

periods, was elevated later. Cyprinodontids, having migrated more towards the inland, were thrust up with the rising Anatolian land mass. On account of their great euryhalinity, they were able to survive in many places and form today one of the most characteristic groups in Anatolia and also in Palestine.

It is probable, that other survivors¹ of the Tethys are to be found among some of the subterranean genera of invertebrates around the Mediterranean and in Central America, including relatives of many marine forms of today. Such genera as *Caecosphaeroma*, *Monolistra*, and others may be mentioned. The transition of the ancestors of these cavernicolous forms to life in darkness was most probably accomplished by adaptation to specialized conditions of life in dark, cave-like places in the sea. Later, by the elevation of such formations rich in limestone, these forms became members of the subterranean inland fauna, without having passed through a stage of phylogenetic development in the superficial fresh-waters of the continents.

¹ C. Kosswig, C. r. Soc. Turque Sci. nat. 10, 31 (1943). — H. LOMMANDER, Verh. naturf. Ges. Basel 50, 126 (1939).

Zusammenfassung

In der Landfauna Anatoliens können Beziehungen zu folgenden benachbarten oder weiter entfernten Gebieten deutlich festgestellt werden:

1. Es gibt Elemente in der anatolischen Fauna, die sich wahrscheinlich schon in prätertiären Zeiten verbreitet haben und die zum Teil deutliche gondwanische Beziehungen haben.

2. Relikte gehören vielfach zur paläarktischen Fauna des Tertiärs.

3. Im Lauf des Quartärs erschienen neue Einwanderer.

4. Postglaziale Einwanderer sind indischen oder afrikanischen Ursprungs und kamen über Syrien-Palästina.

5. Offenbar ebenfalls postglaziale Einwanderer entstammen dem asiatischen Eremial.

In der Süßwasserfauna Anatoliens, besonders bei Fischen und Krustazeen, können unterschieden werden:

1. Alte endemische Formen mit Beziehungen zur perimediterranen Süßwasserfauna.

2. Sarmatische Formen, welche mit Hilfe dieses Binnenmeeres zugleich Mitteleuropa mit Anatolien verbinden.

3. Einwanderer, wahrscheinlich im Lauf des Pliozäns, sowohl von Indien als auch von Zentralasien her.

In der marinen Fauna ist besonders das Vordringen von erythräischen Arten im östlichen Mittelmeer bemerkenswert, welche durch den Suezkanal ins Mittelmeer eindringen.

Die Sexualduftstoffe an Lepidopteren

Von BRUNO GÖTZ¹, Freiburg i. Br.

Das Zusammenfinden der Geschlechter zum Zwecke der Paarung kann bei Insekten auf verschiedene Weise gesichert werden. Bei manchen spielen akustische Reize eine Rolle (zum Beispiel bei den Saltatorien), bei anderen optische (zum Beispiel bei manchen Ephemeriden und Dipteren). In der Mehrzahl sind es aber doch wohl Geruchsreize, welche die Geschlechtspartner zusammenführen.

Kenntnisse über die *Sexualduftstoffe*, über ihre Wirkung, über die Drüsen, von denen sie ausgeschieden werden, besitzen wir leider nur von den Lepidopteren, obwohl ihnen sicherlich auch bei anderen Insekten eine größere Bedeutung zukommt.

Duftorgane sind bei Lepidopteren sowohl dem männlichen wie weiblichen Geschlecht eigen. Ihr Zweck ist jedoch verschieden. In der Regel fällt dem Männchen die Aufgabe zu, die Weibchen aufzusuchen. Besondere Duftdrüsen der letzteren scheiden daher einen Sexualduftstoff aus, den die männlichen Individuen schon aus mehr oder weniger großer Entfernung wahrneh-

men und dessen anlockender Wirkung sie sich nicht entziehen können. Die Sekrete der männlichen Duftorgane dagegen erhöhen die Bereitwilligkeit der aufgefundenen Weibchen zur Kopulation. Sie sind also Reiz- und keine Lockmittel.

I. Die Sexualduftdrüsen

Alle rein weiblichen Duftorgane von Schmetterlingen, die anlockende Sexualduftstoffe ausscheiden, finden sich am hinteren Ende des Abdomens.

Die abdominalen Duftorgane der Weibchen sind aus einer Intersegmentalfalte entstanden, und zwar gewöhnlich der zwischen dem 8. und 9. Abdominalsegment gelegenen. Histologisch gleichen sich diese Duftorgane insofern alle, als die Membranhypodermis sich zu einem mehr oder weniger stark entwickelten Drüsenepithel umgewandelt hat. Das Plasma in der Zelle ist gewöhnlich von zahlreichen kleinen und großen Vakuolen durchsetzt, wodurch es eine weitmaschige Struktur erhält. Der Zellkern ist meistens stark vergrößert. Seine Gestalt variiert bei den einzelnen Arten. Zwischen den Vakuolen und dem Zellkern scheinen irgendwelche Beziehungen zu bestehen, die bei starker sekretorischer

¹ Versuchs- und Forschungsanstalt für Weinbau und Weinbehandlung, Zoologische Abteilung, Freiburg i. Br.

Tätigkeit zu augenfälligen Veränderungen des letzteren führen. Irgendwelche Ausführapparate der Drüsenzellen ließen sich mit Sicherheit nicht nachweisen. Bei mikroskopischer Betrachtung fällt jedoch an dem nach außen zu gewendeten Zellpol eine streifenartige Anordnung des Plasmas auf.

Das sezernierende Drüsenepithel wird überall von einer mehr oder weniger dünnen Chitinschicht überlagert. Dieselbe ist auffallend locker aus zahlreichen dünnen Lamellen aufgebaut und besteht stellenweise nur noch aus einzelnen dünnen Häutchen mit breiten Hohlräumen dazwischen. Teils wird angenommen, daß der gebildete Sexualduftstoff von innen her in die Hohlräume eindringt und diese erfüllt, um dann schließlich durch das letzte Häutchen hindurchzudiffundieren und zu verdunsten. Teils wird es für wahrscheinlicher gehalten, daß das Sekret durch feine Poren in der Kutikula austritt, auch wenn solche bei Schnitten bisher nicht festzustellen waren.

Verschiebbare Duftfelder

Im ursprünglichen Fall handelt es sich bei dem Duftorgan nur um ein sattelförmiges Feld der erweiterten, letzten Intersegmentalfalte. Durch Streckung des Hinterleibes und die damit verbundene Dehnung des Intersegmentalfeldes kann es unter den vorhergehenden Segmenten herausgeschoben werden, so daß das Duftorgan voll zur Entfaltung seiner Wirksamkeit gelangt. Ein solches sattelförmiges Duftorgan oder Duftfeld weist zum Beispiel der Mondfleck, *Phalera bucephala* L., auf (Abb. 1A).

Etwas weiter entwickelt ist der ringförmige Duftwall, zum Beispiel bei *Pygaera pigra* Hufn und *Pygaera curtula* L. Das Duftorgan bildet bei diesen Schmetterlingen einen völlig geschlossenen Ring von hohem, aus der Hypodermis hervorgegangenem Drüsenepithel, das lediglich dorsal etwas weniger stark entwickelt ist.

Ausstülpbare Dufttringe

Auf höherer Entwicklungsstufe stehen die Dufttringe. Die Oberfläche der drüsigen Abdominalfalte ist wesentlich vergrößert und diese infolgedessen stark gefaltet. Es bilden sich tief in das Körperinnere eingebuchtete Ringfalten, die durch Blutdruck weit nach außen vorgestülpt werden können, um eine schnellere Verdunstung des Sekretes zu ermöglichen. Es wird hier also nicht mehr wie in den beiden vorher geschilderten Fällen das Duftfeld nur etwas unter dem vorletzten Segment hervorgeschoben, sondern die ganze, ursprünglich nach innen eingestülpte Falte wird nach außen hervorgepreßt.

Am charakteristischsten treten derartige Ringe bei der Eulengattung *Cucullia* auf. Bei *Cucullia verbasci* L. (Brauner Mönch) und *Cucullia argentea* Hufn (Silbermönch) handelt es sich nur um einen einfachen Ringwulst (Abb. 1B). Wahrscheinlich trifft dies für die ganze Gruppe der Noctuidae zu. Während bei den

Kukullien der Dufttring ventral noch nicht ganz geschlossen ist, findet sich bei *Colocasia (Demas) coryli* L. ein auch auf der Bauchseite ebenso stark entwickelter Dufttring. *Pterostoma palpina* L., der sogenannte Schnauzenspinner, der zu der Familie der Notodontidae gehört, besitzt einen doppelten Ringwulst. Er entsteht dadurch, daß die drüsige Intersegmentalfalte durch eine tiefe Ringfalte in einen distalen und einen proximalen Teil geschieden wird.

Dorsale und ventrale Duftfallen

Bei vielen Lymantriiden hat die Duftfalte eine besondere Ausbildung erfahren. Die Oberflächenvergrößerung beschränkt sich hier nämlich allein auf die dorsale, drüsige Hypodermis, die sich stark faltet. Es entsteht so eine komplizierte dorsale Duftdrüse, die halbmondförmig über den Rücken bis zu den Seiten hinabreicht und dabei nahezu die gesamte Breite der Intersegmentalfalte einnimmt (Abb. 1C). Wir finden solche Duftdrüsen zum Beispiel bei *Porthesia similis* Fuessl (Goldafter), *Hypogymna morio* L., *Dasychira selenitica* Esp, *Das. pudibunda* L., *Orgyia gonostigma* F., dessen Weibchen nur auf kurze Stummel reduzierte Flügel besitzen. Bei der Nonne *Lymantria monacha* L. ist dieses für Lymantriiden sonst charakteristische Duftorgan nicht festzustellen.

