. A short distance to the south of me they made a sharp left turn, crossed the bay (about a quarter of a mile), then made a right turn and headed south again. At no time was there a massed flight nor did they extend over a space of more than 10 to 12 feet in width. At times I would say one or two thousand passed, and again only a hundred or so. Then there would be breaks in the flight for a short time. I anchored my boat under both of the turning

points, and turns were made at the same two places all day. The flight stopped about an hour before dusk. The butterflies moved quite fast; I would estimate about 15 miles per hour.“ WILLIAMS fügt hinzu: „The interest of the observation is great but at present it does not seem possible to suggest any reason for the change in direction or how to account for butterflies passing in the late afternoon changing direction at the same spot as those which passed many hours before.“ Leider wird über die Windverhältnisse nichts gesagt.

Unsere eigenen einschlägigen Beobachtungen entfallen wieder auf die Kieler Förde und zur Hauptsache in den August 1936. Damals ist uns an mindestens 4 Tagen (9., 10., 15. und 16. 8.) aufgefallen, daß die Wanderfalter von *P. brassicae* bei dem dort hinter der Dampferanlegestelle vor Schilksee zur Bildung einer mehrere km langen Bucht scharf nach WSW einspringenden Ufer diese nur zum Teil auf der Sehne überquerten, also über das Wasser flogen, größtenteils vielmehr dem Ufer weiter folgten und dessen Kurven streng mitmachten. Besonders eindrucksvoll war ihr Verhalten am 16. 8. Damals kam bei allmählich aufkommendem schwach bleibendem, von SO über O nach NO drehendem Wind um 7<sup>00</sup> ein sehr ausgeprägter Wanderflug in Gang (s. a. S. 502). Die Tiere flogen also (s. die Skizze Fig. 4) hinter der Brücke zunächst nach WSW weiter, gingen dann aber auf SSW-Kurs. Bei zunächst noch fast völliger Windstille folgten die von NO kommenden Falter bis zur Dampferbrücke dem Ufer.

Wollten die Tiere hinter dieser in gleicher Richtung wie bisher, also nach SW, weiterziehen, mußten sie also auf das Wasser hinaus. Davor scheute ein Teil offensichtlich zurück. Diese Individuen wanderten vielmehr am Strand weiter und umrundeten die Bucht, flogen also zunächst nach WSW, dann über SW nach SSW und schließlich wohl ab Schilksee sogar vorübergehend nach SO. Das Gros und vor allem die mehrere Meter oberhalb des Wasserspiegels ankommenden Flieger stutzten dagegen am Ufer nicht. Dem Eindruck, daß der Verlauf des Ufers den Tieren die Korrekturen der Wanderflugrichtung aufzwingt, haben wir uns auch an den anderen Tagen nicht entziehen können. Wie diese Bindung zustande kommt, wissen wir

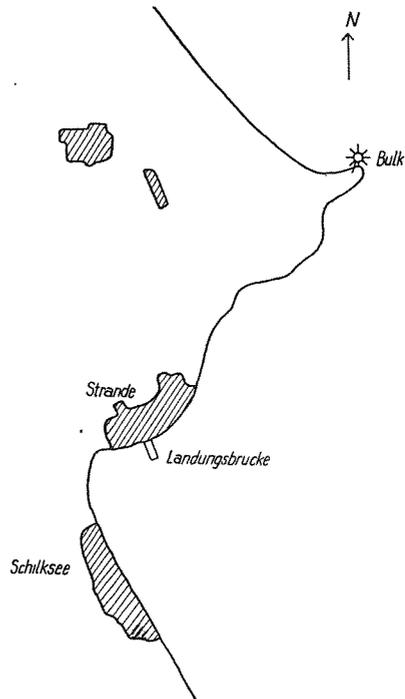


Fig. 4. Strander Bucht, Kieler Förde

aber nicht und müssen uns auf die Vermutung beschränken, daß dabei die Uferwinde den Ausschlag geben oder doch mitsprechen.

Wind beeinflußt die Flugtätigkeit also entschieden erheblich und wirkt sich auch auf ihren Effekt, d. h. auf die Geschwindigkeit des Tieres (s. S. 504) und u. U. selbst bei Wanderfliegern sogar auf die Flugrichtung aus (s. a. S. 498). Es wäre aber verfehlt anzunehmen, daß er diese primär bestimmt. Es sind übergeordnete, noch unbekannte Einflüsse, die sie diktieren. Sie bleibt nämlich, unabhängig von der Windrichtung, ständig im wesentlichen gleich. So ging der Flug, wie in Kapitel C II (S. 498) des näheren ausgeführt wird, während unserer Beobachtungen im Strande bis Mitte August unentwegt nach SW oder WSW, während der Wind in dieser Zeit nach und nach aus allen Himmelsrichtungen blies (s. die Windrose in Fig. 5, in der die Zahl der Pfeile an-

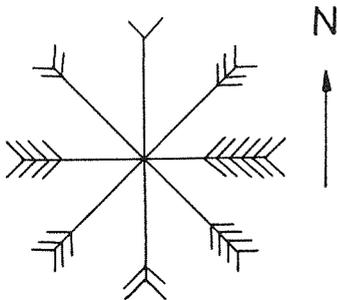


Fig. 5. Windrose. Die Zahl der Pfeilstriche entspricht der Häufigkeit der betreffenden Windrichtungen

gibt, wie oft die betreffenden Windrichtungen zwischen dem 5. und 21. 8. aufgetreten sind). Im Prinzip das gleiche beobachtete WILLIAMS (1942, S. 197) 1940 in Harpenden in England. Er verfolgte damals einen vom 14. 7.—7. 8., also 25 Tage währenden Wanderflug, und kam zu dem Ergebnis: „The wind, which was from the south on the first day, changed to the north-east on the second, and thence hanged so frequently that it blew from all quarters except southeast without any way affecting the direction of the flight. The only noticeable effect was that when it was strong a few butterflies

seemed to be carried away with it against their inclination and unusually high in the air.“ Gleichsinnig heißt es allgemein für wandernde Lepidopteren (S. 234): „Very occasionally the direction may be slightly diverted by a strong wind, but the main flight direction is quite independent of the wind changes.“

### C. Die Wanderflüge

Die durch unentwegtes Beibehalten der gleichen Flugrichtung ausgezeichneten Wanderflüge führt *P. brassicae* nur zu bestimmten Zeiten seines Lebens aus. Das gilt für beide Generationen.

#### I. Die 1. Generation

Lange war man der Meinung, daß nur die Falter der Sommerbrut wandern. Diese Auffassung ist aber irrig. Auch die 1. Generation, also die im Mai zum Flug kommende Brut, kann zu Zeiten gerichtet fliegen. Einschlägige Meldungen sind allerdings weit seltener, und das ist begreiflich, weil die Falter dieser Generation meist ziemlich spärlich auftreten. Es

fällt dann nicht weiter auf, wenn ein Kohlweißling längere Zeit geradeaus fliegt. Erst wenn sich viele Individuen gleichzeitig in derselben Richtung vorwärts bewegen, also scheinbar vergesellschaftet wandern, kommt es zu einem eindrucksvollen, von vielen bezeugten Phänomen.

Es fehlt aber heute auch durchaus nicht mehr ganz an Beobachtungen bei den Frühlingsfaltern. Diese entfallen in der Mehrzahl auf die Britischen Inseln, wo die Migration der Lepidopteren dank intensiver, von WILLIAMS entfalteter Aufklärungs- und Werbetätigkeit seit Jahrzehnten weit mehr Beachtung findet als bei uns. Dieser hat auch bereits den größten Teil des einschlägigen Schrifttums, soweit es in die Jahre vor 1942 fällt, zusammengestellt (1930, p. 429—455; 1938, p. 482—493; 1942, p. 189 bis 204). Danach stammen die ersten einschlägigen Meldungen aus dem Jahre 1931 und zwar von NEWMAN (1931) und SHARMAN (WILLIAMS, 1942, p. 191). Beide Berichte sprechen vom Westflug im Juni auf einer Insel im Kanal bzw. in Norfolk. Weitere 8 Beobachtungen entfallen auf den Juni 1933. Sie stammen aus Kent, Cumberland, Northumberland, Worcester, Norfolk, Pembroke, Berks und aus der Kanalzone zwischen Dover und Ostende. Der Flug ging in 5 Fällen im wesentlichen nach Westen und 3 mal nach Norden (WILLIAMS 1942, p. 191). Im Jahre 1935 wurde am 9. 6. in Norfolk ein nach Südwesten gerichteter Flug registriert (WILLIAMS, l. c.). 1936 berichtete R. OBERTHUR aus St. Malo in Frankreich über einen mäßig starken Flug, der am 19. Mai in nordöstliche Richtung führte. Die weitaus meisten Meldungen betreffen das extrem starke Flugjahr 1937 und entfallen auf die Monate Mai und Juni. Sie kamen aus Herts, Harpenden, Kent, Norfolk und aus Northumberland. Zu vielen Hunderten und Tausenden oder gar dicht wie ein Schneetreiben fliegend, strebten die Falter in 6 Fällen nach Westen und Südwesten, je 2 mal nach Südosten und nach Norden. Im Mai 1940 wurden 3 Wanderzüge registriert und zwar einer nach SO in Lancs, einer nach ONO in Cheshire und einer nach SW in Northumberland (WILLIAMS, l. c., p. 194 & 200). LEMPKE (1951, p. 341—348), der seit Jahren die Falterflüge sorgfältig in Holland registriert, meldete für den 26. Mai 1950 einen ausgesprochenen Zug von *P. brassicae*, der nach J. A. W. LUCAS über dem Waddensee von Norden nach Süden führte.

Die aus Deutschland vorliegenden Meldungen sind spärlicher. Bei WILLIAMS (1938, p. 486—487) findet sich der Hinweis auf einen Bericht von E. MÜLLER, der in Kolberg zwischen dem 15. und 20. Mai im Jahre 1937 einen starken Wanderflug nach Westen beobachtete. Nach Angabe von Herrn G. WAACK, Kitzberg bei Kiel, ist der Siedler LANGÉ in Marienfelde an der Kieler Bucht der Ansicht, daß die fast alljährlich starke Belegung des von ihm gebauten Frühkohls von Faltern stammt, die im Mai über das Meer aus Dänemark kommen. Die erste mir unmittelbar gewordene Meldung stammt von Herrn Dr. FISCHER, Pinneberg in Holstein, der brieflich über einen am 20. Mai 1937 bei Wedel an der Elbe beobachteten,

in der Stärke an die sommerlichen Massenzüge erinnernden Flug berichtete. Die Falter strebten vormittags nach NO, nachmittags mehr nach N. Am 21. Mai wurden von ihm auch in Halstenbek und in Pinneberg wandernde Falter registriert, die ebenfalls nach NO und nach N flogen. Das Wetter hatte sich nach kühlen und regnerischen Tagen bei wenig verändertem Luftdruck (759—763 mm) aufgeklärt. Der 21. Mai brachte nach warmem Tag ein Gewitter. Die relative Luftfeuchtigkeit schwankte zwischen 95 und 100%. Wenige Tage später, nämlich am 23. Mai, wurde von anderer Seite auch in Heikendorf an der Kieler Förde ein starker Schwarm registriert, der aber von Norden nach Süden zog (mdl. Mittlg. meiner Mitarbeiterin Frl. KÄTHI LOBACH), der vielleicht mit einem anderen Zug identisch ist, welcher etwa um die gleiche Zeit von den „Flensburger Nachrichten“ als von Kollund über die dortige Förde kommend gemeldet ist. Auch die großen Schwärme, die WARNECKE (51, p. 20) im Mai bei Flensburg und im Kreis Süd-Tondern nach S und SW ziehen sah, gehören wohl hierher (zit. n. WILLIAMS, 1942, p. 189). Herr Dr. OTTO KAUFMANN, der inzwischen die Leitung einer von mir an der Kieler Förde gegründeten Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt übernommen hatte, vermutet (briefliche Mitteilung), daß der in Kitzeberg beobachtete Schwarm von Dänemark kommend über Schleswig etwa bis Eckernförde, wo der Flug auch verzeichnet wurde, südwärts gezogen ist, dann die Kieler Außenförde überquert hat und nun teils der Küste folgend südostwärts weitergeflogen ist. Die große Masse scheine sich landeinwärts gewendet zu haben und an der Ostseite der Kieler Förde südwärts gezogen zu sein. Eine weitere Meldung aus einem späteren Jahr stammt von Dr. WALTER SPEYER. Er schrieb mir am 24. 6. 1950: „*Pieris brassicae* flog hier recht stark, an der Niederelbe sahen wir sogar einen, wenn auch lockeren Wanderzug nach Norden“, und im Juli-Rundschreiben (Nr. 34) der Zentralstelle für die Beobachtung von Schmetterlings-Wanderflügen in Zürich äußert sich der gleiche Gewährsmann 1951 auf Seite 4 darüber genauer: „Gelegentlich einer Dienstfahrt sah ich am 2. Juni 1950 zahlreiche *Pieris brassicae* die Niederelbe etwa in der Richtung von Wischhafen nach Glückstadt, also von West nach Ost, in breiter Front überfliegen.“

Etwas eingehender konnte ich mit meinen Mitarbeitern das Wandern der 1. Generation im Mai 1945 in Marne in Holstein verfolgen. Dort waren die Falter vom 8. Mai ab unvermittelt häufig geworden, ohne daß uns an ihrem Verhalten zunächst etwas auffiel. Schon damals tauchte allerdings der Verdacht auf, die Tiere seien dort nicht geschlüpft sondern zugewandert. Am 16. 5., einem schönen, warmen, wolkenlosen Tag, meldete dann die techn. Assistentin, Fräulein HUBERTA ENGELS aus dem Versuchsfeld Sophienkoog, daß der Flug sich gegen 12<sup>00</sup> mittags unvermittelt verstärkt habe. Auf einer Fläche von 100—150 m Durchmesser seien durchschnittlich 20 und bis zu 30 Falter zu sehen gewesen. Diese seien alle oder doch praktisch alle gegen den Wind, d. h. nach SW geflogen. Da der Wind

in Stärke 3—4 blies, hätten sie stark zu kämpfen gehabt und seien so langsam vorwärts gekommen, daß man im schnellen Gang mit ihnen hätte Schritt halten können. Die Zugbreite der Falter habe nur 100—150 m betragen. Ihre Beobachtung erstreckte sich nur über 15 Minuten, das Phänomen habe aber zweifellos länger angehalten. Das halte auch ich für wahrscheinlich. Es wäre andernfalls schwer verständlich, daß sich das Phänomen am nächsten Tag, also am 17. 5., einem ebenfalls schönen und etwas weniger windigen Tag, fortsetzte, ja, sich inzwischen noch verstärkt hatte. Fräulein ENGELS und Herr Dr. ECKART MEYER registrierten jetzt mittags 12<sup>30</sup> bis zu 200 Falter im Gesichtsfeld. Der Wind kam aus SSW, und die Falter flogen wieder gegen den Wind. Sie hielten sich dabei wie am Vortag in Erdbodennähe, kamen aber jetzt schneller vorwärts. Die Frontbreite war die gleiche geblieben. Der 18. 5. brachte etwas kühleres Wetter, der Wanderflug hielt aber weiterhin an. Immerhin flogen die Falter jetzt nur noch in stark gelockerter Schar, d. h. weniger als halb so dicht wie am Vortag, aber immer noch in der gleichen Bahn. Sie hielten also weiterhin die schmale Front und die gleiche Richtung ein, obgleich der Wind jetzt aus NNW kam. Wenn er auf Stärke 3 und 4 auffrischte, wurden die Tiere vorübergehend etwas seitlich, d. h. südlich abgedrängt, sie kehrten aber immer bald in die alte Flugrichtung zurück (vgl. das auf S. 490 über die Auswirkung von Winddruck auf Wanderflieger Gesagte). In der Stadt Marne flog *P. brassicae* an den gleichen Tagen ebenfalls zahlreich, aber ungerichtet. Es ist also unwahrscheinlich, daß die Wanderfalter aus dem Ort stammten. Andererseits dürfte ihre Ursprungsstelle nicht allzu weit landeinwärts gelegen haben. Es wäre andernfalls kaum begreiflich, daß der Zug nur etwa 100—150 m breit war. Trotz der Zielstrebigkeit der Tiere wird man wohl mit einer gewissen seitlichen Auflockerung der Schar bei wachsender Entfernung von der Herkunftsstätte in allen solchen Fällen rechnen dürfen. An den folgenden Tagen verschlechterte sich das Wetter. Vom 20—22. 5. waren zwar auch noch viele Falter unterwegs, eine ausgesprochene Wanderrichtung war aber nicht mehr feststellbar, auch nicht im Sophienkoog. Immerhin hatte der Wanderflug der 1. Generation in diesem Fall also mindestens 3 Tage angehalten.

