

Entomologisches Kuriositätenkabinett – von Brillenträgern, Modellen, Hirschen, Stiergeburten und Anderen*

Cabinet of Entomological Curiosities – Wearer of Spectacles, Models,
Antlers, Bull Births and Others

KLAUS LUNAU

Zusammenfassung: Das entomologische Kuriositätenkabinett führt uns in eine Sammlung bemerkenswerter Insekten. Es wird erläutert, wie Fliegen stellvertretend für die Insektenwelt stehen und mehreren Insektenordnungen – Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen, Schlammmfliegen und Kamelhalsfliegen – ihren Namen gegeben haben. Zahlreiche Fliegen haben geweihartige Strukturen am Kopf entwickelt, die zum Kampf zwischen Männchen eingesetzt werden. Bei den Stielaugefliegen sitzen die Komplexaugen auf den Kopfauswüchsen, so dass zusätzlich die visuellen Fähigkeiten verbessert werden. Farbige Corneae der Komplexaugen bei Tabaniden, Dolichopodiden und anderen echten Fliegen stellen ein Paradox dar, weil die Reflexion eines Teils des eingestrahlten Lichts bei den lichtlimitierten Ommatidien von Komplexaugen noch weniger Licht für den Sehvorgang bereitstellt. Es wird ein Zusammenhang zwischen farbigen Corneae und kleinen, sexuadimorphen, schwarz-weißen Signalstrukturen aufgezeigt. Die Bedeutung von Fliegen wie *Drosophila melanogaster* und *Eristalis tenax* als Modellorganismen wird vorgestellt. Die Mistbiene *Eristalis tenax* ist ein Nachahmer der Honigbiene in einem Schutzmimikrysystem. Ungewöhnlich ist, dass nicht nur Prädatoren, sondern auch Menschen in diesem Fall Vorbild und Nachahmer gerne verwechseln und diese Verwechslung sich über hunderte Jahre in der Literatur verfolgen lässt. Die Anpassungen von hummel- und wespenimitierenden Schwebfliegen werden vorgestellt, darunter die wespenähnliche *Volucella inanis*, die als Parasitoid in Wespennestern lebt. Als getäuschte Signalempfänger von Lockmimikrysystemen treten Fliegen auf, die sich von fliegenähnlichen Blüten auf die Blütendolde der Wilden Möhre locken lassen, und Pilzmücken, die sich von pilzähnlichen Signalstrukturen zur Eiablage auf Blüten verleiten lassen. Tanzfliegen haben mit Hochzeitsgeschenken und Nachahmungen davon einen Geschlechterrollentausch bei der Partnerwahl bewirkt. Der Mensch beteiligt sich als Fliegenfischer selbst an einem Mimikrysystem, indem er zum Fang von Forellen und Äschen Fliegen als naturgetreue Nachbildungen häufiger Beutetiere herstellt und einsetzt. Abschließend werden das Schicksal von ALBRECHT DÜRERS Fliege, die von dem Meister auf eines seiner Gemälde lebensecht gemalt worden sein soll, sowie die Hintergründe der von MARIA SIBYLLA MERIAN beschriebenen Metamorphose der Feuerfliege vorgestellt.

Schlüsselworte: Insekt, Fliege, Hirschfliegen, Cornea, Mimikry

Summary: The cabinet of entomological curiosities leads us into a collection of remarkable insects. It will be explained how the term flies represents the world of insects and lend its name for some insect orders – mayflies, stoneflies, caddisflies, dragonflies, and butterflies. Many flies have

*Ein verhinderter Vortrag auf dem WET über die Nasenfliege hat schließlich zu diesem Aufsatz geführt. Nicht nur dafür möchte ich diesen Aufsatz Herrn Prof. Dr. Hartmut Greven in freundschaftlicher Verbundenheit zur Aufnahme seiner weitgehend von dienstlichen Belangen befreiten Forschungstätigkeiten herzlich widmen.

developed antler-like protuberances on their heads, which are used in fights between males. The stalk-eyed flies have their eyes on stalks protruding from their heads additionally improving their visual capabilities. Coloured corneas of the compound eyes of tabanids, dolichopodids and other true flies represent a paradox, because the reflection of some light from the cornea causes a further reduction of light in the light-limited ommatidia of compound eyes. Evidence is presented for a relationship between coloured corneas and small black-and-white sexually dimorphic signalling devices. The significance of flies like *Drosophila melanogaster* und *Eristalis tenax* as model organisms is highlighted. The dronefly *Eristalis tenax* is a mimic of the honeybee in a protective mimicry system. In this unusual case not only predators, but also humans frequently mix up model and mimic, and this confusion can be traced in the literature for hundreds of years. The adaptations of wasp- and bumblebee-mimicking hoverfly species are introduced, among them the wasp-like *Volvella inanis*, which lives as a parasitoid in wasps' nests. Deceived signal receivers in attractive mimicry systems are flies when they are attracted to fly-like dark flowers of the umbels of the wild carrot and fungus gnats when they are attracted by mushroom-like structures of flowers for egg-laying. Dance flies have brought about a sex role reversal in their courtship by nuptial gifts and mimics thereof. Men actively take part in a mimicry system as fly fishers when producing and using life-like imitations of common prey items for trouts and graylings. Finally the fate of ALBRECHT DÜRER'S fly, which was painted by the master in a life-like manner on one of his paintings as well as the backgrounds of the metamorphosis of the firefly described by MARIA SIBYLLA MERIAN are explained.