Vielfach führen die unbefruchteten Weibchen mit der Legeröhre «Pumpbewegungen» aus. Die letzten Segmente werden dabei ausgestreckt und wieder eingezogen, wodurch das Chitinhäutchen über der Duft-

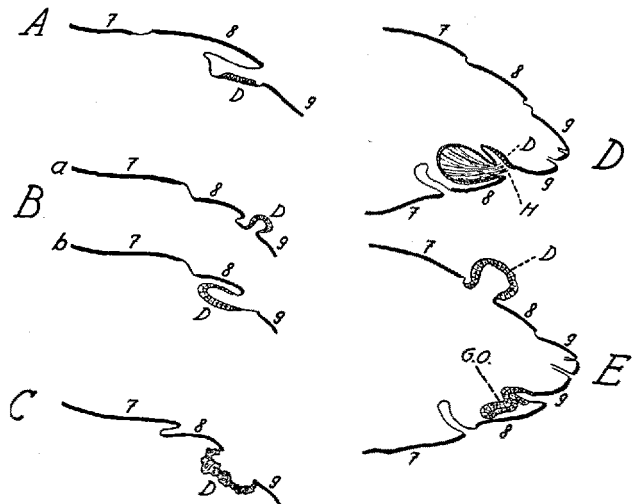


Abb. 1. Abdominale Duftorgane bei weiblichen Lepidopteren (schematisiert nach Zeichnungen von URBACH).

- A Hinterleibsende von *Phalera bucephala* L. mit sattelförmigem Duftfeld.
 - B a Ausgestülpter und b eingezogener Dufttring von *Cucullia verbasci* L.
 - C Duftdrüse von *Dasychira pudibunda* L.
 - D Hinterleibsende von *Agria tau* L. mit ventralem Haarbüschel und Duftfeld.
 - E Hinterleibsende von *Argynnis adippe* L. mit dorsalem Duftsack und ventralen Glandulae odoriferae.
- (D = Duftorgan, H = Haarbüschel, G.O. = Glandulae odoriferae, 7, 8, 9 entsprechende Abdomensegmente.)

drüse abwechselnd gefaltet und wieder geglättet und die Verdunstung des Sekretes gefördert wird. Solche Pumpbewegungen, die tagelang, manchmal bis zum Tode anhalten können, sind von *Hypogymna morio* L., *Dasychira fascelina* L. und *Das. selenitica* Esp. bekannt.

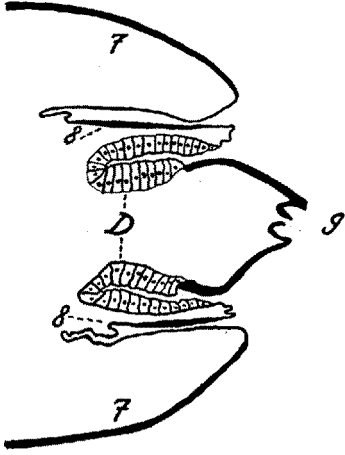


Abb. 2. Teleskopartig ineinandergeschobenes Hinterleibsende von *Plodia interpunctella* HB. (schematisiert nach einer Zeichnung von BARTH). (D eingefaltete Duftdrüsen, 7, 8, 9 entsprechende Abdomensegmente.)

Bei *Plodia interpunctella* HB. (Dörrobstmotte) findet sich die Duftdrüse zwischen dem 9. und 8. Abdominalsegment, jedoch auf der Bauchseite (Abb. 2). Das 9. und das 8. Segment sind normalerweise teleskopartig in das 7. Segment eingeschoben. Der Raum der eingeschlagenen drüsigen Intersegmentalfalte ist in der Ruhestellung hierdurch fest verschlossen. In der Kopulationsstellung wird das Abdomenende zwischen den Flügeln hindurch nach oben gereckt und so die Verbindung der Drüse nach außen hergestellt. Auch hier wird durch rhythmisches Ausstrecken und Einziehen der Legeröhre die Intersegmentalfalte zwischen dem 8. und 9. Segment geglättet und wieder eingefaltet.

Intersegmentale Duftsäcke

Durch lokale Oberflächenvergrößerung der Intersegmentalfalte kommt es schließlich zur Bildung von *Duftsäcken*, welche die brünstigen Weibchen zum Teil weit nach außen vorstülpen, so daß eine starke Verdunstung des Duftsacksekretes gewährleistet wird. Je nach der Art liegen die Duftsäcke lateral, ventral oder dorsal und sind einfach oder doppelt vorhanden.

Bekannt sind die «*Sacculi laterales*» von *Bombyx mori* L. (Seidenspinner). Schon kurz nach dem Auskriechen stülpen die brünstigen Weibchen dieses Schmetterlings seitlich am Abdomenende zwei kleine, gelbe Säckchen aus. Bei Störungen ziehen sie dieselben mit Hilfe besonderer Muskeln rasch zurück.

Manche Saturniden haben nur einen ventralen Duftsack, besonders gut entwickelt und in hervorstülptem Zustand bei brünstigen Weibchen schön zu beobachten bei *Saturnia pavonia* L. (kleines Nachtpfauenauge). Unbedingt notwendig scheint allerdings das

Herauspressen des ventralen Duftsackes nicht zu sein, da männliche Falter, auch ohne daß dies der Fall ist, unbegattete Weibchen unter Erregungszuständen aufsuchen. Wahrscheinlich wird durch das Hervorpressen die anlockende Wirkung aber stark erhöht.

In ähnlicher Weise wie bei *Saturnia pavonia* ist auch bei *Agria tau* L. (Nagelfleck) die letzte Intersegmentalfalte ventral zu einem Duftorgan umgewandelt, das allerdings mehr flächenhaft entwickelt ist und nicht weit herausgestülpt werden kann (Abb. 1D). Über dem 8. Sternit finden sich zwei taschenartige Vertiefungen, die aus einer ventralen Einstülpung des 8. Leibesringes entstanden sind. Jede dieser Vertiefungen enthält ein großes, dichtes Büschel von Haaren, die daraus hervordringen und sich über das Duftfeld zwischen dem 8. und 9. Segment legen. URBACH¹ vermutet in diesen Haarbüscheln Einrichtungen zur besseren Verteilung des Duftstoffes. Die Spitzen der beiden Haarbüschel berühren nämlich die Oberfläche der Duftfelder, sobald diese etwas vorgewölbt werden. Der ausgeschiedene Sexualduftstoff trinkt dann gewissermaßen die Haare. Wenn die Haarbüschel aufgerichtet und die Haare gespreizt werden, so dürfte dies eine sehr wirkungsvolle Methode zu einer äußerst intensiven Verbreitung des Duftstoffes sein. Die Wirksamkeit des eigentlichen Duftfeldes wird dadurch jedenfalls beträchtlich erhöht. Ähnliche, wahrscheinlich der besseren Verteilung des Duftstoffes dienenden Duftbüschel werden von einigen anderen Sphingiden beschrieben. Auch bei ihnen befinden sich die den Duftstoff sezernierenden Drüsen nicht an der Ursprungsstelle der Haarbüschel, sondern dort, wo die Haarspitzen auftreffen.

Zwei ausstülpbare, dorsale Duftsäcke finden sich in reichhaltiger Mannigfaltigkeit bei dem Weibchen der Tagfaltergattung *Argynnis* (Abb. 1E). Sie haben bald langgestreckte Form (*Argynnis paphia* L. und *A. latonia* L.), bald flache Form (*Argynnis adippe* L. und *Brenthis euphrosyne* L.). Im Gegensatz zu den vorher geschilderten Fällen liegen die Duftorgane bei *Argynnis* in der vorletzten Intersegmentalfalte, also zwischen dem 7. und 8. Segment.

Die Glandulae odoriferae

Bei den *Glandulae odoriferae* hat sich der ventrale Teil der letzten Intersegmentalfalte zu einem Paar tief in das Innere des 8. Leibesringes eindringender Drüenschläuche umgewandelt, die der Sekretion von Duftstoff dienen (Abb. 1E). Zur Ausstülpung gelangen diese engen Drüsenkanäle nicht mehr. Durch das Hervorstrecken der Legeröhre kann die Ausmündung der Schläuche jedoch trichterförmig erweitert werden, so daß dann das Sekret in verstärktem Maße verdunsten kann.

Die *Glandulae odoriferae* konnten bei vielen Schmetterlingen, und zwar regellos bei den verschiedensten

¹ E. URBACH, *Abdominale Duftorgane bei weiblichen Schmetterlingen* (Inauguraldissertation, Jena 1913).

Arten, festgestellt werden. Man fand diese Drüsen bei den Gattungen *Vanessa*, *Zygaena*, *Ortholita* und *Eupithecia*. Auch bei *Acronycta psi* L. (Pfeileule), *Argymnis paphia* und *Brenthis euphrosyne* ließen sie sich nachweisen¹.

II. Die Sexualduftstoffe Grundeigenschaften

Die von den beschriebenen weiblichen Drüsen ausgeschiedenen Sexualduftstoffe locken schon in kleinsten Spuren die kopulationslustigen Männchen an. Aber auch bei höheren Konzentrationen wirken sie stets anziehend, also gleichgerichtet, und zwar bei zunehmender Konzentration in gesteigertem Maße. Sie unterscheiden sich in dieser Hinsicht wesentlich von den gewöhnlichen, uns bekannten Duftstoffen, die je nach der Konzentration angenehm oder unangenehm empfunden werden, wie zum Beispiel Trimethylamin, das für uns in verdünntem Zustand angenehm, in konzentriertem dagegen höchst widerlich duftet.

Nach v. FRISCH² beachten zum Beispiel Bienen, die auf einen bestimmten Duftstoff dressiert sind, diesen nicht mehr, wenn ihm ein fremder Duftstoff in genügender Menge beigemischt ist. Dagegen lassen sich die von brünstigen Weibchen abgesonderten Sexualduftstoffe durch Fremddüfte nicht überdecken. Zahlreiche Versuchsergebnisse liegen in dieser Beziehung vor. Bei *Bombyx mori* lassen sich selbst durch Besprühen der Weibchen mit stark duftenden, sonst gemiedenen Stoffen, wie Naphthalin, die Männchen nicht irremachen. Bei *Saturnia pyri* Schiff und *Lasiocampa quercus* L. vorgenommene Experimente mit dem Ziel, den ausgeschiedenen Sexualduftstoff durch intensive Fremdgerüche zu verdecken, schlugen völlig fehl. Lockweibchen von *Lymantria monacha* wirkten nach HANNO³ auch dann noch auf Männchen anziehend, wenn dicht neben und zusammen mit ihnen die verschiedenartigsten Duftstoffe angeboten wurden, wie Muscaro, Moschus, Animalin, Zibetpaste, Ambra, Zibet, Bärwurz, Pestwurz, Patschuli.