Auffällig ist, daß die zuletzt registrierten Frühlingsflüge mit durchaus verschiedenen Zugrichtungen verlaufen sind. SPEYER (1948, p. 338) meint, daß die Falter der 1. Generation „offenbar grundsätzlich“ nach Norden streben, die der 2. Generation nach Süden. Letzteres ist im wesentlichen richtig, ersteres aber offenbar nicht oder doch nicht durchgängig. Bei manchen ausländischen Falterarten sind solche „Rückflüge“ aber durchaus eindeutig nachgewiesen. Sie scheinen z. B. bei *Phoebis eubule*, *Catopsilia pyranthe*, *Colias croceus*, *Kricogonia lycide*, *Vanessa cardui*, *V. atalanta*, *Dione vanillae*, *Danaus plexippus*, *D. berenice*, *Badamia exclamationis*, *Plusia gamma* und *Urania fulgens* von Zeit zu Zeit oder regelmäßig vorzukommen. WILLIAMS (1942, p. 240—248) hat das einschlägige Ma-

terial zusammengestellt. Die Versuchung liegt nahe, eine Parallele zu den Zugvögeln zu ziehen. Tendenzen dieser Art scheinen mir aber insofern verfehlt, als es sich bei letzteren um die Rückkehr derselben Individuen, bei den Lepidopteren dagegen um Vertreter verschiedener Generationen handelt. Man hat auch Spekulationen über das phylogenetische Werden und über die biologische Bedeutung dieser „Rückflüge“ angestellt. In bezug auf ersteres müssen wir nach WILLIAMS (1942, p. 248—252) uns aber mit der Feststellung begnügen, daß es an hinreichenden Unterlagen fehlt. Eher läßt sich, biologisch gesehen, vertreten, daß durch die Rückwanderung eine andernfalls drohende allmähliche Entvölkerung der Ursprungsgebiete der Wanderflüge verhindert wird. Bei *P. brassicae* führen die Flüge der 1. Generation aber wie gesagt keineswegs immer in entgegengesetzter Richtung wie die der 2. Brut, so daß es in diesem Fall der Theorie an Boden fehlt. An der Tatsache, daß auch die Frühjahrsfalter des Großen Kohlweißlings Wanderflüge im echten Sinne des Worts ausführen, also zeitweilig große Strecken in gerichteter Bahn zurücklegen, ist aber nicht zu zweifeln.

## II. Die 2. Generation

Während die Angaben über ein Wandern der Frühjahrsfalter immerhin spärlich sind, wurden gerichtete Flüge der 2. Generation ungemein häufig beobachtet. Mir liegen bislang einschließlich der brieflichen nicht weniger als 625 einschlägige Meldungen vor. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich einige unter diesen auf denselben Wanderzug beziehen, andererseits sind von mir schwerlich schon alle in der Literatur aufgezeichneten Daten erfaßt. Nachstehend beschränke ich mich aber auf Wiedergabe der Beobachtungen im August 1936 in Schleswig-Holstein.

1936 ist der Große Kohlweißling in Schleswig-Holstein schon in der 1. Generation ungewöhnlich stark aufgetreten. Die aus überwinterten Puppen stammenden Falter hatten im Mai reichlich Brut abgesetzt, und die Raupen haben es dann zum mindesten in Ost-Holstein auf Steckrüben- und Frühkohlfeldern, wahrscheinlich auch darüber hinaus an der ganzen Ostseeküste vielfach zu Kahlfraß gebracht. Als ich Ende Juli in Hamburg eintraf, hatte der Flug der Sommerfalter gerade eingesetzt, und schon sehr bald scheinen dann auch die Wanderzüge begonnen zu haben.

So berichtete der Fischer WELLENDORF in Strande an der Förde, wo ich Standquartier nahm, daß am 2. August bei unvermittelt sonnigem Wetter (Tagesmaximum 20,9°, Luftdruck 755 mm, Luftfeuchtigkeit um 8<sup>00</sup> 90%, um 14<sup>00</sup> 73%) von 10<sup>00</sup>—13<sup>00</sup> oder gar 14<sup>00</sup> bei zunächst leichtem Südwind (Stärke 2), der mittags stärker werdend (Stärke 2—3) nach Südwesten und Westen drehte, zwischen der Bülker Leuchtboje und dem 5 km vom Strand entfernten Feuerschiff Kiel viele Kohlweißlinge dicht über dem Meeresspiegel in Richtung Nordost geflogen seien. Die Falter seien dabei offenbar vom Wind gedrückt und später weiter nach Osten

abgedrängt worden, zum Teil aber auch ermattet ins Meer gefallen. Keiner habe sich wieder erheben können. Bis zu 10 Falter habe man auf 100 m<sup>2</sup> Fläche hilflos treiben gesehen. Auch der Flug selbst sei in lockeren Scharen erfolgt und in unregelmäßigen Zeitabständen auf und ab geschwollen. Seine Breite habe sich nicht abschätzen lassen. Offenbar sei der Zug aber aus dem Innern des Landes, nämlich aus den an die Küste grenzenden Landschaften Schwansen oder aus dem Dänischen Wohld gekommen. Er müsse weiter östlich etwa bei Schönberg das Ufer wieder erreicht haben. Wenn das Letztere richtig ist, ist die Flugrichtung allerdings später von Nordost nach Südost umgeschlagen.

Noch stärkeren Flug meldete der gleiche Fischer vom folgenden Tag. Er beobachtete damals bei der Arbeit in der Außenförde, 5—6 km nordöstlich Bülk und äußerte, bei Südwestwind (Stärke 2—3 und mehr) seien die Falter dicht wie eine „Wolke“ von West nach Ost geflogen, offenbar wieder unter dem Druck des Windes. Bei seinem Boot seien sie zeitweilig „schneetreibendicht“ vorbeigetrieben und bei einer Böe wiederum in Massen auf das Wasser niedergeschlagen, so daß er diesmal auf 300 m<sup>2</sup> Fläche 50 Falter gezählt habe.

Gleichsinniges berichtete der Leuchtturmwärter BAADÉ in Bülk, nur daß er angab, die Falter seien von Nordosten her, also über das Meer gekommen. In diesem seien sie so zahlreich ertrunken, daß sie in Strandnähe zu mehreren je m<sup>2</sup> Fläche geschwommen hätten. Diejenigen, die das Ufer erreichten, hätten sich dann in Menge auf einem dortigen Rotkleeschlag gesammelt. Der Zuflug habe vom 2. 8. ab mindestens 10 Tage gedauert.

Fischer in Neustein bei Laboe erklärten, die Falter kämen dort ebenso wie die Distelfrüchte fast in jedem Hochsommer in Schwärmen übers Meer — also von Norden her — auf die Küste zu, besonders bei flauem Nordostwind. Im laufenden Jahr sei der Zuflug aber ungewöhnlich stark gewesen. Er sei ihnen sowohl nördlich von Neustein in der Eckernförder Bucht wie auch weiter östlich in der Hohwachter Bucht aufgefallen. Sie bestätigten ferner, auch dort seien viele Schmetterlinge im Meer umgekommen. Wo sich in diesem 2 Strömungen trafen, wären die Tiere zusammengeschwemmt, so daß sie mit ihren Massen dann eine besonders augenfällige Erscheinung gebildet hätten. Starker Falterzuflug habe bei Neustein aber keineswegs immer vermehrten Raupenfraß zur Folge. Auch im laufenden Jahre sei der Befall dort ausgesprochen schwach geblieben.

Unsere eigenen Beobachtungen begannen Ende Juli in Hamburg. Damals begegneten uns dort die ersten Vertreter der 2. Generation. Während unserer Weiterreise nach Kiel wurde der Flug zunehmend reger. Am 3. August hörten wir in Strande an der Förde dann zuerst von dem schon auf S. 498 zitierten Wanderflug vom voraufgehenden Tag. Wir haben von da ab täglich beobachtet. Die Falter flogen von Anfang an auffällig zahlreich, vagabundierten bei wechselndem Wetter an den beiden ersten Tagen aber nur regellos auf Blütensuche, wanderten also zunächst nicht.

Erst ab 5. August konnte wieder von ausgesprochener Flugtendenz in bestimmter Richtung gesprochen werden, und diese blieb dann, kaum unterbrochen durch kurze Schlechtwetterzeiten, in wechselnder Stärke bis gegen den 21. August erhalten. Die Flüge haben also rund 3 Wochen und damit genähert ebenso lange gedauert wie eine von WILLIAMS (1942, p. 195—199) in Harpenden in England registrierte Wanderperiode. In Strande haben wir den Flug dann täglich weiter verfolgt und geben nachstehend die Beobachtungen wieder.

Am 5. 8. kam mittags bei zeitweiligem Sonnenschein und leichtem SW-Wind (Stärke 2—3) ein im wesentlichen nach Süden oder etwas nach SW gerichteter Flug zustande. Von 14<sup>30</sup>—<sup>35</sup> passierten auf eine Strandbreite von 22 m je Minute 70, 96, 73, 55 und 70 Falter, in entgegengesetzter Richtung 5, 4, 4, 2, und 2 Falter. Sobald die Sonne hinter Wolken verschwand, ruhte der Flug, um bei ihrem Wiedererscheinen sofort um so lebhafter erneut einzusetzen, dann ca. 10 Min. in gleicher Stärke anzuhalten und nun allmählich abzuflauen. Die Wandertendenz blieb aber bis zum Abend erhalten.

Am 6. 8. setzte der Flug zunächst etwa ebenso stark ein wie am Vortag. Er führte am Strand wieder in gleicher Richtung, also nach SW, d. h. gegen den ziemlich starken Wind oder schräg zu diesem. Die Wanderneigung flaute aber schon gegen Mittag erheblich ab und erlosch gegen 17<sup>00</sup> ganz.

Am 7. 8. war die Wandertendenz in den späten Vormittagsstunden am Strand und mindestens bis einige hundert Meter landeinwärts trotz kühler Witterung rege. Der Flug ging unentwegt weiter nach SW, obgleich der Wind um 11<sup>00</sup> von SW nach NO umschlug und dann nach und nach ganz einschloß. Am Strand wurden die Falter um 16<sup>00</sup> selten, flogen bis mindestens 500 m westlich auf den Feldern aber nach wie vor zahlreich, so daß schon damals der Eindruck entstand, sie hätten sich, vom Wind gedrückt, dorthin verzogen. Auf das gleiche Verhalten stießen wir später noch wiederholt, so daß die Deutung wohl richtig ist (s. 9. 8., 10. 8., 12. 8. und diese S. u.).

Am 8. 8. kam in Strande bei ganz schwachem N-Wind und trotz wolkenlosem Himmel und kühl bleibender Luft zeitig ein starker Flug zustande, aus dem sich aber nur wenig Wanderfalter heraushoben. So zählten wir am Strand 9<sup>15</sup>—<sup>25</sup> nur 7 in Richtung SW neben 1 ausgesprochen nach NO und anderen, ungerichtet fliegenden Faltern. Am Strand nach Norden bis zum Bülker Leuchtturm (Fig. 4) und dann der Steilküste nach NW zu entlang gehend sahen wir die Tiere ständig häufiger werden, bis wir dort auf den auf Seite 506—507 besprochenen Steckrübenschlagen eine ihrer Herkunftsstätten stießen. Die Ausbreitung von dort aus erfolgte damals aber mehr in Form eines allmählich nach SO und nach Umrunden der Bülker Ecke nach SW Raum gewinnenden Umherstreunens auf Blütensuche als in gerichtetem, pausenlosem Wanderflug.

Am 9. 8. hielt das freundliche Wetter bei schwachen Winden aus NO oder O und wolkenlosem Himmel bei allmählich steigender Temperatur weiterhin an. Der Flug kam am Ufer in Strande erst spät in Gang und blieb wohl in Auswirkung der Ostwinde (s. unten) schwach. Infolgedessen kamen nur wenig Wanderflieger zur Beobachtung. Sie flogen aber weiterhin nach SW. Das gleiche war bei Bülk der Fall. So wurden in Strande von 8<sup>40</sup>—<sup>45</sup> nur 10 Wanderfalter gezählt. Auf den nordwestlich vom Strand gelegenen Weiden überwogen die Blütenbesucher. Zwischen 10<sup>00</sup> und 10<sup>20</sup> flogen die Wanderfalter in Strande erstmalig (s. S. 493) größtenteils nach SW auf das Wasser hinaus. Sie überquerten also die Strander Bucht. Ein kleiner Teil umrandete aber diese weiterhin dem Strande folgend. Er behielt dabei im großen und ganzen die Tendenz nach SW bei, nahm aber die vom Ufer beschriebenen Kurven mit (s. S. 493).

Am 10. 8. wurde es bei weiterhin strahlendem Sonnenschein und schwachen Winden um SO schnell wärmer, der Falterflug blieb in Strande aber am Strand in Auswirkung dieser Windrichtung wieder schwach. Einige wenige Falter flogen auch an diesem Tage

nach SW auf die Förde hinaus. Beim Segeln trafen wir noch in 100 m Entfernung vom Strand auf einzelne Stücke.

Am 11. 8. frischte der Ostwind bei im übrigen unverändertem, warmen Wetter gegen Abend erheblich auf. Die Wanderer blieben in Strände den ganzen Tag über am Ufer entsprechend spärlich. Über den Aufbruch eines Teils der Population vom Steckrübensschlag in Alt-Bülk aus ist auf Seite 507 berichtet. Wiederholt sei nur, daß der Zug dort zwischen 7<sup>50</sup> und 8<sup>10</sup> nach SW ging.

Am 12. 8. kam der morgens zunächst schwache, mittags bis zu Stärke 4 auffrischende Wind bei weiterhin schönstem, warmen Sonnenwetter zunächst aus SO und später ausgeprägter aus O. Zwischen 11<sup>00</sup> und 12<sup>00</sup> wurde sowohl in Strände wie 2 km südlich in Bad Schilksee ein vielleicht schon ein paar Stunden bestehender, ausgeprägter Wanderflug registriert. Er führte in Strände auf die Förde hinaus. Die Zahl der Falter blieb aber dem Ostwind entsprechend gering. Auf 100 m Strandbreite passierten in 5 Min. nur durchschnittlich 10 Individuen. Noch weit weniger (10%) vagabundierten auf Blütensuche. Die Tiere waren mit der Längsachse schräg zum Wind, also mit dem Kopf nach SSO und nach S ausgerichtet. Der Wind packte sie also unter das ihm zugekehrte Flügelpaar und drängte sie seitlich ab. Dadurch resultierte wieder die alte Zugrichtung SW (s. a. S. 500).

Der 13. 8. brachte einen vorübergehenden Wetterumschlag. Früh morgens kam bei zunächst weiterhin leichtem SO und später etwas frischerem WSW noch die Sonne durch, und auf dem Steckrübensschlag in Alt-Bülk entwickelte sich um 6<sup>45</sup> leichte Wandertendenz nach SW (s. S. 507). Sie erlosch aber sehr schnell wieder. Auch in Strände war am Ufer nur sehr kurze Zeit, nämlich zwischen 10<sup>05</sup> und 10<sup>15</sup>, die gleiche Zugrichtung erkennbar. Beim Bülker Leuchtturm fehlte sie ganz. Um 10<sup>30</sup> begann es zu regnen, und der Abend brachte Gewitter.

