Sinnesphysiologische Untersuchungen im Dienste der landwirtschaftlichen Entomologie

Autor(en): **Schneider, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **31 (1958)**

Heft 2: **1858-1958 : Festschrift zur Hundertjahrfeier der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft**

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-401337

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
Band XXXI Heft 2 10. Oktober 1958

Sinnesphysiologische Untersuchungen im Dienste der landwirtschaftlichen Entomologie[1]

von

F. SCHNEIDER
Eidg. Versuchsanstalt Wädenswil (Zürich)

Von LOUIS PASTEUR stammt folgender, scheinbar paradoxer Ausspruch über die angewandten Wissenschaften : « Il n'y a pas de sciences appliquées, il y a les sciences et les applications des sciences. » Er ist auch heute noch aktuell und will offenbar in Erinnerung rufen, dass die wissenschaftliche Forschung eine Einheit bilde und dass sie keine Zweiteilung in Kategorien mit verschieden hohen Anforderungen ertrage. Gesinnung und Methoden sind im Lager der reinen und angewandten Wissenschaft identisch, der Unterschied liegt auf einer andern Ebene : Die angewandten Wissenschaften verfolgen neben rein theoretischen auch praktische Ziele und nehmen in der Wahl der Studienobjekte Rücksicht auf die materiellen Bedürfnisse des Menschen. Diese Akzentverlagerung gegenüber der reinen Forschung bringt Vor- und Nachteile.

Die im Dienste der Landwirtschaft stehenden Entomologen haben die Genugtuung, dem Land und speziell den Bauern Hilfe zu bringen, die volkswirtschaftlich von Bedeutung ist. Ihre Tätigkeit ist erwünscht und die Leistungen werden in der Regel anerkannt. Ihr Wirkungsfeld ist weniger das Laboratorium als die freie Natur. Sie werden zur Vielseitigkeit erzogen und leiden kaum unter Problemmangel. Diesen Vorteilen stehen aber auch Nachteile gegenüber : Die landwirtschaftliche Praxis stellt Forderungen und liefert ganz bestimmte Fragen und Versuchsobjekte, die bearbeitet werden müssen. Der angewandte Entomologe befasst sich auch mit schwierigen Insektenarten, welche sich im Laboratorium nur schwer domestizieren lassen. Die Untersuchungen im Freiland müssen gelegentlich unter unüberblickbaren klimatischen und ökologischen Bedingungen durchgeführt werden. Saubere Prämissen fehlen nicht selten und die Versuchsergebnisse sind

[1] Vorgetragen anlässlich der Hundertjahrfeier der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft in Zürich am 13. April 1958.

vieldeutig. Gelingt eine Untersuchung im Laboratorium, so lässt sich das Ergebnis nicht immer auf das Freiland übertragen.

Zwischen der landwirtschaftlichen Entomologie und den verschiedenen Disziplinen der Zoologie und Biologie bestehen vielfältige Wechselbeziehungen. Hier nur einige Beispiele: Eine genaue Artenkenntnis ist unerlässlich im Pflanzenschutz. Bei Importkontrollen muss die San José-Schildlaus von harmloseren Arten unterschieden werden können, im Obstbau müssen die einzelnen Blattlausformen und der Apfelwickler von seinen Begleitarten getrennt werden, um eine präzise Spritzprognose ausarbeiten zu können; im Feldbau ist die Bestimmung virusübertragender Blattlausarten unerlässlich, und auch in der biologischen Bekämpfung bildet die systematische Einordnung der Nützlinge die erste Voraussetzung für eine erfolgreiche Arbeit. Die Untersuchungen über die Insektizidresistenz stellen die Genetik vor neuartige Probleme und werden vielleicht auch Methoden zu deren Abklärung liefern. Die landwirtschaftliche Entomologie ist aber indirekt auch an morphologischen Fragen interessiert. Der Feinbau der Körperwand entscheidet darüber, ob ein Insektizid ins Innere eindringen und zur Wirkung gelangen kann. Insektenpathologie und Epidemiologie werden heute beinahe ausschliesslich von angewandt entomologischer Seite aus bearbeitet. Und schliesslich beweisen die bekannten Lehrbücher über Insektenphysiologie von WIGGLESWORTH, CHAUVIN und ROEDER sehr eindrücklich, zu welch schönen Ergebnissen gemeinsame Anstrengungen reiner und praktisch ausgerichteter Forschung führen können.