Key words: insect, bug, antler flies, cornea, mimicry

1. Einleitung

Ein entomologisches Kuriositätenkabinett ist eine Insektsammlung, die nicht nach taxonomischen Gesichtspunkten zusammengestellt, sondern von der Faszination eines Sammlers für ungewöhnliche, kuriose und bemerkenswerte Insekten bestimmt wurde. Gleichzeitig stellt der Begriff den Leser in die Zeit des Barock, in der MARIA SIBYLLA MERIAN (1647 - 1717) durch ihre Kupferstiche von Blumen und Insekten aus Surinam bekannt wurde (MERIAN 1705), in der der Zoologe, Miniaturmaler und Kupferstecher JOHANN AUGUST RÖSEL VON ROSENHOF (1705 - 1759) eindrucksvolle Tafeln über Insekten unter dem Titel „Insecten-Belustigung“ herausgab (RÖSEL VON ROSENHOF 1746 - 1761). Neben diesen ästhetisch äußerst ansprechenden Insektdarstellungen sind die Ausführungen eines Naturforschers wie JOHANN JACOB SCHEUCHZER (1672 - 1733) über Insekten in seinem Werk „Physica oder Naturwissenschaft“ (SCHEUCHZER 1711) geradezu nüchtern. Sie bildeten dennoch mit ihren für einen modernen Entomologen ungewöhnlichen Benennungen von Insekten und

deren systematischer Einordnung den Ausgangspunkt für diese Arbeit. Bekannt wurde SCHEUCHZER durch seine spätere Beschreibung des Skeletts eines Riesensalamanders (*Andrias scheuchzeri*), das er irrtümlich für das Zeugnis eines in der "Sündflut" ertrunkenen Menschen hielt (*Homo diluvii testis*).

Das hier vorgestellte entomologische Kuriositätenkabinett führt uns in eine Zeit, in der Insektenforscher JEAN HENRI FABRE (1823 - 1915) und der Naturforscher CHARLES DARWIN (1809 - 1882) noch lange nicht geboren waren und CARL VON LINNÉ (1707 - 1778) mit seinem Werk die systematische Gliederung des Organismenreichs noch nicht entscheidend reformiert hatte. Das entomologische Kuriositätenkabinett zeichnet sich dadurch aus, dass die Belege in Form von Messungen, Beobachtungen, Bildern oder Anekdoten erfolgen. Zudem kann es eine gewisse Vorliebe für Fliegen nicht verbergen. Der Begriff „Fliege“ schließt dabei aber auch solche Insekten ein, die umgangssprachlich diese Bezeichnung führen, ähnlich wie der Begriff „bug“ im englischsprachigen Raum. Eine aktuelle Zusammenstellung von Kuriosa über „true bugs“ (Wanzen) findet sich im

herpetologischen Panoptikum von HOFFMANN (2006).

2. Mählwürmer, Fliegen und Insekten

Das Studium des Werkes von JOHANN JACOB SCHEUCHZER (1711) wirft ein Schlaglicht auf die Entomologie in der Zeit barocker Wunderkammern: Ungeziefer wie die „Mählwürmer“, Bettwanzen, Läuse und Flöhe werden wie selbstverständlich vor allen anderen Insektenarten genannt und der „wissenschaftliche Name“, für „Mählwürmer“, hier *Insectum farinarium*, ist eine aufs äußerste kondensierte Kurzbeschreibung in lateinischer Sprache. Erst nach Kapiteln „Von Erdgewächsen“, „Von dem Animalischen Reich, und erstlich von vierfüßigen und kriechenden Thieren“, „Von den Vöglen“ und „Von den Fischen“ folgt eines „Von denen übrigen / und Blutlosen Thieren“, in dem Insekten Erwähnung finden. Ein Zitat aus diesem 37. Kapitel der Physica (S. 309, 310) soll den Umgang mit den Tiernamen verdeutlichen:

Blutlose Thier (Exanguia Animalia) / die kein Blut haben / werden von uns abgetheilt in Grosse und Kleine; Jene sind widerum eintwedes Weich / Lind (Mollia) / oder haben einen rauhen harten Überzug (Crustacea) / oder sind bedeckt mit Schalen / Häuslein oder Muschelen. Diese heissen Insecta, und sind allerhand kleine Thier / so bey nahe durchschnitten sind zwischen dem Haupt und der Brust / oder zwischen dem Bauch und der Brust / kommen sonst auch unter dem gemeinen Namen des Ungeziefers. ... Von denen auch die Liebhaber ganze Bücher und Cabinets besitzen. Der Insectorum, oder aus vilen Ringen zusamen gesetzten Thierlein / gibt es eine grosse Anzahl. Einige verändern ihre Gestalt / andere aber nicht. Diese habe Füsse / oder keine. ... Die welche Füsse haben / können abgetheilt werden / in sechsfüssige / achtfüssige / vierzehnfüssige / vielfüssige. Mit sechs Füssen sein versehen die Mählwürme (Insectum farinarium) / denen müssen zugerechnet werden allerhand farbichte in der Erden / oder Holz befindliche Unziefer: weiteres die

Wanzen / Wandläuse (Cimex), die gemeinen Läuse (Pedidulus), Flöhe (Pulex) / an Thieren und Menschen, ein geschwindes Thierlein in der größe einer Lause / das sich in den Bücheren / und faulen Holz aufhältet.

Bemerkenswert erscheint mir auch die Nennung des namenlosen Tieres an fünfter Stelle, wobei es sich der Beschreibung nach nicht um ein Insekt, sondern um den zu den Spinnentieren zählenden Bücherskorpion (*Chelifer cancrionides*) handeln sollte, der in der Bevölkerung möglicherweise wenig bekannt und deshalb gar nicht benannt war, aber dem belesenen SCHEUCHZER sicher aufgefallen war. In einer Zeit vor der Festsetzung von Nomenklaturregeln für ein Ordnungssystem darf es nicht wundern, dass das Taxon *Insecta* und seine Arten nur unscharf gefasst werden konnten. Was darf ein Leser also erwarten von einem entomologischen Kuriositätenkabinett zu Beginn des 18. Jahrhunderts? Sowohl der Begriff „Entomologie“ als auch der Begriff „Insekt“ nehmen Bezug auf die durch die Tagmatabildung entstehenden, typischen Einkerbungen am Körper von Insekten. Mag auch der Begriff „Insekt“, der sich am besten mit Kerbtier übersetzen lässt, für Experten einen gewissen Erklärungswert besitzen, so hat der Volksmund doch ganz andere augenfällige Eigenschaften von Insekten für die Namensgebung herangezogen. Im Volksmund sind Insekten vor allem Fliegen, auch wenn diese nicht zu den Brachycera (Unterordnung der Diptera mit den Fliegen im engeren Sinne) zählen. Daher gibt es neben echten Fliegen wie Stuben-, Dassel-, Dung-, Tanz-, Schweb- und Taufliegen auch solche Fliegen, die weder Fliegen im engeren Sinne sind noch außer dem Flugvermögen wesentliche Eigenschaften mit Fliegen teilen. Ein-tagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen, Schnabelfliegen, Kamelhalsfliegen, Schlammfliegen, Butterflies bezeichnen ganze Ordnungen geflügelter Insekten. Auch bei Florfliegen, Spanischen Fliegen und Fireflies, Dragonflies handelt es sich keineswegs um Di-

