

Über den Geschlechtsduft der Schmetterlinge.

Von H. Wittstadt, Erlangen.

Die Hauptaufgabe aller Lebewesen ist die Erhaltung und Fortpflanzung der Art. Das beweisen uns die farbenbunten Falter in ganz besonders betonter Weise. Für sie ist die Paarung und die darauf erfolgende Eiablage der einzige Lebenszweck, dem alles andere ihres oft so kurzen Lebens völlig untergeordnet wird.

Um den Geschlechtern das Finden zu erleichtern, sind die Schmetterlinge von der an Ideen unerschöpflichen Mutter Natur mit den verschiedensten Mitteln ausgestattet worden. Zunächst ist es das Farbkleid, das die Tiere gegenseitig anlockt. Wer hat noch nicht beobachtet, wie über eine Wiese hinjagende *Colias hyale*-Männchen plötzlich auf eine gelbe Blüte oder auf ein gleichgefärbtes Blatt losstürzten? Sie hofften, das so heiß begehrte Weibchen darin zu finden. Nach dem raschen Erkennen des Irrtums geht dann der Flug lustig weiter.

Parnassius apollo reagiert in ähnlicher Weise auf weiße Papierstückchen. Ich habe schon oft gesehen, daß liebesheiße Männchen sogar Begattungsversuche daran unternahmen. Aus diesen Beobachtungen heraus haben die Sammler die sogenannte „Angelmethode“ entwickelt, mit der besonders in den Tropen gute Fangergebnisse erzielt werden. Aber auch bei uns lassen sich damit schnellfliegende und daher schwerer zu erhaschende Tagfalter überlisten. Für den bejahrteren Entomologen bringt diese Art des Anreizens, besonders in steilem Gelände, bestimmt leichtere Erfolge im Tagfalterfang.

Viel wichtiger als die Farbe ist für das einander Finden der Lepidopteren das Vorhandensein von Duftdrüsen bei beiden Geschlechtern. Eine ganze Reihe der verschiedenartigsten Einrichtungen zur Duftentwicklung ist bei unseren Faltern festgestellt worden. So gibt es:

1. Duftflecken auf den Flügeln, besonders auf den Vorderflügeln. Beispiele: *Epinephele* auf den Vorder-, *Colias* auf den Hinterflügeln.
2. Taschen am Rande der Flügel: *Danais*.
3. Verdickte Adern (richtiger Duftschuppen längs der Adern) auf den Flügeln: *Argynnis*.
4. Ausstülpbare Taschen am Ende des Abdomens. Diese erzeugen den eigentlichen Sexualgeruch. (Viele Noctuiden.)
5. Duftbüschel an den Beinen, meistens den Hinterbeinen: z. B. *Scopula* und *Sterrha*.

Diejenigen Duftorgane, welche ausgestülpt, bzw. gebreitet werden können (Luftpinsel), senden nur dann, wenn das betreffende Tier es will. Sie dienen in besonderer Weise der Anlockung des anderen Geschlechtes. Duftflecken und Taschen senden ständig aus, ebenso die verdickten Adern der Flügel.

Zur Aufnahme des Duftes dienen die Fühler. Weil die Männchen ganz besonders von der Anlockung durch den Duft der Weibchen beeinflusst werden sollen, sind ihre Fühler bei vielen Arten (z. B. *Saturnia*) besonders kräftig und groß in der Oberfläche entwickelt.

Ueber die Organe zur Duftsending und Duftaufnahme herrscht heute in der naturwissenschaftlichen Forschung ausgiebige Klarheit. Ueber den Vorgang der Duftübermittlung sind wir uns aber noch lange nicht restlos klar und einig.

Wir wissen nur, daß jede Art ihren eigenen Duft hat. Ferner steht fest, daß sowohl Männchen wie Weibchen Duft, und zwar geschlechtlich verschiedenen Duft, aussenden. Die männlichen Sexualduftorgane treten erst bei Annäherung an das Weibchen in Tätigkeit. Sie sollen erotisch aufreizen, also „Stimmung machen“. Die Sexualduftorgane der Weibchen wirken dauernd, wenn das Tier nicht, vielleicht infolge einer Störung, das Senden aussetzt.