Wir wollen nun prüfen, wie weit sinnesphysiologische Untersuchungen in der landwirtschaftlichen Entomologie ausgewertet werden können und welche wissenschaftlichen Beiträge die praktisch orientierte Forschung liefern kann. Dabei wollen wir uns bewusst sein, dass Sinnesphysiologie und Verhaltensforschung fliessend ineinander übergehen und kaum losgelöst voneinander behandelt werden können. Im Rahmen dieses Vortrags wird es unmöglich sein, eine annähernd vollständige Übersicht zu geben. Wir werden uns auf die Erwähnung weniger Beispiele beschränken müssen, unter besonderer Berücksichtigung von Arbeiten, welche an der Versuchsanstalt Wädenswil ausgeführt worden sind.

Wie Sie wissen, bekommt jede Insektenart als Larve und Imago ein bestimmtes, erblich fixiertes Programm mit auf den Lebensweg, das später auf Grund individueller Erfahrung mehr oder weniger differenziert werden kann. Dieser Fahrplan ist meistens auf eine ganz besondere Umwelt abgestimmt. Die Sinnesorgane haben nun die Aufgabe, die Verbindung mit der Umwelt aufzunehmen und im Verein mit den Fortbewegungsorganen, Mundwerkzeugen u. a. dafür zu sorgen, dass dieses Programm in geordneten Bahnen abläuft. Zu den wichtigsten Sinnen gehören Gesichts- und Geruchssinn; sie sind in der Regel ganz unentbehrlich für eine orientierte Fortbewegung

nach einem mikroklimatisch günstigen Aufenthaltsort, nach einer Nahrungsquelle für das Tier selbst oder seine Nachkommen und nach dem Geschlechtspartner.

Die landwirtschaftliche Entomologie ist nun in mancher Hinsicht an der Erforschung des Sinneslebens und des Verhaltens der Insekten interessiert. Sie will nicht untätig zusehen, wie das innere Programm schädlicher Insekten in Obstgärten und Äckern realisiert wird, sondern will mit einem eigenen Plan zugunsten unserer Kulturpflanzen eingreifen. Um mit geringstem Aufwand und kleinsten Risiken zum Ziele zu gelangen, ist die Kenntnis des innern Programms und der Sinnesleistungen der Schädlinge höchst erwünscht, ja sogar unerlässlich.

Bestimmte optische und geruchliche Reize wirken auf ein Insekt attraktiv oder abschreckend. Diese Reaktionen brauchen auch innerhalb einer Art nicht beständig zu sein, sondern können sich verändern je nach Aktivitätsgrad und momentaner Stimmung. Ein Insekt in Fressstimmung reagiert anders als ein solches in Eiablagestimmung. Die einfachste Art, sinnesphysiologische Beobachtungen auszuwerten, wäre die direkte Verwendung von Ködern und Attrappen zur Schädlingsbekämpfung. Theoretisch sollte es auch möglich sein, die Attraktionswirkung gefährdeter Kulturpflanzen derart herabzusetzen, dass sie nicht mehr befallen werden, z. B. durch Pflanzenselektion, Kulturmassnahmen oder Spritzbeläge mit Abschreckwirkung. Leider sind solchen Methoden enge Grenzen gesetzt.

Viel eher kann die Sinnesphysiologie und Verhaltensforschung zur zeitlichen und örtlichen Überwachung des Schädlingsauftretens herangezogen werden, beispielsweise zur Bestimmung des Schlüpfbeginns, der Flugzeit, der Haupteiablage, der Befallsverteilung im Gelände oder zur Beurteilung der Anfälligkeit bestimmter Kulturen und schliesslich zum Nachweis der Einschleppung eines Schädlings. In solchen Fällen bilden sinnesphysiologische Untersuchungen lediglich eine Grundlage für eine gezielte chemische Bekämpfung oder Kulturmassnahme.