Am 14. 8. klarte es sich erst gegen Mittag etwas auf. Der Wind kam jetzt wieder ziemlich frisch aus W und NW, und die Luft blieb kühl. Die Falter zeigten sich jetzt aber am Strand trotz des weniger günstigen Wetters bald wieder viel zahlreicher als an den Vortagen. Offenbar wurden sie in der dem Ostwind gegenläufigen Auswirkung des Westwindes wieder aus dem Inneren des Landes an das Ufer gedrückt und stauten sich dort. Der Wanderflug ging dann deutlich weiter nach SW. So passierten von 15<sup>40</sup>—15<sup>45</sup> von 28 Faltern 25 in dieser Richtung, und nur 3 flogen ungerichtet oder entgegengesetzt. Wieder hielten die Tiere beim Flug den Kopf gegen den Wind, also nach W und NW, hatten aber dabei schwer zu kämpfen und wurden südlich abgedrängt. Infolgedessen resultierte die genannte Wanderrichtung auch diesmal. Abends sammelten sich die Tiere wieder in Massen an den in Kap. B II auf S. 491 beschriebenen Schlafstätten. Die Weibchen erwiesen sich dort auch diesmal sämtlich begattet, enthielten aber wieder keine legereifen Eier sondern nur Keime in jüngeren Entwicklungsstadien. In den benachbarten Gärten fanden sich aber schon reichlich Eigelege und Raupenkolonien bis zur L II. Auch dieser Befund spricht dafür, daß die Wanderflüge von den jüngeren, noch nicht trächtigen Weibchen bestritten werden (s. auch S. 514). So kommt es, daß die von Gartenbesitzern und Bauern nach dem Durchzug von Riesenscharen der Flieger erwartete Raupenplage oft ganz oder fast ganz ausbleibt. Auch WILLIAMS (1941, p. 197) verzeichnet einen solchen Fall. Er betrifft die Massenflüge, welche im Juli 1940 in Harpenden ein auffälliges Phänomen bildeten. Es heißt in bezug auf diese: „On the whole, however, considerably fewer eggs were laid than might have been expected in the gardens and allotments and no large-scale damage followed in the district.“

Am 15. 8. besserte sich das Wetter. Es wurde wärmer, und der anfangs, d. h. bis 10<sup>30</sup> noch aus W kommende, sehr schwache Wind ging dann etwas auffrischend auf SW und nachmittags unter Gewitterstimmung auf O über. Er schwächte sich aber gleichzeitig wieder stark ab, um gegen Abend ganz einzuschlafen. Zu Niederschlägen kam es nicht. Der Falterflug war in Strände vormittags am Ufer sehr rege. Er ging ausgeprägt nach WSW und SSW. So wurden dort zwischen 10<sup>20</sup> und 10<sup>45</sup>, also in 25 Minuten, 196 Wander-

flieger in dieser Richtung gezählt, während 43 eher nach N strebten und einige wenige ganz ungerichtet flogen. Die meisten Falter folgten dabei dem Strand und umrundeten dabei die Strander Bucht (s. S. 493). Ein geringer Teil ging aber von Strande aus auch wieder direkt südwestlich in die Bucht hinaus. Er muß hart nördlich Schilksee das Ufer wieder erreicht haben. Als der Wind bald nach Mittag auf Stärke 3 auffrischte und nach O drehte, reagierten die Falter darauf wieder schnell durch Räumen der Strandzone. Nur vereinzelte blieben vagabundierend zurück. Landeinwärts war der Flug weiterhin stark. Auch in den geschützt hinter dem Strand liegenden Gärten wurden aber nur Blütenbesucher gesichtet. Die Reaktion auf den Ostwind kam diesmal überraschend, weil dieser es kaum über Stärke 2 hinausbrachte, die Falter ihm also an sich dank ihrer Eigengeschwindigkeit noch hätten Stand halten können.

Am 16. 8. drehte ein erst allmählich aufkommender und schwach bleibender Wind bei weiter schönstem Sommerwetter und zunehmender Wärme über SO und O bis NO. Schon um 7<sup>00</sup> kam ein sehr ausgeprägter Wanderflug nach SW auf, der sich bis gegen 8<sup>00</sup> laufend verstärkte und später allmählich abklang, um aber erst am Nachmittag gegen 16<sup>00</sup> ganz zu erlöschen (Tab. 1). Auf Blumensuche befindliche, nicht wandernde Falter waren auch später noch in großer Zahl unterwegs. Die ersten Wanderflieger wurden in Strande zwischen 7<sup>00</sup> und 7<sup>10</sup> registriert. Der Flug ging nach SW. Soweit sie dort nicht dem Ufer weiter folgten (s. S. 493), überquerten sie die Bucht auf der Sehne des Bogens und müssen auch an diesem Tag das Ufer in Schilksee wieder erreicht haben. Dabei flogen sie wie an der Schnur gezogen geradeaus. Es kam höchstens vor, daß ein Falter vorübergehend 1 oder gar ein paar Meter südlich abglitt, er fand aber immer schnell in die alte Richtung zurück. Die Fluggeschwindigkeit lag, solange das Wetter windstill blieb, um 2 m/sec. Die Flughöhe über dem Wasser schwankte zwischen  $\frac{1}{2}$  und 6 m. Nur wenige Falter hielten sich in höheren Schichten, doch dürfte keiner sich oberhalb 15 bis 20 m bewegt haben. Auch als gegen 9<sup>00</sup> ein schwacher, später nach O weiter drehender SO aufkam, behielten die Falter die alte Zugrichtung durchaus bei. Sie kamen aber nun zunehmend schneller voran und mögen es schließlich bis auf 6 m/sec gebracht haben, weil der Wind wieder unter das linke Flügelpaar faßte und die Tiere dadurch vorwärts schob. Deutlich wie kaum zuvor zeigte sich also an diesem Tag, daß der Wind zwar die Wanderflieger erheblich beeinflußt, aber keineswegs primär über ihre Zugrichtung bestimmt (s. S. 492).

Der 17. 8. war sehr warm. In Kiel lag das Tagesmaximum bei 26,7°. Der Himmel blieb wolkenlos, und den ganzen Vormittag wehte ein schwacher S, der dann allmählich nach SO drehte und dabei etwas auffrischte. Die Flugtätigkeit war zunächst am Strand rege, und die Hauptwanderrichtung blieb SW, die Falter hielten dabei aber nicht mehr ganz so gut Kurs wie an den Vortagen. Sie pendelten zwischen SSW und W. Des öfteren wurden auch Stücke gesehen, die sich durch Blumen und andere optisch auffällige Gegenstände ablenken ließen, was an den Vortagen durchaus nicht der Fall war. Auch war die Scheu, auf die Bucht hinauszuliegen, offenbar gesteigert. Hinzu kam, daß die Tiere sich zum mindesten über dem Wasser mehr auf und ab bewegten als früher, und daß die Weibchen unter den Wanderern nicht mehr so stark in der Überzahl waren wie in der ganzen Zeit zuvor (s. S. 511). Man hatte alles in allem den Eindruck, daß ein bis dahin sie unwiderstehlich nach SW ziehender Magnet an Zugkraft verloren hatte. Der Wandertrieb begann, durch andere Instinkte überdeckt zu werden. Als der Wind dann gar nachmittags auffrischte und nach SO drehte, räumten die Tiere die Bucht einschließlich des Strandes fast ganz und zogen sich in das Landesinnere zurück. Immerhin wurden bis 18<sup>00</sup> ständig noch einzelne Wanderer mit Kurs SW registriert.

Der 18. 8. wurde mit schwachem SW bei einem Maximum von 27,5° zum heißesten Tag des Monats. Der Nachmittag brachte ein kurzes Gewitter. Der Flug kam in Strande erst gegen 8<sup>30</sup>, also sehr spät in Gang, offenbar weil die Falter in Auswirkung des umgeschlagenen Windes erst allmählich zum Strand zurückfanden. Auch dann wurden in 5 Minuten nur durchschnittlich 5—6, später etwa 7 Falter gleichzeitig gesichtet. Sie

Tabelle 1. Flugbeobachtungen an *Pieris brassicae* L. am 17. 8. 1936 in Strande

Zeit	Temperatur	Bewölkung	Flugrichtung und Flugart												Bemerkungen					
			SSO	S	SSW	SW	W	(d. Strand folgend)	NW	NO	(also vom Wasser z. Land strebend)	NNO	O	(d. Strand folgend)		SO	S	regellos über dem Wasser	vagabundierend am Strand	Summe d. Falter
9 <sup>61</sup> bis 10 <sup>00</sup>	ca. 27°	○	0	3 <sup>1)</sup>	8 <sup>2)</sup>	—	10	○	—	1	—	1	3	1	1	1	5	9	41	1) darunter mindestens 2 ♂♂
10 <sup>00</sup> bis 10 <sup>30</sup>	ca. 23°	○	0	4♂♂	11 <sup>3)</sup>	— <sup>4)</sup>	3	1♂	1	1	1	3	1♀	0	0	0	7 <sup>5)</sup>	12	44	2) darunter mindestens 1 ♂, 2 ♀♀ 3) darunter mindestens 4 ♂♂, 2 ♀♀ 4) 1 Zitronenfalter liegt über dem Wasser mindestens 100 m gerade aus 5) darunter mindestens 1 ♂, 2 ♀♀, außerdem 1 Pfaunaug
11 <sup>42</sup> bis 12 <sup>02</sup>	ca. 25°	○	1 indet. + 1♂	3	1 indet. + 2♂♂	2 indet. + 1♀	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2 indet. <sup>6)</sup> + 2♂♂	0	32	6) davon 1 beschädigt
33* 14 <sup>46</sup> bis 15 <sup>00</sup>	?	○	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	
Sa.	—	—	2	10	23	4	29	1	2	2	6	2	1	2	1	16	23	121		

bewegten sich in Strande und Bülk, soweit sie überhaupt wanderten, fast ausnahmslos (z. B. 30 von 34) in südlicher und südwestlicher Richtung, also gegen den Wind. Gegen Mittag kam der Flug fast ganz zum Erliegen, setzte dann aber nach dem mit schwerem Regen verbundenen Gewitter um 15<sup>45</sup> unvermittelt nochmals stark wieder ein. Wir zählten damals bis 16<sup>15</sup> in je 5 Minuten 24—33 Wanderfalter, die größtenteils weiterhin nach S und SSW strebten. So bewegten sich damals von insgesamt 128 ausgezählten Faltern 84 in dieser Richtung, relativ viele, nämlich 20 aber auch nach NO, so daß zeitweilig 2 Wanderrichtungen bestanden. Diese Tendenz blieb erhalten, bis der Flug gegen 17<sup>00</sup> nach und nach einschlief. Immerhin standen unter 251 insgesamt ausgezählten Faltern 139 nach S bis SW fliegenden schon 52 nach anderen Richtungen sich bewegende gegenüber und mehr als 60, die regellos vagabundierten. Der Wandertrieb ließ also anscheinend weiter nach. Es fiel uns auch auf, daß das Geschlechterverhältnis der am Wanderzug beteiligten Individuen sich weiter zugunsten der Männchen verschoben hatte. Während diese bislang in der Minderzahl waren, stellten sie am 18. August 28 von 47 Individuen, also mehr als die Hälfte (s. auch S. 512). Da der Steckrübensschlag in Alt-Bülk damals, abgesehen von restierenden Männchen, schon fast ganz von Faltern entblößt war, müssen die Tiere größtenteils von anderen Stätten gekommen sein. Über die in Frage kommenden Herkunftsstätten ist auf Seite 508 berichtet. Die dort genannten Quellen werden den Wanderflug auch schon an den vorausgehenden Tagen und an den folgenden mitgespeist haben.

Am 19. 8. verstärkte sich der am Vortag gewonnene Eindruck. Die Nacht hatte starke Abkühlung gebracht, und trotz zeitweiligen Sonnenscheins kam das Tagesmaximum in Kiel nur noch auf 17,8°. Der aus NW kommende Wind blieb ziemlich schwach. An sich setzte der Flug weit stärker und kräftiger ein als am Vortag. Um 8<sup>00</sup> wurden am Ufer in Strande in 5 Minuten schon 30 Falter gezählt. Von 58 Individuen gingen 39 nach S und SSW, 4 nach S, 6 nach NO, und 9 flogen regellos über dem Wasser. Viele weitere vagabundierten auf Blumensuche am Strand. Das Nachlassen des Wandertriebs bekundete sich weiterhin darin, daß die Tiere sich weit leichter als früher von der Zugrichtung durch optische Eindrücke mancherlei Art wie Blüten, andere Falter, helle Kleider und Boote auf dem Wasser ablenken ließen. Gegen Mittag trübte sich der Himmel zunehmend ein, und dementsprechend erlosch der Flug schon in den ersten Nachmittagstunden ganz.

Auch der 20. 8. blieb nach nächtlichen Niederschlägen (Kiel 3,9 mm) bei zunächst mehr westlichen, später mehr östlichen, leichten Winden kühl und sonnenarm. Wanderflug wurde nicht beobachtet, und am Strand blieben die Falter spärlich, aber landeinwärts war der Flug so stark, daß die dort herumstreifenden Exemplare wieder unmöglich alle noch von dem Rübensschlag in Alt-Bülk stammen konnten.

Am 21. 8. wurde das Wetter wieder freundlicher und wärmer (Tagesmaximum in Kiel 22,6°). Der zunächst aus S und dann aus SSW kommende Wind war in Strande zunächst so stark, daß in Ufernähe kein Flug möglich war. Er schlief gegen 9<sup>30</sup> aber so weit ein, daß die Falter sich auch wieder an und auf das Wasser wagen konnten. Alle strebten dabei nach SSW, also genau gegen den Wind. Dieser paralyisierte ihre aktive Leistung zeitweilig vollständig, so daß sie sekundenlang auf der Stelle standen oder gar etwas zurückgedrückt wurden. Zuweilen wurden sie auch seitlich abgedrängt oder sie „kippten“ um und wurden dann in wenigen Sekunden weit nach N zurückgeworfen, so 1 Tier innerhalb 10 Sekunden um 50 m. Selbst wenn die Falter um 100 und mehr Meter zurückgetragen waren, fingen sie sich aber schließlich, d. h. sie stellten sich erneut gegen den Wind ein, um sich gegen diesen nach SSW weiter vorwärts zu kämpfen. Dabei hielten sie sich, soweit sie sich über der Bucht bewegten, dem Wasser näher als an anderen Tagen, d. h. in nur ca. 1 m Abstand vom Spiegel. Beide Geschlechter waren beteiligt. Im Vergleich zu den am Strand über blumigen Wiesen etc. sich tummelnden Faltern war die Zahl der Wandernden aber gering. So wurden an der Anlegebrücke der Dampfer in Strande z. B. von 11<sup>30</sup>—12<sup>30</sup> nur insgesamt 30—40 Wanderflieger gezählt.

Der 22. 8. wurde nach nächtlichen Regenschauern an sich sonnig und warm, brachte aber ziemlich lebhaftere Winde (in Kiel bis Stärke 5) aus meist nordwestlicher Richtung. Die Flugtätigkeit war mäßig rege, und ein Wanderflug im eigentlichen Sinne kam nicht zustande. Vorgetäuscht wurde ein solcher aber dadurch, daß auf Blütensuche vagebündelnde Falter, wenn sie zum Strand gelangten, dort vom Wind gefaßt und sehr schnell auf das Wasser hinausgetrieben wurden. Soweit sie sich über diesem wieder fangen konnten, stellten sie sich gegen ihn ein und strebten zurück zum Ufer. Dabei resultierte als Flugrichtung mehr N bis NW als W, d. h. die Falter wichen von der Windrichtung um einige Striche ab und zwar diesmal vornehmlich nach N, nicht mehr nach W. Die Erklärung fehlt. Auffällig war, daß die Tiere meist in großer Höhe (bis zu ? 50 m) auf die Bucht hinausgetrieben wurden, sich aber immer hart über dem Wasserspiegel (ca. 1 m) an Land zurückkämpften. Vielleicht war der Gegenwind dort schwächer.