Die Sexualduftstoffe sind mit diesen Eigenschaften als sogenannte *Attraktivstoffe* charakterisiert. GÖRNITZ⁴ hat uns erstmals mit einem Attraktivstoff bekannt gemacht, und zwar handelt es sich um *Cantharidin*, das auf bestimmte Insekten, ohne Rücksicht auf die Konzentration, auch schon in kleinsten Spuren anlockend wirkt und sich von anderen Fremdgerüchen nicht überlagern läßt.

Es wäre daher richtiger, von Sexualattraktivstoffen zu sprechen oder auch, wie schon vorgeschlagen wurde, mit Rücksicht auf die gewaltige Wirkung in kleinsten Spuren von «Sexualwirkstoffen». Jedoch ist die Be-

zeichnung Sexualduftstoff heute schon ein allgemeiner Begriff geworden.

Wie das für den Menschen duftlose Cantharidin sind auch die Sexualduftstoffe wenigstens in den bisher zur Verfügung stehenden Konzentrationen von uns nicht wahrnehmbar. Zwar wiesen die von ZEHMEN¹ hergestellten Extrakte des Sexualduftstoffes von *Lymantria dispar* und *Lym. monacha* einen schwachen, an frischen Gurkensaft erinnernden Geruch auf. Aber es ist unwahrscheinlich, daß es sich hier um den Geruch des Sexualduftstoffes handelt.

Daß es ausschließlich der Sexualduftstoff ist, an dem die Männchen ihre Weibchen erkennen, läßt sich leicht beweisen. Werden die relativ großen *Sacculi laterales* bei *Bombyx-mori*-Weibchen entfernt, so erlischt auch sofort das Interesse der Männchen. Werden Fließpapierknäuel mit dem Sexualduftstoff des gleichen Schmetterlings getränkt, so versuchen die Männchen dieser Art mit solchen Knäueln zu kopulieren und lassen daneben befindliche drüsenlose Weibchen weitgehend unbeachtet. Die Wirkung des Sexualduftstoffes geht sogar so weit, daß im Wahrnehmungsbereich sogar Kopulationen zwischen Männchen erfolgen (*copula inter mares*).

Träger der Rezeptoren bei den Männchen sind die beiden Antennen, wie das Exstirpationsexperiment beweist. Werden die Antennen ungleich entfernt, zum Beispiel die eine ganz, die andere nur zur Hälfte oder gar nicht, so betrug bei *Plodia interpunctella* die Zeit des Auffindens der Weibchen ein Vielfaches derjenigen unbehandelter Männchen². Es scheint, als ob das Männchen mit seinen Antennen das Weibchen nach Art der drahtlosen Anpeilung eines Senders auffindet. Die Meinungen gehen auseinander, ob die Sexualduftstoffe nur mit den *Sensilla coeloconica* oder auch mit den *Sensilla styloconica* wahrgenommen werden.

Artspezifität der Sexualduftstoffe

Zahlreiche Versuche und Beobachtungen haben zu der Meinung geführt, daß die Sexualduftstoffe *artspezifisch* sind, das heißt, daß auf den von brünstigen Weibchen ausgeschiedenen Sexualduftstoff nur artgleiche Männchen reagieren. Tatsächlich finden vielfach artfremde Weibchen keine Beachtung, solange sich nicht in deren unmittelbarer Nähe artgleiche brünstige Weibchen aufhalten oder sie sich auf einem Platz befinden, wo sich kurz vorher ein brünstiges artgleiches Weibchen aufgehalten hatte. Auf diese Weise sind auch im Experiment Kopulationen zwischen artfremden Geschlechtspartnern zustande gebracht worden³.

Meist stehen aber einem solchen Vorgang Hindernisse entgegen. Die Kopulationsorgane sind vielfach so speziell ausgebildet, daß eine geschlechtliche Vereini-

¹ E. URBACH, *Abdominale Duftorgane bei weiblichen Schmetterlingen* (Inauguraldissertation, Jena 1913).

² K. v. FRISCH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 37, 1 (1919); Exper. 2, 397 (1946).

³ K. HANNO, Z. angew. Entomol. 25, 628 (1939).

⁴ K. GÖRNITZ, Arb. physiol. und angew. Entomol. Berlin-Dahlem 4, 116 (1937).

¹ H. v. ZEHMEN, Chl. ges. Forstwesen 68, 57 (1942).

² R. BARTH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 58, 297 (1937).

³ M. HERING, *Biologie der Schmetterlinge* (Springer, Berlin 1926).

Versuche über Artspezifität des S-Stoffes bei Pyraliden (nach BARTH)
T = Tanz bzw. Erregung, — = keine Erregung, K = Kopulationsversuche

Art	reagiert mit Tanz bzw. Erregung des Männchen von:					
	<i>Plodia</i>	<i>E. elutella</i>	<i>E. kuehn.</i>	<i>Galleria</i>	<i>Achroea</i>	<i>Aphomia</i>
Auf den S-Stoff des Weibchens von:						
<i>Plodia interpunctella</i>	T	—	—	—	—	—
<i>Ephestia elutella</i>	TK	T	TK	—	—	—
<i>Ephestia kuehniella</i>	T	T	T	—	—	—
<i>Galleria mellonella</i>	T	—	—	T	TK	—
<i>Achroea grisella</i>	—	—	—	TK	T	—
<i>Aphomia gularis</i>	—	—	—	—	—	T

gung zwischen artfremden Partnern nicht zustande kommen kann. Aber selbst wenn eine solche Möglichkeit besteht, ist damit noch nicht gesagt, daß eine Befruchtung der Eizellen erfolgt und Bastarde entstehen.

Es scheint sogar teilweise bei den Weibchen verschiedener Lokalrassen von ein und derselben Art der Sexualduftstoff bereits zu divergieren. So beobachtete STANDFUSS¹⁾, daß Männchen von *Callimorpha dominula* L. in großer Zahl bei Weibchen von *dominula* anfliegen, aber nur sehr spärlich bei daneben befindlichen, gleich alten Weibchen der *var. persona* Hb.

BARTH²⁾ hat nun im Verlaufe seiner Untersuchungen bei einigen Pyraliden (*Achroea grisella* F., *Galleria mellonella* L., *Aphomia gularis* aus der Unterfamilie *Galleriinae* und *Plodia interpunctella* HB., *Ephestia elutella* HB., *Ephestia kuehniella* Z. aus der Unterfamilie *Phycitinae*) festgestellt, daß bei ihnen keine strenge Spezialisierung des Sexualduftstoffes verwirklicht ist, wie die Tabelle zeigt.

Die durch Sexualduftstoff verursachten Erregungszustände bei den Männchen waren jedoch auf Angehörige der gleichen bzw. nahe verwandter Gattungen beschränkt. Auf den Duftstoff von *Plodia interpunctella* und *Aphomia gularis* reagierten dagegen ausschließlich nur die art eigenen Männchen.

BARTH²⁾ schließt daraus, daß bei Arten ein und derselben Gattung und bei Arten aus sehr nahe verwandten Gattungen der von ihm untersuchten Pyraliden die Sexualduftstoffe sich chemisch nur wenig unterscheiden. Nach Ansicht der organischen Chemiker bestehen die Geruchsstoffe aus einem geruchlosen Kern und aus der Osmophore, durch die der Stoff erst zum Riechstoff wird. Die Duftqualität hängt von der Art der Befestigung der osmophoren Gruppe am Kern ab. Vermutlich unterscheiden sich die Sexualduftstoffe nahe verwandter Arten nur durch eine unbedeutende Veränderung der Osmophore. Wenn jede Art einen spezifischen Duftstoff hat, so ist anzunehmen, daß die

Unterscheidung von chemischen Stoffen mit nur geringfügigen Unterschieden im Molekularbau den Pyraliden nicht möglich ist.

Es ist anzunehmen, daß die Sexualduftstoffe bei Sphingiden nicht streng artspezifisch sind, denn es bereitet vielfach keine Schwierigkeiten, artfremde Männchen nicht nur anzulocken, sondern auch zu Kopulationen mit Weibchen anderer Arten zu bringen. So paaren sich nach den Untersuchungen von FEDERLEY¹⁾ besonders leicht Männchen von *Pergesa elpenor* L., *Deilephila galii* Rott. und *Deilephila euphorbiae* L. mit Weibchen von *Pergesa porcellus* L. Gleiches gilt für *Spinx ligustri* L. *Smerinthus ocellata* L.

Auch GÖRNITZ²⁾ berichtet neuerdings von einer gleichen Feststellung. Bei seinen jahrelangen Versuchen fand er regelmäßig an leimbestrichenen Fallen, die mit Sexualduftstoffextrakt oder Lockweibchen von *Lymantria dispar* fängig gemacht worden waren, nicht nur Männchen dieser Art, sondern auch solche von *Lymantria monacha*. Letztere wurden sogar zahlreicher gefangen als Männchen von *Lymantria dispar*, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß in den Revieren *Lymantria monacha* auch stärker vertreten war. Im Gegenversuch mit Benzolextrakt von *Lymantria monacha* betrug der Anteil von *Dispar*-Männchen nur 3%. Mit einem einzigen noch zur Verfügung stehenden Lockweibchen konnten sogar nur *Monacha*-, also artgleiche Männchen gefangen werden. GÖRNITZ folgert daraus, daß der weibliche Sexualduftstoff von *Lymantria dispar* in seiner Wirkung auf die Männchen gattungsspezifisch, derjenige von *L. monacha* dagegen artspezifisch ist. Im Zwingerversuch mit Faltern verschiedener Geschlechts- und Artzugehörigkeit kam es nie zu Kopulationen zwischen *Lymantria dispar* und *monacha*. Die abgelegten Eier erwiesen sich stets wohl infolge Mängeln der Befruchtung als nicht entwicklungsfähig.

Die bereits von BARTH³⁾ bei den von ihm untersuchten Pyraliden festgestellte Erscheinung, daß der Sexualduftstoff einer Art auch anlockend ist auf eine

¹ M. STANDFUSS, *Handbuch der paläarktischen Großschmetterlinge für Forscher und Sammler* (Fischer, Jena 1896).

² R. BARTH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 58, 297 (1937).

³ H. FEDERLEY, *Jenaische Z. Naturwissenschaft* 64, 364 (1932).