Als erstes Beispiel greifen wir das Verhalten von drei Fruchtschädlingen bei der Eiablage heraus. Wir beschäftigen uns an der Versuchsanstalt Wädenswil u. a. mit der Verfeinerung der Apfelwicklerprognose (*Carpocapsa pomonella*). Die Flugkontrollen mit Kögergläsern und Ultraviolettlampen geben wohl wertvolle Anhaltspunkte über die Flugaktivität. Es besteht jedoch keine strenge Korrelation zwischen Falterfängen und dem Verlauf der Eiablage. Wir prüften deshalb, ob im Freien eine Eiablage auf künstliche Früchte erzielt werden könne, die dann leicht einzusammeln und zu kontrollieren wären. TH. WILDBOLZ (1958) untersuchte auf einem kleinen eingezelteten Apfelbaum, ob die Form oder der Geruch der Äpfel eine Eiablage auslöse. Die Eier werden anfänglich weniger auf junge Früchte selbst, als in deren unmittelbare Nähe auf Blätter abgelegt. Mit Glaskugeln liess sich keine Eikonzentration erzeugen, jedoch mit Äpfeln,

welche in Filtrierpapier eingewickelt und damit in ihrer Form entstellt waren. In einem andern Versuch wurde ein langer Glaszylinder schräg in die Baumkrone gehängt. Am Grunde befanden sich drei Äpfel. Der Ast mit den unter Glas gut sichtbaren Äpfeln wurde nicht mehr belegt als die übrigen Baumpartien, während sich auf dem Ast mit der Öffnung des Zylinders die Eiablagen deutlich konzentrierten. Damit ist bewiesen, dass bei der Eiablage des Apfelwicklers nicht optische, sondern chemische Reize ausschlaggebend sind und dass der Apfel Attraktivstoffe aussendet. Ähnlich scheinen die Verhältnisse beim Traubenwickler zu liegen, wo zur Eiablage grosse, unter Laub versteckte Gescheine der unteren Stockpartien bevorzugt werden.

Ganz anders ist der Orientierungsmodus der Kirschenfliege (*Rhagoletis cerasi*). WIESMANN konnte schon 1937 nachweisen, dass die legebereite Fliege die Kirsche optisch erkennt. Im Laboratoriumsversuch werden sogar viele andere runde Früchte und Plastilinkugeln ähnlicher Grösse mit Eiern belegt, auch wenn darin eine Ei- und Larvenentwicklung ganz ausgeschlossen ist. Die Fliegen prüfen zudem die Form und Oberflächenbeschaffenheit, während der Geruch der Frucht offenbar keine Rolle spielt.

Die Larve des Kirschenstechers *Anthonomus rectirostris* entwickelt sich in den Steinkernen der Traubenkirsche *Prunus padus*. Auf der Süsskirsche *Prunus avium* muss der Käfer vor zwei Barrieren Halt machen, die eine ist psychischer die andere morphologischer Art. Frühe grossfrüchtige Kirschensorten, welche zur Zeit der Eiablage grösser als 10–11 mm sind, werden überhaupt nicht angebohrt ; späte grossfrüchtige werden wohl angebohrt, aber nicht mit Eiern belegt, weil der 2 mm lange Rüssel des Käfers nicht durch die zu dicken Schichten des Fruchtfleisches und der Steinschale dringen kann. Auf Wildkirschen mit zeitlich stark variierender Fruchtreife werden rückständige Früchte hochgradig mit Eiern belegt, grosse jedoch ohne Erfolg angebohrt. Der Kirschenstecher ist deshalb ein aus morphologischen und psychischen Gründen « verhinderter Schädling » unserer Kirschenpflanzungen von sehr untergeordneter praktischer Bedeutung (SCHNEIDER, 1947).

Viele fliegende Insekten orientieren sich nach Gerüchen. Am bekanntesten sind die Sexualduftstoffe der Lepidopteren, welche am Abdomenende der Weibchen emittiert werden und Männchen anlocken. So ist schon versucht worden, Schwammspinner, Traubenwickler und andere Arten mit sog. Männchenfallen zu bekämpfen, indem man Weibchen in Käfige steckte und die anfliegenden Männchen auf Leimflächen zurückhielt (GÖTZ, 1951, DETHIER, 1957). Solche Anstrengungen verliefen bisher nicht sehr ermutigend.

