

Über die Reaktion einiger an Cruciferen lebenden Insektenarten auf attraktive Duft- und Farbreize

Von K. GÖRNITZ

Mit 4 Abbildungen im Text

Daß Insekten, die auf eine bestimmte Pflanzengruppe spezialisiert sind, ihre Wirtspflanzen aus der Ferne zielsicher auffinden, läßt sich wohl nur durch die Wirkung spezifischer Geruchsreize erklären, die von den Pflanzen ausgehen, von den darauf eingestellten Insekten schon in geringsten Spuren wahrgenommen werden und sie zum Aufsuchen der Reizquelle, also ihrer Wirtspflanzen, veranlassen. So allgemein anerkannt diese Ansicht ist, so ist es doch auffallend, daß über die Natur dieser pflanzlichen Anlockstoffe trotz ihrer zweifellos unendlichen Vielfalt noch so wenig Sicheres bekannt ist.

Seit längerer Zeit beschäftigt mich das Problem, welche Stoffe bestimmte Insektenarten, die auf Cruciferen leben, nach dem Verlassen der Winterquartiere zu ihren Wirtspflanzen hinführen. Veranlassung dazu gab die Beobachtung, daß Preßrückstände aus Samen von Raps oder Rüben, mit Wasser angeteigt, im Freien unter geeigneten Bedingungen eine ganze Reihe von Cruciferenbewohnern — meist bekannte Schädlingsarten — anlocken. Es sind dies, um nur die häufigsten zu nennen, unter den Coleopteren die meisten auf Kultur- und Wildcruciferen lebenden *Phyllotreta*-Arten, vor allem *undulata* KUTSCH., *atra* FABR. (einschl. *cruciferae* GOEZE), *vittata* FABR., *nemorum* L., auch die in Gramineen brütende *vittula* REDTB., ferner vereinzelt *nigripes* FABR., *ochripes* CURT., *armoraciae* KOCH u. a., sowie einige *Psylliodes*-Arten, außerdem *Meligethes*- und *Ceuthorrhynchus*-Arten, besonders *C. assimilis* PAYK. und *C. quadridens* PANZ. Von Dipteren werden die Kohlfiege (*Phorbia brassicae* BOUCHÉ) und die Drosophilide *Scaptomyza flava* FALLÉN, von Hymenopteren schließlich zwei kleine Braconidenarten der Gattung *Opius* angelockt.

Um vergleichbare Fangzahlen zu erhalten, wurden die Anlockversuche einheitlich in der Weise durchgeführt, daß die zu prüfende Substanz in den Unterteil einer Petrischale gefüllt und diese „Lockschale“ in die Mitte einer mit Netzmittellösung versehenen „Fangschale“ von 23 cm Ø gesetzt wurde, die gewöhnlich mit weißem Filtrierpapier ausgelegt war.

Die Schalen einer Versuchsreihe wurden in etwa 4 m Abstand meist auf Rasenflächen aufgestellt. Als Vergleichssubstanz diente ein Brei aus 10 g Rapspreßschrot¹⁾ und 30 ccm Wasser.

Bei der zahlenmäßigen Auswertung der Fänge berücksichtigten wir vorwiegend die oben genannten Coleopterenarten, und zwar diente bei den Untersuchungen über die Natur des Attraktivstoffes die Gesamtzahl der erbeuteten *Phyllotreta* als Maßstab für die Stärke der Lockwirkung, da diese am eindeutigsten auf den Duftstoff reagieren. Bei den Versuchen über den Einfluß verschiedener Farben wurden außerdem die beiden *Ceuthorrhynchus*-Arten und die Rapsglanzkäfer (fast ausschließlich *M. aeneus* FABR.) herangezogen.

Im Verlauf mehrjähriger Untersuchungen, über die ich kürzlich ausführlicher berichtet habe, konnte ich nachweisen, daß es sich bei den attraktiven Substanzen um Senföle handelt, die bekanntlich vor allem in den Samen der Unterfamilie der Brassiceen in Form ihrer wasserlöslichen Glucoside besonders angereichert sind. Beim Auspressen des Samens kommen die Glucoside mit dem ebenfalls in bestimmten Samenzellen abgelagerten Ferment Myrosin in innigen Kontakt und werden nach Hinzufügen von Wasser hydrolytisch gespalten. Die dadurch in Freiheit gesetzten flüchtigen Senföle sind die Träger der Lockwirkung. Der schlüssige Beweis dafür ließ sich in recht anschaulicher Weise durch Versuche mit einem eingedickten Glucosid-Extrakt aus Rapspreßschrot führen. Wenn man einen solchen Extrakt, der an sich kaum eine Lockwirkung besitzt, mit etwas Myrosinwasser versetzt, so wirkt er stark anlockend. So enthielt z. B. eine Fangschale, in der 10 g Glucosidextrakt mit Zusatz von etwas Wasser dargeboten wurden, nach 2 Tagen nur einen Erdflöhen. Die gleiche Menge mit Zusatz von 0,1 g Myrosin lockte dagegen 106 Erdflöhe an. Die anlockende Wirkung konnte also nur durch das vermittels des Ferments abgespaltene flüchtige Senföl, das man auch leicht durch den Geruch wahrnehmen kann, entstanden sein.