Am 23. 8. war das Wetter bei leicht verstärktem Wind im wesentlichen unverändert, und auch das Verhalten der Falter blieb sich gleich. Echter Wanderflug kam also wieder nicht zustande, und der Kampf der Tiere gegen den Wind wiederholte sich in verschärfter Form. Noch augenfälliger als am 22. 8. strebten die auf die offene Bucht hinausgetragenen Tiere nicht genau gegen den Wind, d. h. nicht nach WNW, sondern mit leichtem Rechtsdreh zum Ufer zurück. Der Wind faßte dabei unter das linke Flügelpaar und drängte sie dadurch ein wenig nach N zu ab. Es entstand also der Eindruck, daß sie nach NW oder gar nach N „wanderten“. Da das Ufer an dieser Stelle in Richtung NO → SW verläuft, kamen sie ihm dabei allmählich näher, gelangten also wieder in Windschutz. Wären sie mit Linksdreh geflogen, hätten sie sich eher vom Ufer entfernt. Der kürzeste Weg zu diesem wäre SO → NW gewesen. Er hätte direkt gegen den Wind geführt. Dem dabei zu leistenden Aufwand waren die Tiere aber angesichts der Stärke der Luftströmung (4—5) offenbar nicht gewachsen. Sie haben also wie ein gegen harten Wind nur durch Kreuzen aufkommendes Segelboot gehandelt mit dem Unterschied, daß sie nicht abwechselnd mit einem Schlag links und einem Schlag rechts vorwärts strebten, sondern sich auf letzteren beschränkten. Das dürfte sich damit erklären, daß der Falter stets vom Windreichen ins Windarme strebt (s. S. 489). Je näher dem Ufer, umso geringer war in Strande der Wind. Wäre der Falter an diesem Tag mit Linksdreh zum Wind geflogen, so wäre er dem Ufer nicht näher gekommen. Eher hätte er sich von diesem weiter entfernt und wäre dabei in windreichere Zonen gelangt. Der Rechtsdreh führte ihn zum Ufer und damit in Windschatten. Die Windflüchtigkeit bildet wohl auch den Schlüssel zu der Erscheinung, daß die Tiere wie am Vortag wieder in ziemlicher Höhe auf das Wasser hinausgetrieben wurden, aber immer hart über dem Spiegel zurückstrebten.

Die nächsten Tage brachten bei an sich freundlich bleibendem Wetter eher noch stärkere Winde aus meist westlicher und nordwestlicher Richtung, und der Falterflug klang jetzt so stark ab, daß die Fortsetzung der Flugbeobachtungen unlohnend wurde. Fast alle Tiere waren jetzt bereits stark abgeflattert und schon deshalb nicht mehr zur Zurücklegung weiter Strecken imstande. Der Wanderflug war endgültig zu Ende.

### III. Entstehungszentren

Auffälligerweise enthält keine der vielen Meldungen über Wanderflüge ausreichende Mitteilungen über deren Ursprungszentren. Bei SELZER (1918, p. 226, ff.) ist zwar zu lesen, er habe die Entstehung von Schwärmen auf Ostseeinseln beobachtet, wo die Raupen an *Lepidium latifolium* heranwachsen sollen, weitere Angaben fehlen aber. WENZEL (1937, p. 282) zitiert eine etwas mehr besagende Beobachtung von URBAN, wonach die Falter 1937 auf der Insel Usedom Anfang Juli allmählich häufig wurden

und vom 10. des Monats ab massiert flogen. Dabei bildete sich am Strande eine ausgesprochene Zugrichtung heraus. Es wird die Vermutung ausgesprochen, daß die Wanderer zur Hauptsache an Hederich herangewachsen waren. Dieser fand sich nämlich in Massen in Lupinen- und anderen Feldbeständen. Sicherer war offenbar nicht in Erfahrung zu bringen. Mehrfach findet sich bei der Erwähnung von Wanderflügen die Vermutung, daß die Tiere „über das Meer“ gekommen seien. So sollen sie nach England von Frankreich, Belgien oder Holland aus über den Kanal geflogen sein oder gar von Osten, also von Deutschland aus, die Nordsee überflogen haben. In den an die West- und Südküste der Ostsee grenzenden Ländern ist häufig zu hören, daß die dort eintreffenden Scharen aus Dänemark stammen (s. a. S. 499, 508). In Pommern, Westpreußen und Ostpreußen glaubt man, daß die dort anfliegenden Falter in Schweden zu Hause sind. Hinreichend belegt ist keine Angabe. Meine Versuche, in konkreten Fällen durch Rückfragen nachzufassen, blieben erfolglos. Es dürfte daher von Interesse sein, daß es uns im Sommer 1936 gelungen ist, einen der Ursprungsherde mit hinreichender Sicherheit zu ermitteln.

Bald nach Beginn unserer Beobachtungen, nämlich am 8. 8., stießen wir 4 km nördlich von Strande an der dort von NO nach SO verlaufenden Steilküste auf den schon auf Seite 500 erwähnten, zum Gut Alt-Bülk gehörenden, ca. 80 m breiten und wohl mindestens 300 m in das Land hineinreichenden Steckrübensschlag, der überaus stark befallen und in der Nähe der Küste von den Raupen von *P. brassicae* fast kahl gefressen war. Die Tiere waren bei unserem Eintreffen praktisch bereits alle verpuppt. Die Puppen saßen teils an Gesträuch auf einem westlich das Feld begrenzenden Knick, teils an Gräsern und Kräutern auf den Feldrainen und am Hang der das Feld nördlich begrenzenden Steilküste, teils an den Blättern eines östlich angrenzenden *Beta*-Rübenschlages und nicht zuletzt auch unter flach dem Boden aufliegenden vertrockneten Steckrübenblättern im Fraßherd. Auffällig schwach war die Parasitierung. Das galt auch für den *Apanteles*-Befall. Dieser lag, nach dem Verhältnis der übrigens fast durchweg schon von den Wespen geräumten Kokonhaufen zu den *Pieris*-Puppen zu urteilen, um 20—25—27%. Durchschnittlich kann man sonst mit 60% Befall rechnen. Wie immer nach schwachem Flug der Wespe war auch die Individuenzahl der Kokons in den Häufchen niedriger als gewöhnlich. Beim Auszählen von 27 Päckchen fanden wir je Haufen nur 8—18—32 Kokons vor, was auf nur einmaligen Anstich je Raupe schließen läßt. Die Normalbelegung, d. h. 2—3maliger Anstich, führt zu 30 und 50 oder noch mehr Parasiten je Wirt. Auch an anderen Orten scheint *Apanteles glomeratus* L. der 1. Generation von *P. brassicae* in Schleswig-Holstein im Jahre 1936 weniger als gewöhnlich zugesetzt zu haben. So zählte mein Mitarbeiter Herr Dr. E. MEYER am 4. Juni in Bordsesholm, 18 km südwestlich Kiel, an einer Hauswand auf 27 Puppen des Falters nur 3 Kokonhäufchen von *A. glomeratus*. Auf dem Steckrübensschlag in Alt-

Bülk wurde die Gesamtzahl der Puppen von uns auf mindestens 3 und auf höchstens 10 Millionen geschätzt. Am 8. 8. waren die Falter bereits zu 50, wenn nicht gar schon zu 75% geschlüpft. Zu vielen tummelten sie sich über dem Feld und in dessen Nachbarschaft. Andere, die wohl erst vor kurzem die Puppe verlassen hatten, ruhten auf Rübenblättern, an Gräsern am Steilhang und auf Blättern und Zweigen am Knick. Etwa 10% der Falter hatten verkrüppelte oder verletzte Flügel. In der Nähe des Knicks war der Boden an einer Stelle besät mit Flügeln, die offenbar von raubenden Vögeln abgebissen waren. Zahlreiche Pärchen befanden sich in Copula. Die gesunden Weibchen waren z. T. bereits begattet. Keins enthielt aber reife Eier, und fast ausnahmslos war der Honigmagen mit Luft gefüllt. Im ganzen entsprach die Zahl der über den Steckrüben und in deren Nachbarschaft zu sehenden Falter einschl. der Krüppel und der Toten aber nicht entfernt der Masse, die auf dem Felde geschlüpft sein mußte. Schon damals tauchte daher der Verdacht auf, daß das Gros der Weibchen abgewandert sei. Sowohl am 8. 8. wie an den beiden Folgetagen war bei den fliegenden Faltern aber keinerlei Wandertendenz erkennbar. Andererseits nahm deren Zahl von Tag zu Tag empfindlich ab.

Um zu prüfen, ob der Aufbruch der Tiere etwa auf die ersten Morgenstunden beschränkt sei, suchte ich daher am 11. 8. das Feld schon bald nach Ende der Morgendämmerung auf. Das Wetter war wie an den Vortagen freundlich (SSO Stärke 2, Lufttemperatur 18°). Bis 6<sup>45</sup> befanden sich die Falter mit wenigen Ausnahmen in Ruhe. Erst 7<sup>30</sup> war der Flug über den Steckrüben und über blühendem Rotklee auf einer südöstlich an die Rüben anschließenden Roggenstoppel in vollem Gang. Nur relativ wenige Falter befanden sich noch in Sonnenbadstellung. Das Geschlechterverhältnis der Fliegenden betrug Männchen:Weibchen 63:29. Bis 7<sup>45</sup> blieb der Flug unregelmäßig. Dann aber kam bei den Tieren die Tendenz auf, nach SW abzuwandern. Ab 7<sup>55</sup> zählte ich über der Roggenstoppel in 7 Minuten 62 abstreichende Falter gegenüber 40, die ungeordnet oder gar entgegengesetzt flogen. 8<sup>10</sup> hatte sich der Zug nach SW verstärkt. Innerhalb 7 Minuten zogen jetzt 106 Falter dorthin ab, während 50 den regellosen Flug fortsetzten oder andere Richtungen einschlugen. Unverkennbar war jetzt ein Wanderflug im Gange, bei dem der Steckrübensschlag den Startplatz abgab. Unerwartet schnell klang die Tendenz zur Abwanderung wieder ab. Bereits 8<sup>30</sup> flogen die zurückgebliebenen Falter wieder größtenteils regellos durcheinander.

Ich habe den Steckrübensschlag in Alt-Bülk einschließlich der ersten Morgenstunden auch noch an den folgenden Tagen wiederholt besucht. Nur am 13. 8. wurde aber nochmals ein von dort nach SW ausgehender Abflug bemerkt, und zwar wiederum morgens, diesmal aber schon 6<sup>45</sup>. Die Wandertendenz war damals gering. In der Folgezeit ging die Schlüpf-tätigkeit so stark zurück, daß die Fortsetzung der Beobachtungen in dieser Richtung nicht mehr lohnte.

Wir sind natürlich keineswegs der Meinung, daß der Rübenschlag in Alt-Bülk die Hauptquelle oder gar der einzige Entstehungsherd von Wanderflügen in Schleswig-Holstein im Sommer 1936 gewesen ist. Auf diesen ist nur deshalb so stark eingegangen, weil er der einzige Herd ist, den wir zur Zeit des Abflugs gesehen haben. Ein gut Teil der Falter entstammte zweifellos anderen Stellen an der Küste der Eckernförder Bucht. Auf Seite 515 wird näher ausgeführt, daß dort die erste Generation von *P. brassicae* auf Steckrüben und auf Frühkohl auch anderenorts stark gehaust hatte und daß es dann trotzdem ebenso wie in Alt-Bülk nicht zu Befall durch die zweite Generation gekommen ist. Höchstwahrscheinlich ist also im Sommer auch da das Gros der Falter abgewandert. Auf das Ganze gesehen war aber den vorliegenden Meldungen nach auch die im Dänischen Wohld herangewachsene Population noch zu klein, als daß sie alle Falter geliefert haben könnte, welche später im Süden Schleswig-Holsteins, in Hannover und in Teilen von Westfalen die Brut für schwersten Schadfraz (s. S. 519) abgesetzt haben. Es müssen noch andere Quellen vorhanden gewesen sein. Wahrscheinlich stammten sie u. a. von einem Kohlfeld am Hochufer in Marienfelde, 1—2 km nordwestlich von Alt-Bülk. Dieses wurde erst später aufgefunden. Es war enorm stark befallen. Vermutlich sind auch die weiter nördlich gelegenen Küstengebiete von Schleswig-Holstein, also Schwansen und Angeln, sowie östlich und südlich von Kiel die Halbinsel Wagrien als Brutstätten der Wanderflieger beteiligt gewesen. Ebenso wie im Dänischen Wohld werden dort reichlich Steckrüben gebaut, und die Haferbestände sind dort vielfach noch stark von Ackersenf und Hederich verunkrautet. An beiden brütet die 1. Generation des Schädling mit Vorliebe. Auch die Insel Fehmarn hat wahrscheinlich viele Wanderfalter geliefert. Deren Kohlfelder waren nämlich im Juni stark befallen worden. Die von dort stammenden Falter dürften dann, der allgemeinen Tendenz folgend, aber wohl nur zum geringen Teil zur Kieler Bucht, sondern mehr südlich abgezogen sein. Meldungen darüber fehlen. Manches, vor allem das von den Fischern (s. S. 499) beigebrachte Material spricht dafür, daß auch die Dänischen Inseln ihr Teil zu den Wanderscharen beigesteuert haben, daß also Falter über das Meer gekommen sind. Das ist umso wahrscheinlicher, als auch aus anderen Jahren mancherlei gleichsinnige Meldungen vorliegen (s. S. 506), so nicht zuletzt aus dem letzten Sommer (1953). Damals sind nach einer mir mündlich erstatteten Meldung des Leuchtturmwärters HAHMANN in Bülk die Falter in mehreren starken Schüben vom Wasser her an der Küste eingetroffen, und die Verhältnisse hätten nur insofern anders als sonst gelegen, als die Wanderer sich ein paar Wochen früher (? Mitte Juli) gezeigt hätten.

Über die Herkunft aus Dänemark ist im Schrifttum gesagt, daß die Raupen dort an der Küste besonders günstige Entwicklungsbedingungen finden, weil sie auf den Strandunkräutern *Cakile maritima* und *Crambe maritima* heranwachsen, auf diesen Pflanzen aber nicht von *Apanteles*

*glomeratus* befallen werden. Auch in Schleswig-Holstein sind beide Cruciferen an der Ostseeküste häufige Gäste. Wir nahmen daher 1936 und wieder 1953 Gelegenheit nachzuprüfen, ob sie dort tatsächlich befallfrei bleiben. Dabei ergab sich, daß *Cakile maritima* in beiden Jahren an der Kieler Bucht überall stark bis sehr stark besiedelt war, und zwar vornehmlich von *P. brassicae*, aber auch Brut von *P. rapae* L. (und? *P. napi* L.) war reichlich vertreten. Am 5. 9. 1936 wurden in Strande 73 Raupen von *P. brassicae* an *C. maritima* eingetragen und zwar 7 L II, 50 L III, 1 L IV und 15 L V. Mit Ausnahme von 7 L III waren sie sämtlich apantelisiert und zwar die 7 L II nur schwach, die 15 L V aber so stark, daß auf 1 Raupe bis 115 *Apanteles*-Larven entfielen. Sogar die Raupen der kleinen *Pieris*-Art, die von *A. glomeratus* im allgemeinen weit weniger heimgesucht wird als die von *P. brassicae*, waren z. T. in den Befall einbezogen, nämlich 5 L V von insgesamt 11 Individuen. Am 6. 9. 1936 stießen wir in Bülk am Strand auf eine Stelle, wo *Cakile maritima* und *Crambe maritima* dicht nebeneinander standen. Die Pflanzen der ersteren Art waren wieder sehr stark befallen, die der letzteren dagegen kaum. *Cakile maritima* scheint also der *Crambe maritima* bei der Eiablage vorgezogen zu werden. Auf *Cakile maritima* fanden sich zahlreiche Raupen, aber nur L III bis L V. Die jungen Stadien wären an sich wohl auch noch zu erwarten gewesen, dürften aber das Opfer eines heftigen Nordweststurmes (Stärke 8) geworden sein, der die Küste am 1. September heimsuchte. Auch andere am Strand wachsende Cruciferen waren zum Teil stark mit Raupen besetzt, so verirrt der Aufschlag von Raps und Rübsen. Wir seziierten 150 Raupen von *P. brassicae* und 31 Raupen von *P. rapae* L. (oder *P. napi* L.). Apantelisiert waren bei *P. brassicae* L. von 33 L III 15, von 35 L IV 27 und von 81 L V 80, bei *P. rapae* L. von 31 L V 16. Unter den letzteren enthielt eine Raupe 71 *Apanteles*-Larven, ein Befall, der selbst für *P. brassicae* schon etwas über dem Durchschnitt liegt. Ähnlich lagen die Verhältnisse im Jahre 1953. Damals überprüften wir die Verhältnisse am 22. August am Strande bei Bülk. *Cakile maritima* hatte so mächtige Bestände entwickelt, wie sie uns vorher noch nicht zu Gesicht gekommen waren. Einzelne Horste hatten es auf 2 oder gar 3 m Durchmesser gebracht (Fig. 6). Auch *Crambe maritima* war reichlich vertreten. Nur die erstgenannte Pflanze war ziemlich reichlich mit Brut von *Pieris brassicae* L. besetzt, ohne daß es allerdings schon zu Kahlfraß gekommen war. Die Raupen standen allerdings noch fast alle auf dem 3. und 4. Stadium. Wenn die schon damals einige Opfer fordernde *Entomophthora*-Seuche nicht in der Folge die ganze Population dahingerafft hat, mögen die Fraßschäden später noch ebenso stark wie 1936 geworden sein. An ein paar L V ausgeführte Stichproben ergaben, daß die Apantelisierung wiederum stark war.