pteran, sondern um Gruppen von fliegen-
den Insekten (Pterygota).

3. Hirsche

Als ein Beispiel mag der Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) dienen, der von JOHANN JACOB SCHEUCHZER treffend als „Fliegender Hirsch“ bezeichnet und mit lateinischem Namen also konsequent *Cervus volans* genannt wurde. In dem Materialien-Lexicon von LEMERY (1721) wird dieser Umstand wie folgt begründet: „*Cervus volans*, der fliegende Hirsch, wird er genannt, dieweil er Hörner hat, bald wie ein Hirschgeweih, und fleugt herum.“ Damit steht er nach heutigem Verständnis mit Rothirsch und Wapiti in der Gattung *Cervus*, die bereits GESNER (1669) so benannt hatte. Wie wenig namengebend, sondern vielmehr beschreibend die lateinischen Bezeichnungen gemeint waren, zeigt auch CONRAD GESNERS Umgang mit dem Namen *Cervus*: mehrere Hirsche nannte er *Cervi*, eine Hirschkuh *Cerva* und das Hirschkalb erhielt mit *Hinnulus* einen eigenen Namen. LINNÉ hat dem Flie-

genden Hirsch ein endgültiges Ende gemacht, indem er ihm den Artnamen *Lucanus cervus* gab (LINNAEUS 1758). Der größte der einheimischen Schröter (Lucanidae) trägt heute den weniger aussagekräftigen deutschen Namen Hirschkäfer. Unter den einheimischen Käfern besitzen die männlichen Hirschkäfer die größten und geweihartig ausgebildeten Mandibeln (Abb. 1). Die Mandibellänge ist ein positiv allometrisches Merkmal von Hirschkäfermännchen und bei großen Exemplaren überproportional groß ausgebildet; es sagt den Ausgang von Kämpfen unter den Männchen sehr gut vorher (MEUNIER 1965).

Der Name Hirschfliege passt nicht nur auf Fliegen und Insekten, die mehr oder weniger geweihartige Auswüchse am Kopf tragen. Er kann auch Fliegen beschreiben, die auf Hirschen leben, wie die blutsaugende Hirschlausfliege *Lipopteno cervi* (Hippoboscidae), die nach der Landung auf ihrem Wirt ihre Flügel abwirft. Bisweilen auch Geweihfliegen genannt werden die Piophilidae, deren Larvalentwicklung im abgeworfenen Geweih von Hirschen stattfindet (BONDURIANSKY & BROOKS 1999).

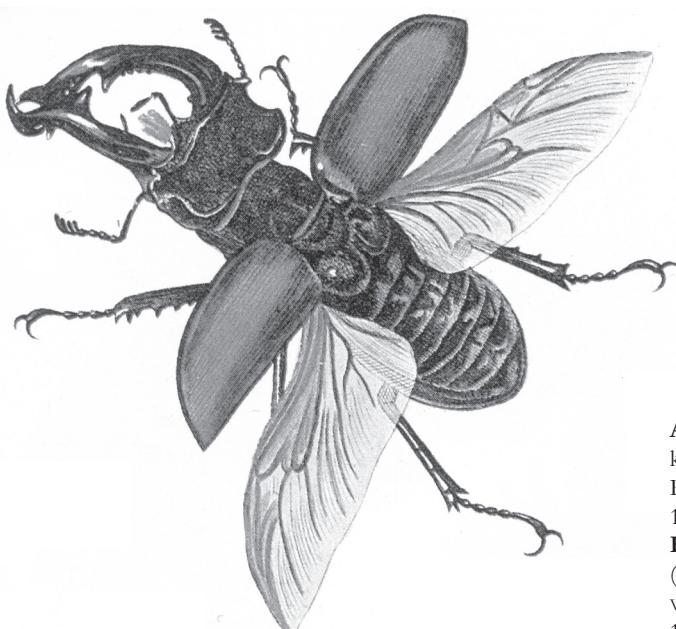


Abb. 1: Fliegender Hirsch-
käfer (verändert nach A. J.
RÖSEL VON ROSENHOF
1746-1761).

Fig. 1: Flying stag beetle
(modified after A. J. RÖSEL
VON ROSENHOF 1746-
1761).

Geweihartige Kopfstrukturen sind innerhalb der Brachycera mindestens 21 Mal unabhängig entstanden (GRIMALDI & FENSTER 1989). Bereits bei den Taufliegen (Drosophilidae) gibt es Hinweise auf mehrfach unabhängige Entwicklungen von Kopfverbreiterungen. Bei den auch Geweihfliegen genannten Bohrfliegen (Tephritidae) der Gattung *Phythalmia* haben diese Auswüchse ein Aussehen, das den verzweigten Strukturen eines Hirschgeweihs sehr nahe kommt. Zudem imponieren die Geweihfliegenmännchen mit ihren Geweihen anderen Männchen oder kämpfen sogar damit (SCHUTZE et al. 2007).