Die natürlichen Senföle des Rapssamens lassen sich — allerdings sehr stark mit Wasser verdünnt — durch Destillation (unter Verwendung von CO₂-Kühlfallen) aus dem Preßschrotbrei abtrennen und können in dieser Form unmittelbar für Anlockversuche verwendet werden.

In welch überaus geringen Mengen diese Senföle noch wirksam sind, mag man daraus ersehen, daß die wässerigen Destillate in kleinen Mengen auch dann noch — bzw. gerade dann — stark anlockend wirken, wenn die Lockschale mit einer passenden Oberschale zugedeckt wird. In diesem Falle taucht der Rand der Deckelschale in die Fangflüssigkeit ein, und man sollte meinen, daß dadurch ein vollständiger Geruchsverschluß gebildet würde. Der Senfölduft kann also nur auf dem Wege über die Fangflüssigkeit, die natürlich zwischen Unter- und Oberschale kapillar hochsteigt, ganz allmählich nach außen gelangt sein.

Bei dieser Versuchsanordnung wurden durch 10 ccm Destillat in drei Tagen 241 Erdflöhe angelockt, gegenüber 82 in einer offenen Schale mit Rapspreßschrot. Selbst 1 ccm ergab noch eine einwandfreie Lockwirkung (32 Erdflöhe). Nach dem

¹⁾ Das Preßschrot wurde durch Entölen von Rapssamen in einer Schneckenpresse hergestellt. Technische Preßrückstände sind für Anlockversuche nicht zu empfehlen, da der Raps in den Ölmühlen vor dem Auspressen „geröstet“, d. h. auf etwa 90° erwärmt wird und dadurch die Lockwirkung des Schrotes meist merklich absinkt.

Gehalt an ätherlöslichen Bestandteilen, der mit 0,8‰ ermittelt wurde, läßt sich schätzen, daß in einem ccm dieses Destillates größenordnungsmäßig etwa 5—10 mg attraktiv wirkende Senföle enthalten sein dürften. Die winzigen Spuren, die davon laufend aus der geschlossenen Schale heraus, durch das Fangwasser hindurch, ins Freie gelangen, werden also von den Käfern wahrgenommen und führen sie zur Duftquelle. Die Reizschwelle für den Senfölduft und die Sphäre ihrer Orientierung muß also bei ihnen auf einem sehr viel tieferen Niveau liegen, als wir mit unserem Geruchssinn erreichen können. Es wird uns verständlich, daß sie einen Cruciferenbestand, oder selbst eine Einzelpflanze, bei denen wir keine Spur von Senfölgeluch wahrnehmen können, auffinden. Die Sinnesleistung dieser Insekten ist also durchaus vergleichbar mit derjenigen von Lepidopterenmännchen gegenüber dem weiblichen Sexualduftstoff oder der canthariphilen Insektenarten gegenüber Cantharidin.

Werden die Rapsdestillate in offenen Schalen dargeboten, so verringert sich die Ausbeute der Fangschalen, da die überhöhte Konzentration des Senföls aus allernächster Nähe abstoßend wirkt und die anfliegenden Insekten größtenteils außerhalb der Fangschalen landen. Zudem verdunsten die sehr geringen Mengen Senföl schnell, so daß die Anflüge bald wieder nachlassen oder bei weniger günstigen Wetter gar nicht erst zustande kommen. Diese Möglichkeiten müssen bei Versuchen mit Senföl-Anreicherungen und reinen Senfölen berücksichtigt werden und man muß durch geeignete Abschirmung für eine verzögerte Abgabe des Duftstoffes sorgen.

In dieser Hinsicht besitzt das Rapspreßschrot die ideale Eigenschaft, daß die in seinen Glucosiden festgelegten Senföle ganz allmählich abgegeben werden. Wir haben mit Erfolg versucht, dies dadurch nachzuahmen, daß wir die zu prüfenden flüssigen Konzentrate und Senföle in verhältnismäßig engen Glasröhren, d. h. also bei kleiner Oberfläche, aber in hoher Schicht exponierten.