⁴ K. GÖRNITZ, *Anz. Schädlingkunde* 22, 145 (1949).

⁵ R. BARTH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 58, 297 (1937).

andere, nicht dagegen umgekehrt, versucht GÖRNITZ¹ damit zu erklären, daß die Weibchen mancher nahe verwandten Lepidopterenarten zwar denselben Sexualduftstoff erzeugen, dessen allgemeiner Charakter aber bei jeder einzelnen Spezies durch gewisse arteigene Abweichungen, vielleicht durch Beimischung kleiner Mengen anderer Substanzen oder durch geringe, artlich konstante Unterschiede im Mischungsverhältnis der einzelnen Komponenten modifiziert wird (artspezifische Nuance). Daneben besteht noch die Möglichkeit, daß die Männchen der einen Art nur auf die allgemeine gruppenspezifische Qualität des Sexualduftstoffes reagieren, also verhältnismäßig wenig empfindlich sind, während solche einer anderen Art nur auf die besondere Nuance des arteigenen Duftstoffes ansprechen, somit ein differenziertes Wahrnehmungsvermögen besitzen¹.

GÖRNITZ¹ entnimmt seinen Feststellungen, daß Fehlleitungen und andere Schwierigkeiten bei der Auffindung der Geschlechter im Freiland viel häufiger sind, als man bisher anzunehmen geneigt war.

Wirkungsbereich

Über den Wirkungsbereich der Sexualduftstoffe liegen verschiedene Angaben vor. Nach COLLINS und POTTS² finden sich die Männchen von *Lymantria dispar* höchstens aus 3,8 km zu ihren Geschlechtspartnern. Auch SCHEDL³ hält diese Entfernung für den äußersten Aktionsradius, nimmt aber an, daß die Männchen meistens aus kürzeren Distanzen anfliegen. Männchen von *Philosamia cynthia* Drury werden von ihren Weibchen noch aus einer Entfernung von 2,4 km angelockt. Bei *Lymantria monacha* scheint der Wirkungsbereich erheblich kleiner zu sein. AMBROS⁴ fand, daß gezeichnete Männchen dieser Schädlinge noch aus einer Entfernung von 200–300 m zu den Lockweibchen gelangen, nicht aber mehr aus einer Entfernung von 500 Metern. NOLTE⁵ konnte für denselben Schmetterling nachweisen, daß ein Anflug mit Sicherheit aus 200 m erfolgt. Die größte Entfernung, die von Männchen dieser Art überbrückt wurde, war 700 m.

Bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* HB. und *Polychrosis botrana* Schiff dürfte der Wirkungsbereich des Sexualduftstoffes erheblich kleiner sein. Nach GÖTZ⁶ ist bei *Clysia ambiguella* eine von 5 zweitägigen Weibchen entfaltete Lockwirkung über eine Distanz von 20 m gesichert. Bei *Polychrosis botrana* lockten 14 Weibchen, die in einem 20 bzw. 25 Meter vom nächsten Weinberg entfernt stehenden Fanggerät gehalten wurden, innerhalb eines Tages über 1000 Männchen an.

Alle Angaben, die von einem gerichteten Anflug der Männchen zu den Lockweibchen in Fallen über mehrere Kilometer hinweg berichten, müssen mit einer gewissen Vorsicht aufgenommen werden. Wenn ein gezeichnetes Männchen, das ursprünglich 3 km von den Lockweibchen entfernt war, sich später bei diesen einfand, so ist dies noch kein einwandfreier Beweis dafür, daß die Anziehungskraft soweit reichte. Es ist möglich, daß bei einem zunächst planlosen Flug das Männchen zufällig erst in den in Wirklichkeit erheblich kleineren Wirkungskreis des Sexualduftstoffes gekommen war. Die festgestellte Anflugstrecke braucht nicht gleich der Reichweite des Lockmittels zu sein.

Aus welcher Entfernung die Männchen vom Sexualduftstoff noch angelockt werden, hängt nicht zuletzt von den Windverhältnissen ab. Der Anflug erfolgt meist gegen den Wind, und an Fallen finden sich die geköderten Männchen in weitaus größter Zahl auf der dem Wind abgewandten Seite.

Zeitpunkt der Ausscheidung

Planmäßige Untersuchungen hierüber sind nur vereinzelt durchgeführt worden. Wohl liegen aber zahlreiche Literaturangaben vor, aus denen entsprechende Schlüsse gezogen werden können. Bei manchen Schmetterlingen ist demnach die Absonderung von Sexualduftstoff an bestimmte Tageszeiten nicht gebunden, bei anderen dagegen um so mehr.

Bei *Bombyx mori* zum Beispiel stülpen die Weibchen schon kurze Zeit nach dem Schlüpfen, das vorwiegend morgens erfolgt, ihre Duftorgane aus, worauf auch sofort die Begattung zustande kommt, wenn Männchen in der Nähe sind. Ist keine Begattungsmöglichkeit gegeben, so werden bzw. bleiben die Duftsäcke auch zu den anderen Tageszeiten ausgestülpt.

Auch bei den von BARTH¹ untersuchten Pyraliden *Plodia interpunctella*, *Ephestia kuehniella* Z., *Achroea grisella*, *Galleria mellonella* scheint die Ausscheidung des Sexualduftstoffes nicht auf bestimmte Stunden beschränkt zu sein.

Bei *Dasychira selenitica* schlüpfen nach URBAHN² die Weibchen gewöhnlich morgens gegen 7 Uhr oder noch früher. Nach etwa 1,5 Stunden wird die Duftfalte zur Anlockung der Männchen ausgestreckt. Die der Absonderung förderlichen Pumpbewegungen halten bei veränderter Begattung dann tagelang an.

Die Männchen des Tannentriebwicklers *Cacoecia murinana* HB. dagegen fliegen nur zwischen 18 Uhr und 2 Uhr nachts auf brünstige Weibchen an, wie die zweistündig vorgenommenen Kontrollen von FRANZ³ ergaben. Der stärkste Anflug war zwischen Einbruch völliger Dunkelheit und Mitternacht zu verzeichnen.

¹ K. GÖRNITZ, Anz. Schädlingskunde 22, 145 (1949).

² C. M. COLLINS und S. F. POTTS, U. S. Dep. Agric. Techn. Bull. No. 336 (1932).

³ K. SCHEDL, Monograph. angew. Entomolog. 12 (1936).

⁴ W. AMBROS, Cbl. ges. Forstwesen 66, 131, 166 (1940).

⁵ H. W. NOLTE, Cbl. ges. Forstwesen 66, 197, 252 (1940).

⁶ BR. GÖTZ, Wein und Rebe 23, 207 (1941).

¹ R. BARTH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 58, 297 (1937).

² E. URBAHN, Abdominale Duftorgane bei weiblichen Schmetterlingen (Inauguraldissertation, Jena 1913).

³ J. FRANZ, Z. angew. Entomol. 27, 345, 585 (1940).

Bei dem einbindigen Traubenwickler *Clysia ambiguella*, dem bekreuzten Traubenwickler *Polychrosis botrana* und dem Springwurmwickler *Sparganothis pilleriana* SCHIFF konnten von Götz¹ die Verhältnisse mit Hilfe eines speziell hierfür entwickelten Beobachtungsgerätes einwandfrei geklärt werden.



Abb. 3. Fanguhr nach Götz zur Feststellung der Kopulationsstunden. Auf der Oberseite die keilförmige Einflugöffnung. Rechts der Weibchenbehälter (Photo Götz).

Die sogenannte «Fanguhr» besteht aus einem dreifüßigen Gestell mit einer sich drehenden, leimbeschmierten Scheibe, einem Behälter mit Gazedeckel für die Lockweibchen und einem nach oben abschließenden Deckel mit keilförmiger Einflugöffnung (Abb. 3 und 4). Bei dem Versuch, zu den brünstigen Weibchen zu gelangen, bleiben die angelockten Männchen auf dem Teil der Scheibe kleben, der sich im Augenblick des Anfluges unter der Öffnung im Deckel befindet. Bei einer zwölfstündigen Umdrehungszeit der Scheibe läßt sich bei halbtägig vorgenommenen Kontrollen die Fangzeit genau ermitteln². Die Abbildungen 5a-c, auf denen jedes gefangene Männchen durch einen Punkt dargestellt ist, zeigen, daß bei den genannten drei Wicklern der Anflug zu den Weibchen auf eine bestimmte Tageszeit beschränkt ist. Bei *Polychrosis botrana* sind es die Abendstunden, bei *Sparganothis pilleriana* die Nachtstunden, bei *Clysia ambiguella* vorwiegend die frühen Morgenstunden zwischen 2 und 6 Uhr.

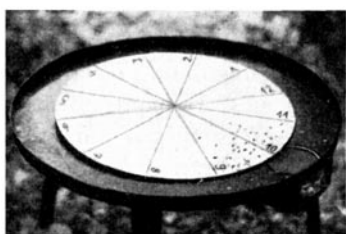


Abb. 4. Fanguhr, geöffnet. Auf der beleimten Fangscheibe geköderte Männchen von *Polychrosis botrana* Schiff. Rechts der Gazedeckel des Weibchenbehälters (Photo Götz).

GÖRNITZ¹ fand, daß Männchen von *Lymantria dispar* und *Lymantria monacha* vorwiegend spätnachmittags und abends in Schalen während des ganzen Tages angebotenen Extrakt von Sexualduftstoff aufsuchten, zu der gleichen Zeit, wo sie auch Fallen mit lebenden Lockweibchen anfliegen. Man kann daraus schließen, daß die Männchen vieler Lepidopteren ganz bestimmte Stunden bei der sexuellen Betätigung einhalten. Es ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die Weibchen nur dann Sexualduftstoff absondern, wenn Aussicht auf Erfolg besteht, die Männchen also sexuell erregbar und aktiv sind. Anflugzeit der Männchen und Lockzeit der Weibchen dürften daher identisch sein.

Die Kenntnis der Tageszeit, auf die sich bei vielen Lepidopteren die sexuelle Aktivität beschränkt, ist für chemische Untersuchungen von großer Bedeutung. Denn nur während dieser Zeit ist mit einer Reaktion der Männchen auf Extrakt und Aufschlüsse zu rechnen. Gegebenenfalls muß wie bei *Clysia ambiguella* oder *Sparganothis pilleriana* nachts getestet werden.