Es ist an dieser Stelle interessant, einige Bemerkungen über die Evolution des Geweihs bei den Hirschen (Cervidae) einzuschlieben. Bei allen Vertretern der Hirsche kommt es zur intrasexuellen Selektion, die durch Kämpfe zwischen den Männchen charakterisiert ist. Die als ursprünglich geltenden Wasserrehe (*Hydropotes* spp.) besitzen dolchartige Eckzähne und (noch) kein Geweih. Die Munt-

jaks (*Muntiacus* spp.) weisen sowohl verlängerte Eckzähne als auch ein kurzes Geweih auf. Die echten Hirsche, darunter der Rothirsch (*Cervus elaphus*), haben ausgeprägte, zum verletzungsarmen Schiebekampf geeignete Geweih und reduzierte, für den Kampf völlig ungeeignete Eckzähne, die so klein und rund sind, dass sie als perlenartige Hirschgrndl zu Schmuckstücken verarbeitet werden (EIBL-EIBESFELDT 2004).

Eine vergleichbare Ritualisierung bei Auseinandersetzungen zwischen Männchen, ausgehend von Kämpfen mit hohem Verletzungsrisiko, findet man auch bei den gut untersuchten Stielaugenfliegen (Diopsidae; DE LA MOTTE & BURKHARDT 1983). Auf Grund der fangbeinartig gestalteten Vorderbeine der Stielaugenfliegen vermuteten WICKLER & SEIBT (1972) zunächst eine räuberische Lebensweise. Stielaugenfliegen sind aber reine Pflanzenfresser. Doch die Männchen kämpfen um den Besitz von Harems, indem sie sich mit ihren nahezu körperlangen Augen-



Abb. 2: Zwei kämpfende Männchen der Stielaugenfliege *Cyrtodiopsis whitei* (Zeichnung BURKHARDT & DE LA MOTTE 1987).

Fig. 2: Two fighting males of the stalk-eyed fly *Cyrtodiopsis whitei* (drawing BURKHARDT & DE LA MOTTE 1987).

stielen Kopf an Kopf gegenüberstehen (BURKHARDT & DE LA MOTTE 1987), wobei die Vorderbeine parallel zu den Augenstielen gespreizt werden (Abb. 2). Die Augenstile könnten hierbei sowohl zur exakten Größenmessung des Gegners (BURKHARDT & de la MOTTE 1983) als auch als Platzhalter für die zum Angriff eingezogenen Beine genutzt werden. Meist gibt der kleinere Gegner jedoch auf, bevor es zum Kampf kommt; in Ausnahmefällen kann es jedoch zum Einsatz der kräftigen und mit Dornen bewehrten Vorderbeine kommen, wobei in seltenen Fällen Verletzungen der Augenstile beobachtet wurden. Wie zu erwarten, ist bei der gut untersuchten Art *Cyrtodiopsis whitei* ein höherer Fortpflanzungserfolg von Männchen mit längeren Augenstielen nachzuweisen (BURKHARDT et al. 1994). Auch die Weibchen mancher Arten der Stielaugefliegen, bei denen die Männchen viel längere Augenstile als die Weibchen haben, bevorzugen Männchen mit größerer Augenstielspannweite und haben einen verblüffenden Vorteil davon. Eine Erbkrankheit, die zur Sterilität männlicher Nachkommen führt, wird mit höherer Wahrscheinlichkeit von Männchen mit kürzeren Augenstielen vererbt. Die Partnerwahl der Weibchen von Männchen mit langen Augenstielen bringt den Weibchen also mehr fertile Söhne (WILKINSON et al. 1998).

4. Brillenträger

Einen Zusammenhang zwischen der Spannweite präsentierter Signalstrukturen der Männchen in der Balz und bemerkenswerten Augen gibt es auch bei anderen Fliegen. Dazu sind ein paar Vorbemerkungen über Besonderheiten im Fliegenauge nützlich. Durch den Mechanismus der neuronalen Superposition haben Fliegen Komplexaugen, die lichtstärker sind als die anderer Insekten. Bei normalen Komplexaugen schaut jedes Einzelauge (Ommatidium) auf einen anderen, kleinen, durch seine Lage im Komplexauge ihm zugeordneten Ausschnitt der Umwelt. Die aus

bis zu mehreren Tausend Ommatidien bestehenden Komplexaugen setzen daher das Bild der Umwelt aus ebenso vielen Einzelbildern wie in einem Mosaik zusammen. Ein von KIRSCHFELD (1984) skizzierter Mensch mit Komplexaugen macht die Konsequenzen für die Sehschärfe deutlich; ein Mensch müsste Komplexaugen von 1 m Durchmesser tragen, um die Sehschärfe seiner Linsenaugen beizubehalten. Um die Sehschärfe der Fovea centralis, den Bereich schärfsten Sehens im menschlichen Auge, zu erreichen, müsste das Komplexauge sogar auf 12 m Durchmesser anwachsen (Abb. 3). Bei den Komplexaugen der Fliegen wird jeder Ausschnitt der sichtbaren Umwelt von sechs Sehzellen aus sechs verschiedenen, benachbarten Ommatidien gesehen (KIRSCHFELD 1971), deren Informationen konvergieren. Da auf Grund der geringen Größe der Lichtfluss durch die Cornea, die durchsichtige Hornhaut, eines Ommatidiums um ein Vielfaches geringer ist als

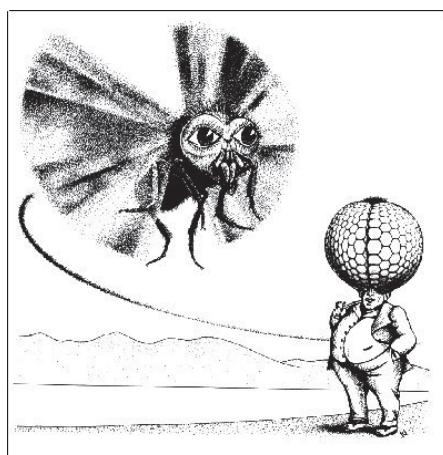


Abb. 3: Fliege mit Linsenaugen und Mann mit Komplexaugen, die ihm eine gewohnte Sehschärfe bereitstellen. In der Abbildung wird die im Komplexauge dafür nötige, um ein Mehrfaches vergrößerte Anzahl der Ommatidien nicht dargestellt (verändert nach KIRSCHFELD 1984).