Für die menschliche Nase sind die Duftstoffe der Falter, wie ich unzählige Male durch alle möglichen Untersuchungen feststellte, zumeist nicht erkennbar.¹⁾ Ueber die Flüssigkeitsmenge, die ein Weibchen in einer gewissen Zeit produziert, bestehen ziemlich sichere Abschätzungen. Auf alle Fälle dürfte die Menge der in einer Stunde ausgeschiedenen Duftflüssigkeit kaum einen Tropfen von der Größe einer Nadelspitze ausmachen, selbst bei den größten Saturniden nicht. Ueber die chemische Untersuchung dieser Stoffe konnte ich in der Literatur nichts Sicheres finden. Daß die Duftabsonderung nach erfolgter Paarung bei den Weibchen aufhört, ist sicher jedem Entomologen bekannt. Das ist ja auch der Grund, warum nach der Kopula jeder Anflug von paarungslüsternen Männchen vorbei ist.

Wie weit erstreckt sich nun die Duftwirkung und in welcher Zeit verbreitet sie sich?

Ich habe in einer Reihe von Versuchen im Laufe der Jahre manche Beobachtungen darüber gemacht und möchte nun davon berichten:

Ein Weib von *Eudia pavonia* wurde auf meinem Balkon (Stadtmitte) in einer Volière ausgesetzt. Zeit 16 Uhr. Das erste Männchen flog 16.23 Uhr an. Im ganzen kamen bis 18 Uhr 37 Männchen heran. Entfernung zum Randø des Reichswaldes, als dem nächsten Flugplatze, 1,3 km. In den 23 Minuten muß sich also die Duftwitterung über mindestens diese Entfernung ausgedehnt haben. Noch dazu herrschte leichter SW-Wind, der vom Waldgebiete her, also entgegengesetzt wehte.

¹⁾ Ausführliche Angaben hiezu finden sich bei Deegener in Schröders Handbuch der Entomologie, Bd. I., Jena 1928, p. 26–34, wo auch die Wahrnehmung verschiedener Gerüche von Lepidopteren (z. B. von *Pieris napi*) mit anderen Gerüchen verglichen wird.

Ein an denselben Ort verbrachtes Weibchen von *Lasiocampa quercus* wurde bei Windstille bereits nach 18 Minuten von dem ersten Männchen, das ebenfalls von dieser Waldgegend herkommen mußte, angefliegen.

Beide angeführten weiblichen Tiere befanden sich vorher in der abgeschlossenen Stube in einem dichten, mit einem Tuche umhüllten Karton, so daß eine vorherige Auswirkung des Duftstoffes ausgeschlossen sein dürfte.

Ähnliche Versuche wurden ja bereits von Fabre beschrieben. Sie müssen aber immer wieder vorgenommen werden, um sich selbst von der unvorstellbaren Stärke und Schnelligkeit dieses Vorganges ein Bild machen zu können. Ein Beleg aus dem Jahre 1947:

Zwei frischgeschlüpfte Weibchen von *Lemonia dumi* wurden mit dem Rade vom Flugplatze in die Stadt gebracht und dort auf meinem Balkon ausgesetzt. Zeit der Aussetzung 13 Uhr. Eine Duftwirkung auf dem Transportwege kann als ausgeschlossen gelten, da die Schachtel mit den Tieren in ein dickes Tuch gewickelt wurde und sich dann im Rucksacke befand. Das ständige Rütteln während der Fahrt verhinderte überdies die Falter, sich in dauernde Ruhestellung zu setzen und die Genitalapparatur in Positur zu bringen. Erfahrungsgemäß wird mit dem Vorstrecken des Hinterleibes die Duftausscheidung beträchtlich gesteigert. Auf dem Balkon flog kurz nach 14 Uhr das erste Männchen an, dem dann noch drei weitere folgten. Entfernung vom Flugplatze reichlich 4 km Luftlinie. Dabei herrschte für die Falter ungünstiger mäßiger Gegenwind.