Wirkungsdauer

Bei den Sexualduftstoffen handelt es sich um Verbindungen, die in gasförmigem Zustand rasch unwirksam werden. Sehr anschaulich hat dies BARTH² durch folgenden Versuch demonstriert. Er ließ ein brünstiges Weibchen von *Plodia interpunctella* 5 Minuten lang den Sexualduftstoff in ein geschlossenes Glasgefäß von 41 cm³ absondern und entfernte die Motte sodann. Wenn zwischen der Zeit nach der Entnahme des Weibchens und dem Einbringen des Männchens 9 Minuten vergangen waren, so zeigte das Männchen durch einen Flattertanz noch Reaktion, nicht mehr dagegen nach 10 Minuten. Nach 9,5 Minuten wurde mit der vorhandenen Sexualduftstoffmenge gerade noch die Reizschwelle des Männchens erreicht.

LEHMENSICK und LIEBERS³ sprachen die Vermutung aus, daß die Absonderungs- bzw. Verdunstungsgeschwindigkeit doppelt so groß ist wie die Geschwindigkeit, mit welcher der Duftstoff unwirksam wird. Bei einer Expositionszeit des Weibchens im oben geschilderten Versuch von nur vier Minuten fand BARTH² tatsächlich, daß die Wartezeit bis zum Erreichen des kritischen Punktes nur noch 8 Minuten betrug. Der Autor weist aber daraufhin, daß die Abgabe des Sekretes während der Absonderungszeit nicht immer in gleicher Stärke erfolgt. Bei vielen Arten wird, wie bereits erwähnt wurde, die Legeröhre rhythmisch ausgestülpt und eingezogen, was zur Folge hat, daß das Sekret der Duftorgane, die durch die Pumpbewegungen gestreckt und wieder gefaltet werden, wellenartig ver-

¹ K. GÖRNITZ, Anz. Schädlingskunde 22, 145 (1949).

² R. BARTH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 58, 297 (1937).

³ R. LEHMENSICK und R. LIEBERS, Z. angew. Entomol. 24, 582 (1938).

¹ BR. GÖTZ, Wein und Rebe 23, 207 (1941); Z. angew. Entomol. 32, 261 (1949).

² BR. GÖTZ, Umschau 45, 779 (1941).

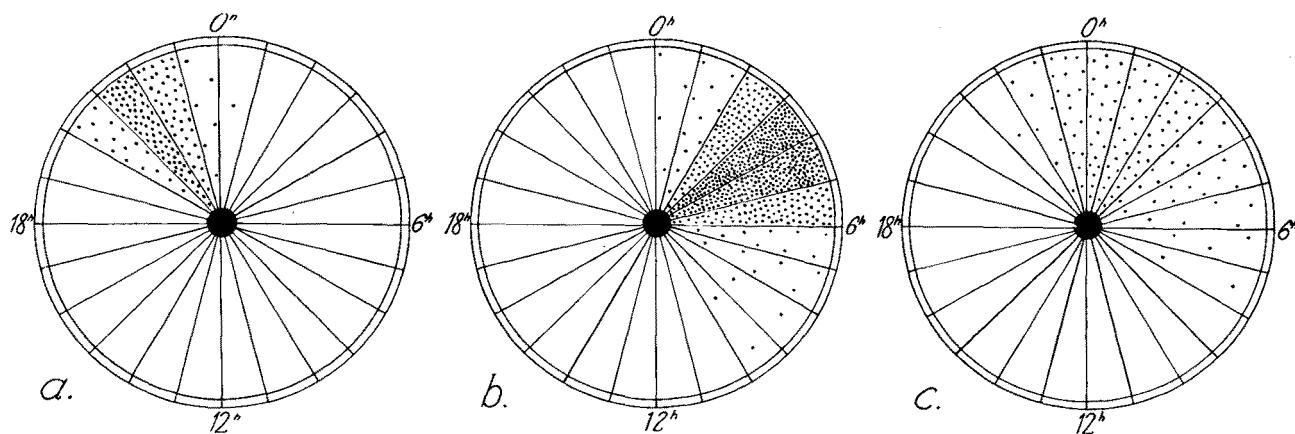


Abb. 5. Anflugstunden zur Fanguhr.
 a *Polychrosis botrana* Schiff. – b *Clysia ambiguella* L. – c *Sparganothis pilleriana* Schiff.
 Jeder Punkt stellt ein gefangenes Männchen dar (Original).

dunstet. Expositionszeit und Vergasungszeit werden sich daher nicht decken. Eine zahlenmäßig genaue Berechnung ist nicht möglich, da die Ruheperioden bei den Bewegungen der Legeröhre nicht regelmäßig verteilt und verschieden lang ausgedehnt werden. Besonders bei längeren Expositionszeiten wird daher eine einigermaßen sichere Festlegung der Schwellenwerte sehr schwierig.

Möglicherweise hat die wellenförmige Abgabe des Sexualduftstoffes eine biologische Bedeutung, indem dadurch die Adaption der Geruchsnerven beim Männchen verhindert wird. Bei der schnellen Diffusion des Sexualduftstoffes erfüllt derselbe wahrscheinlich sehr schnell einen Raum gleichmäßig, es besteht aber kein genügendes Konzentrationsgefälle, das dem Männchen das Auffinden der Duftquelle ermöglicht. Aus diesem Grund reichen Zwingersversuche nicht aus, um mit Sicherheit über eine spezifische Anziehungskraft auf eine Insektenart zu entscheiden. Vielleicht verursacht die wellenförmige Abgabe des Stoffes, wie BARTH vermutet, eine Art von Schockwirkung, während das Ausbleiben des Sexualduftstoffes Suchbewegungen des Männchens auslöst, bis wieder die nächste Duftwelle auf den Sitz des Weibchens hinweist.

BARTH¹ hat bei *Plodia interpunctella* geprüft, worauf der rasche Zerfall des Sexualduftstoffes in gasförmigem Zustand zurückzuführen sein kann. Wie er durch Anreicherung des Beobachtungsgefäßes mit Sauerstoff experimentell nachweisen konnte, wird der Sexualduftstoff nicht oxydiert. Es handelt sich vielmehr um einen selbständigen Zerfall der Sexualduftstoffmoleküle. Bei -5°C kondensierte sich der Sexualduftstoff von *Plodia interpunctella*. Der Siedepunkt muß zwischen $+20^{\circ}\text{C}$ und -5°C liegen.

Während in Gasform seine Moleküle rasch zerfallen, ist der Sexualduftstoff in kondensierter Form sehr beständig. COLLINS und POTTS² stellten dies bei ihren

Untersuchungen über den Sexualduftstoff von *Lymantria dispar* fest. Auch GÖRNITZ¹ berichtet von einem gleichen Befund. Aus einer Flasche, welche die Abdomenspitzen unbegatteter *Dispar*-Weibchen, ursprünglich in Benzol, enthielt, konnte noch nach 4 Jahren durch Neuauffüllung mit frischem Benzol ein sehr wirkungsvoller Extrakt gewonnen werden, obwohl der Flascheninhalt vorher vollkommen vertrocknet war. Dies spricht für eine große Stabilität des Sexualduftstoffes.

Nachwirkung

GÖRNITZ² berichtet, daß bei seinen Versuchen mit dem eingangs erwähnten *Cantharidin* Gegenstände, die im gleichen Koffer wie die Pulverflaschen mit dem Attraktivstoff aufbewahrt wurden, dieselben anlockenden Eigenschaften wie der Wirkstoff selbst annahmen. Auf ausgepackten Kleidern und Decken, bisweilen sogar auf dem Verdeck des Autos, in welchem der Koffer mitgeführt worden war, erschienen alsbald die «canthariphilen» Insekten.

Dasselbe Phänomen ist auch bei den Sexualduftstoffen zu beobachten. HANNO³ stellte bei *Lymantria monacha* fest, daß an Fallen, die schon seit 9–11 Tagen nicht mehr mit Lockweibchen besetzt waren, immer noch Männchen anflogen. Allerdings ließ die Anziehungskraft solcher Fallen nach Tagen deutlich nach. Über eine Nachwirkung von 2–3 Tagen unter denselben Verhältnissen berichtet FARSKY⁴.

Zuchtkästen, in denen vorübergehend brünstige Weibchen von Saturniden sich aufgehalten hatten, übten auch später noch einen anlockenden Reiz auf artgleiche Männchen aus. Nach HERING⁵ ist schon beobachtet worden, daß Männchen eine Schachtel anfliegen, in der im vorhergegangenen Jahr ein brünstiges Weibchen der gleichen Art aufbewahrt worden war.

¹ K. GÖRNITZ, Anz. Schädlingkunde 22, 145 (1949).

² K. GÖRNITZ, Arb. physiol. und angew. Entomol. Berlin-Dahlem 4, 116 (1937).

³ K. HANNO, Z. angew. Entomol. 25, 628 (1939).

⁴ O. FARSKY, Anz. Schädlingkunde 14, 52, 65 (1938).

⁵ M. HERING, Biologie der Schmetterlinge (Springer, Berlin 1926).

¹ R. BARTH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 58, 297 (1937).

² C. M. COLLINS und S. F. POTTS, U.S. Dep. Agric. Techn. Bull. No. 336 (1932).

AMBROS¹ brachte jeweils mehrere unbegattete Weibchen für eine gewisse Zeit in verkorkten Fläschchen auf einen Wattebausch, teils aus Holzwatte, teils aus Baumwollwatte. 24 Stunden nach Öffnen der Flasche und Entfernung der Weibchen war noch eine deutliche Nachwirkung des Sexualduftstoffes wahrnehmbar.

Dauer und Intensität der Sexualduftstoff-Abgabe

Über die Dauer der Sexualduftstoff-Ausscheidung berichten verschiedene Versuchsansteller.

Bei *Cacoecia murinana* hält die Fähigkeit der unbegatteten Weibchen, Sexualduftstoff abzusondern, bei einer mittleren Lebensdauer von 10–13 Tagen mindestens 11 Tage an (FRANZ).