Im Freiland wird der Duftstoff von der Quelle weg sehr einseitig mit der Luftströmung fortgetragen. Es bildet sich ein Duftfächer oder eine schmale Duftfahne, in welcher die Konzentration des Attraktivstoffs mit der Entfernung rasch abnimmt. Wenn nun ein Männchen

auf seinem Suchflug zufälligerweise in eine solche Duftfahne gerät und die Konzentration des Duftstoffs eine bestimmte Schwelle überschreitet, wird es erregt. Es wendet sich nun gegen den Wind und fliegt in der Duftfahne weiter, sich sofort umwendend, sobald es aus dem Duftbereich heraustritt. Auf diese Weise gelangt es automatisch in die Nähe der Duftquelle. Beim Flug gegen die Luftströmung muss der Untergrund unter optischer Kontrolle gehalten werden. Ein orientierter Flug gegen eine Duftquelle aus grösseren Entfernungen wird also immer gegen den Wind erfolgen. Es ist sehr unwahrscheinlich und auch schwer zu beweisen, dass Schmetterlinge Duftquellen schon auf Distanzen von mehreren Kilometern wahrnehmen. Markierte Männchen können nämlich auch ohne Duftreiz kilometerweit gegen den Wind fliegen und dann zufälligerweise in eine experimentell erzeugte Duftfahne hineingeraten. Nun sind Männchenfallen aber nicht nur wegen ihrer beschränkten und einseitigen Wirkung sehr problematisch, sondern auch weil sie durch die freilebenden Weibchen konkurrenziert werden ; diese bilden neben den künstlich gesetzten Duftfahnen ein feines Duftnetz, in welchem viele Männchen hängen bleiben. Damit ist aber die praktisch ungestörte Weitervermehrung des Schädlings sichergestellt.

Neuerdings versucht man, die chemische Natur der Sexualduftstoffe abzuklären, mit dem Ziel, später einmal mit groben Mengen synthetischer Attraktivstoffe die Bekämpfungsversuche zu wiederholen. Nach Untersuchungen von BUTENANDT (1955) handelt es sich beim Seidenspinner (*Bombyx mori*) um einen lipoidlöslichen neutralen Alkohol. Aus 300 000 weiblichen Seidenspinnern konnten 5 mg reines kristallisiertes Wirkstoffderivat gewonnen werden. Der Attraktivstoff wird mit männlichen Seidenspinnern getestet. Sie geraten in einen charakteristischen Erregungszustand. Kürzlich hat man sogar begonnen, die Wirksamkeit von Attraktivstoffen mit Elektroantennogrammen zu analysieren (HUDGSON, 1958). Man macht sich damit unabhängig von der komplexeren Verhaltensanalyse und vom Orientierungsversuch.

Gegen die Verwendung von Nahrungs- und Eiablageattraktivstoffen zur direkten Schädlingsbekämpfung lassen sich ähnliche Bedenken erheben wie bei Sexualduftstoffen. Doch können sie indirekt zur Flugüberwachung eingesetzt werden (Apfelwickler, Traubenwickler, Fruchtfliegen). Dabei ist zu beachten, dass die optimale Duftkonzentration in der Nähe der Falle nicht überschritten wird. Praktische Bedeutung erlangte Geraniol in den U.S.A. als Anlockungsstoff für den Japankäfer, *Popilia japonica* (DETHIER, 1947). Eine moderne Forschungsrichtung befasst sich mit den spezifischen natürlichen Attraktiv- und Abschreckstoffen, welche von land- und forstwirtschaftlichen Nutzpflanzen produziert werden und bei der geruchlichen und geschmacklichen Orientierung schädlicher Insekten eine Rolle spielen (SCHREIBER, 1958, THORSTEINSON, 1958).