Größere, einwandfrei feststellbare Entfernungen im Anfluge konnte ich bisher nicht verwenden, weil ich die Nähe der Flugorte nicht ändern kann.

Der Geschlechtsduft der Weibchen ist bereits beim Schlüpfen, also bei noch nicht entwickeltem Zustande vorhanden. Jeder Sammler hat bestimmt schon beobachtet, wie noch unentwickelte Weibchen, und zwar auch im Freilande, von Männchen kopuliert wurden. Ich sah das außer bei *Parnassius apollo* besonders bei *Eudia pavonia*, *Aglia tau*, *Endromis versicolora*, *Dicranura vinula*, *Lymantria monacha*, *Dendrolimus pini* und zahlreichen exotischen Saturniiden. Bei Arctiiden konnte ich daselbe schon mehrfach feststellen, namentlich bei *Arctia caja* und *Parasemia plantaginis*. Niemals begegnete mir diese Beobachtung bei Schwärmern. Eine Anzahl derselben, wie *Pergesa* und *Celerio*, brauchen ja erst eine geraume Flugzeit, um richtig „reif“ zu werden. Aber auch *Mimas tiliae*, *Smerinthus ocellata* und *Amorpha populi*, die schon durch ihren verkümmerten Saugrüssel ihre recht kurze Lebenszeit andeuten, zeigen keinen solchen Begettungsdrang. Selbst wenn man frischgeschlüpfte Tieren dieser Arten den Behälter künstlich verdunkelt, gehen sie erst nach längeren Stunden in Kopula. Bei den Noctuen konnte nach

einer solchen künstlichen Verdunkelung kurz nach dem Schlüpfen eine Kopula zwar fast nie beobachtet werden, jedoch bewiesen die abgelegten Eier durch das Schlüpfen der Räumchen in der Regel, daß eine Paarung stattgefunden hatte. Insbesondere traf das bei den *Catocalen* zu.

Der Geschlechtsduft der Weibchen ist bereits in der Puppe vor dem Schlüpfen vorhanden. Das ist leicht zu beweisen, wenn man beispielsweise eine frischgeschlüpfte weibliche *pavonia*-Puppe ins Fluggebiet dieser Falter bringt. Es flogen mir dann regelmäßig einige *pavonia*-Männchen darauf an. Auch an ein *Lasiocampa quercus*-Weib, das unbefruchtet abgetötet wurde, flogen am nächsten Tage noch *quercus*-Männchen an.

Sogar die leere Schachtel, in der am Tage vorher ein frisches Weib von *Eudia pavonia* in den Wald zur Freilandkopula gebracht worden war, wurde am nächsten Tage von suchenden Männchen umschwirrt.

Versuchsweise setzte ich eines Vormittags ein frischgeschlüpfes Weibchen von *Lasiocampa quercus* ein paar Stunden in eine Volière auf dem Balkon, tötete es dann und entfernte es. Trotzdem flogen gegen Abend zwei Männchen dauernd suchend um den Kasten. Der Duftstoff konserviert sich also sehr dauerhaft auf der Unterlage der Falter, ohne daß das menschliche Auge oder unsere Nase auch nur eine Spur davon bemerken kann.

So ergeben sich auf diesem Gebiete für den aufmerksamen Beobachter wirklich ganz wundersame Beobachtungen. Die Versuche dazu lassen sich mannigfach abändern und mit den verschiedensten Faltern vornehmen. Neuere Versuche mit Tagfaltern, vornehmlich mit *Parnassius apollo*, bringen mich sogar zu der Annahme, daß auch bei dieser Gruppe unserer Falter ein allerdings schwach entwickelter Sexualgeruch bei dem Finden der Geschlechter eine Rolle spielt. Ein abschließendes Urteil kann ich allerdings noch nicht abgeben, weil die bisherigen Beobachtungen hiezu noch nicht ausreichen.

Ueber die Wirkung des Geschlechtsduftes wurden schon die verschiedensten Erklärungsversuche gebracht. Es lag nahe, daß man auch an die Möglichkeit der Mitwirkung elektrischer Strahlung dachte. Ein einfacher Versuch kann von der Abwegigkeit dieser Deutung überzeugen:

Man setzt ein unbegattetes Weibchen in ein kleines Kästchen mit Gazedeckel und bringt darüber ein längeres, aber offenes Rohr senkrecht an. Ich benützte dazu ein altes, etwa 3 Meter langes Ofenrohr, das ich (luftdicht im unteren Teile) über das auf eine Sandkiste gelegte Kistchen mit dem Weibchen steckte. Die anfliegenden Männchen (*pavonia*) suchten stets an der oberen Oeffnung und nie am unteren Teile des Rohres, wo sich das Weibchen doch eigentlich befand. Damit war einwandfrei bewiesen, daß es sich nur um eine Ausbreitung des Duftes innerhalb der Luft handeln kann.

Wie weit wirkt der Sexualduft der Männchen?

Auch hierüber lassen sich Versuche anstellen. Der Geschlechtsduft der Männchen erweist sich, wie schon früher gesagt, nur anreizend, also stimulierend. Man kann seine Einwirkung feststellen, wenn man das Weibchen bei dem Versuche sehr genau beobachtet. Es wird nämlich bei Wahrnehmung des männlichen Sexualduftes unruhig, seine Flügel bewegen sich, die Körperhaltung strafft sich und — die Hauptsache — der Hinterleib wird vorgerichtet, so daß meistens die Legeröhre sichtbar wird: die bekannte Haltung vor Eingehen der Kopula tritt ein. Ich habe hier mehr mit Schwärmern gearbeitet. Wenn ich zu einem Flugkasten mit Weibchen von *Smerinthus ocellata* nachts einen Kasten mit Männchen stellte, trat diese Erscheinung stets nach 10 bis 15 Minuten ein. Ein Teil dieser Zeit kann als „Beruhigungspause“ noch in Abzug gebracht werden. Diese anreizende Wirkung der Männchen ließ sich bis auf eine Entfernung von 5—7 Metern zwischen den beiden Geschlechtern (je nach den einzelnen Tieren verschieden stark) feststellen. Bei größerer Entfernung konnte ich bei den Weibchen keine diesbezügliche Bewegung bemerken. Bei *Pergesa elpenor* sank diese Schwelle der Erregbarkeit sogar auf 4—5 Meter ab. Bei *Lasiocampa trifolii* konnten in diesem Sommer 7—8 Meter als Höchstgrenze ausgemessen werden. In allen diesen Fällen kann Windstille als gegeben angesehen werden. Bei günstiger Windrichtung werden sich die vorgenannten Höchstwerte also noch vergrößern.

Es steht demnach fest, daß der Sexualduft der Männchen nur auf ziemliche Nähe wirkt. Ein Herbeilocken der Weibchen durch die Männchen ist ja bei den von mir untersuchten Arten nicht von der Natur beabsichtigt.

Ein für die Kenner der Biologie unserer Falter allerdings nicht ganz einwandfreier Versuch sei noch angeführt:

Der in einer kleinen Volière herumschwirrende Mann von *Endromis versicolora* wurde gegen Mittag schrittweise immer näher an drei in einem Gazekasten sitzende frische Weibchen gebracht. Bei jedesmal 20 cm Abstandsverminderung wurde der Drahtzylinder mit dem Männchen darin genau 5 Minuten am erreichten Platze niedergestellt. Bei 4,8 m Entfernung zeigte das ganz unten sitzende Weibchen deutliche Anzeichen einer Erregung. Es kroch sogar ein wenig im Kasten höher. Die anderen zwei Weibchen wurden erst bei 2,4 m Abstand unruhig. Nun wurde der Behälter mit dem Manne in ein festes Tuch eingehüllt und in ein ganz entferntes Zimmer gebracht. Der Erregungszustand der Weibchen blieb trotzdem 17—26 Minuten erhalten und ebte dann etwas ab. Selbst wenn man die sicher richtige Annahme einkalkuliert, daß der einmal ausgelöste Reizzustand automatisch nachklingt, ist es doch nicht von der Hand zu weisen, daß auch die den Reiz auslösenden Duftwellen sich noch längere Zeit nach Entfernung des Männchens in der Luft

hielten. Diese Zeit genau zu bestimmen, dürfte aber kaum möglich sein.