Diese 40 cm langen und 0,5 cm weiten Röhren sind an einer Seite zu einer kräftigen Spitze zugeschmolzen und dienen in ihrem unteren Teil zur Aufnahme der Lockflüssigkeit, deren Duft durch eine seitliche Öffnung austreten kann. Die andere Seite wird mit einem Stopfen verschlossen. Am oberen Ende befestigt man als Regenschutz eine Vinidurhaube. Die Lockröhre wird dann durch den hohlen Aufsatz eines Fangschälchens hindurch, das mit einer Äthylenglykol-Netzmittellösung gefüllt ist, in die Erde gesteckt. Diese „Lock-

Abb. 1. „Lockröhrenfalle“ zur Darbietung von konzentrierten Duftstoffen.

röhrenfallen“ (Abb. 1) können, wenn nötig, wochenlang im Freien stehen und werden bei uns auch sonst zum Exponieren attraktiver Substanzen vielseitig benutzt.

Über die Konstitution der Senfölgucoside und der zugehörigen Senföle liegen bereits eingehende Untersuchungen vor. SCHULTZ und GMELIN führen neun verschiedene Senfölgucoside aus Cruciferen und den damit verwandten Familien der Tropaeolaceen und Resedaceen auf.¹⁾ Am bekanntesten ist das Sinigrin, das Glucosid des Schwarzen Senfs (*Brassica nigra*), das durch Myrosin in Allylsenfö (CH₂:CH·CH₂—N:C:S), Glucose und Kaliumbisulfat gespalten wird. Der Samen des weißen Senfs (*Sinapis alba*) enthält dagegen Sinalbin, das p-Oxytolylsenfö (HO·C₆H₄·CH₂—N:C:S) abspaltet. Im Samen von Raps bzw. Kohlrüben (*Brassica napus*) soll neben Sinigrin das noch etwas hypothetische Glucosid Gluconapin enthalten sein, aus dem Allylomethylsenfö (CH₂:CH·CH₂·CH₂—N:C:S) entsteht. Die beiden letztgenannten Senföle, die sich nur schwer synthetisch herstellen lassen, stehen uns bisher leider nicht für Anlockversuche zur Verfügung.

Um Anhaltspunkte zu gewinnen, welches von den verschiedenen Senfölen als Träger der Lockwirkung in Betracht kommen könnte, prüften wir erstens Preßschrot und daraus hergestellte Extrakte verschiedener ölhaltiger Cruciferensamen und zweitens einige uns zugängliche synthetische Senföle.

Unter den verschiedenen Arten von Preßschrot und Glucosidkonzentraten, die wir im Laufe der Jahre verglichen, waren die Produkte aus Raps und Rübsen jenen aus Radies, Rettich, Wirsingkohl, schwarzem und weißem Senf weit überlegen. So erhielten wir z. B. 1956 durch Glucosidkonzentrate mit Myrosinzusatz folgende vergleichbaren Ausbeuten an Erdflöhen:

Raps: 694, Schwarzer Senf: 132, Weißer Senf: 74.

Bei Versuchen mit Preßschrotbrei war die Ausbeute entsprechend.

Man kann daraus schließen, daß die Senföle der schwach attraktiven Samenarten, z. B. das p-Oxytolylsenfö aus *Sinapis alba* und das Allylsenfö aus *Brassica nigra* nicht die Träger der maximalen Lockwirkung sind.

Mit synthetischem Allylsenfö wurden viele Versuche in Lockröhren durchgeführt, wobei eine einwandfreie, recht beachtliche Lockwirkung festgestellt wurde. Die Fangzahlen waren aber nur ein Drittel bis halb so groß wie bei den Rapsdestillaten.

Von weiteren synthetischen Senfölen, die wir im Laufe dieses Frühjahrs miteinander vergleichen konnten, wirkte Crotylsenfö (CH₃·CH:CH·CH₂—N:C:S), das angeblich in *Cardamine amara* vorkommen soll, noch etwas stärker anlockend als Allylsenfö. Phenyläthylsenfö (C₆H₅·CH₂·CH₂—N:C:S), das Aglucon des Gluconasturtiins aus *Nasturtium* und *Barbarea*, besitzt nur eine schwache, aber immerhin nachweisbare Wirkung. Dagegen war Phenylsenfö (C₆H₅—N:C:S), das bisher in Pflanzen noch nicht nachgewiesen ist, unwirksam. Folgende vergleichbare Fangzahlen mögen dies zeigen:

¹⁾ Anm. bei der Korrektur: Neuerdings konnten O. E. SCHULZ und W. WAGNER bei der Untersuchung einer größeren Menge senfölgucosid-haltiger Pflanzen so viele bisher unbekannte Glucoside nachweisen, daß sich die Zahl der Senfölgucoside auf ungefähr das 3fache erhöht (Z. Naturforschg. 11b, 73—78, 1956).