Meinem Mitarbeiter J. KLINGLER (1957) glückte kürzlich der Nachweis, dass sich Bodeninsekten nach dem Kohlensäuregradienten orientieren. Die Larven des Dickmaulrüsslers, *Otiorrhynchus sulcatus*, richten an unveredelten Reben mit vorwiegend oberflächlicher Wurzelentwicklung gelegentlich schwere Schäden an, während die tiefer wurzelnden veredelten Reben viel weniger leiden. Der Käfer legt seine Eier oberflächlich in die Nähe des Wurzelhalses. Es stellte sich nun die Frage, ob *Otiorrhynchus*larven zufällig auf Rebwurzeln stossen oder ob sie ihre Nahrung auf grössere Entfernungen wahrnehmen können. Folgende Versuchsanordnung hat sich sehr gut bewährt: Zwischen zwei Glasplatten wird eine Erdschicht von 1–2 Millimeter Dicke gleichmässig verteilt, in die Mitte ein Häufchen Rebwurzeln gelegt und in einer Entfernung von 20 cm eine oder mehrere Rüsslerlarven eingebettet. Nach kurzer Zeit beginnen die Larven auf die Wurzeln zuzuwandern. Ohne Wurzeln ist die Bewegung der Larven ungerichtet. Der gleiche Versuch gelingt auch mit Drahtwürmern (*Agriotes*) und Engerlingen (*Melolontha*). Im Gegensatz zu bisherigen Ansichten sind es keine spezifischen Attraktivstoffe, welche diese Orientierung ermöglichen, denn die gleiche Wirkung zeigt eine feine Glaskapillare, aus welcher sehr langsam Kohlendioxyd ausströmt. Erhitzt man Rebwurzeln während einer Stunde auf 100° C, so verlieren sie für 7–10 Stunden jede Attraktionswirkung. Sperrt man einige Rüsslerlarven zwischen den Glasplatten in ein kleines Gehege aus Lehm, das an einigen Stellen durchbrochen ist, so wandern andere Larven ebenfalls unter der Wirkung der produzierten Kohlensäure auf die Öffnungen zu.

Eine ähnliche orientierte Fortbewegung löst ein Feuchtigkeitsgradient aus. Die Larven wandern in relativ trockener humusreicher Erde direkt auf eine Stelle grösster Feuchtigkeit zu. Kohlensäure wird nun nicht nur von Wurzeln und Insektenlarven, sondern auch von Mikroorganismen produziert. Der Kohlensäuregehalt der Erde ist ganz allgemein ein Indiz für Stoffwechselvorgänge. Das Konzentrationsgefälle ermöglicht eine Art Fernorientierung, welche teilweise die optische Orientierung oberirdisch lebender Insekten ersetzt und durch eine Nahorientierung und Prüfung der CO_2-Quelle ergänzt werden muss. Die bodenbiologischen und praktischen Konsequenzen dieser Beobachtung sind im Moment noch schwer abzuschätzen. Doch scheint es sich um ein verbreitetes sinnesphysiologisches Prinzip der Bodeninsekten zu handeln, welches bisher völlig unbeachtet geblieben ist.

Auf Grund der Untersuchungen von BROADBENT (1948) und vor allem von MOERICKE (1952, 1955) wissen wir, dass fliegende Blattläuse in Befallsstimmung auf Farbreize reagieren. Reines Gelb über pflanzenfreiem Boden ist besonders wirksam und zwingt viele Tiere zum Landen. Grün wirkt schwächer und Blau, Violett, Rot, Weiss, Grau und Schwarz sind praktisch unwirksam. In gelben, mit Wasser

gefüllten Schalen lassen sich viele Blattlausarten automatisch fangen. Die Attraktionswirkung solcher Gelbschalen ist bedeutend grösser als diejenige der Wirtspflanzen. Diese Befunde haben grosse praktische Bedeutung zur Bestimmung der Flugzeiten gefährlicher Blattlausarten und werden heute besonders in Holland (DE WILDE, 1957) in Gebieten des Saatkartoffelbaus ausgewertet. Sobald der Flug virusübertragender Blattläuse einsetzt, muss das Kartoffellaub geschnitten oder sonst vernichtet werden.

Optische Reize werden auch bei der Eiablage des Maikäfers eine Rolle spielen. Man weiss schon längst, dass pflanzenfreie Äcker oder Felder mit hohem dichtem Pflanzenbestand nur schwach mit Eiern belegt werden. Das Muster lückenhafter oder frisch geschnittener Wiesen scheint neben andern Faktoren auf legebereite schwärmende Käfer einen Landereiz auszuüben. Man versucht heute, mit Kulturmassnahmen die Eiablage auf bestimmte Flächen zu konzentrieren, wo die Engerlinge später nur geringen Schaden anrichten oder leicht bekämpft werden können (HORBER, 1957).