Fangergebnisse beim bekreuzten Traubenwickler *Polychrosis botrana* lassen vermuten, daß die Lockweibchen bis zum Lebensende Sexualduftstoff produzieren können (GÖTZ²). Allerdings läßt bei langer Lebensdauer die Intensität der Abgabe in den letzten Lebenstagen deutlich nach. Wurden in den Fanggeräten die Weibchen, die am Schlüpfstag eingesetzt worden waren, stets nach 2 Tagen durch neue ersetzt, so fingen sich am 2. Tag immer mehr Männchen als am 1. Tag, woraus sich schließen läßt, daß die Intensität der Absonderung vom ersten zum zweiten Tag zunimmt (Abb. 8).

Auch bei *Dasychira selenitica* dauert nach URBACH³ die Abscheidung von Sexualduftstoff während des ganzen Lebens an, wenigstens werden die bereits erwähnten, der Ausscheidung förderlichen Pumpbewegungen bei ausbleibender Begattung mit gleicher Schnelligkeit während des ganzen Lebens ausgeführt, bis sie sich kurz vor dem Tode verlangsamen.

Nach SCHEDL⁴ ist bei *Lymantria dispar* die Anziehungskraft im Augenblick des Schlüpfens gering; die Duftstoffabsonderung nimmt dann aber bis zur Vollendung des ersten Lebenstages rasch zu, um während des ganzen restlichen Lebens anzuhalten.

Auch bei *Lymantria monacha* ist die Lockfähigkeit der frischgeschlüpften Weibchen sehr gering, steigert sich dann aber bis zum Ende des ersten Lebenstages. Vom 3. Tag an läßt die Anziehungskraft schon merklich nach. Die Lockdauer ist kürzer als die Lebensdauer. In den Versuchen von HANNO⁵ betrug bei *Lymantria monacha* die Lebensdauer durchschnittlich 15,3 Tage, die durchschnittliche Lockdauer rund 12 Tage. FARSKY⁶ errechnete eine durchschnittliche Attraktivkraft von 8 Tagen bei einem Minimum von 3 und einem Maximum von 14 Tagen. Nach der Begattung wird die Lockfähigkeit verschwindend klein, um mit Beginn der Eiablage ganz aufzuhören.

Über die Intensität der Sexualduftstoff-Abgabe hat BARTH¹ bei *Plodia interpunctella* einige interessante Beobachtungen gemacht. Weibchen, die ohne in Kopulationsstellung zu sein, still in einem Gefäß saßen, übten auch nach längerer Zeit keinen Reiz auf die Männchen aus. Wurden Weibchen und Männchen durch Schütteln des Glases in Bewegung gehalten, so erfolgte nach geraumer Zeit die Reaktion beim letztgenannten Geschlecht. Scheinbar wurden durch das Laufen die Hinterleibsringe verschoben und mehr Sexualduftstoff als in Ruhe abgesondert. Schon nach wenigen Sekunden erfolgte aber die Reaktion, wenn das Weibchen still und in Kopulationsstellung saß.

Witterung und Sexualduftstoff-Absonderung

Wie bei allen komplex bedingten Vorgängen ist es sehr schwer, auf Grund der Fangergebnisse von Männchen fallen etwas Sicheres darüber auszusagen, welchen Einfluß die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit auf die Absonderung von Sexualduftstoff haben. Zur Feststellung einer Korrelation zwischen der Anflugstärke der Männchen zu den Fallen und zwischen der Temperatur haben verschiedene Versuchsansteller die zu einer bestimmten Zeit, zum Beispiel 21³⁰ Uhr, gemessenen Wärmegrade herangezogen. Vielfach befanden sich die Meßinstrumente weitab vom Versuchsplatz und in gänzlich verschiedener Umwelt. Allein schon durch letzteren Umstand sind derartige Auswertungen mit Vorsicht aufzunehmen. Weiterhin beschränkt bzw. konzentriert sich der Anflug der Männchen ja nicht nur auf die Zeit der Temperaturablesung, sondern erstreckt sich auf mehrere Stunden, innerhalb deren die verschiedensten Temperaturgrade geherrscht haben können.

Mit Hilfe seiner Beobachtungsuhr und danebenstehenden Thermohygrographen konnten von GÖTZ² bei *Clysis ambiguella*, *Polychrosis botrana*, *Sparganothis pilleriana* für jedes einzelne geköderte Männchen Anflugtemperatur und Luftfeuchtigkeit genau ermittelt werden. Bei Temperaturen unter +12° bis +13°C wurden keine Motten gefangen. Es stellen diese Temperaturen die untere Aktivitätsgrenze der drei genannten Mottenarten dar, und es ist mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß bei niedrigerer Temperatur auch die Produktion von Sexualduftstoff ruht. Wenn mit zunehmenden Wärmegraden sich die Fangergebnisse erhöhen, so ist dies keineswegs ein sicherer Beweis dafür, daß auch die Intensität der Sexualduftstoff-Bildung steigt. Die Ursache kann allein auf einer erhöhten Aktivität der Männchen beruhen.

Was von der Temperatur gesagt wurde, gilt in gleichem Maße von der relativen Luftfeuchtigkeit. Je gesättigter die Luft mit Feuchtigkeit ist, desto höher

¹ W. AMBROS, Cbl. ges. Forstwesen 66, 131, 166 (1940).

² BR. GÖTZ, Wein und Rebe 23, 207 (1941).

³ E. URBACH, Abdominale Duftorgane bei weiblichen Schmetterlingen (Inauguraldissertation, Jena 1913).

⁴ K. SCHEDL, Monograph. zur angew. Entomol. 12 (1936).

⁵ K. HANNO, Z. angew. Entomol. 25, 628 (1939).

⁶ O. FARSKY, Anz. Schädlingskunde 14, 52, 65 (1938).

¹ R. BARTH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 58, 297 (1937).

² BR. GÖTZ, Wein und Rebe 23, 207 (1941); Z. angew. Entomol. 32, 261 (1949).

sind meistens die Fangergebnisse. Aber auch hier ist nicht zu entscheiden, ob dies eine Folge gesteigerter Duftstoffabsonderung der Weibchen oder erhöhter Aktivität der Männchen ist.

Extraktionsmöglichkeit

Die Sexualduftstoffe können mit Hilfe verschiedener Lösungsmittel extrahiert werden. In der Literatur werden 85–95prozentiger Alkohol, Benzin, Benzol, Xylol, Chloroform, Azeton und Äther genannt. Extrakte mit Äther erwiesen sich als besonders lockkräftig. Bei *Lymantria dispar* verwendeten Amerikaner zur Extraktgewinnung mit gutem Erfolg Xylen-Benzin (eine Mischung von Xylol und Benzol), und zwar in einer Menge von 1 Unze (= 31,1 g) auf 15–20 Weibchen. Ein mit Tetrachlorkohlenstoff erhaltener Extrakt beim gleichen Schädling schien unwirksam zu sein.

Nach ZEHMEN¹ waren bei *Lymantria dispar* und *Lymantria monacha* Extrakte von Sexualduftstoff, die mit Benzin, 95prozentigem Alkohol, Chloroform und Azeton gewonnen wurden, farblos. Ätherauszüge waren dagegen hell-grasgrün gefärbt.

Zur Extraktgewinnung von Sexualduftstoff genügt es, die Abdomina unbegatteter Weibchen abzuschneiden und bis zu 36 Stunden in das Lösungsmittel zu legen. Es empfiehlt sich, hierzu Tiere in einem Lebensalter zu nehmen, in dem die Intensität der Absonderung am größten ist. Bei den Traubenwicklern *Clysis ambiguella* und *Polychrosis botrana* ist dies am 2. Lebenstage der Fall, bei *Lymantria dispar* wird der 2. bis 5. Lebenstag empfohlen.

Unter gewöhnlichen Aufbewahrungsbedingungen sind Extrakte von Sexualduftstoff sehr lange haltbar. Xylen-Benzin-Extrakte von *Lymantria dispar* besaßen nach einem Jahr noch $\frac{2}{5}$ – $\frac{3}{5}$ ihrer Wirksamkeit. Auch mit 85–90prozentigem Alkohol hergestellte Extrakte von *Lymantria monacha*, die in braunen Glasflaschen mit dicht schließendem Glasstopfen aufbewahrt worden waren, lockten noch nach einem Jahr Männchen in geringer Zahl an. Nicht mehr fängig waren nach dieser Zeit dagegen Xylolextraktionen von diesem Falter.

Einen Begriff über die außerordentliche Wirksamkeit von Benzinextrakten geben Beobachtungen von ZEHMEN¹ bei *Lymantria dispar*. Ein abgestelltes, sehr schwach nach Benzin riechendes Extraktfläschchen mit nicht ganz dichtem Korken wurde von freigelassenen Männchen alsbald angefliegen. Schwammspinnermännchen umflatterten sogar einen Versuchsansteller und setzten sich auf die Außenseite der Taschen, in denen sich Extraktfläschchen vorher befunden hatten.

Ein Vergleich der Fangergebnisse von Extrakten und lebenden Lockweibchen ergab stets eine größere Anziehungskraft der letzteren², auch dann, wenn zur

Herstellung des Extraktes eine größere Anzahl von Weibchen verwendet worden war.

Spezifisches Gewicht

Wenn ein Weibchen von *Plodia interpunctella* in Kopulationsstellung am oberen Ende einer senkrecht stehenden Glasröhre sitzt und das Männchen am unteren, so erfolgt die Reaktion des letzteren erheblich schneller, als wenn die Verhältnisse umgekehrt sind, also das weibliche Individuum unten und das männliche oben sich befindet. Demnach muß der Sexualduftstoff von *Plodia interpunctella* spezifisch schwerer sein als die Luft¹.

ZEHMEN² beobachtete, wie vor einem Stamm, an dem eine Fangvorrichtung mit Duftstoffextrakt als Lockmittel befestigt war, Männchen von *Lymantria dispar* wie suchend am Boden umherflatterten. Auch dieses Verhalten kann damit erklärt werden, daß das spezifische Gewicht des Sexualduftstoffes bei dem genannten Schmetterling höher ist als jenes der Luft.

Chemische Konstitution der Sexualduftstoffe

Versuche zur Klärung der chemischen Konstitution von Sexualduftstoffen sind in den USA. und in Deutschland durchgeführt worden.