Fig. 3: Fly with lens eyes and man with compound eyes providing the usual visual acuity. In the figure it is not shown the necessary increased number of ommatidia of the compound eyes (modified after KIRSCHFELD 1984).

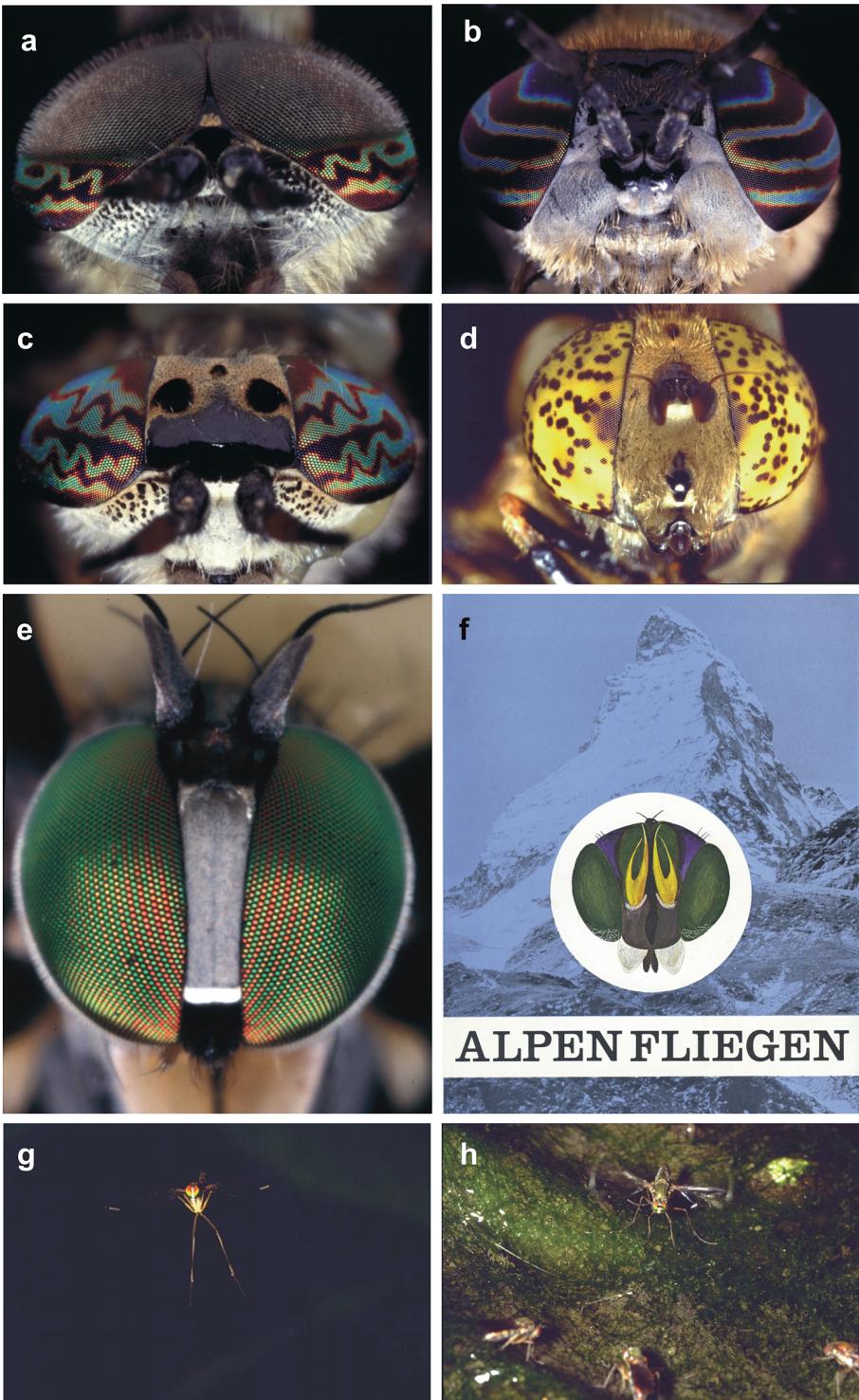
der durch eine menschliche Pupille, wird es verständlich, dass das sechsfach verstärkte Signal bei neuronaler Superposition im Fliegenauge für die visuelle Orientierung Vorteile bringt. In der äquatorialen Region von Fliegenaugen gibt es sogar Neuro-Ommatidien, die nicht von sechs, sondern von bis zu neun Ommatidien neuronale Signale erhalten. Das macht ein Paradox der Ommatidien mancher Fliegen begreifbar. Nur bei Fliegen, dort aber gar nicht selten, kommen Komplexaugen mit metallisch-blau und metallisch-rot, aber meist metallisch-grün reflektierenden Corneae vor (Abb. 4a-f; STEYSKAL 1957; LUNAU 1996), die das reflektierte Licht nicht für die Reizung der Photorezeptorzellen nutzen können.

Farbige Corneae beruhen auf Strukturfarben. Die äußeren Bereiche der Corneae sind aus alternierenden, optisch dichten und optisch dünnen Schichten aufgebaut, die nach dem Prinzip der Interferenz an dünnen Schichten das Licht eng begrenzter Wellenlängenbereiche reflektieren und so von der Reizung der Photorezeptoren ausnehmen. Der direkte Nachweis einer bis zu 50 % verminderten Transmission gelang LUNAU & KNÜTTEL (1995) an isolierten Corneae der Bremse *Chrysops caecutiens* (Tabanidae). Gleichzeitig konnten die Autoren die Farbmuster in den Augen einiger Bremsen wie *C. caecutiens* und *Haematopoda pluvialis* interpretieren: Die grün reflektierenden Corneae wiesen eine verminderte Transmission im grünen Wellenlängenbereich mit Maximum bei etwa 560 nm auf, während die rot reflektierenden Corneae im gesamten UV/VIS-Bereich gleichmäßig das Licht durchließen; die rote Färbung kam hier offenbar nicht durch Reflexion und Interferenz, sondern durch die Schirmpigmente der Ommatidien zustande, deren Färbung durch farblose und klare Corneae gesehen werden konnte. Es handelt sich dabei also um Augenbereiche, wie sie im gesamten Auge bei Stuben- oder Taufliegen vorkommen. Die Bremse *Heptatoma pellucens* besitzt außerordentlich bunte Komplexaugen, darunter dorsale Bereiche mit UV-reflektierenden Corneae