In unsern jahrelangen Versuchen haben sich überdimensionierte gelbe Papierblumen zum Fang von Schwebfliegen gut bewährt. Die Methode eignet sich besonders im März, wenn die überwinterten Fliegen zur Entwicklung ihrer Ovarien Pollen und Nektar fressen müssen, jedoch noch nicht viele Futterpflanzen zur Verfügung stehen. Mehrere der angelockten Arten sind Blattlausräuber und deshalb nützlich für die Landwirtschaft. Ergänzt durch Pollenuntersuchungen, lassen sich mit dieser Methode die wichtigsten Nährpflanzen bestimmen. Es gelang auch bei einer der häufigsten und nützlichsten Arten, *Lasiopticus pyrastri*, weiträumige periodische Tageswanderungen vom Nachtquartier zu den Weideplätzen nachzuweisen (SCHNEIDER, 1958).

Schliesslich möchte ich auch am Beispiel des Maikäfers (*Melolontha vulgaris F.*) zeigen, wie sinnesphysiologische Untersuchungen für die Landwirtschaft ausgewertet werden können (SCHNEIDER, 1952, 1957). Seit langem weiss man, dass die Maikäfer im Frühjahr in Schwärmbahnen von den Engerlingsbrutplätzen nach den Wäldern fliegen und sich hier oft an ganz bestimmten Stellen auffällig konzentrieren. Es gelang nachzuweisen, dass sich die ausfliegenden Feldmaikäfer primär rein optisch orientieren und von ihren Brutplätzen aus den Horizontabschnitt mit der grössten mittleren Silhouettenhöhe ansteuern. Die Attraktionswirkung einer Silhouette nimmt mit der Entfernung allmählich ab und schwindet gänzlich bei etwa 3200 m, was der maximalen Sehweite des Käfers entsprechen dürfte. Auf Grund dieser und einiger zusätzlicher Regeln lässt sich das Flugverhalten im Gelände vorhersagen. Man kann potentielle Schwärmbahnen und Befallskonzentrationen annäherungsweise kartieren, bevor die Käfer fliegen. Geeignete Geländeverhältnisse und Waldverteilung vorausgesetzt, ist die Befallsprognose eine nützliche Grundlage für die Planung einer gezielten und differenzierten chemischen Bekämpfungsaktion.

Beim Rückflug zur Eiablage kümmert sich der Maikäfer offenbar wenig um den Verlauf der Horizontlinie. Er hat sich beim Ausflug die Himmelsrichtung eingeprägt und fliegt nun in der Gegenrichtung ins alte Brutgebiet, auch wenn er dabei aufwärts beträchtliche Höhenunterschiede überwinden muss. Diese auffällige Tendenz, zu den ehemaligen Engerlingsplätzen zurückzukehren, besass vermutlich in prähistorischer Zeit, als waldfreie Brutplätze noch bedeutend seltener waren als heute, beträchtlichen Selektionswert. Sie muss in Zukunft bei der Organisation und Beurteilung von Maikäfer- und Engerlingsbekämpfungsaktionen vermehrt berücksichtigt werden.

Wie lässt sich nun aber diese Rückkehr sinnesphysiologisch erklären? Diese Frage werden wir in Wädenswil im Laufe der nächsten Jahre abzuklären suchen. Obwohl auch nach dem Ausflug die optische Orientierung noch eine grosse Rolle spielt, kann es sich beim Rückflug sicher nicht allein um diesen Orientierungsmodus handeln. Wenn man nämlich flugreife Maikäfer während der abendlichen Dämmerung an einem Aluminiumdraht aufhängt und in einer bestimmten Himmelsrichtung exponiert, prägen sie sich wie beim natürlichen Ausflug die Richtung ein. Lässt man später solche Käfer im verdunkelten Laboratorium oder sogar in einem fensterlosen Kellerraum wieder fliegen, so liegen die bevorzugten Flugrichtungen in der Regel symmetrisch zur Expositionsachse, d. h. der Käfer kennt auch nach völlig veränderter, optisch wahrnehmbarer Umgebung seine ursprüngliche Expositionsrichtung. Wir dachten nach diesen Beobachtungen an eine Orientierung nach magnetischen Feldern und versuchten die Käfer während der Exposition oder beim Abflug durch künstliche magnetische Felder zu beeinflussen. Die Ergebnisse waren meistens positiv. Da offenbar ein neues Orientierungsprinzip vorliegt, müssen die Versuche mit verfeinerter Technik noch vielfach wiederholt werden, um endgültig zu entscheiden, ob die ersten positiven Ergebnisse im Bereich des Zufalls liegen, ob das Orientierungsverhalten der Käfer indirekt durch magnetische Felder beeinflusst werden könne oder ob tatsächlich eine magnetische Orientierung (Magnetotaxis) vorliege.