Auf die Annäherung einer frischen männlichen Puppenhülle reagierte bisher noch kein Weibchen.

Aus diesen Beobachtungen läßt sich schließen, daß der männliche Geschlechtsduft bedeutend schwächere Intensität besitzt als der weibliche. Er kann deswegen nur von einer bestimmten Nähe an seine Wirkung auslösen.

Die Empfangsapparate für die Duftstoffe, also gewissermaßen die „Nasen“ der Insekten sind die Fühler. Ueber ihre besondere Einrichtung zu diesem Zwecke sei hier nicht eingegangen. Nur die Tatsache möge noch angeführt werden, daß die Männchen durchwegs stärkere und damit flächengrößere Antennen besitzen. Allerdings scheinen diese auch noch manche andere Aufgabe zu erfüllen, wie z. B. die Sicherung des Gleichgewichtes und der Körperlage beim Fluge, sowie die Vermittlung der Tastempfindung.

In vielen Versuchen wurde die Aufnahme der Geruchsstoffe durch die Fühler bestätigt:

Es wurden die Fühler von Männchen der schon öfters als Versuchstiere benannten Arten allmählich immer mehr abgeschnitten. Erst bei Einkürzung auf 50 Prozent beider Fühler trat eine merkbare Minderung der Findekraft auf. Bei weiterer Einkürzung sank diese Gabe dann sehr rasch. Ganz fühllose Männchen irrten sinnlos herum, auch wenn sie ganz in der Nähe eines Weibchens freigelassen wurden. Sie zeigten übrigens auch im Flugbilde eigenartige Hemmungen, indem sie z. B. zu einem Geradfluge nicht mehr imstande waren. Das Gefühl für die sogenannte Flughöhe über dem Erdboden war bei ihnen förmlich ausgewischt. Um den Faktor „Schmerzempfindung“ bei diesen Versuchen auszuschalten, wurde das Kappen der männlichen Fühler schon einige Stunden vor Beginn des Paarungsfluges vorgenommen und durch leichtes Ueberfahren der Schnittflächen mit flüssigem Wachse ein Verschluß der kleinen Schnittflächen hergestellt.

Sehr interessant könnten Beobachtungen über die Einwirkung von Sexualgerüchen bei einem geteilten Zwitter sein. Leider ist mir bei meinen sehr ausgedehnten Zuchten in den letzten drei Jahren keiner geschlüpft. Vielleicht hat ein Sammelkollege zu dieser Frage schon Beobachtungen machen können. Seine Veröffentlichung fände bestimmt allgemeines Interesse.

Zum Abschlusse noch ein Hinweis auf die Menge des Duftstoffes, die auf ein Männchen einwirkt. Ich beziehe mich hier auf die interessanten Ausführungen von Prof. Jordan im „Kosmos“ (Jg. 1946, 1. Heft: „Quantenphysik und Biologie“). In einem cm^3 Wasser sind $3,10\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 3,10^{22}$ Moleküle enthalten. Der winzige Tropfen Duftflüssigkeit eines Schmetterlingsweibchens beträgt naturgemäß nur einen Bruchteil des Wassertropfens und damit der darin enthaltenen Mole-

küle. Diese verbreiten sich allseitig in die Luft. Und ein e i n z i g e s Molekül dieses Duftstoffes, das zu einem Männchen gelangt, genügt, um es zum Abfluge hin zur Duftquelle zu bewegen. Dieses einzige Molekül „steuert“, um mit Jordan zu reden, den ganzen Organismus des männlichen Falters und veranlaßt ihn zu einer Reaktion, nämlich zu einer Bewegung seiner Flügel. In Ehrfurcht neigt sich der beobachtende Mensch vor der wunderbaren Erfindungskraft unserer Allmutter Natur.

Anschrift des Verfassers: (13a) Erlangen, Schuhstraße 24,
Westdeutsche Bundesrepublik.

Literaturreferat.

Knaben N.: Eupithecia fennoscandica n. sp. (Lepid., Geometridae). Entomolog. Tidskr., 70. Jg., Stockholm 1949, p. 77—81, 1 Tfl., 2 Fig. Verf. konnte nachweisen, daß die bisher als *scriptaria* H. S. (= *undata* Fr.) angesehene in Fennoskandien vorkommende *Eupithecia* hievon artlich verschieden und daher gesondert zu benennen ist. Die Unterschiede liegen sowohl in der Bestachelung des Aedoeagus wie auch in Einzelheiten der Bursa copulatrix der beiden Arten. Die schöne Lichtdrucktafel mit vergrößerten Falterabbildungen — die *scriptaria* stammen vom Hochschwab und vom Schneeberg — läßt die Unterschiede im Habitus und in der Zeichnung erkennen; *fennoscandica* hat etwas schlankere Flügel und weniger ausgeprägte Zeichnungen, ist aber ebenso wie *scriptaria* auch etwas variabel. Reisser.

S. Toll: Fauna motyli Podola (Supplementa et corrigenda). (Ergänzungen und Berichtigungen zur Schmetterlingsfauna Podoliens.) Polskie Pismo Entomologiczne, 1939—1948, XVIII, 2—4, p. 156—172, 7 Textfiguren. (Polnisch mit englischem Resümee.) — Eine Ergänzung zu den 1937 in Spraw. Kom. Fiz. Pol. Akad. Um., LXXII erschienenen Beiträgen des Verf. zur Lepidopterenfauna Polens, die einige sehr bemerkenswerte Funde enthält, darunter auch zwei neue *Coleophora*-Arten: *icterella* Toll aus der nächsten Verwandtschaft der *trigeminella* Fuchs und *paradrymidis* Toll, von der auch Wiener Stücke zur Untersuchung vorlagen. Drei bei Wolczkow gefangene, der *C. directella* Z. äußerst ähnliche *Coleophora* ♀, die sich aber genitaliter als verschieden von jener erwiesen, werden auf Grund der darauf passenden Beschreibung von Klemensiewicz als dessen *expressella*, deren Type allerdings nicht aufzutreiben war, gedeutet. *Nyctegretis triangulella* Rag., von der Verf. einige Stücke bei Babinec am Licht fing, wird zu unrecht als neu für Europa bezeichnet. Bereits 1935 hat Priessecker diese damals nur aus der Mandschurei bekannte Art bei Bruck a. d. Leitha erbeutet (Verh. z. bot. Ges. 1937, p. 428—429). An bemerkenswerteren Funden werden noch genannt: *Pyralis domesticalis* Z., *Semasia arabescana* Ev., *Laspeyresia internana* Gn. (neu für Osteuropa), *Stagmatophora buhri* Her., *Lithocolletis medicaginella* Geras., *Epermenia daucella* Peyer. und *Nepticula caradjai* Her. Klimesch.

S. C. S. Brown: Caloptilia Hüb., a Genus of Tineina (Proceedings and Transactions of the South London Entomological and Natural History Society, 1946/47, S. 157—167, T. XVII). — Diese hübsche Abhandlung beschäftigt sich mit den 15 englischen Arten des Genus: *C. auroguttella* Steph., *phasianipennella* Hb., *syringella* F., *cuculipennella* Hb., *sulphurella* Hw., *tringipennella* Z., *populetorum* Z., *elongella* L., *betulicola* Her., *falconipennella* Hb., *alchimiella* Sc., *azaleella* Brants, *pyrenaecella* Chrét., *semifascia* Hw., *stigmatella* F. und *hemidactylella* Schiff. In der Einleitung bespricht der Verf. die systematische Stellung und die Synonymie der Gattung (*Gracillaria* Hb. 1828, *Gracilaria* Z. 1847), um dann deren charakteristische Merkmale hervorzuheben. Die Ruhestellung der Imago wird in einer Zeichnung festgehalten. Ein Bestimmungsschlüssel leitet zur Besprechung der einzelnen Arten über. Die Imago und die Raupe wird