Crotylsenföl	106	Erdföhe
Allylsenföl	95	„
Phenyläthylsenföl	37	„
Phenylsenföl	2	„

Jedoch wird die Lockwirkung der natürlichen Senföle aus Rapsamen auch durch diese Verbindungen nicht erreicht, wie z. B. aus folgenden Zahlen hervorgeht:

Crotylsenföl	66	Erdföhe
Allylsenföl	60	„
Destillat aus Rapspreßschrot	158	„

Die Frage nach dem Träger der maximalen Lockwirkung bleibt also zunächst noch offen. Vielleicht handelt es sich um ein Gemisch aus verschiedenen Senfölen. Interessant ist, daß die Attraktivwirkung an sich nicht an ein bestimmtes Senföl gebunden ist. Das ist um so auffallender, als sich die drei attraktiv wirkenden Senföle nach menschlichem Empfinden sehr deutlich in ihrem Geruch unterscheiden. Der Geruch von Crotyl- und Phenyläthylsenföl ist wesentlich milder als der bekannte äußerst scharfe, mit starker Schleimhautreizung verbundene Geruch des Allylsenföls.

Bei der Auswertung der Versuche mit diesen natürlichen und synthetischen Substanzen habe ich immer darauf geachtet, ob etwa artspezifische Verschiedenheiten in der Reaktion der einzelnen Käferarten, vor allem der Halticinen, von denen wir allein 14 Arten laufend registrierten, zu bemerken seien; doch konnte ich bisher keine markanten Unterschiede in der Zusammensetzung der Fänge feststellen. Es sind immer dieselben Arten, die sich in etwa gleichem Zahlenverhältnis in gleichzeitig angesetzten Versuchsreihen finden. Lediglich *Phyllotreta atra* (bzw. *cruciferae*) tritt in den Fängen mit Allylsenföl und *Brassica nigra* offensichtlich mehr in den Vordergrund. Dies fällt schon in den Einzelfängen auf, wird aber noch deutlicher, wenn man die gesamte Frühjahrsausbeute dieser Versuche den zugehörigen Parallelfängen mit Rapsprodukten gegenüberstellt. Danach stieg der prozentuale Anteil von *Ph. atra* in Fängen aus:

Rathstock (Oderbruch), 1955, von 10% bei Raps auf 47% bei Allylsenföl
Teltow und Umgebung, 1955, von 32% bei Raps auf 54% bei Allylsenföl
Teltow und Umgebung, 1956, von 14% bei Raps auf 37% bei Allylsenföl

Demnach scheint also *Ph. atra* eine größere Vorliebe für Allylsenföl zu besitzen, als die anderen Arten, deren Individuenzahl oft erheblich abnimmt.

Daß die Senfölglycoside nicht nur mittelbar als Spender der Attraktivstoffe für die an Cruciferen lebenden Insekten von Bedeutung sind, sondern ihnen auch unmittelbar durch ihren Geschmack als spezifisches fraßauslösendes Merkmal dienen können, wurde bereits 1910 von VERSCHAFFELT an *Pieris*-Raupen festgestellt und 1953 von THORSTEINSON auch für *Plutella maculipennis* bestätigt. Entsprechende Versuche an *Phyllotreta* sind bei uns im Gange.

Im Verlauf unserer Anlockversuche bemerkten wir bald, daß sich in den mit weißem Filtrierpapier ausgelegten Glasschalen fast ausschließlich Erdföhe fingen,

daß dagegen auch zahlreiche Rapsglanzkäfer und Rübler angelockt wurden, wenn der Lockstoff in Verbindung mit eingetopften Cruciferen dargeboten wurde. Ich führte dies zunächst auf zusätzliche Duftreize zurück, die von den Pflanzen ausgingen, kam dann aber durch die Beobachtungen von NOLTE, wonach die *Meligethes*- und *Ceuthorrhynchus*-Arten zahlreich in Gelbschalen, die (ohne Zugabe von Duftstoff) auf Cruciferenflächen aufgestellt wurden, anfliegen, zu der Vermutung, daß hier auch optische Reize im Spiele sein könnten.

Wir versuchten daher 1955 den chemischen Lockreiz mit verschiedenen Farb- reizen zu kombinieren, indem wir die Lockschalen mit Rapspreßschrotbrei in Fangschalen mit gefärbten Filtrierpapiereinlagen in den Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Weiß setzten. Um nur die schwärmenden Käfer zu erfassen und den Duftreiz der umgebenden Pflanzen auszuschalten, stellten wir im Gegensatz zu NOLTE die Schalen, wie stets, abseits von Cruciferenflächen auf.

Als Ausbeute mehrerer gut miteinander übereinstimmenden Versuchsreihen ergibt sich das folgende Verteilungsbild.