Ohne Zweifel können an den Strand-Cruciferen also starke Populationen von *Pieris brassicae* L. heranwachsen, sie bleiben dort und insbesondere an *Cakile maritima* aber keineswegs von *Apanteles*-Befall verschont.

Die Brut von *P. brassicae* wird dort nicht schwacher befallen als auf anderen Kreuzblutlern. Damit entfällt für die Auffassung, daß die Wanderfluge von *P. brassicae* bevorzugt von den Danischen Inseln stammen, weil die Raupen dort ungestört auf Strandunkrautern heranwachsen können, eine wesentliche Voraussetzung. Es muß aber ferner zu denken geben, daß die Strand-Cruciferen dort zum mindesten 1953, also ausgerechnet in einem Jahr, wo die Danischen Inseln offenbar wesentlich zu den in Schleswig-Holstein eingetlogenen Wanderzügen beigesteuert haben, keineswegs stark von *P. brassicae* besiedelt gewesen zu sein scheinen. Meine in dieser Rich-



Fig 6 *Cakile maritima* Scop Strand bei Bulk, Kieler Förde

tung dort durchgeführten Erhebungen verliefen nämlich durchaus negativ. So besuchte ich am 7. August unter freundlicher Führung von Herrn Dr. Sv G. LARSSON, Zool. Museum Kopenhagen, die Insel Amager und fand dort weder an *Cakile maritima* noch an den noch reichlicher entwickelten Beständen von *Lepidium latifolium* *Pieris*-Brut oder auch nur Fraßspuren. Dabei ist *P. brassicae*, wie Herr LARSSON bekundete, in diesem Sommer auf Seeland und also auch auf der jetzt durch eine Brücke mit diesem verbundenen Insel Amager reichlich, weit reichlicher als in den Vorjahren geflogen. Wir folgern, daß *Cakile maritima*<sup>1)</sup> an sich stark

<sup>1)</sup> Es fiel mir auf, daß bei den meisten Exemplaren von *Cakile maritima* Stengel und Früchte mit schwarzen Flecken besetzt waren. Offenbar handelte es sich um Pilzbefall, etwa um *Alternaria* sp. oder ähnliches. Infolgedessen ähnelten die Raupen von *P. brassicae* in der Färbung stark der Unterlage. Sie hoben sich von dieser so wenig ab, daß man versucht war, von einer Art Mimikry zu sprechen. Auffällig ist auch die Ähnlichkeit der schwarzgefleckten Puppen von *P. brassicae* nach Farbe und Form mit den reifenden Früchten des Krautes. Sollte der Große Kohlweißling etwa ursprünglich auf diesem Kreuzblütler zu Hause sein?

von *P. brassicae* besiedelt werden kann und daß die dort heranwachsenden Populationen Material für die Wanderzüge der Falter beisteuern können, mindestens 1953 in Dänemark aber keinesfalls deren Hauptkontingent gestellt haben. Wahrscheinlich stammt dieses dort vielmehr aus den gleichen Quellen wie auf dem Festland, also von Steckrüben-, Raps- oder Kohlkulturen und von den kreuzblütigen Unkräutern im Sommergetreide (s. a. S. 508). Letztere werden allerdings in Dänemark besser niedergehalten, als das damals noch in vielen Betrieben Schleswig-Holsteins der Fall war.

#### IV. Verhalten der Geschlechter vor und bei dem Flug

Auffällig war 1936 bei Kiel die unterschiedlich starke Beteiligung der Geschlechter am Wanderflug (s. a. S. 502 ff.).

Am 8. 8. bestanden die auf dem Steckrübenschlach in Alt-Bülk umherfliegenden Falter zu etwa 80% aus Männchen. Bei den noch in der Puppe ruhenden Individuen lag das Geschlechterverhältnis an diesen und auch noch an den folgenden Tagen dagegen eher umgekehrt. Es betrug nämlich zugunsten der Weibchen etwa 7:5.

Am 11. 8. zählten wir unter den über den Rüben fliegenden Faltern um 7<sup>30</sup> auf 63 Männchen 29 Weibchen. Im Laufe des Tages verschob sich das Verhältnis dann fortgesetzt zu ungunsten der Weibchen. Schon 9<sup>40</sup> entfielen auf 44 Männchen nur noch 10 Weibchen, um 11<sup>00</sup> auf 20 Männchen sogar nur noch 2 Weibchen, wobei ein in Copula befindliches Paar mitgerechnet ist. Auf Blüten allerlei Art am Steilhang vor den Rüben registrierten wir ebendann 63 Männchen und 0 Weibchen, um 12<sup>15</sup> ebendort über blühendem Rotklee auf der Roggenstoppel 30 Männchen und 3 Weibchen.

Am 18. 8. entfielen auf 44 Männchen nur 2 Weibchen, und von diesen war das eine verkrüppelt, also flugunfähig, das andere so stark abgeflattert, daß es als zugeflogen gelten kann.

Alle diese Beobachtungen drängen zu dem Schluß, daß die Weibchen stärker und früher als die Männchen sich auf die Reise gemacht, d. h. den Wanderflug angetreten haben.

Auch die Männchen haben den Schlag aber schließlich alle geräumt. Zuletzt, d. h. am Schluß des Monats August, fanden wir nur noch einige Krüppel vor. Die 3—10 Millionen auf dem Schlag geborenen Falter (s. S. 508) sind also praktisch alle innerhalb eines Monats abgewandert.

In Einklang zu den Beobachtungen in Alt-Bülk und den daraus gezogenen Folgerungen fanden wir in der Zugstraße bei Strande abends an den Schlafplätzen der Falter, d. h. im Schilf, im Gras und an Gebüsch, regelmäßig weit überwiegend Weibchen. So entfielen dort schon am 4. 8. auf 48 Männchen 62 Weibchen von *P. brassicae* zuzüglich 16 Männchen und 16 Weibchen von *P. rapae* nebst 3 *P. napi* und einigen Bläulingen. Am 5. 8. hatte sich das Verhältnis bei *P. brassicae* noch weiter zugunsten

der Weibchen verschoben. Wir zählten damals auf 49 Männchen 119 Weibchen von *P. brassicae* sowie 11 Männchen und 7 Weibchen von *P. rapae*. Am 6. 8. wurden ebenda 6 Männchen und 26 Weibchen von *P. brassicae* sowie 3 Männchen und 15 Weibchen von *P. rapae* nebst 1 Männchen von *P. napi* eingetragen.

Auch an den folgenden Tagen bis einschließlich 15. August wurde der Wanderflug noch vornehmlich von Weibchen bestritten. Nunmehr verschob sich das Verhältnis aber allmählich zugunsten der Männchen. So stellten diese am 18. 8., wie schon auf S. 504 gesagt wurde, von 47 Wanderern 28, und von 36 an den Schlafplätzen ausgezählten Faltern entfielen 23 auf das männliche und nur noch 13 auf das weibliche Geschlecht. Damals war die Wandertendenz aber schon im Abklingen.

Man darf also wohl folgern, daß im August 1936 die Weibchen zum mindesten zunächst bei weitem die Hauptmasse der Wanderflieger bei *P. brassicae* gestellt haben.

Es besteht Grund zu der Auffassung, daß dieses Verhältnis die Regel bildet. Eine gleichsinnige Meldung liegt nämlich schon aus dem Jahre 1884 vor. Damals stellten nämlich nach MARSHALL beim Massenflug von *P. brassicae* die Männchen nur 20%. Ferner berichtet WILLIAMS (1942, p. 197), daß am 19. 7. 1940 bei Harpenden in England unter 28 Wanderern nur 10 Männchen gezählt wurden. Die damals dort von Vögeln aus dem Wanderzug herausgeholtten Falter bestanden, nach abgeissenen Flügeln zu schließen, zu 73% aus Weibchen. Damit scheint *P. brassicae* unter den Wanderfaltern eine Ausnahme zu bilden. Nach WILLIAMS (1930, p. 422) werden die Schmetterlingszüge nämlich in der Regel zu gleichen Teilen von den Männchen und den Weibchen gestellt. Besonders vermerkt sei noch, daß, bezogen auf die gesamte Population, die Weibchen bei *P. brassicae* keineswegs in der Mehrzahl sind. Das Geschlechterverhältnis ist vielmehr 1:1. KLEIN (1932, p. 397) zählte bei 872 Faltern 455 Männchen und 377 Weibchen. Meine Befunde lauten gleichsinnig.

Umgekehrt wie bei den Wanderfaltern am Strand lag in Strande das Geschlechterverhältnis 50 m landeinwärts, d. h. außerhalb der Zugbahn, bei den an einer blühenden Ligusterhecke naschenden Faltern. Hier zählten wir am 14. 8. zwischen 13<sup>10</sup> und 13<sup>35</sup> auf 47 Männchen nur 7 Weibchen und 500 m westlich des Strandes auf einer Wiese mit blühendem *Cirsium oleraceum* auf 68 Männchen 21 Weibchen.

Nicht nur das Geschlechterverhältnis liegt bei den Wanderfaltern aber anders als bei der Norm. Bei den Blütenbesuchern ist der Kropf (Ösophagus) prall mit Honig gefüllt. Bei den Wanderfaltern führt er Luft. Etwas Luft findet sich oft auch im Kropf älterer Tiere, nur Luft enthält er aber ausschließlich bei frisch geschlüpften Individuen (s. a. S. 517) und bei den Wanderfaltern, bei letzteren, nach unseren Stichproben zu urteilen, immer. So seziierte ich am 14. 8. in Strande abends 12 an den Schlafplätzen der Wanderer gefundene Weibchen. Bei allen war der Kropf durch Luft

aufgeblasen. Offenbar hält sich das Tier also während der Wanderung spezifisch so leicht wie möglich. Ob die Falter vor Antritt der Reise überhaupt keine Nahrung aufnehmen, bleibt ungewiß. Es ist das aber nicht unwahrscheinlich, da sie ohne Gefahr lange hungern können. In unseren Zuchten hielten sie sich dabei eine Woche und länger. BRJANTZEW (1925, S. 238) berichtet, daß von 8 ungefütterten Exemplaren 4 Stück 7—9 Tage, 3 Stück 11 Tage und 1 Stück 12 Tage am Leben blieben.

Die während der Metamorphose im Darm angesammelten Abbauprodukte werden in der Regel bald nach Entfaltung der Flügel abgestoßen. Die Falter können zwar auch noch einige Tage später Kot abgeben, auf die Wanderung geht *P. brassicae* aber offenbar mit weitgehend entleertem Darm.

Höchst überraschend war das Verhalten der Tiere vor dem Abflug in bezug auf Betätigung der geschlechtlichen Funktionen. Die Copula setzt bei *P. brassicae* schon bald nach Beginn der Schlüpf Tätigkeit bzw. bei Erscheinen der ersten Weibchen ein. Die Geschlechter schlüpfen nämlich nicht so gleichzeitig, wie das nach LEDERER (1939, p. 139) sonst ziemlich allgemein bei Pieriden der Fall ist, und wie FAURE (1926, p. 16) es auch ausdrücklich für *P. brassicae* annimmt. Sowohl beim Großen Kohlweißling wie beim Baumweißling herrscht vielmehr eine ziemlich ausgesprochene Protandrie, in dem Sinne, daß schon viele Männchen paarungsbereit warten, wenn das erste Weibchen die Puppenhülle verläßt. Nach dem Schlüpfen sind die Männchen aber, wie ich LEDERER (1939, p. 139) bestätige, sehr bald geschlechtsreif. Sie kopulieren schon 1—3 Tage nach Verlassen der Puppenhülle. BRJANTZEW (1925, p. 238) meint zwar, daß bis dahin 3—5 Tage vergehen. Auch KLEIN (1932, p. 397) traf die Tiere bei nicht zu kühlem Wetter (17,8°) aber schon nach 1 Tag in Copula. Ich habe selbst auch schon Weibchen, bei denen die Dotterablagerung in den Ovarien noch kaum begonnen hatte, also Exemplare, die schwerlich mehr als 1 Tag alt waren, in Copula getroffen. Als wir in Alt-Bülk mit den Beobachtungen begannen, also am 8. 8., war auf dem Rübensschlag das Begattungsgeschäft noch in vollem Gange. Das kann nicht überraschen, da damals noch fortgesetzt Falter beiderlei Geschlechts schlüpfen und da die Männchen überdies wahrscheinlich den Akt mehrmals vollziehen können. Es wäre sonst schwer verständlich, daß man oft in der Bursa der Weibchen mehrere, nämlich 2—3 Spermatophoren findet — LEDERER (1939, p. 139) zählte derer in einem Fall sogar 4 — obgleich das Zahlenverhältnis der Geschlechter wie gesagt (s. S. 512) 1:1 beträgt.

Auch weiterhin fanden wir auf den Rüben noch Pärchen in Vereinigung, solange überhaupt Weibchen vorhanden waren. Das letzte Paar wurde am 18. 8. registriert.

Im Einklang damit führten in Strande schon am 5. 8. mindestens 56 von 62 Weibchen in der Bursa copulatrix eine Spermatophore, die sich übrigens als dickliches Knötchen schon beim lebenden Tier im Hinterleib

fühlen läßt. Es bedarf also nicht der Sektion zur Feststellung, ob *P. brassicae* schon den Liebesakt hinter sich hat.

Die Folgerung aus unseren vorstehenden Befunden lautet: Die Weibchen werden vor Beginn des Wanderflugs begattet.

Im Gegensatz zur Betätigung dieser Seite der Fortpflanzungsgeschäfte ist es auf dem Rübenschlag nicht zur Eiablage gekommen. Das ist umso merkwürdiger, als die Weibchen bei einigermaßen warmer Witterung schon wenige Tage nach dem Schlüpfen legereif sind. Sie verlassen die Puppenhülle zwar, wie schon gesagt (s. S. 513), ausgesprochen infantil in dem Sinne, daß die Ovariolen noch praktisch dotterfrei sind. Die Eier wachsen dann aber, gleichgültig, ob das Tier inzwischen begattet wird oder nicht, erstaunlich schnell heran. BRJANTZEW (1925, p. 240) beziffert in Petersburg die Praeovipositionsperiode auf 6—7 Tage, die anschließende Legeperiode auf 17—19 Tage und die restliche Lebenszeit auf 2—3 Tage. AUDEL rechnet nach KLEIN (1932, p. 297) für die Zeit bis zum 1. Legeakt in Potsdam 5 Tage. Diese Daten sind aber für die Temperaturverhältnisse, unter denen wir arbeiteten, entschieden zu hoch gegriffen. Übrigens kamen auch KLEIN (l. c.) in Palästina und nach ihm GOSH (1914) in Indien zu niedrigeren Daten, nämlich zu 3,2 bzw. 2 Tagen als üblicher Reifezeit. Im Jahre 1932 schlüpfen in meinem Insektarium in Kiel am 10. Juli mehrere Weibchen, von denen in der Folge täglich 1 zur Sektion kam. Am 11. hatte die Eibildung kräftig eingesetzt. In jeder der 8 Ovariolen führten bereits etwa 20 Eikeime Dotter. Bereits am 12. enthielt 1 Weibchen in jeder Röhre 6—7 reife Eier, und 4 weitere waren durch die Ovidukte in den Uterus abgewandert. Letzteres Tier umflatterte, als es gefangen wurde, eine Kohlpflanze, war also offenbar auf der Suche nach Legegelegenheit. Am 13. 7. war die Zahl der reifen Eier bei einem Individuum auf 10 je Ovariole herangewachsen, und dazu traten noch 5, die bereits in den Uterus übergetreten waren. Noch weit mehr Keime wuchsen zusätzlich heran. Zweifellos kann *P. brassicae* also in Schleswig-Holstein bereits 2—3 Tage nach dem Schlüpfen Eier legen — vorausgesetzt, daß es inzwischen kopuliert hat und Nahrung fand. Unbegattete Weibchen produzieren zwar auch Eier, setzen diese aber nur selten ab und dann lediglich verzettelt, nicht in Form der bekannten Eierkuchen. Solche Gelege bleiben überdies steril. Die Weibchen auf dem Rübenschlag in Alt-Bülk wurden 1936 aber zweifellos alle oder fast alle bald nach dem Schlupf an Ort und Stelle begattet (s. o. S. 507). Auch Nahrung stand den Tieren in Form von Nektar auf Blüten von Wildpflanzen an der Steilküste und an den Feldrainen sowie von Rotkleeblüten im Roggenschlag reichlich zur Verfügung. Tatsächlich haben sie dort aber, wie gesagt, keine oder so gut wie keine Eier abgesetzt. Wir fanden auf dem Rübenschlag während der ganzen Beobachtungszeit kein einziges Gelege und insgesamt nur 2 Raupenkolonien, letztere aber auch erst am 3. September, obgleich die Rüben inzwischen wieder vollwüchsig geworden waren. Die 1. Kolonie bestand aus 5 lebenden und 4 toten L I

sowie aus 14 lebenden L II, die 2. nur aus 7 L II und 4 lebenden L III, während das Gelege selbst, wie sich noch aus den Klebflecken der Eischalen auf dem Blatt feststellen ließ, 68 Eier stark gewesen war. Auch bei der letzten Revision des Schlages am 17. 9. hatte sich das Bild nicht geändert. Die Weibchen waren also vor der Eiablage abgewandert, und, was vielleicht noch merkwürdiger ist, auch später dort durchreisende Falter hatten den Schlag nicht belegt (s. a. S. 501), obgleich die Rüben, wie gesagt, sich schon Mitte August wieder vom Fraß der 1. Generation erholt hatten.

Ähnlich lagen die Dinge damals auf dem Gut Friedrichshof, 9 km südwestlich von Alt-Bülk. Auch dort war ein größerer Steckrübensschlag im Juni 1936 von *P. brassicae* teilweise kahlgefressen worden. Die 2. Generation hatte die Rüben fast unberührt gelassen. Auf die gleiche Erscheinung bin ich auch schon in früheren Jahren gestoßen, so vor allem auf dem Gut Altenhof bei Eckernförde in Holstein. Dort werden die in großem Umfang gebauten Steckrüben oft schon von den Raupen der 1. Generation schwerstens heimgesucht und bleiben dann von der 2. Generation praktisch verschont.

#### V. Reichweite der Wanderflüge

Über die Endpunkte der Wanderflüge des Großen Kohlweißlings liegen ebensowenig exakte Angaben vor wie über die Startplätze. Es ist zwar wiederholt berichtet worden, daß die Falter in Massen verendet auf Alpengletschern gefunden wurden. Meldungen solcher Art erlauben aber keine Folgerungen über die Stätte, wo die Wanderungen normalerweise ihr Ende gefunden hätten.

Zu einer allgemeinen Vorstellung über die normale Reichweite der Flüge kommt man vielleicht, wenn man von der Feststellung (s. o. S. 487) ausgeht, daß die Tiere mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 2—4 m in der Sekunde fliegen, und daß die Weibchen nur so lange unterwegs zu bleiben scheinen, als ihre Eier noch nicht ausgewachsen sind. Zum mindesten ich selbst traf die Ovarien bei Wanderfaltern immer nur in ziemlich infantilem Zustand an. Nun wurde aber bereits gesagt (s. S. 514), daß *P. brassicae* schon 2—3 Tage nach dem Verlassen der Puppe mit der Eiablage beginnen kann. Länger als 2—3 Tage werden die Weibchen also wohl nicht wandern. Die tägliche Flugdauer beträgt günstigenfalls (Mai) 12 Stunden und geht im Sommer wohl selten über 10 Stunden hinaus. Das besagt, daß das Tier unter optimalen Verhältnissen je Tag 70—140, maximal aber etwa 175 km zurücklegen kann. Bei einer Wanderflugdauer von 2—3 Tagen würde also eine Flugstrecke von 150—500 km herauskommen. Früher (BLUNCK, 1944, p. 467) habe ich seine Leistungsfähigkeit etwas höher eingeschätzt, bin aber auf Grund weiterer Beobachtungen zu den niedrigeren Werten gekommen. Damit ist gesagt, daß die in den Alpen endenden Massenflüge so gut wie sicher nicht aus den Ländern jenseits der Ostsee, also aus Dänemark oder Schweden, stammen können. Die Ent-

fernung Kopenhagen—Basel beträgt nämlich rund 1000 km. Über die wirklich von den Faltern auf ihren Wanderflügen zurückgelegten Strecken ist auf rein rechnerischem Wege aber kein Aufschluß zu gewinnen.

Es hätte daher nahe gelegen, die Feststellung der Startplätze im Jahre 1936 zu nutzen, um durch direkte Beobachtungen weiterzukommen. So hätten wir dort Falter markieren und versuchen können, durch Einrichten eines Beobachtungsdienstes Kenntnis von ihrem weiteren Schicksal zu erlangen. Das Auszeichnen der Tiere mit leicht sichtbaren Merkmalen ist an sich einfach. In unseren Insektarien ist jeder Falter durch Beschriften mit schwarzer Tusche auf den Flügeln dauerhaft mit einer Nummer ausgezeichnet, und die Tiere nehmen dadurch keinen Schaden. WILLIAMS (1942, p. 223) empfiehlt ein ähnliches Verfahren. Wenn man aber auf diese oder andere Weise Aufschluß über Richtung und Ende der Wanderflüge gewinnen will, muß man Tausende von Faltern auszeichnen und außerdem für ein sehr dicht gezogenes Netz zuverlässiger Beobachter sorgen. Diese Voraussetzungen sind noch bei keinem der mannigfachen einschlägigen Versuche der Berufsentomologen und der Entomophilen erfüllt gewesen. Ihre Anstrengungen waren daher von vornherein zum Scheitern verurteilt. Wir hätten 1936 mit hoher Wahrscheinlichkeit den gleichen Mißerfolg in Kauf nehmen müssen und sahen daher von Plänen solcher Art ab.

Wohl aber haben wir versucht, durch eine durch die Tagespresse verbreitete Umfrage zu erfahren, wo im August 1936 in Schleswig-Holstein außerhalb unseres eigenen Beobachtungsbezirks Wanderflüge durchgekommen sind und wo es dann zu stärkerem Raupenfraß gekommen ist. Daraufhin sind uns viele Meldungen zugegangen, unter denen etwa  $1\frac{1}{2}$  Dtzd. verwertbar waren. Sie berichten vom Durchzug von Wanderfaltern in Flensburg (8. 8., 17. 8. und 19.—21. 8.), in der Eckernförder Bucht (15. 8.), auf Fehmern (Anfang August), in Oldenburg/Holst. (16. 8.), im Bezirk des Pflanzenschutzamtes Lübeck, in Pinneberg nordwestlich Hamburg (um den 1. 8.), in Altona-Blankenese (9. 8., 10. 8. und 16. 8.) und in Glückstadt an der Elbe im Kreise Steinburg (11. 8.). Alle beziehen sich also auf dieselbe Zeit wie unsere eigenen Beobachtungen und entstammen mit Ausnahme der von Orten an der Elbe nordwestlich Hamburg gekommenen Nachrichten auch alle von der Ostseeküste Schleswig-Holsteins, betreffen letztere aber in ihrer ganzen Länge. Die Angaben über die Flugrichtung schwanken meist zwischen SO und SW (6×), doch entfällt je 1 Meldung auch auf W, NW, N und O.

Es scheint also, daß die Faltermassen, die stellenweise so dicht wie Schneeflocken geflogen sein sollen, teils von N nach S der Küste gefolgt, aber von dort auch an verschiedenen Stellen landeinwärts weitergezogen sind. Diesen Eindruck gewannen wir vor allem bei eigenen Rundfahrten zur Feststellung, wo es in der Folge zu auffällig starkem Raupenfraß gekommen ist.

Die Frage, wo die Tiere zur Eiablage gelangten, deckt sich nämlich weitgehend mit der, wo der Wanderflug sein Ende gefunden hat. Während der Reise brüten die Falter nämlich nicht (s.a. S. 501). Sie rasten dann auch nicht zur Nahrungsaufnahme. Alle Wanderfalter gehen vielmehr mit leerem Magen auf die Reise, sei es, daß sie auch vorher schon von vornherein keine Nahrung aufgenommen haben (s. S. 512), sei es, daß sie erst abfliegen, nachdem der Darm geleert ist. Es wurde bereits gesagt, daß

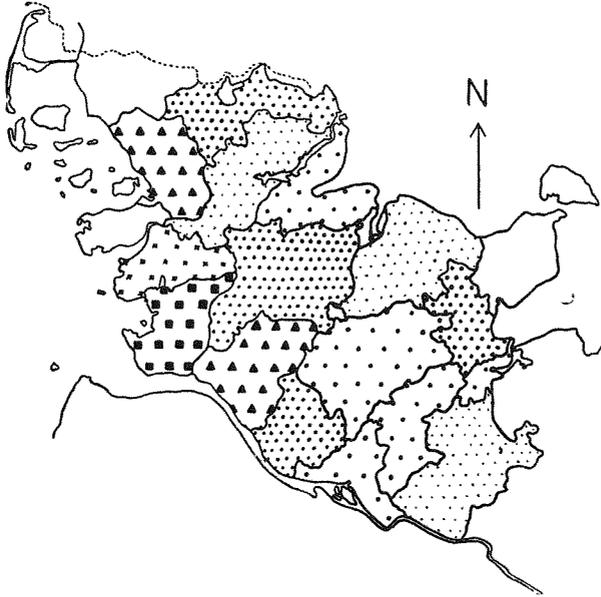


Fig. 7. Stärke des Raupenfraßes von *Pieris brassicae* L. in den Kreisen Schleswig-Holsteins im August 1936. Stärke 1 fehlt; Stärke 1—2: kleine Punkte; Stärke 2: große Punkte, weitläufig gestellt; Stärke 3: große Punkte, dichter gestellt; Stärke 3—4: Kreuze; Stärke 4: Dreiecke; Stärke 5: Quadrate. — Nach den beim Pflanzenschutzamt für Schleswig-Holstein eingelaufenen Meldungen und eigenen Beobachtungen

dann der Kropf durch Luft aufgebläht ist (s. S. 512). Er kann dabei die Größe eines kleinen *Lathyrus*-Samens erlangen.

Unsere Fahrten führten in Schleswig-Holstein sowohl nach Norden wie nach Süden, vor allem aber nach Südwesten, d. h. in jene Richtung, welche die bei Strände durchkommenden Wanderfalter genommen hatten. Dabei und aus den amtlichen Meldungen ergab sich, daß der Befall sich in den unmittelbar an die Ostsee grenzenden Kreisen von der Nordgrenze der Provinz, also von Flensburg ab, südwärts über Schleswig, Eckernförde, Kiel und Plön bis Eutin, in mäßigen Grenzen gehalten hatte (Fig. 7). Nur vereinzelt war es lokal auch in Küstennähe zu ernststen Schäden oder gar zu Kahlfraß gekommen, so auf dem Gute Eckhof etwas landeinwärts zwischen Strände und Schilksee. Dort hatte der Befall Ausfallraps getroffen. Landeinwärts nahm der Fraß wenigstens in geschützt gelegenen Gärten schon

in diesen Gebieten stärker zu. Auf freiliegendem Gelände, also in den Feldbeständen, hielt er sich noch in bescheidenen Grenzen. In etwa 50 km Entfernung von der Küste wurde der Schaden aber an vielen Stellen schwer bis sehr schwer, auch auf Steckrübenschlügen. Das war z. B. in Todenbüttel, 45 km westsüdwestlich von Kiel der Fall. Hier hörten wir auch das einzige Mal eine Angabe über die Zeit des Eintreffens der Falter. Laut Meldung des Siedlers OTTO JAACKS soll der Zuflug nämlich um den 16. 8. schlagartig eingesetzt und mehrere Tage gedauert haben. Da der Raupenfraß dort andererseits bereits in den ersten Septembertagen auffällig gewesen sein soll, dürften die ersten Wanderfalter schon in der 1. Augushälfte eingetroffen sein. Diese Folgerung steht auch in besserem Einklang zu den Beobachtungen in Strande.

Weiter westlich sind wir nur wenig vorgestoßen, doch besagen die bei der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Kiel eingegangenen Meldungen, daß die Kreise an der Westküste Schleswig-Holsteins, nämlich Husum, Norder- und Süder-Dithmarschen sowie der dort nördlich der Elbe nach Osten zu anschließende Kreis Steinburg stärker mitgenommen wurden als die meisten anderen Teile der Provinz. In bezug auf den Ort Silzen (ca. 20 km westsüdwestlich Neumünster) im Kreise Steinburg heißt es für Steckrüben und Grünkohl: „Ein so starkes Auftreten von Raupen ist seit vielen Jahren wohl nicht vorgekommen.“ Auch in die östlich an Steinburg angrenzenden Kreise Pinneberg, Segeberg und Stormarn sowie im Bereich der Bezirksstelle Lübeck des Pflanzenschutzamtes war der Befall noch vielfach schwer. Im Umkreis von Hamburg hatten wir dagegen den Eindruck, daß die Raupen hier schon etwas weniger stark gehaust hatten. Kahlfraß war selten, doch soll der Kohl in den Schrebergärten immerhin stärker befallen gewesen sein als in den 2 vorausgehenden Jahren. Auch in Bergedorf bei Hamburg war der Befall nur mäßig stark. Jenseits der Elbe klang er dann weiterhin ab. In Stade an der Unterelbe kamen uns immerhin noch Gärten zu Gesicht, in denen die Schäden z. T. an Kahlfraß grenzten, die Feldbestände von Kohl und Steckrüben zeigten dagegen nur noch bei Windschutz ernsteren Fraß. Der dort viel kultivierte Marktstammkohl war praktisch ganz verschont geblieben. Nach Bremen zu wurden die Schäden allmählich weiterhin geringer. Auch Oldenburg hatte durchschnittlich schwächeren Befall. Diese Tendenz setzte sich über Osnabrück, soweit sich von der Bahn aus beurteilen ließ, weiter fort. Weiter südwestlich in der Rheinprovinz ist es nur sehr lokal (Waldbröl, Ahrweiler und Birkenfeld) zu stärkerem Fraß gekommen. Unbedeutend war der Befall in ganz Südwest- und Süddeutschland. Vielerorts fehlten die Raupen ganz. Das besagt auch das von VOELKEL & KLEMM (1937, p. 16) gegebene Kartenbild.

Anders war das Bild südlich des Lübecker Bezirks im Kreis Lauenburg, in der Provinz Hannover und in einigen östlichen Teilen von Westfalen. Hier hatten die Bestände nach VOELKEL & KLEMM wieder erheblich stärker gelitten, noch weiter südlich hörte der Befall aber auch dort auf.

Nur am Rand sei vermerkt, daß es aber in Ostdeutschland im September 1936 über weite Gebiete hin zu äußerst schweren Fraßschäden gekommen ist. Sie erstrecken sich, wie uns gemeldet wurde, von Ostpreußen über Westpreußen bis nach Schlesien herunter. In Ost- und Westpreußen waren dementsprechend vorher stärkere Wanderflüge registriert worden. Einschlägige Meldungen gingen uns aus Stalupönen, von der Strecke Gumbinnen—Insterburg, aus Elbing, von der Halbinsel Hela, aus Gdingen und aus Danzig—Langfuhr zu. Sie alle lauten auf Mitte Juli (meist 16.—25. 7.), keine auf August. Der Flug muß dort also früher als in Schleswig-Holstein stattgefunden haben. Mehrfach hieß es auch hier, daß die Falter „über das Meer“ gekommen seien (s. a. S. 499, 506, 508—511), und in allen Fällen hätten sie die Richtung Nord—Süd gehabt, womit sich der später sehr starke Befall in ganz Schlesien erklärt. Einige Meldungen kamen auch aus Pommern, so aus Kolberg, Stettin und Stralsund. Auch für dort lautet es in einem Fall, daß die Falter über See aus Richtung Bornholm in Kolberg zugewandert seien, und wieder sollten alle Flüge südwärts gegangen sein. Sie entfielen teils noch auf den Juli, teils erst auf den August. Schwerer Befall ist uns aber in der Folge weder aus Pommern selbst noch aus Gebieten weiter südlich von Vorpommern gemeldet worden. Die Gebiete südlich von Hinterpommern waren dagegen mit in die schlesische Schadfrazzone einbezogen.

Wir folgern, daß die im Hochsommer 1936 in Norddeutschland und im besonderen auch die an der Ostküste von Schleswig-Holstein beobachteten vielleicht z. T. von weiter her, nämlich von den Dänischen Inseln oder gar aus Schweden gekommenen Wanderflüge von *P. brassicae* im wesentlichen in südlicher Richtung gegangen sind, daß die Falter in Holstein z. T. bereits in 30—50 km von der Küste zur Eiablage gelangt sind und schwersten Raupenfraß ausgelöst haben, daß sie z. T. aber von dort auch weiter bis in die Provinz Hannover und nach Westfalen vorgestoßen sind, um hier ebenfalls eine Raupenplage auszulösen. Wir schließen weiter, daß in dieser Zone aber höchstwahrscheinlich nur wenig oder keine Falter noch weiter gelangt sind. Gewisse lokale Befallgebiete im linksrheinischen Gebiet, in Südwest- und in Süddeutschland stehen zu diesen Herkünften schwerlich in Beziehung, und der Raupenfraß in Ostdeutschland einschließlich Schlesien ist so gut wie sicher durch die in Ost- und Westpreußen gesichteten Wanderflüge ausgelöst worden. Die Falter haben somit wahrscheinlich in der Mehrzahl Strecken von 50—200 oder 300 km zurückgelegt, aber schwerlich mehr.

Dieser Befund steht im Einklang mit der auf S. 515 gezogenen Folgerung, daß *P. brassicae* schwerlich länger als 3 Tage wandert und daß er täglich 70—140 km zurücklegt. Er könnte also an sich auch die Ent-

fernung zwischen Schleswig-Holstein und England überbrücken, also über die Nordsee dorthin fliegen. Einige von WILLIAMS (1942, p. 202, Fig. 31) in Nordengland an der Ostküste registrierte Anflüge könnten in diesem Sinne gedeutet werden. Das würde voraussetzen, daß die Falter auf der Reise über die Nordsee Tag und Nacht unterwegs sind. Sie fliegen aber niemals im Dunkeln. Noch wesentlich weitere Strecken dürften sie auch über Land kaum bewältigen können. WILLIAMS scheint anderer Meinung zu sein. Aus einer Zusammenstellung vieler Literaturberichte über Wanderflüge in Europa folgert er nämlich (1941, p. 204): „The map of the Continent (Fig. 32) shows the very definite southward movement which appears to start in Scandinavia, passes south, particularly through East Germany, and the Tyrol, and apparently breaks up against the mass of the Alps.“ Auch alle oder fast alle von uns registrierten Wanderflüge gingen in Deutschland süd- oder südwestwärts. Die Meldungen beziehen sich auf alle Gebiete zwischen Südschweden und den Alpen. Diese Strecke beträgt rund 1000 km. Die Falter müßten also, wenn wir die Tagesleistung richtig eingeschätzt haben, mindestens 1 Woche unterwegs gewesen sein. Das würde bedeuten, daß die Weibchen auch noch, wenn die Eier schon ausgewachsen sind, tagelang weiterfliegen. Das ist bei *P. brassicae* im Unterschied zu anderen Lepidopteren aber höchstwahrscheinlich nicht der Fall. Wir selbst trafen sie, wie schon betont wurde (s. S. 501 u. 515), nur unreif auf der Reise. Wenn die Eier ausgewachsen sind, scheinen die Weibchen alsbald zu landen und zu legen. Das ist schon KERRY (1892; zit. nach WILLIAMS, 1930, p. 349) aufgefallen, denn er hebt hervor, daß die in England im August 1892 einwandernden Falter nach seinen Beobachtungen bei Harwich sofort gelegt haben. Vielleicht bleiben die Männchen länger unterwegs als die Weibchen. Dann würde über die maximal von dem Einzeltier zurücklegbare Entfernung erst nach Beibringung weiteren Materials endgültig geurteilt werden können.

## VI. Populationsdynamische Wirkungen

Auf die biologische Auswirkung des Abwanderns der Falter aus Gebieten, in denen die 1. Generation stark gehaust hat, wirkt das Schicksal der wenigen Gelege, die dort seitens der 2. Generation abgesetzt wurden, ein Licht. Es wurde schon gesagt (s. S. 514), daß die 2 nach langem Suchen auf dem Steckrübenschlager in Alt-Bülk gefundenen Raupenkolonien sehr schwach und überdies mit toten Individuen untermischt waren. Es wurde weiter vermerkt, daß von dem 2., 68 Eier starken Gelege es nur 7 bis zur L II und nur 4, also ca. 6%, bis zur L III gebracht hatten. Auch die restlichen Raupen fielen aber populationsdynamisch für *P. brassicae* aus, weil sie sich sämtlich als apantelisiert und zwar in so starkem Maße apantelisiert erwiesen, wie ich es nie zuvor und auch später nicht wieder beobachtet habe. Offenbar hatten sich die auf dem Schlag auf Kosten der

Tabelle 2. Apantelisierung bei 2 Kolonien von *Pieris brassicae* L. auf Steckrüben. Alt-Bülk, 3. 9. 36

<i>P. brassicae</i> L., Raupen		<i>Apanteles glomeratus</i> L.		Bemerkungen
Stadium	Zustand	Stadium	Zahl	
1. Kolonie				
I	ermattet	Eier (E)	141	
I	krank	Eier (E)	148	
I	ermattet	Eier (E)	151	
I	tot	Eier (E)	157	
I	ermattet	Eier (E)	201	
I	tot	?	?	stark mazeriert
I	„	?	?	„ „
I	„	?	?	„ „
I	„	?	?	„ „
I	lebt	Larven (L)	93	
II	„	L + E	101	
II	„	L + E	127	
II	„	L + E	133	
II	„	L + E	144	
II	„	L + E	149	
II	„	?	172	
II	„	?	173	
II	„	?	184	
II	„	L	194	
II	„	L	195	
II	„	L	207	
II	„	L	262	
II	„	L + E	165 <sup>1)</sup>	1) ohne die Eier
2. Kolonie				
II	lebend	L	67	
II	„	L	78	
II	„	L	117	
III	„	L	134	
III	tot	?	?	stark mazeriert
III	„	?	?	„ „
III	„	?	?	„ „

vorhergehenden Generation von *P. brassicae* herangewachsenen Schlupfwespen, soweit sie nicht abgewandert waren, gehäuft auf die wenigen Kolonien der 2. Generation gestürzt. Die 1. Generation war zwar, wie schon ausgeführt wurde, nur zu 25—30% apantelisiert gewesen (s. S. 506), hatte aber immerhin die Wespen zu Tausenden geliefert, so daß der starke Befall der 2. Generation nicht überraschen kann. Tab. 2 bringt Einzelheiten unseres Befunds.

Besatz mit mehr als 100 *Apanteles*-Larven ist nicht nur für den Wirt, sondern auch für den Parasiten tödlich. Nur ganz wenige Raupen hätten somit die Reife erreicht. Die übrigen wären wahrscheinlich schon als L II

oder als L III, spätestens aber als L IV oder als junge L V eingegangen, und es ist anzunehmen, daß auch die schon mazerierten, nicht mehr sezierfähigen Individuen infolge übermäßigen Befalls gestorben sind.

Es war angesichts dieser Befunde verlockend, auch den Gesundheitszustand der Raupen in der Nachbarschaft des Rübenschlags und darüber hinaus die der in größerer Entfernung von dort heranwachsenden Populationen zu überprüfen. Wir hatten damit aus anderen Gründen schon am 15. 8. bei Raupen an Kohlbeständen in Gärten bei Strande als dem landeinwärts nächstgelegenen besiedelten Bestand, also in etwa 3 km vom Rübenschlag in Alt-Bulk begonnen, als sich an diesem Tag herausgestellt hatte, daß hier ein ungewöhnlich hoher Hundertsatz der Kolonien ausgeraubt war. An sich war der Kohl stark belegt gewesen, und die Entwicklung war inzwischen bis zur L I, zum Teil auch schon zur L II gediehen, sehr viele andere Kolonien waren aber restlos von nicht mehr feststellbarem Getier vernichtet. Zum Teil fehlten die Kolonien vollständig, und nur die Stellen, wo die Gelege gegessen hatten, waren noch erkennbar. Hier könnte *Forficula auricularia*, den ich als gefährlichen Eifeind kenne, sich ausgewirkt haben. Den Raupen selbst stellen auch unsere sozialen Wespen nach. Zum Teil lagen die Raupen aber noch tot am Fraßort. Einige Kadaver waren zusammengefallen, als seien sie von Sauginsekten getötet. Es wurden aber weder Wanzen noch Syrphiden und Neuropteren, die einschlägig in Frage kämen, gesichtet. Die Mehrzahl der Leichen war in der Form unverändert. Alle diese Stücke erwiesen sich als übermäßig stark apantelisiert. Es fanden sich nämlich in der L I 96—159 und in der L II 116 —200 Eier und Larven des Braconiden.

Am 2. 9. wurde der Befall ebendort erneut überprüft. Die Besiedlung war gering geblieben. Jüngere Stadien waren mäßig häufig, besonders Eigelege und Jungraupen (L I:L IV:L V = 100:2:3). Von L II fand sich 1 Kolonie. L III fehlte ganz. Unter normalen Verhältnissen hätten viele Raupen zu dieser Zeit bereits die Reife erreicht haben müssen. Ein gut Teil der Pflanzen wies Fraßspuren auf, ohne daß wir an ihnen noch lebende Raupen fanden. Somit darf als ausgeschlossen gelten, daß schon Stücke zur Verpuppung abgewandert waren. Auch hier müssen also viele Kolonien ausgeraubt worden sein. Das Verhältnis stellte sich etwa wie folgt. Eigelege : Kolonien von lebenden L I : Kolonien von toten L I : Kolonien von lebenden L II : ausgeraubte Kolonien = 2:4:2:1:12. Die lebenden Raupen wurden sezirt. Sie erwiesen sich mit Ausnahme einer Jungraupen-Kolonie sämtlich als apantelisiert. Der Besatz je Raupe war allerdings lange nicht mehr so stark wie am 22. August. Wir zählten nämlich z. B. bei den 3 L II nur 45, 61 und 41 sowie bei einer L IV 34 *Apanteles*-Larven. Offenbar hatte die Belegung also inzwischen erheblich nachgelassen.

Dieser Eindruck verstärkte sich bei Vergleich der Befallstärke von Raupen, die an *Tropaeolum majus* heranwachsen. Im allgemeinen wird die Kapuzinerkresse von *A. glomeratus* L. gemieden. Wenn die Wespen bei

Raupenmangel in Legenot geraten, kommt es aber doch zu Befall. Er hält sich dann allerdings in wesentlich bescheideneren Grenzen als bei den Cruciferen. In Strande haben wir die Kresse von Ende August ab in die Untersuchungen einbezogen und in der Folge 3mal die an dieser angetroffenen Raupen auf Parasitierung untersucht. Am 29. 8. waren die L V zu 35%, die L IV zu 98% und die L III zu 100% befallen. Der Besatz je Raupe betrug bei L V 7—49—87, bei L IV 26—64,5—100. Bei L III wurde er nicht ausgezählt, und auch die noch jüngeren Raupen wurden aus Mangel an hinreichend feinem Präpariergerät damals nicht untersucht. Es darf aber wohl gefolgert werden, daß der Befall damals im Zunehmen war. Am 2. 9. waren die Raupen weit zahlreicher geworden und in allen Stadien vertreten. Außerdem fanden sich einige Gelege (Gelege: L I:L II:L III:L IV:L V = 100:1000: ? 20:10:20:5). Alle L II, L III und L V waren apantelisiert, von den L IV bei insgesamt 25 Individuen 22. Die Parasitierung hatte sich in der Tat also inzwischen verstärkt. Am 9. 9. sahen wir dort das letzte Gelege des Jahres. Raupen aller Stadien fanden sich aber auch noch am 12. 9. Der *Apanteles*-Befall war bei diesen aber seit dem 2. 9. stark abgeklungen. Er betrug bei L II 0%, bei L III 27,5%, bei L IV 18,4% und bei L V bei frisch gehäuteten Individuen 50%, bei den älteren Raupen dagegen 92,9%. Die Zahl der Parasitenlarven lag bei L III bei 6—11—21, bei L IV bei 2—13—24 und bei L V bei 14—27—44. Eine Raupe enthielt sogar wahrscheinlich nur eine einzige *Apanteles*-Larve, ein Fund, der mir nie zuvor und auch später nicht wieder begegnet ist, obgleich wir im Laufe der Jahre viele Tausende von *Pieris*-Raupen sezirt haben. Die letzte Überprüfung an *Tropaeolum* erfolgte am 18. 9. Untersucht wurden nur 37 Raupen und zwar L I, L II und L III. *Apanteles*-haltig war nur 1 L III. Der Befall war also im Erlöschen.

Die Befunde in Strande besagen demnach, daß der *Apanteles*-Befall an Kohl anfangs, d. h. Mitte August, unerhört stark gewesen ist. Die Raupen wurden so stark belegt, daß sie großenteils schon jung verendeten. Dann nahm die Besiedlung allmählich ab, und die Mitte September schlüpfende *Pieris*-Brut ist kaum noch bestiftet worden. Letzteres kann nicht überraschen. Die Flugzeit der Wespe geht im September zu Ende. Die übermäßige, auch der Brut des Parasiten verderblich werdende Belegung zu Anfang der Schlüpfzeit der Raupen ist aber durchaus ungewöhnlich und bedarf der Erklärung. Es erscheint kaum möglich, daß die den Befall bewirkenden Mutterwespen alle aus Strande stammten. Sie können dort nicht sämtlich geschlüpft sein, weil es an Ort und Stelle bis zum Sommer weitgehend an Brutgelegenheit gefehlt haben dürfte. Sie müssen also von anderen Brutstätten zugewandert sein. Als solche kommen in erster Linie der Steckrübenslag in Alt-Bülk und wohl auch Getreideschläge mit starker Verunkrautung durch Ackersenf und dementsprechend reichem *Pieris*-Befall in Frage (s. S. 508 ff.). Der *Apanteles*-Befall war nämlich

Tabelle 3. *Pieris brassicae* L., Befall der Raupen durch *Apanteles glomeratus* L. in Schleswig-Holstein im August und September 1936

Datum	Ort	Zahl der untersuchten Raupen	Apan- telisierung in%
15. 8. u. 2. 9.	Strande (12 km nördl. Kiel, 0 km von der Küste)	viele	100
19. 8.	Strande (12 km nördl. Kiel, 0 km von der Küste)	136	87,5
2. 10.	Friedrichshof b. Knoop (7 km nordnordwestl. Kiel, 6 km von der Küste)	50 (L IV u. L V)	98 <sup>1)</sup>
18. 9.	Gettorf (13 km nordwestl. Kiel, 8 km von der Küste)	22	78,6
17. 9.	Nienborstel (41 km südwestl. Kiel)	98	rd. 50
17. 9.	Todenbüttel (46 km südwestl. Kiel)	50	20
17. 9.	Gokels (53 km südwestl. Kiel)	30	16,7
20. 9.	Hamburg-Volksdorf (ca. 75 km südl. Kiel u. 60 km von der Lübecker Bucht)	50	66
20. 9.	Hamburg-Ohlsdorf (80 km südl. Kiel u. 70 km von der Lübecker Bucht)	609	13 <sup>2)</sup>
19. 9.	Stade/Unterelbe (ca. 90 km südwestl. Kiel u. 100 km von der Lübecker Bucht)	95	64
20. 9.	Hamburg-Bergedorf (95 km südl. Kiel u. 70 km von der Lübecker Bucht)	59	11,5

bei den Frühjahrsraupen in Schleswig-Holstein 1936 keineswegs überall ungewöhnlich stark. Im Gegenteil! Er liegt dort im Durchschnitt der Jahre um 60% (BLUNCK, 1944, p. 472), kam aber 1936 anscheinend meist nicht viel über 30% (s. S. 506, 524). Unter dem Gesichtswinkel der Wanderflüge von *P. brassicae* ist dabei interessant, daß der Befall mit steigender Entfernung von der Ostküste des Landes, also vom Startgebiet mindestens eines Teiles der Falter, abzunehmen schien. Das erhellt aus Tabelle 3, bei der wir unterstellt haben, daß die auf Dienstreisen im September 1936 angefallenen Befunde verallgemeinert werden dürfen.