1932 gaben erstmals COLLINS und POTTS³ die Ergebnisse ihrer Arbeiten über den Sexualduftstoff von *Lymantria dispar* bekannt. Zwar war die Klärung der chemischen Konstitution des Wirkstoffes nicht gelungen. Wahrscheinlich handelt es sich dabei aber um eine gesättigte, fettartige Substanz, die durch kalte konzentrierte Salzsäure, kochende alkoholische Kalilauge zerstört wird und möglicherweise durch Hydrolyse einer komplizierten Verbindung ständig neu gebildet wird.

1944 berichten HALLER, ACREE und POTTS⁴ von weiteren Versuchen, die allerdings auch nicht zum gewünschten Ziele führten. Durch Hydrierung konnte die anlockende Wirkung des Sexualduftstoffes deutlich erhöht werden. Nach der Verseifung des Extraktes verblieb der Duftstoff in der neutralen Fraktion und reagierte mit Phtalsäurehydrid. Durch Verseifung konnte er aus der Phtalsäure wieder gewonnen werden.

In Deutschland hat sich BUTENANDT⁵ mit der Analyse des Sexualduftstoffes beim Seidenspinner *Bombyx mori* befaßt. Aus 7000 Hinterleibern brünstiger Seidenspinnerweibchen wurden 1,5 g Benzinextrakt gewonnen. Die Männchen zeigten auf eine Extrakt-

¹ R. BARTH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 58, 297 (1937).

² H. v. ZEHMEN, Cbl. ges. Forstwesen 68, 57 (1942).

³ C. M. COLLINS und S. F. POTTS, U. S. Dep. Agrig. Techn. Bull. No. 336 (1932).

⁴ H. L. HALLER, FR. ACREE jr. und S. F. POTTS, J. Amer. Chem. Soc. 66, 1659 (1944).

⁵ A. BUTENANDT, Jb. Preuß. Akad. Wissensch. 1939, 97 (1940); Untersuchungen über Wirkstoffe aus dem Insektenreich. (Auszug aus einem Vortrag in der Göttinger Chem. Ges. 1941) Angew. Chem. 54, 89 (1941).

¹ H. v. ZEHMEN, Cbl. ges. Forstwesen 68, 57 (1942).

² K. GÖRNITZ, Anz. Schädlingkunde 22, 145 (1949).

menge von 1 γ deutliche Erregungszustände. Nachdem der Extrakt mit Säure und Lauge, gegen die der Wirkstoff sich als beständig erwies, gewaschen worden war, wurde mit Bernsteinsäure verestert. Nach Verseifung der sauren Ester und anschließender Sublimierung im Hochvakuum bei 60–70°C erhielt BUTENANDT 100 mg eines wachsartigen, kristallinen Stoffes. Davon genügten 0,01 γ , um die Seidenspinnermännchen sexuell zu erregen. Im Wirkstoff sind nur die Elemente C, H, O enthalten. Wahrscheinlich handelt es sich um einen zweifachen Alkohol, der ungefähr einer Formel $C_{16}H_{30}O_2$ entspricht. An und für sich kann man sich einen so verhältnismäßig hochmolekularen Körper nicht als flüchtig vorstellen.

Wirkungsweise

Die große Wirkungskraft der winzigen, zur Ausscheidung gelangenden Mengen von Sexualduftstoff auf große Entfernungen hin hat naturgemäß Anlaß zu den verschiedensten Hypothesen gegeben.

Es ist schwer verständlich, daß das Anpeilungsvermögen infolge der unvorstellbaren Verdünnung des Sexualduftstoffes bei weiter Entfernung auf Konzentrationsgefälle beruhen kann. Bei großen Entfernungen ist damit zu rechnen, daß nur ab und zu ein Duftstoffmolekül zum Geruchsorgan des Männchens kommt. Bekanntlich wird nun bei vielen Stoffen, die zerfallen oder zerlegt werden, Energie in irgendeiner Form frei. BARTH¹ vermutet, daß gar nicht das bis zum Sinnesorgan diffundierende Duftstoffmolekül die Reizwirkung auslöst, sondern daß es die durch den Zerfall freiwerdenden Energien von nicht meßbarer Intensität sind, die auf die entsprechenden Sinnesorgane der Falter einwirken. Jedes zerfallende Molekül wäre demnach ein Energiesender, wodurch der Wirkungsradius desselben sich erheblich vergrößern würde.

ZEHMEN² hat zur Erklärung des Phänomens an die elektrische Hypothese von TEUDT³ gedacht. Nach ihr werden bei zunächst nicht flüchtigen Riechstoffen durch Elektronenschwingungen im Innern der Riechstoffmoleküle «Schwankungen im Äther» hervorgerufen und diese Ätherschwankungen als Fernwirkungen unabhängig von den Duftpartikelchen auf dem Wege über andere Ätherteilchen übertragen. Die Ätherschwankungen würden also nicht durch ein Organ des Tieres, sondern innerhalb des chemischen Körpers des Anlockstoffes selbst erzeugt.

In der überwiegenden Zahl hält man aber daran fest, daß es sich um molekulare Reize auf das Geruchsorgan, also um echte Geruchswahrnehmungen handelt. Als Hauptargument für diese Ansicht wird angeführt, daß im Experiment die sexuelle Erregung des Männchens aufhört, wenn über das brünstige Weibchen eine

Glasglocke gestülpt wird. Einen einwandfreien Beweis für die Geruchshypothese stellt dieses Versuchsergebnis allerdings ebensowenig dar wie der Befund, daß Männchen nach Entfernung der Fühler, dem Sitz des Geruchssinnes, sich dem andern Geschlecht gegenüber völlig desinteressiert benehmen. Wir wissen ja gar nicht, zu welchen Wahrnehmungen die Fühler außer dem Riechvermögen noch befähigt sein können.

III. Verwertung des Sexualduftstoffes in der Schädlingsbekämpfung

Der Gedanke ist naheliegend, die gewaltige Anziehungskraft des Sexualduftstoffes bei der Bekämpfung schädlicher Insekten praktisch auszunützen. Es hat daher auch nicht an entsprechenden Versuchen gefehlt.

Wenn es gelingt, mit Hilfe von Fanggeräten, deren Lockwirkung sich auf Sexualduftstoffe stützt, oder in Verbindung mit hochwirksamen Kontaktgiften einen großen Prozentsatz von Männchen vor Erfüllung ihres Daseinszweckes abzufangen und zu vernichten, so daß eine erhebliche Menge von Weibchen ohne Geschlechtspartner bleibt, so muß sich dies in einer Verminderung der Zahl von befruchteten, entwicklungsfähigen Eiern bemerkbar machen.

Günstig für derartige Versuche liegen die Verhältnisse bei Schädlingen, deren Männchen in der Regel vor den Weibchen zu erscheinen pflegen (*Protandrie*). Ungünstig sind sie, wenn die Männchen zu einer wiederholten, erfolgreichen Kopulation befähigt sind, so daß auch eine kleine Zahl ausreicht, um den Großteil der brünstigen Weibchen zu begatten. Von nicht unerheblicher Bedeutung dürfte auch das Geschlechterverhältnis sein. Ist das männliche Geschlecht an und für sich schon prozentual schlecht vertreten, so sind bessere Erfolgsaussichten geboten als im umgekehrten Fall, wo Männchen in reichlichem Überfluß vorhanden sind. Da das Geschlechterverhältnis unter dem Einfluß verschiedener Faktoren von Jahr zu Jahr und von Generation zu Generation einem Wechsel unterliegen kann, werden Erfolgsaussichten von vornherein auch stets verschieden sein.

Mit den ersten, gegen *Lymantria dispar* gerichteten Versuchen, den Sexualduftstoff zur Bekämpfung einzusetzen, wurde nach SCHEDL¹ bereits 1893 in Neuengland begonnen. Trotz Verwendung zahlreicher Fallen, die im wesentlichen aus einem Weibchenbehälter und einer mit zähem Leim bestrichenen Auffangfläche bestanden, erwiesen sich nur 2,4% der Eier im Versuchsgebiet als unbefruchtet und nicht entwicklungsfähig. Auch bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana* sind vor rund 10 Jahren zahlreiche Versuche zur Frage der Verwendungsmöglichkeit des Sexualduftstoffes zur direkten Bekämpfung durchgeführt worden im Bestreben, von den seinerzeit noch gebräuchlichen Arsenmitteln freizukommen². Um ein Ur-

¹ R. BARTH, Zool. Jb. (Abtlg. allg. Zool. und Physiol.) 58, 297 (1937).

² H. v. ZEHMEN, Cbl. ges. Forstwesen 68, 57 (1942).

³ H. TEUDT, Biol. Zbl. 33, 716 (1913).

¹ K. SCHEDL, Monograph. zur angew. Entomol. 12 (1936).

² BR. GÖTZ, Wein und Rebe 23, 75 (1941).

teil über das Verfahren erhalten zu können, wurde zuerst in Gazehäusern von 15 m² Bodenfläche, später in einem mit Gazewänden abgeschlossenen Versuchsweinberg von rund 5 a Größe experimentiert. Mit den benutzten Fallen, die aus 4 leimbestrichenen Flügeln und einem zwischen diesen stehenden Weibchenbehälter aus Gaze bestanden, konnten wohl Männchen in Massen gefangen werden (siehe Abb. 6 und 7). Bei der Auszählung ergab sich aber im Großversuch an den Trauben immer noch ein Befall von 24,8%, was für die Praxis untragbar ist.

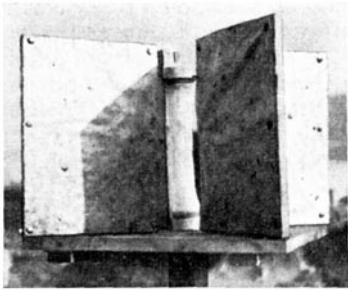


Abb. 6. Männchenfalle nach Götz.
In der Mitte der vierflügeligen Falle der Weibchenbehälter aus Gaze
(Photo Götz).