LITERATUR

BUTENANDT, A., 1955. *Über Wirkstoffe des Insektenreiches.* Naturwissenschaftl. Rundschau, *8*, 457–464.

CHAUVIN, R., 1948. *Physiologie de l'insecte.* Inst. Nat. Rech. Agronom.

DETHIER, V. G., 1947. *Chemical Insect Attractants and Repellents.* Blakiston Toronto.

— 1957. *Chemoreception and the behavior of insects.* Survey of biological progress, *3*, 149–183.

GÖTZ, B., 1951. *Die Sexualduftstoffe an Lepidopteren.* Experientia *7*, 406–418.

HODGSON, E. S., 1958. *Chemoreception in Arthropods.* Annual review of Entomology, *3*, 19–36.

HORBER, E., 1957. *Abhaltung des Maikäfers (Melolontha vulgaris* F.*) von der Eiablage in Wiesland durch Verzögerung der Schnittzeit.* Mitt. f. d. Schweiz. Landw., *5*, 71–79.

KLINGLER, J., 1957. *Über die Bedeutung des Kohlendioxyds für die Orientierung der Larven von Otiorrhynchus sulcatus* F., *Melolontha und Agriotes (Col.) im Boden.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges., *30*, 317–322.

MOERICKE, V., 1952. *Farben als Landereize für geflügelte Blattläuse.* Ztschr. Naturforschung, *7*, 304–309.

— 1955. *Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen.* Ztschr. f. angew. Entomologie, *37*, 29–91.

ROEDER, K. D., 1953. *Insect Physiology.* J. Wiley, New York.

SCHNEIDER, F., 1947. *Die Bedeutung des Kirchenstechers (Anthonomus rectirostris* L.*) für den schweizerischen Kirschenanbau.* Schweiz. Ztschr. f. Obst- u. Weinbau, *56*, 370–374, 388–390, 402–404.

— 1952. *Untersuchungen über die optische Orientierung der Maikäfer (Melolontha vulgaris* F. *und M. hippocastani* F.*) sowie über die Entstehung von Schwärmbahnen und Befallskonzentrationen.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges., *25*, 269–340.

— 1957. *Die Fernorientierung des Maikäfers während seiner ersten Frassperiode und beim Rückflug in das alte Brutgebiet.* Verhandl. Jahresvers. Schweiz. Naturforsch. Ges. Neuenburg, 1957, 95–96.

— 1958. *Künstliche Blumen zum Nachweis von Winterquartieren, Futterpflanzen und Tageswanderungen von Lasiopticus pyrastri* (L.) *und andern Schwebfliegen (Syrphidae Dipt.).* Mitt. Schweiz. Ent. Ges., *31*, 1–24.

SCHREIBER, K., 1958. *Über einige Inhaltsstoffe der Solanaceen und ihre Bedeutung für die Kartoffelkäferresistenz.* Ent. exp. et appl., *1*, 28–36.

THORSTEINSON, A. J., 1958. *The chemotactic influence of plant constituents on feeding by phytophagous insects.* Ent. exp. et appl., *1*, 23–27.

WIESMANN, R., 1937. *Die Orientierung der Kirschenfliege, Rhagoletis cerasi* L., *bei der Eiablage.* Landw. Jahrbuch der Schweiz, 1080–1109.

WIGGLESWORTH, V. B., 1955. *Physiologie der Insekten.* Birkhäuser Basel (übersetzt von M. Lüscher).

WILDBOLZ, TH., 1958. *Über die Orientierung des Apfelwicklers bei der Eiablage.* Mitt. Schweiz. Ent. Ges. *31*, 25–34.

DE WILDE, J. & ANKERSMIT, G. W., 1957. *Derzeitige Probleme der angewandten Entomologie in den Niederlanden.* Anz. f. Schädlingsk., *30*, 161–165.