Von sonstigen Parasiten und von Krankheiten blieb *P. brassicae* auf den von der 1. Generation stark heimgesuchten Beständen, also auch in Alt-Bülk, 1936 ziemlich verschont. Auf *Pteromalus puparum* L. stießen wir vereinzelt in Alt-Bülk bei Puppen der 1. Generation (10.—13.8.: 2,6%), bei der 2. Generation aber schon deshalb nicht, weil bis zum Abbruch der Untersuchungen infolge der hohen Apantelisierung in unserm engeren Beobachtungsgebiet überhaupt keine Raupe zur Verpuppung gelangt zu sein scheint. Auch *Pimpla instigator* F. fehlte fast ganz. Die Puppen der

<sup>1)</sup> 41 L V bargen 15—59—169, 9 L IV 17—40— ca. 135 Larven von *A. glomeratus* L.

<sup>2)</sup> Bei 211 Kokonhaufen von *A. glomeratus* L. betrug die Individuenzahl je Haufen 6—39—124, was ungefähr dem normalen Durchschnitt entspricht.

1. Generation waren in Alt-Bülk von dem großen Ichneumoniden zu 1,3% befallen gewesen, wenn wir die aus der Lage des Schlüpflochs in anderen Fällen auf diese Art gezogenen Folgerungen verallgemeinern dürfen. Bei der 2. Generation kam uns keine *Pimpla* zu Gesicht. Die in den meisten Jahren die Raupen dezimierende, durch *Entomophthora sphaerosperma* bewirkte Pilzseuche scheint 1936 in Schleswig-Holstein fast ganz ausgeblieben zu sein, wahrscheinlich in Auswirkung der trockenen Witterung z. Zt. der Raupenentwicklung. Nur in Todenbüttel stießen wir am 17. 9. auf Befall bzw. dessen Auswirkung. Verjauchte Puppen — die Ursachen der Puppenkrankheiten sind bislang nur ungenügend bekannt — waren bei der 1. Generation in Alt-Bülk nicht selten. Der Befall lag dort um 3%. Für die 2. Generation fehlt es auch hier an Beobachtungen. Hyperparasiten in Gestalt der bei *A. glomeratus* schmarotzenden Ichneumoniden und Chalcididen sind in Alt-Bülk bei der 1. Generation von *P. brassicae* nur sehr schwach aufgetreten. Eine Untersuchung von *Apanteles*-Kokons aus der 2. Generation ergab am 11. 8., daß Chalcididen zum mindesten bis dahin überhaupt noch nicht geschlüpft waren, und unter 462 geräumten Kokons waren 457 von *A. glomeratus* L. und nur 5 von *Hemiteles*-Arten verlassen.

Alles in allem besagen diese Befunde, daß sich unter den Parasiten und Krankheiten von *P. brassicae* 1936 in Alt-Bülk nur die Apantelisierung der 1. Generation auf die Populationsdichte der 2. Generation ausgewirkt hat, auf diese allerdings katastrophal. Auf den Brutherden selbst ist keine Raupe der 2. Generation dem Befall entgangen. Es sieht aber so aus, als ob die dort in Massen aus den Kokons der 1. Brut schlüpfenden Wespen auf der Suche nach Brutgelegenheit abgewandert sind und auch noch auf mehrere Kilometer Entfernung von ihrem Schlüpfort die 2. Brut von *P. brassicae* fast restlos vernichtet haben. Aus diesem Befund darf wohl gefolgert werden, daß das Fortbestehen von *P. brassicae* dort, wo es in den Brutgebieten der 1. Generation zum Massenbefall gekommen ist, schwerstens durch Parasiten sowie vielleicht auch durch Krankheiten gefährdet ist, und daß dieser Gefahr durch Abwandern der von der 1. Brut gelieferten Falter ausgewichen wird. Die Wanderflüge wirken sich also in Schutz der Art gegen ihre Feinde aus. Diese Auffassung ist grundsätzlich nicht neu. Sie wurde auch bereits von WILLIAMS (1930, p. 409—412) geäußert: „It results in a temporary escape from enemies which may have multiplied in a area of prolific breeding.“ Unsere Beobachtungen haben das drastisch erneut als richtig belegt. Damit soll natürlich nicht etwa gesagt werden, daß die Gefährdung der Brut die Ursache der Wanderflüge ist. Unsere Feststellung besagt nur, daß die Art lokal an den Massenvermehrungsstätten der 1. Generation durch Aussterben gefährdet wäre, wenn die Falter nicht die Brut für die 2. Generation weit entfernt von diesen Plätzen absetzen würden.

## Zusammenfassung

1. Es wird über einen sich über mehrere Wochen hinziehenden Wanderflug von *Pieris brassicae* L. im August 1936 an der Kieler Förde und über einiges weiteres einschlägiges Material berichtet. Die Ursachen des Phänomens, seine Begleiterscheinungen sowie die Auswirkung auf den Massenwechsel der Art werden diskutiert.

2. Anhand der dabei angefallenen Beobachtungen wird wahrscheinlich gemacht, daß die Wanderflüge von *Pieris brassicae* L. einen Sonderfall des Bestrebens der Falter darstellen, die Schlüpfstätte alsbald zu verlassen und diese nicht wieder zu belegen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß massiertes Heranwachsen der Brut auf engem Raum den Wandertrieb der dort zum Schlüpfen kommenden Vollkerfe verstärkt.

3. Die Tendenz zum Ausführen von Wanderflügen ist bei den Frühlingfaltern („1. Generation“) von *Pieris brassicae* L. kaum geringer als bei den Sommerfaltern („2. Generation“). Ihre Betätigung ist aber weniger augenfällig, weil die Frühlingfalter in der Regel viel spärlicher auftreten als die Sommerfalter.

4. Die Wanderfalter fliegen völlig unabhängig voneinander. Sie können also auch einzeln auftreten. Scharenweiser Flug ist die Folge gleichzeitigen Aufbruchs vieler Individuen und des Einhaltens der gleichen Zugrichtung.

5. In Schleswig-Holstein gehen die Wanderflüge der Sommerfalter fast immer in südwestlicher bis südlicher Richtung. Bei den Frühlingfaltern sind auch Wanderflüge in nördlicher Richtung beobachtet.

6. Die einmal eingeschlagene Wanderrichtung wird starr und ständig festgehalten. Die Ursachen dieser Bindung sind noch unbekannt.

Wind beeinflußt zwar die Fluggeschwindigkeit sowie die Einstellung des Körpers zur angestrebten Wanderrichtung und kann den Faltern auch vorübergehend die Flugrichtung aufzwingen, bestimmt über die Wanderrichtung aber im übrigen nicht. Nach Möglichkeit meidet der Falter bewindete Zonen. Oberhalb Windstärke 4 stellt er den Flug ein.

7. Während der Wanderung auf größere Gewässer (Meere, Seen) stoßende Flieger folgen zuweilen längere Zeit dem Verlauf des Ufers. Beziehungen zu der dortigen Luftströmung werden vermutet.

8. Die durchschnittliche Fluggeschwindigkeit liegt zwischen 2 und 4 m/sec. Vom Wind getragene Falter bringen es bis zu 10 m/sec, der Flug geht aber häufiger gegen den Wind oder im Winkel zu diesem als mit ihm.

9. Ebenso wie die vagabundierenden Falter fliegen die Wanderfalter nur oder praktisch nur an sonnigen Tagen. Der Aufbruch erfolgt morgens zeitig nach kurzem Sonnenbad, und der Flug dauert dann ohne Rastpausen, also auch ohne Nahrungsaufnahme — der Kropf der Wanderfalter ist luftgefüllt — bis kurz vor Sonnenuntergang. Die Übernachtung erfolgt an windgeschützten Schlafplätzen, die näher charakterisiert werden.

10. Die tägliche Flugleistung liegt schätzungsweise zwischen 70 und 130 km.

11. Die Männchen sind am Wanderflug weniger beteiligt als dem normalen Geschlechtsverhältnis (1:1) entspricht. In den letzten Wandertagen verschiebt sich das Verhältnis aber zu ihren Gunsten.

12. Die Weibchen werden vor dem Abflug begattet und wandern dann bald ab. Der Wanderreiz erlischt wahrscheinlich spätestens, wenn die Eier legereif geworden sind, also etwa 3 Tage, nachdem der Falter geschlüpft ist.

13. Die maximal von Wanderfaltern zurückgelegte Entfernung liegt schwerlich über 400 km und bleibt wahrscheinlich meist erheblich dahinter zurück. Es scheint daher ausgeschlossen, daß die wiederholt in den Alpen registrierten Zuflüge von *Pieris brassicae* L. stammen.

14. Als eine der Ursprungsstätten von Wanderflügen wurde im August 1936 ein Steckrübenschlag (*Brassica napus* var. *esculenta*) an der Ostküste von Schleswig-Holstein festgestellt, auf dem mindestens 3 und maximal 10 Millionen Falter geschlüpft sein dürften. Ein kleiner Teil wurde beim Abflug beobachtet. Es wird gefolgert, daß die

in den Landstrichen an der Ostseeküste Norddeutschlands häufig angebauten Steckrüben bei frühzeitiger Bestellung und Frühkohlbestände, vor allem aber auch mit Ackersenf und Hederich verunkrautete Haferfelder, ein gut Teil der aus diesen Gebieten stammenden Wanderflieger stellen.

15. Für die Auffassung, daß die in Deutschland zur Beobachtung kommenden Wanderzüge z. T. von den dänischen Inseln und aus Schweden stammen, wird stützendes Material beigebracht, besonders für die Jahre 1936 und 1953. Herkunftstätten sind auch dort wahrscheinlich in 1. Linie verunkrautete Getreidefelder, daneben Kohl- und Rübenbestände. Strandkruziferen waren dabei 1953 wahrscheinlich nicht oder nur wenig beteiligt.

16. Die Angabe, daß die an Strandkruziferen wie *Cakile maritima*, *Crambe maritima* und *Lepidium latifolium* heranwachsende Brut von *Pieris brassicae* L. von Befall durch *Apanteles glomeratus* L. verschont bleibt, wird widerlegt.

17. Das Abwandern der Weibchen von der eigenen Geburtsstätte wirkt sich in verminderter Parasitierungsgefahr ihrer eigenen Brut aus.

#### Literatur

- ADKIN, R., The Abundance of White Butterflies in 1917. Entomologist, **51**, 36—39, 1918.
- BARTH, R., Beobachtung über Massenwanderung des Großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.). Anz. Schädlingssk., **14**, 60, 1938.
- BLUNCK, H., Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. 1. Beitrag: *Mesochorus pectoralis* Ratz. und seine Bedeutung für den Massenwechsel des Kohlweißlings. Ztschr. angew. Ent., **30**, 418—491, 1944.
- BRJANTZEV, B., [Contributions à l'étude de la biologie de *Pieris brassicae* L. dans le gouvernement de Leningrad] (russisch). Défense Plantes Leningrad, **2**, 237—241, 1925.
- BUXTON, D. A. J., (Notiz über *Pieris brassicae* L.). Transact. ent. Soc. London 1916, Proc. p. XIII, 1917.
- FAURE, J. C., Contribution à l'étude d'un complexe biologique: La Piéride du Chou (*Pieris brassicae* L.) et ses Parasites Hyménoptères. 221 pp., Lyon, 1926.
- FLOERICKE, K., Falterleben. Kosmosbändchen, 19. Aufl., 77 S., Stuttgart, 1923.
- FRAENKEL, G., Die Wanderungen der Insekten. Ergebn. Biol., **9**, 1—238, 1932.
- HESSE, R. & DOFLEIN, F., Tierbau und Tierleben **1**, 230, Leipzig & Berlin, 1910.
- KERRY, F., Migration of *Pieris brassicae* at Harwich. Entomologist, **25**, 321, 1892.
- KLEIN, H. Z., Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Kohlweißlinge. I. Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklung und Mortalität von *Pieris brassicae* L. Ztschr. angew. Ent. **29**, 397, 1932.
- KRAUSEN, K., Eine radikale Bekämpfung des Kohlweißlings. Rhein. Monatsschr. Obst-Garten- und Gemüsebau, **27**, 58, 1934.
- LEDERER, G., Handbuch für den praktischen Entomologen, **2**, Tagfalter (Diurna). 2. Aufl. Die Naturgeschichte der Tagfalter. Teil 1, p. 133—134, Frankfurt, 1939.
- LEMPKE, B. J., Trekvinders in 1950. Ent. Ber. Deel XIII, p. 341—348, p. 355—362, 1951.
- NEWMAN, L. H., Sark Lepidoptera. Ent. Rec., **43**, 184—186, 1931.
- SELZER, A., Die Wanderungen des Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.). Int. ent. Ztschr. Guben, **11**, 226—229, 1918.
- SPEYER, W., Die Wandergewohnheiten und der Flug des Großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.). Ztschr. Pflanzenkrankh., **55**, 335—341, 1948.
- VOELKEL, W. & KLEMM, M., Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1936. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd., **17**, 1—22, 1937.
- WARNECKE, G., Zum Massenauftreten des Großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.). Ent. Ztschr., **51**, 220, 1937.

- WENZEL, G., Massenvermehrung und Wanderzüge von Faltern im Jahre 1937. Ent. Ztschr., **51**, 282, 1937.
- WILLIAMS, C. B., The Migration of Butterflies. xi + 473 pp., London & Edinburgh, 1930.
- , Recent Progress in the Study of Some North American Migrant Butterflies. Ann. ent. Soc. America, **31**, 211—239, 1938.
- , The Migration of the Cabbage White Butterfly (*Pieris brassicae* L.). Verh. VII. Int. Kongr. Ent., Berlin 1938, **1**, 482—493, Weimar, 1939.
- WILLIAMS, C. B., COCKBILL, G. F., GIBBS, M. E. & DOWNESS, J. A., Studies in the Migration of Lepidoptera. Trans. ent. Soc. London, **92**, 101—283, 1942.

## Die Abhängigkeit der Aktivität des Rapsrödflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.) von klimatischen Faktoren, insbesondere Licht, Temperatur und Feuchtigkeit

H. SCHRÖDTER

und

H.-W. NOLTE

Meteorologischer und hydrologischer  
Dienst der Deutschen Demokratischen  
Republik, Agrarmeteorologische For-  
schungsstation Aschersleben

Biologische Zentralanstalt der  
Deutschen Akademie der Landwirt-  
schaftswissenschaften zu Berlin, In-  
stitut für Phytopathologie Aschersleben

(Mit 10 Textfiguren)

	Inhalt	Seite
I. Einleitung . . . . .		528
II. Methodik . . . . .		529
III. Ergebnisse . . . . .		529
1. Allgemeines . . . . .		529
2. Tagesgang der Aktivität . . . . .		531
3. Einfluß es Lichtes . . . . .		532
4. Einfluß von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit . . . . .		534
5. Die Umstimmung der Wärmeempfindlichkeit . . . . .		537
6. Analyse der Fangergebnisse und Schlußbetrachtungen . . . . .		539
Zusammenfassung . . . . .		543
Literatur . . . . .		543

### I. Einleitung

Während ein entscheidender Einfluß der Wintertemperaturen auf den Massenwechsel des Rapsrödflohs bereits seit langem bekannt ist (GODAN, 1947, 1948; KAUFMANN, 1941 a u. b, MEUCHE, 1944), konnte kürzlich nachgewiesen werden, daß auch die Temperaturverhältnisse des Spätsommers und des Frühherbstes von Bedeutung sind (NOLTE, 1953). Letztere regulieren die Zuwanderung der Käfer zu den auflaufenden Rapsflächen, für die mindestens 16° C erforderlich sind. Das ist nach EBBE-NYMAN, (1952), die untere Grenze für den Käferflug, womit Beobachtungen von GODAN (1948) übereinstimmen, die über ein Schwärmen der Käfer bei 19° C im