Daß alle Versuche, den Sexualduftstoff in Verbindung mit Fanggeräten zur Direktbekämpfung einzusetzen, bisher wenig befriedigend ausfielen, hängt vielleicht damit zusammen, daß man auf die Verwendung von Lockweibchen oder in selteneren Fällen von Extrakten angewiesen war. Es konnten damit nur relativ schwache Duftzentren geschaffen werden, denn es ist ja nicht zu übersehen, daß in mehr oder weniger großer Zahl auch freie brünstige Weibchen vorhanden sind. Kommt beim Flug zur Falle ein Männchen in unmittelbarer Nähe eines solchen vorbei, so gelangt es auch innerhalb des Wirkungsbereiches des Fanggerätes in eine gegenüber der Umgebung höhere Duftstoffkonzentration und wird daher wahrscheinlich das freie Weibchen aufsuchen. Je mehr brünstige Weibchen vertreten sind, je größer also die drohende Gefahr einer Übervermehrung ist, desto häufiger wird dies aber der Fall sein.

Ein endgültiges Urteil, ob ein Sexualduftstoff direkt zur Bekämpfung eines Schädlings eingesetzt werden kann, ist jedenfalls erst möglich, wenn seine Analyse und Synthese gelungen sind.

Eine ganze Anzahl von Forschern beschränkten sich bei ihren Untersuchungen von vornherein auf die Frage, inwieweit die Sexualduftstoffe zu Beobachtungszwecken benutzt werden können, um ein Bild von der Verbreitung und Populationsdichte bestimmter Insekten zu erhalten. Auch eine solche Verwendungsmöglichkeit zum Studium der Insektengradation wäre von erheblicher praktischer Bedeutung.

Weitaus die meisten Versuche in dieser Richtung wurden bei Forstschädlingen durchgeführt, insbeson-

dere bei *Lymantria dispar* und *Lymantria monacha*¹.

Meist fanden einfache «Locktafeln» Verwendung. Sie bestanden aus einem quadratischen Holzrahmen von 35–75 cm Seitenlänge, an dem eine beiderseitig mit Raupenleim bestrichene Scheibe aus Kunstdrahtglas oder Pappe befestigt war. In der Mitte derselben steckte ein kleiner, zylinderförmiger Käfig mit beiderseitigem Gazeverschluß zur Aufnahme der Lockweibchen. In anderen Fällen wurde mit Raupenleim bestrichenen Ölpapier manschettenartig um den Stamm gelegt und darauf ein Weibchenbehälter aus Holzpapier mit Gazeverschluß angebracht. Auch Fangvorrichtungen aus mehreren, nebeneinander zwischen zwei Latten und über dem Weibchenbehälter ausgespannten und beklebten Papierstreifen wurden benutzt.

Die Ansichten über die Brauchbarkeit des Sexualduftstoffes zu Beobachtungszwecken gehen sehr auseinander. Bei *Lymantria dispar* konnte mit Hilfe der Anlockmethode immerhin eine Anzahl von kleinen Herden in New Jersey ermittelt werden. Für *Lymantria monacha* wird von dem größten Teil der Autoren die Anlockmethode als ungeeignet zu Prognosezwecken abgelehnt, da sie keine festen Beziehungen zum tatsächlichen Befall finden konnten. Andere räumen ihr wenigstens eine gewisse Bedeutung als Kontrollmaßnahme ein, mit deren Hilfe der Beginn einer neuen Kalamität rechtzeitig bemerkt werden kann, um entsprechende Gegenmaßnahmen sofort einleiten zu können.



Abb. 7. Gefangene Männchen von *Clysia ambiguella* auf einer Fangfläche (Photo Götz).

Während es bei *Lymantria dispar* und *Lymantria monacha* noch andere zuverlässige Beobachtungsmethoden gibt, ist man nach FRANZ² bei *Cacoecia murinana* auf die Lockweibchentafeln angewiesen, wenn auch

¹ H. v. ZEHMEN, Cbl. ges. Forstwesen 68, 57 (1942). – C. M. COLLINS und S. F. POTTS, U.S. Dep. Agric. Techn. Bull. No. 336 (1932). – K. SCHEDL, Monograph. zur angew. Entomol. 12 (1936). – W. AMBROS, Cbl. ges. Forstwesen 66, 131, 166 (1940). – H. W. NOLTE, Cbl. ges. Forstwesen 66, 197, 252 (1940). – O. FARSKY, Anz. Schädlingkunde 14, 52, 65 (1938).

² J. FRANZ, Z. angew. Entomol. 27, 345, 585 (1940).

mit der Möglichkeit von Fehlern bei der Auswertung gerechnet werden muß.

Über einen längeren Zeitraum hinweggehende tägliche Kontrollen von Fallen, die in gewissen Abständen mit neuen

Lockweibchen besetzt waren, zeigten bei dem bekreuzten Traubenwickler *Polychrosis botrana* außerordentlich große Schwankungen,

verursacht wohl durch den Wechsel an Zahl und Alter der eingezwängerten Lockweibchen, durch die sich stets ändernden Witterungsverhältnisse, wahrscheinlich auch durch den variierenden Bestand von Weibchen überhaupt. Ein klares Bild über die jeweilige Populationsdichte dürf-

te eine Kurve, wie sie die Abbildung 8 zeigt, wohl nicht geben. Es ist sogar durchaus möglich, daß geringe Fangergebnisse auf eine erhöhte Zahl freier, kopulationslustiger Weibchen zurückzuführen sind.

Es wird wohl noch zahlreicher Untersuchungen bedürfen, bis genügend Einblick in die ziemlich verwickelten Verhältnisse gewonnen und Klarheit geschaffen worden ist, ob der Sexualduftstoff sich zu Beobachtungszwecken eignet oder nicht. Auch hier bilden Analyse und Synthese eine wichtige Voraussetzung zu weiteren Arbeiten.

Summary

(1) The males of many Lepidoptera find and discern their sexual partners by the aid of sexual scent substances which are secreted by the females.

(2) The specifically female scent glands have originated from an intersegmental fold; they are always located at the end of the body, usually between the 7. and 8. abdominal segment.

(3) The sexual scent substances are reckoned as so-called attractive substances which produce an alluring effect both with the smallest traces and also in a concentrated state, and are not submerged by other strange scents. They are, by present experience not perceptible to man.

(4) The sexual scent substances are partly specific to the species and partly to the genus. The sphere of

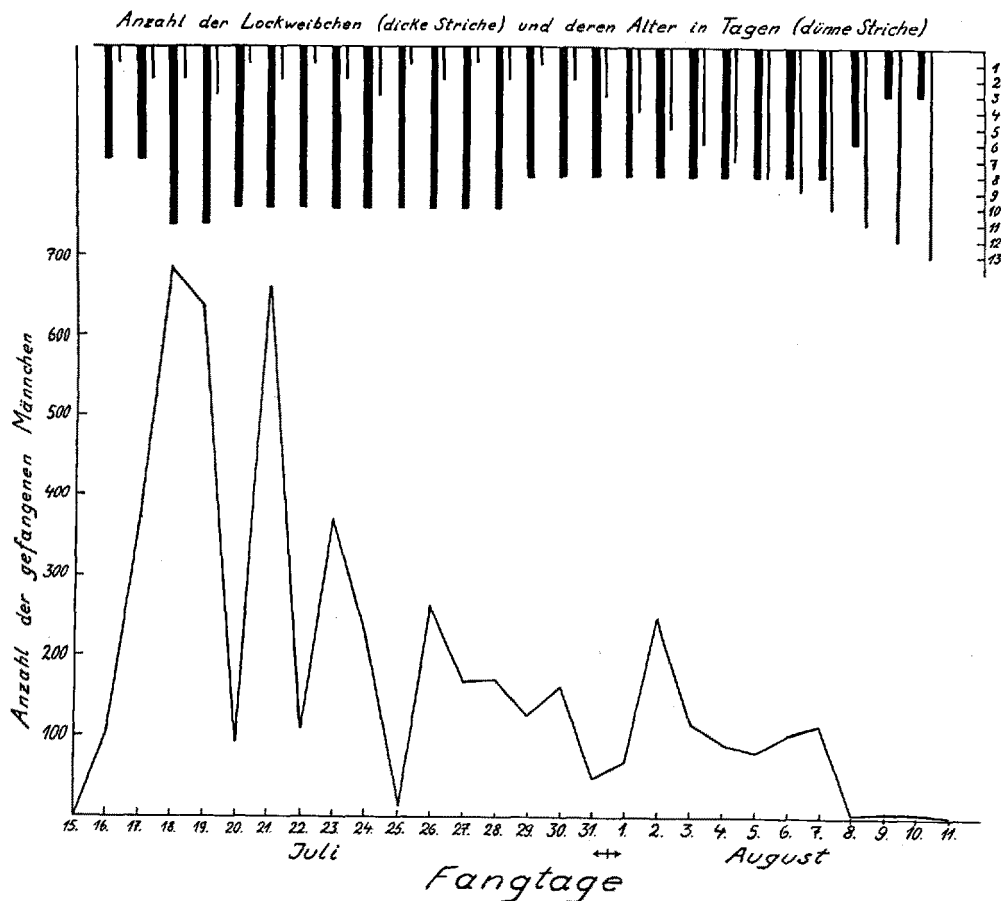


Abb. 8. Tägliche Fangergebnisse einer Männchenfalle für *Polychrosis botrana* Schiff in Rüdesheim/Rh. unter Berücksichtigung von Anzahl und Alter der Lockweibchen (nach Götz, 1939).

effectiveness is said to extend over a distance of several kilometres, but is probably considerably smaller. Many species secrete sexual scent substances throughout their whole life, partly continuously, partly rhythmically at certain times of the day. After reaching a certain culmination, the intensity of the secretion usually diminishes towards the end of life. At low temperatures the secretion stops. Whether it is intensified by high temperatures is yet unknown.

(5) Objects which come into contact with sexual scent substance acquire the alluring property for a shorter or longer time. In the gaseous form all sexual scent substances rapidly become ineffective. Different hypotheses are stated to explain the mode of action.

(6) By means of different solvents, the sexual scent substances can be extracted easily. Such extracts are durable for a long time. Experiments for determining the chemical constitution of some sexual scent substances did not have any results as yet. For one sexual scent substance it could be proved that it is specifically heavier than air.

(7) Experiments to utilize sexual scent substances for controlling injurious Lepidoptera have been proceeding for a long time. By alluring and annihilating the males which often hatch earlier, the copulation of numerous females and subsequent propagation could be prevented. Other efforts are being made to use the sexual scent substances as a mean of observation. Further tests are required to find out how far this is possible, above all the analysis and synthesis of sexual scent substances is necessary.