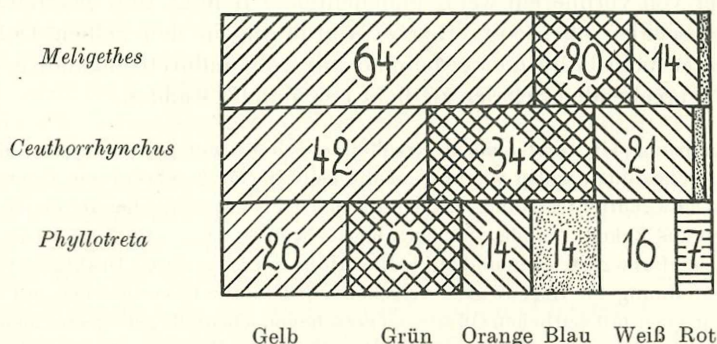


Abb. 2. Prozentuale Verteilung der Käfergruppen in Farbschalen mit Rapspreßschrot.

Aus der Darstellung läßt sich folgendes entnehmen: Die Rapsglanzkäfer und die beiden (sich völlig gleich verhaltenden) Rüblerarten stimmen in ihrem Verhalten insofern überein, als sie nur die Farben der Reihenfolge Gelb, Grün, Orange stärker befliegen. Blau und Weiß erhalten nur vereinzelte Zufüge, während Rot ganz leer ausgeht. Bei *Meligethes* ist die stark überwiegende Bevorzugung von Gelb besonders auffällig. Im Gegensatz dazu verteilen sich die Erdflöhe auf alle Farben, wobei Gelb und Grün besonders bevorzugt werden und Rot sichtlich gemieden wird. Dazwischen stehen Weiß, Orange und Blau mit etwa gleichen Anteilen.

Der hier wiedergegebene Verteilungsgrad aller *Phyllotreta* deckt sich fast genau mit dem der häufigsten Art *Ph. undulata*. Die Verteilung der übrigen Arten (*vittata*, *vittula*, *atra* und *nemorum*) ist im wesentlichen dieselbe. Einzelne Abweichungen in der Reihenfolge können bei der relativ geringen Individuenzahl dieser Arten zufällig sein, doch wäre das noch näher zu untersuchen.

Für alle drei Käfergruppen besitzt demnach die gelbe Farbe den höchsten Reizwert. Ihr folgen die Mischfarben mit Gelbanteil (Grün und Orange), deren Reihenfolge vielleicht durch den Reizwert des nicht gelben Anteils bestimmt wird.

Durch gleichzeitige Darbietung von Farbschalen mit und ohne Rapspreßschrot suchten wir nun zu ermitteln, wie weit der Anflug der Käfer durch Farbreize und wie weit er durch den Senfölduft ausgelöst wird. Obwohl diese Versuche wegen des bereits nachlassenden Käferfluges nur eine geringe Ausbeute lieferten, ließ sich folgendes feststellen:

Die Erdflöhe beachten die reinen Farbschalen nicht, sondern befliegen nur die mit Duftstoff versehenen. Auf diese verteilen sie sich in der oben angegebenen Reihenfolge.

Die Rapsglanzkäfer flogen auch die duftfreien Farbschalen (Gelb, Grün, Orange) — vor allem im Bereich von Gelb — ziemlich zahlreich an, doch war der Zuflug an den Duftschalen erheblich stärker.

Über das Verhalten der beiden *Ceuthorrhynchus*-Arten gaben die Vergleichsversuche zwischen Farbschalen mit und ohne Attraktivstoff keinen sicheren Aufschluß. Der von vornherein wenig einleuchtende Befund, daß *quadridens* in den reinen Gelbschalen ebensooft erbeutet wurde wie in den gelben Duftschalen, konnte später nicht bestätigt werden und war wohl dadurch zustande gekommen, daß die entsprechenden Schalen zu dicht beieinander standen.

Zur Ergänzung der vorstehenden Ergebnisse wurden nun im Frühjahr 1956 weitere Versuche durchgeführt, wobei wir uns auf die gelbe Farbe beschränkten, deren optimaler Reizwert ja einwandfrei feststand. Bei den diesjährigen Versuchen benutzten wir allgemein Fangschalen aus Bakelit (runde „Serviertablets“ von 30 cm Ø und 5 cm Höhe), die innen mit gelber Lackfarbe gestrichen und auf halber Höhe mit einer durch Drahtgaze verschlossenen Überlauföffnung für Regenwasser versehen wurden. Die Glasschälchen mit dem Lockstoff waren in einer mit seitlichen Öffnungen versehenen, ebenfalls gelb gestrichenen Schachtel aus Decelith untergebracht, die ihrerseits auf einem Holzklötzchen so befestigt war, daß sie oberhalb der Fangflüssigkeit stand (Abb. 3). Auf diese Weise konnten die Gelbschalen — bei wiederholter Entnahme der Fänge und Erneuerung des Duftstoffes — ohne Beeinträchtigung durch Regenfälle während der ganzen Flugzeit der Altkäfer draußen stehen bleiben. Drei Paare von Gelbschalen mit und ohne Rapspreßschrot, die 10 oder 20 m voneinander entfernt an verschiedenen Örtlichkeiten (teils bei Teltow, teils bei Großbeeren) von Ende April bis Anfang Juni auf Grasland aufgestellt waren, brachten insgesamt folgende Ausbeute:

Käferfänge in Gelbschalen vom 26. 4.—4. 6. 1956

	<i>Meligethes</i>	<i>Ceuthorrhynchus</i>		<i>Phyllotreta</i>
		<i>assimilis</i>	<i>quadridens</i>	
a) 3 Gelbschalen ohne Duftstoff	715	32	8	11
b) 3 Gelbschalen mit Rapspreßschrot	1523	815	131	1572
Verhältnis a : b	1 : 2,1	1 : 25,5	1 : 16,4	1 : 139



Abb. 3. Gelbschale aus Bakelit mit Überlauföffnung (hinterer Rand) und Schuttschachtel für die Lockschale.

Es sind also ausschließlich die Rapsglanzkäfer, die zahlreich in den Gelbschalen ohne Attraktivstoff landen. Dies entspricht auch ihrem natürlichen Verhalten: Sie haben, wenn sie die Winterquartiere verlassen, zunächst kein besonders großes Verlangen nach Cruciferen, sondern brauchen für ihren Reifungsfraß Nektar und Pollen, den sie in den verschiedensten Blüten finden, wobei sie bekanntlich gelbe besonders bevorzugen. Daß die Rapsglanzkäfer aber dennoch nicht unempfindlich für den spezifischen Duftreiz der Senföle sind, beweist die Zunahme der Anflüge auf mehr als das Doppelte in den gelben Duftschalen. Das steht im Einklang damit, daß die Meligethen unter allen Blüten jene der Cruciferen, ihrer eigentlichen Wirtspflanzen, am stärksten befliegen, und letzten Endes landen ja alle Rapsglanzkäfer einmal auf Cruciferenblüten. Ob sich nach Abschluß des Reifungsfraßes ihre Reaktionsbereitschaft auf den Attraktivstoff erhöht und dadurch der allgemeine Überflug zu den Brutpflanzen zustande kommt, ist ein interessantes Problem, das ich hier nur andeuten will.

Die beiden Rüssel und die Erdflöhe finden sich in den reinen Gelbschalen nur vereinzelt. Beide Gruppen fressen und brüten ausschließlich an Cruciferen und haben (wenn wir von dem Sonderfall *Ph. vittula* absehen) zu anderen Pflanzen gar keine Beziehungen. Sie sind also von vornherein auf den spezifischen Duftstoff angewiesen; die Farbe allein sagt ihnen noch nichts.

Allerdings spricht der große Unterschied im Verhältnis der Anflugzahlen einerseits bei den beiden Rüsselarten und andererseits bei den Phyllotreten wohl doch dafür, daß die Rüssel die gelbe Farbe allein nicht ganz unbeachtet lassen. Wie wir gesehen haben, reagieren sie ja auch auf den Duftreiz nur in Verbindung mit den Farben Gelb, Grün oder Orange. Die Bedeutung dieser Farben als Landereiz ist also bei ihnen viel größer als bei den Erdflöhen. Bei letzteren steht dagegen der Duftreiz entschieden im Vordergrund. Die Farben Gelb und Grün wirken nur als zusätzliche positive Landereize.

Das Ergebnis unserer bisherigen Untersuchungen über das Zusammenwirken von Duft- und Farbreizen läßt sich etwa folgendermaßen veranschaulichen:

Reaktionsschema der drei Käfergruppen auf Farb- und Duftreize.

		<i>Meligethes</i>	<i>Ceuthor- rhynchus</i>	<i>Phyllotreta</i>
Farben ohne Gelbanteil	} Ohne Duftstoff	0	0	0
(Blau $\cong$ Weiß > Rot)		(+)	(+)	++
Farben mit Gelbanteil	} ohne Duftstoff	++	(+)	0
(Gelb > Grün > Orange)		+++	+++	+++

0 = Keine Anflüge

(+) = Vereinzelte Anflüge, die sich nicht mit Sicherheit als Farb- oder Duftreaktion deuten lassen

++ = Mittelstarker Zuflug

+++ = Starker Zuflug

Das ist natürlich nur eine vorläufige rohe Übersicht. Es würde sich lohnen, auf hinreichend großen Versuchsflächen einmal die ganze Farb- und Duftschalenserie in mehrfacher Wiederholung aufzustellen. Die so erhaltenen Anflugzahlen würden sich dann zu einer Zusammenstellung verarbeiten lassen, in der die Intensität des Landereizes, den jede einzelne Farbe für sich allein und in Verbindung mit dem Attraktivstoff auf jede der auf den Senfölduft reagierenden Insektenarten ausübt, in Zahlen ausgedrückt wird.