(Abb. 4b). Komplexaugen mit Farbmustern können jedoch auch durch Pigmentfarben erzeugt werden; bei der Glänzenden Faulschlammschwebfliege *Lathyrorrhaphis aeneus* sind die Schirmpigmente dunkel; in bestimmten Augenbereichen sind in einem schmalen distalen Bereich zusätzlich gelbe Pigmente (Abb. 4d) vorhanden.

Die Funktion der farbigen Corneae ist unbekannt; es gibt jedoch einige Hypothesen. Farbige Corneae könnten als Signal zum Beispiel für Artgenossen fungieren oder der Tarnung dienen. Sie könnten einem farbenblinden Sehsystem zu einem Farbensehen verhelfen, indem die visuelle Information vor Erreichen der Photorezeptoren durch verschiedenfarbige Filter geleitet wird. Da Insekten eine optische Rekonversion ihrer Fotopigmente aufweisen und die gebleichten Metarhodopsine eine von den zugehörigen sensiblen Rhodopsinen unterschiedliche spektrale Empfindlichkeit besitzen, könnten die Farbfilter auch das Verhältnis von aktivem Rhodopsin zu inaktivem Metarhodopsin beeinflussen. Im Unterschied zu Wirbeltieren, bei denen ein allein ein chemischer Prozess den gebleichten Sehfarbstoff wieder reaktiviert, ist bei Insekten zusätzlich die Absorption eines Lichtquants dafür erforderlich, wobei sich die Wellenlänge des für die Reaktivierung nötigen Lichtquants von der für die Bleichung wirksamen Lichtquants unterscheidet (BERNARD 1971; LUNAU & KNÜTTEL 1995; STAVENGA 2002).

Eine weitere Vermutung begründet LUNAU (1996) nach einer vergleichenden Analyse der in der Balz verwendeten Signalstrukturen. Metallisch grün gefärbte Corneae sind außer bei Bremsen (Tabanidae) auch bei Langbeinfliegen (Dolichopodidae), Hornfliegen (Sciomyzidae), Stelzfliegen (Tylidae), Fruchtfliegen (Tephritidae) und weiteren Familien bekannt (STEYSKAL 1957), die allesamt durch auffällige schwarz-weiße, oft sexualdimorphe Signalstrukturen gekennzeichnet sind. Bei den einheimischen Langbeinfliegen stellen die Männchen die sexualdimorphen, auffälligen,



schwarzen und/oder weißen Signalstrukturen in komplizierten Balztänzen vor den Weibchen zur Schau (Abb. 4g-h). Dabei sind die Signalstrukturen oft winzig klein. Beispielsweise haben die Männchen von *Lianaculus virens* einen weniger als 1/10 mm² großen, weißen Flügelfleck und die Männchen einiger *Dolichopus*-Arten lediglich einzelne abweichend gefärbte, wenn auch verbreiterte Tarsenglieder an Vorder- oder Mittelbeinen. Ähnlich wie bei den Stielaugenfliegen um die Augenstiellspannweite geht es auch bei den Langbeinfliegen meist um die Präsentation der Spannweite bestimmter Signalstrukturen, wie Beobachtungen des Balzverhaltens, aber auch Längenmessungen der die Signalstrukturen tragenden Körperanhänge ergaben. In einer vergleichenden Analyse zeigte LUNAU (1996), dass bei Dolichopodiden die Länge der Vorderbeine proportional zur Körpergröße wächst und dass Vorderbeine die Flügel in der Länge stets ein wenig überragen. Regelmäßige Ausnahmen bilden Arten, die an Beinen oder Flügeln Signalstrukturen tragen; bei diesen Arten sind die die Signalstrukturen tragenden Organe stets ungewöhnlich verlängert. Beobachtungen von antagonistischen Auseinandersetzungen zwischen Männchen von *Poecilobothrus nobilitatus* zeigten, dass es zum Verletzungskampf mit den die sexual-dimorphen Signalstrukturen tragenden Flügeln nur dann kommt, wenn die Männchen gleich groß sind; andernfalls hat wohl allein der Größenvergleich der Flügelspannweite den Kampf für das kleinere Männchen beeinflusst.

det (LUNAU 1992). Die Farbmuster in den Komplexaugen bei manchen Dolichopodiden weisen ebenfalls Besonderheiten auf. Bei *P. nobilitatus* zum Beispiel bestehen sie aus alternierenden Längsreihen roter und grüner Cornea (Abb. 4e), wobei in diesem Fall beide Cornea-Typen eine verminderte Transmission im roten bzw. grünen Wellenlängenbereich aufwiesen (LUNAU & KNÜTTEL 1995). Zu den Fliegen mit schwarz-weißen Signalstrukturen und farbigen Cornea zählt auch die Mittelmeerfruchtfliege *Ceratitis capitata* (Tephritidae), deren Männchen eine kleine, schwarze Schmuckborste am Kopf tragen, die Regenbremse *Haematopoda pluvialis* mit ihren sehr fein gemusterten Flügeln sowie die Langbeinfliege *Campsicnemus magius*, die wohl eine der bizarrsten Beinstrukturen unter den Insekten, wenn nicht aller Gliederfüßler, besitzt (Abb. 5). Das mag dazu beigetragen haben, dass sie als Logo für die dipterologische Fachzeitschrift *Studia dipterologica* ausgewählt wurde. Eine andere Langbeinfliege, *Eucoryphus* sp., hat für ihr bizarres Aussehen den Ehrentitel „schönste Fliege der Alpen“ von LINDNER (1973) erhalten und wird auf dem Einband seines Buches über Alpenfliegen vor dem Matterhorn dargestellt (Abb. 4f). In diesem Fall ist es die Kombination von stahlblauen Komplexaugen und einem orangefarbenen Krönchen auf der Stirn bei den Männchen, die dieser kleinen Langbeinfliege zum Ruhmestiel verhalf. Abschließend sei noch die Dolichopodide *Nodicornis nodicornis* erwähnt, bei der die Männchen den seltenen

Abb. 4: Farbige Augen und Balzverhalten bei Fliegen. (a) *Haematopoda pluvialis* (Männchen); (b) *Heptatoma pellucens* (Weibchen); (c) *Haematopoda pluvialis* (Weibchen); (d) *Lathyrophthalmus aeneus*; (e) *Poecilobothrus nobilitatus*; (f) Kopf eines Männchens von *Eucoryphus* sp. (nach dem Einband von E. LINDNERS Alpenfliegen 1973); (g) Balzfug eines Männchens von *Sciapus platypterus* aus der Perspektive des Weibchen; (h) Flügelpräsentation eines Männchens von *Poecilobothrus nobilitatus* vor drei Weibchen (Nahaufnahmen der Komplexaugen HELGE KNÜTTEL).

Fig. 4: Coloured eyes and courtship behaviour in flies. (a) *Haematopoda pluvialis* (male); (b) *Heptatoma pellucens* (female); (c) *Haematopoda pluvialis* (female); (d) *Lathyrophthalmus aeneus*; (e) *Poecilobothrus nobilitatus*; (f) head of a male *Eucoryphus* sp. (after the cover of E. LINDNER's Alpenfliegen 1973); (g) courtship flight of a male *Sciapus platypterus* from the perspective of the female; (h) wing display of a male *Poecilobothrus nobilitatus* in front of three females (close-up photos of the compound eyes HELGE KNÜTTEL).

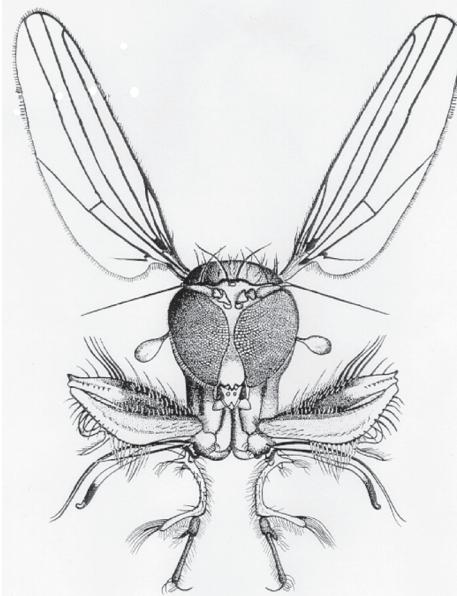


Abb. 5: Männchen von *Campsicnemus magius* (verändert nach dem Einband der Zeitschrift „*Studia dipterologica*“).

Fig. 5: Male of *Campsicnemus magius* (modified from the cover of the journal "Studia dipterologica").

Fall eines zweifachen Satzes von Balzsignalstrukturen tragen (LUNAU 1996). Zunächst werden im Flug über dem Weibchen die verbreiterten Mittelbeintarsen präsentiert, später bei der Paarung die extrem langen, mit je einer schwarzen und weißen Verdickung versehenen Antennen.

5. Modelle

Fliegen haben nicht nur ihren Namen anderen Insektengruppen gegeben; Fliegen sind auch mehrfach Modellorganismen geworden, deren Eigenschaften und Leistungen exemplarisch untersucht werden. Unübertroffen ist die Kleine Essigfliege *Drosophila melanogaster* als biologisches Versuchstier in genetischen Studien. Die nur zehntägige Generationszeit, ihre Kleinheit und leichte Züchtbarkeit machen sie zu einem idealen Versuchstier, dessen Genom bereits im Jahre 2000 vollständig sequenziert wurde (BROOKES 2002). Aus-

gehend von einem einzigen Pärchen lassen sich innerhalb eines Monats 16.000.000 Nachkommen der F2 erzeugen. Die weltbekannte *D. melanogaster*-Mutante *Antennapedia* entwickelt Beine statt Antennen am Kopf. Sie stellt nicht nur eine weitere Fliege mit Hirschkopf dar (s. o.), sondern demonstriert auch die besondere Eignung von *D. melanogaster* für entwicklungsbiologische Studien im 100. Jahr ihrer Laborgeschichte, die mit Versuchen von THOMAS HUNT MORGAN bereits im Jahre 1907 begann (SCHWARZMAIER 2007).

Im Jahre 1947 erschien VINCENT D. DETHIERS Werk „The hungry fly“ (DETHIER 1947), das Fliegen wie die Stubenfliege *Musca domestica* (Muscidae) und einige Schmeißfliegen (Calliphoridae) der Gattungen *Lucilia*, *Sarcophaga* und *Phormia* zu ausgewählten Versuchstieren der Geruchs- und Geschmacksphysiologen werden ließ. Nach vier Jahrzehnten fasste HANSSON (1987) die zurückliegenden Jahrzehnte chemischer Sinnesökologie mit Fliegen in einer Arbeit mit dem provozierenden Titel „Die Suche nach dem Leberwurstrezeptor“ zusammen und spielte damit auf die Anekdote an, nach der DETHIER durch das Beobachten der Eiablage einer Fliege auf seinem zum Mittagessen ausgepackten Leberwurstbrot zu seinem so fruchtbaren Forschungsansatz gekommen war. HANSSON (1987) schreibt einleitend: „The history of insect sensory biology took an important turn in 1947 when a fly landed on an open-faced liverwurst sandwich. It sampled the substrate and began ovipositing. This was not just any liverwurst: it was to have been the lunch of one of the world's most astute observers of insect biology, who did not let this seemingly trivial event go unnoticed...“ Letztlich erwiesen sich die Fliegen komplexer als vermutet: Ein Leberwurstrezeptor war jahrzehntelang und ist noch immer unauffindbar, statt dessen fanden Geschmacksrezeptorphysiologen bei Fliegen an Ovipositor, Tarsen und den Labellen der Proboscis Geschmackssensillen, die neben einer Mechanorezeptorzelle eine Wasser-, eine Zucker-, eine Salzrezeptorzelle

und manchmal eine Anionenzeptorzelle aufweisen (HANSEN 1978). Die großen, borstenähnlichen Geschmackssensillen ließen sich experimentell hervorragend bearbeiten, indem einfach eine mit einer Testsubstanz in wässriger Lösung gefüllte Elektrode über eine Geschmacksborste gestülpt wurde, so dass die Testsubstanz schnell über die Spitzenporen mit dem Rezeptorlymphstrom an die Membran der Rezeptorzellen gelangen konnte; mit Hilfe dieser Tip-recording-Technik und etwas Glück ließen sich sogar die Aktionspotentiale der drei bis vier Geschmacksrezeptorzellen an ihrer Amplitude unterscheiden, so dass ein Ergebnis wie bei einer simultanen, mehrfachen Einzelzellableitung erzielt wurde. Die Kontaktchemoperzeption bei Fliegen mit den Geschmacksqualitäten „salzig“, „zuckrig“ und „wässrig“ ähnelt der des Menschen mit den Geschmacksqualitäten „salzig“, „süß“, „bitter“ und „sauer“.

Arbeiten mit der Schwebfliege *Eristalis tenax* (Syrphidae) erbrachten jedoch eine abweichende, an den Blütenbesuch der Tiere angepaßte Kontaktchemoperzeption. Der Salzrezeptor, in der Literatur als eine nicht genießbare Substanzen anzeigenende Rezeptorzelle beschrieben (BOECKH 1978), stellte sich als hochempfindlich für die Aminosäure Prolin heraus. Prolin ist eine auf der Pollenoberfläche vorkommende, freie Aminosäure, die beim Pollenschlauchwachstum eine Rolle spielt und daher hervorragend als generelle Indikatorsubstanz für Pollen für eine Pollen fressende Schwebfliege geeignet ist (WACHT et al. 1996).

6. Stiergeburten

An der Schwebfliege *Eristalis tenax* lässt sich modellhaft außer Kontaktchemoperzeption auch Mimikry, angeborenes und erlerntes Verhalten beim Blütenbesuch und Farbensehen untersuchen. Die Scheinbienen-Keilfleckenschwebfliege *E. tenax* gilt als Nachahmer der westlichen Honigbiene *Apis mellifera* in einem Bates'schen Mimikrysystem (LUNAU 2002). Bereits die bloße Ähnlichkeit zwischen dem mit

einem Giftstachel bewehrten Vorbild Honigbiene und ihrem harmlosen Nachahmer ist verblüffend genau und wurde erst im 19. Jahrhundert durch OSTEN-SACKEN (1894) aufgeklärt. Beide Arten kommen nebeneinander auf Blüten vor (Abb. 6a) und zeigen dort ähnliche Verhaltensweisen. Sie fressen Pollen und Nektar, sie ähneln sich in ihrem Flugverhalten (GOLDING et al. 2001), sie strecken den Rüssel spontan auf gelbe, UV-absorbierende Farbflächen (Abb. 6b-d; FRISCH von 1915, LUNAU & WACHT 1994). Und im Flug winkeln die Schwebfliegen die Beine an, so dass deren gelbe Außenfläche wie das in den Corbiculae getragene Pollenpaket einer Honigbiene aussieht. Eine weitere Besonderheit im Verhalten hat der Schwebfliege *E. tenax* den deutschen Namen Mistbiene eingetragen. Die sogenannten Rattenschwanzlarven dieser Schwebfliegen leben in Jauche von Misthaufen, wo die den Honigbienen ähnlichen Weibchen sich häufig zahlreich zur Eiablage einfinden. Die Verwechslung von Honigbienen und *E. tenax*-Schwebfliegen hat möglicherweise auch zu der bizarren, Bugonie genannten Vorstellung der griechischen Mythologie beigetragen, nach der es eine Bienenerzeugung aus Stierkadavern gibt (Abb. 7; OSTEN-SACKEN 1894; SCHMID 1996), wie ein Text von Aeneas von Gaza (Theophrastos 16, 1-9, ed. M. E. Colonna; 480 n. Chr.) aus dem 5. Jahrhundert n. Chr. belegt: „Die Bienenmacher ersinnen, wenn der Bienenstock eingegangen ist, Folgendes: Nachdem sie ein Rind in eine Hütte getrieben haben, schlagen sie es mit Knüppeln, bis es verendet... Sie schließen die Türen gewissenhaft, damit von nirgendwoher ein Lufthauch hineinkommt, und gehen dann weg. Wenn sie nach vierzig Tagen oder auch später die Hütte öffnen, finden sie das Rind verfault und unzählige Tiere statt eines herumschwirren. Die Hütte erscheint plötzlich voll von Bienen, die aus dem Rind entstanden sind, und, wenn sie größer geworden sind, traubenförmig schwärmen. Diese fangen die Bienenmacher ein, pflegen sie und erreichen so, dass die Honigerzeugung wieder in Gang kommt...“



Abb. 6: Schwebfliegen. (a) Honigbiene (links) und Mistbiene (rechts) auf einem Efeublütenstand. (b) Nicht dressierte Schwebfliege *Eristalis tenax* bei der spontanen Rüsselreaktion auf eine kleine gelbe Farbfläche. Die Farbfläche ist kleiner als die ausgebreiteten Labellen und daher unter diesen nicht sichtbar. Eine gleich große Farbfläche befindet sich in einigem Abstand vor der Fliege. (c) *E. tenax* trinkt blau gefärbtes Zuckerwasser, nachdem sie mit ihrem rechten Vorderbein in den Zuckerguss tropfen getreten ist. Die gelben Tropfen sind mit Chininsulfat vergällt. (d) