

- (1960): Schneckschäden und ihre Abwehr. Gesunde Pflanzen **12**, 151—161.
- Humphrey, G. (1930): Le Chatelier's Rule and the problem of habituation and dehabitation in *Helix albolabris*. Psychol. Forsch. **13**, 113—127.
- Kittel, R. (1956): Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn bei den Gattungen *Arion* und *Limax* (*Molusca: Pulmonata*). Zool. Anz. **157**, 185—195.
- Lange, W. H., and Sciaroni, R. H. (1952): Metaldehyde dusts for control of slugs affecting Brussels sprouts in Central California. J. econ. Ent. **45**, 896—897.
- Mayer, K. (1957): Die Schneckenbekämpfung mit Metaldehydpräparaten. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **9**, 36—41.
- Plate, H.-P., und Frömming, E. (1952): Quantitative Untersuchungen über die Wirksamkeit einiger Metaldehydpräparate gegenüber Landlungenschnecken. Anz. Schädlingskde. **25**, 133—136.
- Speyer, W. (1954): Versuche mit Metaldehyd zur Nacktschneckenbekämpfung. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **6**, 134—137.
- Thomas, D. C. (1948): The use of metaldehyde against slugs. Ann. appl. Biol. **35**, 207—227.
- Thompson, E. L. (1917): An analysis of the learning process in the snail, *Physa gyrina* Say. Behav. Monogr. **3**, 1—89.
- Waerden, B. L. van der, und Nievergelt, E. (1956): Tafeln zum Vergleich zweier Stichproben mittels X-Test und Zeichentest. Tables for comparing two samples by X-test and sign test. Berlin.
- Wells, G. P. (1944): The water relations of snails and slugs. III. Factors determining activity in *Helix pomatia* L. J. exp. Biol. **20**, 79—87.
- White, A. R. (1959): Observations on slug activity in a Northumberland garden. Plant Pathol. **8**, 62—69.

Eingegangen am 27. Februar 1961.

DK 632.936.22

Köderstoffe und ihre Anwendung im Pflanzenschutz

Von Karl Mayer, Biologische Bundesanstalt, Institut für Zoologie, Berlin-Dahlem

Die Entdeckung neuer Insektenlockstoffe hat im praktischen Pflanzenschutz viel Beachtung gefunden. Glaubt man doch, mit ihrer Hilfe vielen die Anwendung von Insektiziden erschwerenden Nebenerscheinungen, wie Termingebundenheit, Rückstandsproblem, Biozönose-schädigung und Resistenzerscheinungen, ausweichen zu können, und erwartet dabei eine Erleichterung oder Verbesserung der Bekämpfungsmaßnahmen. Die Anwendung von Ködern ist schon sehr lange bekannt. In früheren Zeiten wurde überwiegend das Köderprinzip zum Schutz der Kulturen gegen Schädlinge mit wechselndem Erfolg angewendet. Hierbei werden die Schädlinge durch Attraktivstoffe in Fallen gelockt, aus denen sie nicht entweichen können, um in Fang- oder Insektizidlösungen unschädlich gemacht zu werden. Die Bezeichnung Köder- oder Attraktivstoffe besagt, daß die Präparate in größerer oder geringerer Entfernung wahrgenommen werden und eine auf sie gerichtete Orientierung auslösen. Um dies zu bewirken, müssen die Stoffe daher in die Reaktionsmechanismen der tierischen Funktionen eingreifen, m. a. W. eine „Bedeutung“ für das Tier besitzen. So wirken bestimmte Verbindungen nur bei der Nahrungssuche, andere bei der Eiablage oder im Kopulationsverhalten u. dgl.; auch kann ein Duftstoff in mehreren Funktionskreisen Orientierungswert besitzen.

Doch lassen sich keine Beziehungen zur chemischen Struktur aufstellen. Eine Gliederung nach ihrer funktionellen Bedeutung allein ist z. Z. noch nicht möglich, da diese bei vielen Stoffen noch nicht geklärt ist. Da die bisher verwendeten Bezeichnungen Lock- (Attractants) und Schreckstoffe (Repellents) die Köderwirkung nur unzureichend charakterisieren, haben Dethier, Browne und Smith (1960) eine Terminologie geschaffen, die, soweit gegenwärtig möglich ist, nicht nur die Richtung, sondern auch die Art der ausgelösten Verhaltensreaktionen berücksichtigt. Ihr Einfluß auf Ortsbewegung, Fraß, Paarung und Eiablage wird durch folgende Begriffe charakterisiert, wobei die Förderung als Arrestant, Stimulant und Attractant, die Verhinderung einer Verhaltensreaktion als Repellent und Deterrent bezeichnet werden. Natürlich können zunächst noch nicht alle Reaktionen berücksichtigt werden, die durch Änderung der Konzentration, ökologische Faktoren und besondere ethologi-

sche Verhältnisse, auf die weiter unter eingegangen wird, bedingt sind. Mit dem Fortschritt der ethologischen Forschung im Pflanzenschutz läßt die spezifische Funktionskreisanalyse eine Lösung des Lockstoffproblems erwarten.

Der chemische Reiz ist oft in seiner Wirkungsdauer begrenzt und erlischt, sobald die von ihm angeregte Funktion (z. B. Nahrungssuche mit der Nahrungsaufnahme und dergleichen) abgelaufen ist oder andere Reize die Reaktionsbereitschaft auf den Köderstoff auslösen. Da aber hier nicht alle Tiere eines Biotyps unter den gleichen Lebensbedingungen heranwachsen, ist die gleichzeitige Reaktion aller Individuen einer Population nie zu erwarten. Außerdem ist der chemische Reiz allein nicht immer entscheidend. Er bildet zusammen mit anderen Reizqualitäten, wie Farbe, Form, Licht, Temperatur und dergleichen, ein Reizfeld, dessen Struktur die Handlungsweise des Tieres bestimmt. Änderungen der Intensität oder Art der Reizqualitäten, wie sie z. B. schon allein durch das Wachstum der Wirtspflanze bedingt sind, haben ein unterschiedliches Verhalten zur Folge, das sich in der Größe der Fallenfänge mehr oder weniger stark auswirken kann. Durch Kombination mehrerer Reizqualitäten (Duft mit Farbe, Form, Licht und dergleichen) läßt sich die Fängigkeit der Fallen in gewissen Grenzen stabilisieren. Die Architektur des Fallenkörpers kann daher einen ebenso wichtigen Bestandteil der Falle darstellen, wie der Duftstoff selbst. Die zu wählende Reizkombination richtet sich nach den Lebensgewohnheiten des Schädlings. Auch die Wahl eines geeigneten Standortes trägt zur Erhöhung der optimalen Reizstruktur des Fallenfeldes bei, das sich in der Vertikalen durch die Art des Bodenwuchses und in der Horizontalen hauptsächlich durch klimatische Faktoren verändert. Die Kenntnis des Verhaltens der Schädlinge ist daher Voraussetzung für einen wirkungsvollen Einsatz des Köderverfahrens, wie an einigen Beispielen gezeigt werden kann.

Lepidoptera

Zur Ermittlung der Verbreitung des aus Europa eingeschleppten Schwammspinners hatten sich in den USA die von Weibchen erzeugten Sexuallockstoffe gut

bewährt (Nolte 1942). Als Köder dienten zunächst unbegattete Weibchen, später Extrakte ihrer Hinterleibsegmente. Diese Methodik zeigte sich auch bei den einheimischen Schädlingen Nonne (Hanno 1939) sowie den beiden Traubenwicklern (Götz 1939) von guter Wirkung und wurde auf ihre Eignung für die praktische Bekämpfung eingehend untersucht.

Die unterschiedlichen Fangergebnisse führten dann zu einer eingehenden Analyse der Orientierungsreaktionen im Kopulationsverhalten der einzelnen Arten. Dabei stellte sich heraus, daß der Geruchssinn bei der Fernorientierung nur Auslöser oder Förderer anderer nichtgeruchlicher Orientierungsmechanismen ist (Schwinck 1954). Außerdem wirken aber auch klimatische und andere Reize wie Temperatur, Licht und dergleichen ein, so daß bei *Clysia ambiguella* eine Reaktion auf Sexualgerüche nur zwischen 0 und 10.00, bei *Polychrosis botrana* zwischen 20.00 und 23.00, bei *Sparganotis pilleriana* dagegen zwischen 21.00 und 8.00 Uhr erfolgt (Götz 1941, 1950). Da auch andere Köderstoffe zur Anlockung der Traubenwickler benutzt wurden, sei noch erwähnt, daß eine Reaktion auf Nahrungsköder bei *C. ambiguella* nur in der Nacht zu beobachten ist. Amerikanische Untersuchungen, die zur Verbesserung der Praxis des Fallenfanges durchgeführt wurden, haben aber gezeigt, daß außerdem Farb- und Formreize der Falle sowie die Konzentration der Duftstoffe einwirken und unterschiedliche Fangergebnisse zur Folge haben (Burgess 1950).

Eine durch ökologische Faktoren bedingte Veränderung der Reaktionsnorm, wie sie bereits von Suomalainen u. a. (1942) vermutet wurde, konnte beim Schwammspinner beobachtet werden. Duftdrüsenextrakte von Weibchen aus mehreren geographischen Gebieten zeigten Unterschiede in der Lockwirkung, die eine Beziehung zum Herkunftsland und Jahr, in dem sich die Weibchen entwickelt hatten, erkennen lassen (Acree, Beroza, Holbrook and Haller 1959). Da die Extrakte vorher stabilisiert wurden und zum Teil mehrere Jahre gelagert hatten, lassen sich diese Ergebnisse noch nicht verallgemeinern. Aber die Synthese der Sexuallockstoffe läßt bald eine experimentelle Lösung dieses Problems erwarten. Nachdem als attraktives Agens bei *Bombyx mori* ein Hexadecadien-(10,12)-ol (Hecker 1959) festgestellt wurde, ist es endlich gelungen, die d l-Form des Lockstoffes von *Porthetria dispar*, der als 10-Acetoxy-1-hydroxy-cis-7-hexadecen analysiert wurde, auch synthetisch darzustellen (Jacobson, Beroza and Jones 1960).

Gerade synthetische Präparate bieten eine ideale Möglichkeit, das Sexualverhalten eingehend zu untersuchen, zumal die stimulierende Wirkung dieser als Pheromone bezeichneten Stoffe nicht immer artspezifisch ist. Sie bleibt entweder auf Vertreter einer Gattung beschränkt oder kann sich auf Arten verschiedener Gattungen erstrecken, wie Untersuchungen bei Arctiiden, Lymantriiden, Pyraliden, Spingiden und Tortriciden gezeigt haben (Suomalainen und Suomalainen 1942, Görnitz 1949, Schwinck 1953, 1955).

Über den Wert des Einsatzes von Sexuallockstoffen in der praktischen Bekämpfung kommt Hanno (1939) auf Grund eigener Untersuchungen mit der Nonne zu folgendem Urteil: „Bedenkt man dazu, daß nicht nur das Weibchen im Käfig lockt, sondern auch die gleichzeitig mit dem Männchen im Bestand geschlüpften Falter, so ist auch bei noch so gutem Fangergebnis und dadurch prozentual niedriger Männchenzahl kaum anzunehmen, daß sehr viele Weibchen unbefruchtet bleiben. Da es aber niemals gelingen wird, die Mehrzahl der Männchen an die Fanganlagen zu locken, bevor sie nicht bereits ein oder mehrere Weibchen befurchtet haben, scheidet m. E. diese Methode als Bekämpfungsmaßnahme

aus.“ Die Erwartung, daß bei Verwendung dieser Stoffe nur noch unbefruchtete Eier abgelegt werden können, aus denen sich keine Raupen entwickeln (Hecker 1959), dürfte wohl gegenwärtig zu hoch gespannt sein, da bei vielen Arten das Paarungsverhalten noch unbekannt ist. Zur Bestimmung des zeitlichen Auftretens, der relativen Populationsdichte und der Verbreitung von Schädlingen aber wird man sich ihrer in Zukunft bedienen.

Lockstoffe wie Apfelsaft, Zucker und Hefe, die vermutlich im Funktionskreis Nahrung und Eiablage von Bedeutung sind, wurden früher bei der Apfelwicklerbekämpfung eingesetzt (Unterstenhöfer 1957). Doch waren die Köderfänge nicht immer befriedigend, während mit Lichtfallen wesentlich höhere Fangergebnisse erzielt wurden. Ein Vergleich des physiologischen Alters der in beiden Fallentypen gefangenen Weibchen zeigt, daß der Anteil junger Weibchen in Lichtfallen 57%, in Köderfallen dagegen nur 16% beträgt (Geier 1960). Den Rest bilden Tiere mittleren und höheren Alters, die in den Duftfallen überwiegen (Licht 37% und 6%; Köder 44% und 40%). Der Einsatz von Ködern zur Bekämpfung ist daher nur von geringem Wert. Werden die Falter doch erst zu einem Zeitpunkt angelockt, an dem die zuerst abgelegten Eier bereits geschlüpft sind.

Coleoptera

Nachdem Görnitz (1953) eine Attraktivwirkung von Cruciferenprodukten (Rapsschrot usw.) auf Erdflöhe u. a. beobachtet hatte, konnten 1957 Senföle als Orientierungsreize nachgewiesen werden (Görnitz 1957, Mayer 1957). Mit ihrer Hilfe konnten der zeitliche Verlauf und die Intensität des Fluges der *Phyllotreta*-Arten bestimmt werden (Görnitz 1956). Bei eigenen Versuchen wurden die Käfer in Petrischalen mit Äthylenglykol gefangen, in denen als Duftquelle Röhrrchen mit Allyl- oder Benzylsenföl aufgestellt waren. Zum Schutz gegen Regen waren über den Schalen in 5 cm Höhe Glastrichter auf Holzfüßen angebracht. Die größten Fangergebnisse wurden erzielt, wenn die Schalen direkt auf dem Boden standen; in 1 m Höhe werden nur wenig Käfer gefangen. Durch Aufstellen von Fallen in Nähe der Winterquartiere (Arboretum) und auf dem Versuchsfeld konnte die Abwanderung von *Phyllotreta atra* in mehreren Jahren bestimmt werden. Sie begann 1958 am 14. April und erreichte ihr Maximum am 5. Mai, an dem die ersten Tiere im Feldbestand festgestellt wurden. Die Abwanderung war am 19. Mai abgeschlossen.

Weitere Untersuchungen haben gezeigt (Görnitz 1956), daß die Fangwirkung auf *Phyllotreta*-Arten durch Farbreize verbessert werden kann, sofern die Fallen außerhalb der Kulturpflanzenbestände aufgestellt werden. In unseren seit 1953 durchgeführten Arbeiten konnten ähnliche Feststellungen getroffen werden, doch weichen die beobachteten Farbpräferenzen in der Reihenfolge blau, gelb, grün von den oben genannten Ergebnissen ab. Im Pflanzenbestand dagegen sind Farbreize ohne Bedeutung oder beeinträchtigen sogar das Fangergebnis, wie auch in einfachen Gelbschalenfängen bei Rapsschädlingen festgestellt wurde (Schreier und Kaltenbach 1956). Sobald die Pflanze ein für den Reifungsfraß oder die Eiablage günstiges Stadium erreicht hatte, wurden trotz großer Individuenzahl nur wenige Schädlinge gefangen. Erst eine Verhaltensanalyse der einzelnen Arten wird eine qualitative Bestimmung der einwirkenden Orientierungsreize ermöglichen.

Auch dieser Fallentyp ist nicht als Bekämpfungsmethode geeignet, sondern dient zur Bestimmung der

Abwanderungstermine und des Flugverlaufs der *Phyllostreta*-Arten. Für die praktische Anwendung ist wegen ihrer einfachen Handhabung die Lockröhrenfalle (Görnitz 1956) vorzuziehen, bei der Fangschalen und Schutzhauben in gelber Farbe die Fängigkeit erhöhen.

In den beiden vergangenen Jahren wurden wiederholt Japankäfer (*Popillia japonica*) in Flugzeugen angetroffen. Um eine Abwanderung aus den gelandeten Maschinen sofort zu bemerken, wurden auf den Flugplätzen der Bundesrepublik *Popillia*-Fallen aufgestellt, wie sie sich in den USA bei der Überwachung des Verbreitungsgebietes bewährt haben. Als Lockstoffe kamen zunächst Gemische von Geraniol und Eugenol oder Anethol zur Anwendung, deren Köderwirkung aber noch durch Phenyläthylacetat verbessert werden konnte (Langford and Gilbert 1949). Da auch Farbreize dem Käfer als Landemarken dienen (Fleming, Burgess and Maines 1940), sind die Fallen mit einem gelben Oberteil versehen. Die Fangergebnisse sind außerdem von der Konstruktion des Fallenkörpers (Trichterwinkel, Bodenöffnung u. dgl.) und der Höhe abhängig, in der sich das Gerät über dem Boden befindet (Langford, Cory and Whittington 1940).

Da das Reizfeld der Falle in unmittelbarer Nähe von Pflanzenbeständen an Wirkung einbüßt, ist stets ein gewisser Abstand von etwa 4 m einzuhalten. Dennoch ist die Zahl der gefangenen Käfer in der Nähe von bevorzugten Wirtspflanzen, wie z. B. Rosen, viel größer, als wenn die Fallen sich in einer Entfernung von 30 m befinden (Whittington, Cory and Langford 1942). Gärten, Parks oder Friedhöfe in sonniger Lage sind besonders geeignete Standorte für die Fallen, wobei stets ein Abstand von 180 m bei Gewächshäusern oder Gartenbaubetrieben einzuhalten ist.

Da in günstigen Fällen nur 40% der schlüpfenden Käfer gefangen werden, kann die Köderwirkung keinen absoluten Schutz gegen Befall bieten (Langford, Crosthwait and Whittington 1940). Doch hat sich der Einsatz von mehreren tausend Fallen in den Randgebieten des amerikanischen Befallszentrums zur Überwachung bewährt, da jedes weitere Vordringen des Japankäfers sofort festgestellt werden konnte (Hadley and Fleming 1952).

Diptera

Die Bestimmung der Populationsinflationen der Fritfliege erfolgte einige Jahre durch ein Fangverfahren unter Verwendung von Blauschalen, in denen die Fliegen durch Wasser mit sehr niedriger Oberflächenspannung gefangen wurden (Mayer 1960). Bei einigen Gräsern waren die Kescherfänge verhältnismäßig größer, als die Fangergebnisse mit Farbschalen erwarten ließen. In Versuchen auf dem Dahlemer Versuchsfeld, bei denen blaue Holzstäbe als Attrappen dienten, wurden allein durch Farb- und Formreize Fritfliegen angelockt, deren Zahl sich aber sofort auf alle Parzellen verteilte, als die ersten Keimlinge den Boden durchbrachen. Diese Ergebnisse zeigten, daß auch Duftreize dem Schädling zur Orientierung dienen. In Olfaktometerversuchen hatten bereits Zambin und Karpova (1940) eine Präferenz der Fritfliege für Korianderöl nachgewiesen. Auch wurden mit Phenylacetaldehyd, die zum Fang von *Chlorops taeniopus* dienen, wiederholt Fritfliegen gefangen (Horber 1950). Daher wurden beide Stoffe in Röhren mit Blau- und Gelbschalen verbunden und ihre Wirkung auf Fritfliegen 1960 im Feldbestand geprüft. Dabei wurden die an Stativen angebrachten Fallen täglich kontrolliert und auf die Höhe der Hafertreibspitzen eingestellt, damit die optimale Fangwirkung dieses Fallentyps erhalten blieb.

Im Vergleich mit Farbschalen waren die Fänge mit Phenylacetaldehyd nur gering. In den Schalen mit Korianderöl dagegen war die Zahl der gefangenen Fliegen zunächst viel höher als bei den Farbschalen ohne Duftreize. Erst mit dem Auftreten der Blüte fiel die Köderwirkung ab und blieb dann weit hinter den Fangergebnissen der Blauschalen zurück. Vermutlich wurde durch einen besonderen „Blütenduft“ ein Kontrast zum Korianderöl geschaffen, der einen geringeren Anflug der Duftschalen zur Folge hatte, während der „Blütenduft“ die Fangwirkung der Farbschalen erhöhte. Eine gewisse Bestätigung erhielt diese Annahme durch die Ergebnisse mit beginnender Reife des Hafers. Die Fangwirkung der Korianderschalen stieg wieder an, und die Zahl der Fritfliegen übertraf nach der Mehreife die Menge der in den Farbschalen gefangenen Tiere. Doch waren die Unterschiede nicht so groß wie zu Beginn der Fangperiode. Obwohl die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, wurde dieses Beispiel gebracht, um das Versagen von Fallen zu erklären, deren Köderwirkung durch Wachstumsprozesse der Pflanzen völlig verändert wird.

Um das Auftreten der immer wieder durch Obsttransporte eingeschleppten Mittelmeerfruchtfliege rechtzeitig feststellen zu können, werden in Mitteleuropa Duftstoffe benötigt, die auch unter den herrschenden Klimabedingungen hinreichende Wirkung aufweisen. Nach vielen Versuchen wurde zunächst als Lockstoff eine Kombination von Kleihydrolysat mit Triammoniumphosphat und Angelikawurzelöl (Fa. Haarmann & Reimer) gewählt. Proteine sind nach Hanna (1947) wichtiger Bestandteil der Nahrung des Weibchens, der zur Ausbildung der Eier benötigt wird. Im Gemisch mit dem relativ beständigen Triammoniumphosphat (Martin 1953) üben sie eine starke Lockwirkung auf die Weibchen aus. Das Angelikawurzelöl¹⁾ hatte sich nach den Untersuchungen von Steiner und Mitarbeitern (1958) bereits in den *Ceratitis*-Befallsgebieten als Lockstoff bewährt (Hall, Green and Beroza 1957). Es wurde später durch verschiedene Ester der 6-Methyl-3-cyclohexen-1-carbonsäure (Siglure, Medlure und Trimedlure) abgelöst (Beroza 1960). Medlure und Trimedlure¹⁾ haben auch in unseren Laboratoriumsversuchen verhältnismäßig gute Ergebnisse gezeigt, während Siglure nicht die Wirkung des Angelikawurzelöls erreichte. Da das Angelikawurzelöl überwiegend Männchen anlockt, werden durch die Kombination mit Kleie-Ammoniumphosphat umherirrende Fliegen beider Geschlechter verschiedener Altersstufen gefangen (Mayer 1959). Die Öle wurden zunächst in kleine, mit Watte gefüllte Röhren im Innern des Fallenkörpers angebracht. Für die praktische Anwendung sind jedoch schmale ölgetränkte Baumwollrollen (Tampons) besser geeignet (Simanton 1958).

In den Köderversuchen hatte sich gezeigt, daß der Anflug der Fallen durch Farbreize wesentlich gesteigert wird (Frézal 1956). Doch ließ sich keine ausgesprochene Präferenz für eine bestimmte Farbe nachweisen, sofern sie nur einen genügenden Kontrast zur Umgebung bildet. Daher wurden gelbe Farbmatten gewählt (Mayer 1959, 1960). Bei eingehenden Untersuchungen der Verhaltensreaktionen von *Ceratitis* konnte mein Mitarbeiter Sanders (1961) nachweisen, daß sich die Weibchen bei der Eiablage überwiegend nach optischen Reizen orientieren, die im Wahlverhalten durch die Form bestimmt werden. Da die Kugel am stärksten angefliegen wird, wurde als Falle ein Glas dieser Form gewählt.

¹⁾ Die Überlassung größerer Duftstoffmuster verdanke ich den Herren L. F. Steiner in Hawaii und St. A. Hall in Beltsville vom U.S. Dept. of Agriculture sowie der Chem. Fabrik Haarmann & Reimer in Holzminden.

Obwohl im Jahre 1960 *Ceratitis* nur vereinzelt beobachtet wurde, konnten von mehreren Pflanzenschutz-ämtern mit der obengenannten Duftstoffkombination in Glasgefäßen verschiedener Formen (Flaschen, Erlenmeyerkolben u. dgl.) mit farbigen Plastikschaalen über der Öffnung einzelne Tiere gefangen werden. Bemerkenswert war ein Fang in einer Falle, die an einer Pappel auf dem Gelände einer Großmarkthalle aufgehängt war, obwohl im Stadt- und Landgebiet seit mehreren Jahren kein *Ceratitis*-Befall mehr festgestellt worden war. Diese Fangaktion zeigte, daß die in Westdeutschland in manchen Gebieten noch verwendeten Fanggläser nach Art der spanischen „Mosqueros“ einen günstigen Fallentyp darstellen, da er den Fliegen den Zugang zum Köderstoff von der am stärksten beflogenen Unterseite ermöglicht. Eine Gelbfärbung der unteren Fallenhälfte, wie sie vom Pflanzenschutzamt Bonn vorgenommen wurde, begünstigt die Anflughäufigkeit. Im kommenden Jahre werden verschiedene Fallentypen auf ihre Fängigkeit geprüft. Gelbe Kugelfallen, deren Öffnung auf der Oberseite durch halbkugelförmige Plastikkappen abgedeckt war, haben sich nicht bewährt, da der verdunkelte Fallenraum von vielen Tieren gemieden wurde.

Bei Versuchen, die in Jugoslawien zur Bestimmung der Bekämpfungstermine durch Fanggläser mit verschiedenen Köderstoffen vorgenommen wurden, ergaben Angelikaöl und Siglure die höchsten Fangergebnisse; doch erfüllten auch Kleie, Borax und Diammonphosphat den gleichen Zweck (Kovačević 1960). Auch in Algerien erwies sich Angelikaöl als bester Köderstoff für die Fallen. Das Ergebnis mit Kleie-Ammoniumphosphat unterschied sich in der Zahl der gefangenen Fliegen nur wenig von Siglure; der Anteil gefangener Männchen aber betrug bei dem Kleieköder nur 22%, bei Siglure dagegen 99%. Die Minderung der Eiblage war aber auch bei Angelikaöl nur gering, da überwiegend Männchen geködert wurden (Frézal 1960).

Diese Ergebnisse lassen erwarten, daß bei Anwendung von Lockstoffkombinationen schon frühzeitig das Eindringen des Schädling in unsere Obstanlage erkannt werden kann, um wirksame Bekämpfungsmaßnahmen einzuleiten. Bei frühem Auftreten einzelner Tiere, die nach eigenen Beobachtungen durchaus in der Lage sind, den Behang eines Pfirsichbaumes zu vernichten, bietet die Köderfalle auch einen gewissen Schutz, der aber bei stärkeren Populationen nicht ausreichend sein kann. In Obstanlagen mit reifen Früchten wird aber die Falle nur einen geringen Reiz ausüben, da saftreiche Früchte alle Lebensansprüche der Fliege erfüllen.

Diese Beispiele mögen genügen, um eine Vorstellung von dem Faktorenkomplex zu geben, der die Wirkung der Lockstoff-Fallen bestimmt. Der Wechsel meteorologischer Faktoren verursacht Schwankungen im Reizwert des Fallenfeldes und beeinflusst die Aktivität des Tieres. So werden auch in wärmeren Klimazonen Mißerfolge beobachtet, sobald kühle Temperaturen, hohe Luftfeuchtigkeiten oder auch Regenfälle einsetzen (Kolbe 1960, Jeppson and Carman 1960). Der Wechsel von Tag und Nacht wirkt sich in der Reaktionslage der Tiere aus und bedingt Tagesperiodizitäten im Fangergebnis, wie sie bei den Traubenwicklern bereits erwähnt, aber auch bei Drosophiliden (Michelbacher and Middlekauff 1954) und anderen phytophagen und entomophagen Insekten nachgewiesen werden konnten (Mayer 1957).

Es ist verständlich, daß sich das Verhalten je nach Art und Geschlecht des Insektes im Laufe seiner Entwicklung wandelt. Bei einer Anzahl von Arten konnten aber auch individuelle Änderungen des Reaktionstyps beobachtet werden, die durch physiologische Prozesse bedingt sind. Gerade bei polyphagen Schädlingen kann

sich mit der Wirtspflanze die Präferenz für bestimmte Lockstoffe ändern. So ergaben *Drosophila*-Fällen mit Tomatenködern höhere Fangergebnisse in Tomatenplantagen als Melonenköder (Michelbacher and Middlekauff 1954). In welchem Maße sich hier auch die Biozönose auswirken kann, zeigen die Untersuchungen meiner Mitarbeiterin Godan (1961). Kohlehydratreiche Köder wurden von Maulwurfsgrillen abgelehnt, sobald ihnen tierische Eiweiße in Form von Insektenlarven zur Verfügung standen. In ihren Auswirkungen auf den Erfolg des Verfahrens lassen sich diese Verhaltensänderungen durchaus mit den Resistenzerscheinungen gegen Insektizide vergleichen.

Nicht unerwähnt bleiben soll auch eine gewisse Gefährdung schädlingfreier Gebiete, die mit dem Einsatz von Duftstoffen verbunden ist, da nicht alle geköderten Tiere gefangen werden. Um diese Zahl weitgehend einzuschränken, wird die Beachtung folgender Richtlinien empfohlen (Armitage 1959): Die Konzentration der Duftköder ist auf maximale Lockwirkung einzustellen und muß auch an der Falle erhalten bleiben. Beim Aufstellen der Fallen ist darauf zu achten, daß sich ihre Wirkungsfelder nicht überschneiden. Der Abstand von Wirtspflanzen ist im Bereich der Reizfelder der Pflanze so zu wählen, daß die Köderwirkung der Falle überwiegt. Werden diese Voraussetzungen erfüllt, so bietet die Anwendung der Köderfallen eine Reihe von Vorteilen, die sie in Prognose und Quarantäne unentbehrlich machen. Auftreten, Populationsdichte, Verbreitungsgrenzen und geeignete Termine zur Bekämpfung der Schadinsekten sind mit ihrer Hilfe in abgegrenzten Gebieten zu bestimmen. Bei geringem Schädlingsbefall sind Bekämpfungserfolge durchaus zu erwarten.

Da der Fallenfang allgemein als einfach zu handhabendes mechanisches Verfahren angesehen wird, sollten diese Ausführungen seine Problematik umreißen. Seine Anwendung baut auf der Kenntnis tierischer Verhaltensweisen auf und erfordert ein planvolles Eingehen auf die Lebensgewohnheiten des Schädling, wenn der Erfolg gesichert sein soll.

Literaturverzeichnis

- Acree jr., F., Beroza, M., Holzbrook, R. F., and Haller, H. L.: The stability of hydrogenated gypsy moth sex attractant. *J. econ. Ent.* **52**. 1959, 82—85.
- Armitage, H. M.: Aromatic bait traps as a factor in insect spread. *J. econ. Ent.* **52**. 1959, 157—158.
- Beroza, M.: Insect attractants are taking hold. *Agric. Chemicals* **15**. 1960, Nr. 7, p. 37—40.
- Burgess, E. D.: Development of gypsy moth sex-attractant traps. *J. econ. Ent.* **43**. 1950, 325—328.
- Dethier, V. G., Browne, B. L., and Smith, C. N.: The resignation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. *J. econ. Ent.* **53**. 1960, 134—136.
- Fleming, W. E., Burgess, E. D., and Maines, W. W.: Relation of color to the effectiveness of Japanese beetle traps. *J. econ. Ent.* **33**. 1940, 320—326.
- Frézal, P.: Control of the Mediterranean fruit fly. *Rept. EPA/AG (1956) 6*, Proj. Nr. 284. 70 pp.
- Frézal, P.: Essai de lutte généralisée contre la mouche méditerranéenne (*Ceratitis capitata* Wied.) à l'aide d'appâts insecticides. *Ann. Ephiphyt.* **11**. 1960, 5—33.
- Geier, P. W.: Physiological age of codling moth females (*Cydia pomonella* [L.]) caught in bait and light traps. *Nature* **185**. 1960, 709.
- Godan, D.: Untersuchungen über die Wirkung von Eiweißködern auf die Maulwurfsgrille *Gryllotalpa gryllotalpa* L. *Zeitschr. Pflanzenkrankh.* **68**. 1961, 18—30.
- Görnitz, K.: Anlockversuche mit dem weiblichen Sexualduftstoff des Schwammspinner (*Lymantria dispar*) und der Nonne (*Lymantria monacha*). *Anz. Schädlingkde.* **22**. 1949, 145—149.

- Görnitz, K.: Untersuchungen über in Cruciferen enthaltene Insecten-Attraktivstoffe. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. 7. 1953, 81—95.
- Görnitz, K.: Über die Reaktionen einiger an Cruciferen lebenden Insektenarten auf attraktive Duft- und Farbneize. In: Bericht Hundertjahrfeier Deutsch. Entomol. Gesellsch. Berlin 30. 9. bis 5. 10. 1956. Berlin 1957, S. 188—198.
- Görnitz, K.: Weitere Untersuchungen über Insekten-Attraktivstoffe aus Cruciferen. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin) N. F. 10. 1956, 137—147.
- Götz, B.: Untersuchungen über die Wirkung des Sexualduftstoffes bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. Zeitschr. angew. Ent. 26. 1939, 143—164.
- Götz, B.: Beiträge zur Analyse des Mottenfluges bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. Wein und Rebe 25. 1941, 207—228.
- Götz, B.: Der Einfluß von Tageszeit und Witterung auf Ausschlüpfen, Begattung und Eiablage des Springwicklers *Sparganotus pilleriana* Schiff. Zeitschr. angew. Ent. 31. 1950, 261—274.
- Hadley, C. H., and Fleming, W. E.: The Japanese beetle. In: Insects, Yearbook of Agriculture 1952. Washington, D.C.: U.S. Dept. Agric. 1952, p. 567—573.
- Hall, St. A., Green, N., and Beroza, M.: Insect repellents and attractants. J. agric. Food Chem. 5. 1957, 663—669.
- Hanna, A. D.: Studies on the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied. II. Biology and control. Bull. Soc. Fouad Ier Ent. 31. 1947, 251—285.
- Hanno, K.: Anlockversuche bei *Lymantria monacha* L. Zeitschr. angew. Ent. 25. 1939, 628—641.
- Hecker, E.: Sexuallockstoffe — hochwirksame Parfüms der Schmetterlinge. I. Schreck- und Lockdüfte — Die Duftorgane der Weibchen — Die Riechorgane der Männchen. II. Chemie und Biochemie der Sexuallockstoffe — Mögliche wirtschaftliche Bedeutung. Umschau 59. 1959, 465—467, 499 bis 502.
- Horber, E.: Untersuchungen über die gelbe Getreidehalmfliege und ihr Auftreten in verschiedenen Höhenlagen der Schweiz. Landw. Jahrb. Schweiz. 64. 1950, 887—1000.
- Jacobson, M., Beroza, M., and Jones, W. A.: Isolation, and synthesis of the sex attractant of gypsy moth. Science 132. 1960, 1011—1012.
- Jepson, L. R., and Carman, G. E.: Citrus insects and mites. Ann. Rev. Ent. 5. 1960, 353—378.
- Kolbe, W.: Die Bekämpfung der Olivenfliege unter besonderer Berücksichtigung von Freilandversuchen in Kreta mit Lebaycid. Höfchen-Briefe 13. 1960, 52—89.
- Kovačević, Ž.: Die Mittelmeerfruchtfliege *Ceratitis capitata* Wied. als ökologisches Problem. Agronomski Glasnik 1960, p. 161—172.
- Langford, G. S., Crosthwait, S. L., and Whittington, F. B.: The value of traps in Japanese beetle control. J. econ. Ent. 33. 1940, 317—320.
- Langford, G. S., Cory, E. N., and Whittington, F. B.: Inexpensive Japanese beetle traps. J. econ. Ent. 33. 1940, 309—316.
- Langford, G. S., and Gilbert, E.: The value of phenyl ethyl acetate as an ingredient in Japanese beetle baits. J. econ. Ent. 42. 1949, 146—147.
- Martin, H.: Contribution à l'étude de la mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.) dans la région d'Alger 1949 bis 1951. Rev. Path. végét. 32. 1953, 209—246.
- Mayer, K.: Der Einfluß ökologischer Faktoren auf das parasitäre Verhalten von Insekten. Bericht Hundertjahrfeier Deutsch. Entomol. Gesellsch. Berlin 30. 9. bis 5. 10. 1956. Berlin 1957, S. 122—134.
- Mayer, K.: Verhaltensänderungen an Dipteren. Die Funktionskreisanalyse und ihre Bedeutung für die angewandte Entomologie. Zeitschr. angew. Zool. 46. 1959, 380—382.
- Mayer, K.: Der Einfluß der Entwicklung des Hafers auf die Populationsdichte der Fritfliege. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 12. 1960, 22—27.
- Mayer, K.: Verhaltensstudien bei der Mittelmeerfruchtfliege *Ceratitis capitata* Wied. Verhandl. XI. Internat. Entomologenkongr. Wien 1960, Sekt. Landw. Entomologie. [Im Druck.]
- Michelbacher, A. E., and Middlekauff, W. W.: Vinegar fly investigations in Northern Carolina. J. econ. Ent. 47. 1954, 917—922.
- Nolte, H.-W.: Sexualduftstoffe der Schmetterlinge und Schädlingsbekämpfung. Kranke Pflanze 19. 1942, 70—73.
- Richmond, E. A.: Olfactory response of the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newm.). Proc. ent. Soc. Washington 29. 1927, 36—44.
- Sanders, W.: Das Verhalten von *Ceratitis capitata* bei der Eiablage. [In Vorbereitung.]
- Schreier, O., und Kaltenbach, A.: Über den Fang von Rapsschädlingen und anderen Insekten in Gelbschalen. Tätigkeitsber. Bundesanst. Pflanzenschutz Wien 1956, S. 148 bis 173.
- Schwinck, I.: Über den Sexualduftstoff der Pyraliden. Zeitschr. vergl. Physiol. 35. 1953, 167—174.
- Schwinck, I.: Experimentelle Untersuchungen über Geruchssinn und Strömungswahrnehmungen in der Orientierung bei Nachtschmetterlingen. Zeitschr. vergl. Physiol. 37. 1954, 19—56.
- Schwinck, I.: Freilandversuche zur Frage der Artspesizität des weiblichen Sexualduftstoffes der Nonne (*Lymantria monacha* L.) und des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.). Zeitschr. angew. Ent. 37. 1955, 349—357.
- Simanton, W. A.: Studies of Mediterranean fruit fly lures in Florida. J. econ. Ent. 51. 1958, 679—682.
- Steiner, L. F., Mitchell, W. C., Green, N., and Beroza, M.: Effect of cis-trans isomerism on the potency of an insect attractant. J. econ. Ent. 51. 1958, 921—922.
- Suomalainen, E., und Suomalainen, H.: Über das Vermögen des Schmetterlingsweibchens, Männchen fremder Arten anzulocken. Ann. ent. Fennici 8. 1942, 103—106.
- Unterstenhöfer, G.: Die Grundlagen des Pflanzenschutz-Freilandversuches. Höfchen-Briefe 10. 1957, 169—232.
- Whittington, F. B., Cory, E. N., and Langford, G. S.: The influence of host plants on the local distribution of Japanese beetle and on the effectiveness of traps. J. econ. Ent. 35. 1942, 163—164.
- Zambin, I. M., and Karpova, A. I.: A bioecological basis of chemical control measures against the frit fly (*Oscinella frit*). Summary Scient. Res. Work. Inst. Plant Protect. for the year 1939. Leningrad 1940, p. 23—26. — Ref. in Rev. appl. Ent. Ser. A 29. 1941, 573—574.

Eingegangen am 3. März 1961.

DK 632.122.2 : 662.753.325

Der Einfluß von Heizöl im Boden auf die Pflanzenentwicklung

Von Adolf Kloke und Ulrich Sahn,

Biologische Bundesanstalt, Institut für nichtparasitäre Pflanzenkrankheiten, Berlin-Dahlem

Zeitungsartikel berichten immer wieder, häufig mit alarmierenden Schlagzeilen, über die Verunreinigung von Böden und Wässern mit Treib- oder Heizölen. Zu-

meist tritt diese Verunreinigung nach Auslaufen von Tanks als Folge von Unglücksfällen oder in der Nähe undichter Behälter auf mehr oder weniger großen Flä-