Hervorzuheben ist, daß die Rüssler und Rapsglanzkäfer nicht auf den für sie spezifischen Geruchsreiz reagieren, wenn er nicht mit ganz bestimmten optischen Reizen gekoppelt ist. Wären wir nicht durch andere Anzeichen darauf aufmerksam geworden, so hätten wir bei unseren anfänglichen Versuchen mit weiß ausgelegten Fangschalen wohl kaum bemerkt, daß auch diese beiden Käfergruppen durch Rapspreßschrot angelockt werden. Es ist anzunehmen, daß auch manche anderen Insekten auf den ihnen adäquaten Attraktivreiz nur in Verbindung mit bestimmten Farbreizen reagieren. Dies sollte beim Darbieten von Substanzen, die auf eine etwa vorhandene Lockwirkung geprüft werden sollen, berücksichtigt werden. Wenn wir dagegen innerhalb einer bestimmten Substanzengruppe, deren spezifische Lockwirkung wir schon kennen, vergleichende Untersuchungen über die Intensität des Lockreizes vornehmen wollen, dann wird es oft zweckmäßig sein, nicht gerade die optimale Farbe als Begleitreiz zu wählen, um den Insekten keine optische Hilfestellung zu geben. Wir verzichten dann zwar auf maximale Anflugzahlen, erhalten dafür aber eine bessere Differenzierung unter den dargebotenen Produkten. Bei der Untersuchung der Cruciferenattraktivstoffe hat sich jedenfalls die Darbietung der Substanzen auf weißem Untergrund und die Beschränkung auf die Phyllotreten als Vergleichsmaßstab als recht zweckmäßig erwiesen.

Zum Schluß sollen noch einige Beobachtungen über die eingangs erwähnten Braconiden mitgeteilt werden.

Die häufigere der beiden Arten, *Opius apiculator* (NEES), ist ein Larvenparasit von *Scaptomyza flava*, deren Larven bekanntlich in Cruciferenblättern minieren. Die Fliegen selbst erscheinen an den Lockschalen sehr zeitig im Frühjahr mit den ersten Erdflöhen zusammen und späterhin nochmals im August. Die Schlupfwespe dagegen wird erst Ende Mai angelockt, also in der Zeit, wo sich die *Scaptomyza*-Larven in den Blättern befinden. — An Schalen mit Rapspreßschrot, die irgendwo auf dem Erdboden aufgestellt sind, sitzen die angelockten Schlupfwespen meist ruhig am Schalenrand. Bringt man jedoch den Preßschrotbrei auf einen Blumentopf mit Cruciferenpflanzen, so zeigen die zahlreichen Wespen, die sich dort anfinden, ein recht lebhaftes Verhalten, schwärmen um die Pflanzen herum und laufen aufgeregt suchend auf den Blättern umher (Abb. 4). Wir konnten

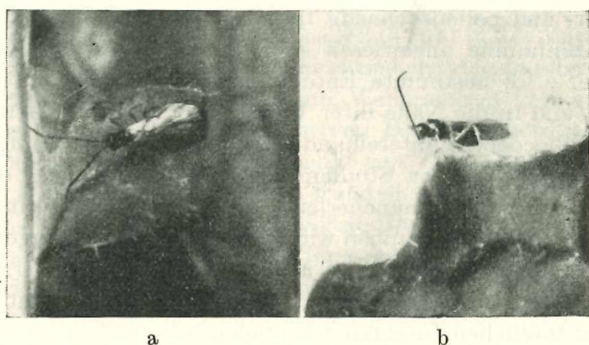


Abb. 4. Die Braconide *Opius apiculator* NEES (Vergr. ca. 4×)
a in Ruhestellung, b im Erregungszustand

nun neuerdings öfter beobachten, daß sie mit dem Legebohrer schnelle Einstichbewegungen in die Blätter ausführen. Normalerweise würden sie die in den Blättern minierenden *Scaptomyza*-Larven anstechen, die aber in unseren Topfpflanzen bestimmt nicht vorhanden waren. Die ziellosen Einstichreflexe sind also offenbar die Folge einer starken Erregung, die ausgelöst wird durch den Duft des Attraktivstoffes in Verbindung mit Reizen unbekannter Art, die von den Cruciferenpflanzen ausgehen. Daß Eiablage erfolgt wäre, konnte ich bisher trotz mehrfachen Nachsuchens im Blattgewebe nicht feststellen.

Ein ähnliches Verhalten habe ich früher schon bei einer anderen Braconidenart (*Perilitus plumicornis* RUTHE) beobachtet, die ebenso wie ihr Wirt, der Käfer *Notoxus monoceros* L., durch Cantharidin angelockt wird. Im Duftkreis des Cantharidins führen die Wespen merkwürdige ruckartige Suchbewegungen aus und nehmen bei Abwesenheit des Käfers hinter kleinen länglichen Gegenständen, etwa einem Holzsplitterchen, die typische Stichstellung ein. Allerdings wird in diesem Falle der Einstich nicht ausgeführt, da die Schlupfwespe offenbar aus nächster Nähe erkennt, daß sie ihren Wirt nicht vor sich hat.

In beiden Fällen werden also die Parasiten aus der Entfernung nicht durch ihren Wirt oder durch Spuren, die er hinterlassen hat, angelockt. Sie werden vielmehr durch Duftreize, die von der Nahrung des Wirtes ausgehen, in dessen

Umgebung geführt und zu lebhaften Suchreaktionen angeregt. Die andere, weniger häufige Braconidenart (*Opius polyzonius* WESM.), die durch Rapspreßschrot angelockt wird, dürfte, da sie ja auf den gleichen Attraktivstoff reagiert, ihren Wirt, der bisher noch nicht bekannt ist, ebenfalls auf dem Wege über dessen Nährpflanze finden.

Für die uns hier interessierenden Cruciferenbewohner ist also die Wirtspflanze das übergeordnete Attraktivzentrum, das durch chemische und optische Reize nicht nur diejenigen Insekten auf sich zieht, denen die Pflanze selbst als Nahrung oder Brutstätte dient, sondern auch andere Arten, die zu jenen Beziehungen unterhalten. Zu den spezifischen Duftstoffen — in unserem Falle den Senfölen — die von den grünen Pflanzenteilen ausgehen, tritt als weiterer attraktiver Faktor, der Blütenduft. Dieser wirkt in Verbindung mit der Blütenfarbe teils unspezifisch, indem er nektar- und pollensuchende Insekten anlockt, die nicht ausschließlich auf diese Pflanzenfamilie angewiesen sind, teils aber wahrscheinlich auch spezifisch, indem er z. B. bestimmte Entomophagen, die nur an Cruciferenblüten saugen, anlockt und in die Nähe ihrer Wirte führt. All diese Arten können nun im Rahmen der Biocoenose untereinander in vielseitige Beziehungen treten.

Für die Weiterführung der Studien über die Orientierung der Cruciferenbewohner bieten sich noch mancherlei Ansatzpunkte. Wieweit solche Untersuchungen auch auf andere Gruppen wirtsspezifischer phytophager Insekten ausgedehnt werden können, hängt davon ab, ob es gelingt, die attraktiven Anteile in irgendeiner Form von der Wirtspflanze zu trennen und damit im Freien Ansammlungen der fraglichen Insekten zu erzielen.

Literatur:

- GÖRNITZ, K. (1953): Untersuchungen über in Cruciferen enthaltene Insekten-Attraktivstoffe, Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. N. F. 7, 81—95.
- , (1956): Weitere Untersuchungen über Insekten-Attraktivstoffe aus Cruciferen. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. N. F. 10, 137—147.
- NOLTE, H. W. (1955): Die Verwendungsfähigkeit von Gelbschalen nach Moericke für Sammler und angewandte Entomologen. Bericht über die 7. Wanderversammlung deutscher Entomologen, Berlin, 201—212.
- SCHULTZ, O. E. u. GMELIN, R. (1952): Papierchromatographie der Senfölglicosid-Drogen. Z. Naturforschg. 7 b, 500—506.
- THORSTEINSON, A. J. (1953): The chemotactic responses that determine host specificity in an oligophagous insect [*Plutella maculipennis* (CURT.) Lepidoptera]. Canad. J. Zool. 31, 52—72.
- VERSCHAFFELT, E. (1910): The cause determining the selection of food in some herbivorous insects. Proc. Acad. Sci., Amsterdam, 13, 536—542.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Deutsche Entomologische Zeitschrift \(Berliner Entomologische Zeitschrift und Deutsche Entomologische Zeitschrift in Vereinigung\)](#)

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: [100 Jahre](#)

Autor(en)/Author(s): Görnitz Karl

Artikel/Article: [Über die Reaktion einiger an Crueiferen lebenden Insektenarten auf attraktive Duft- und Farbreize 188-198](#)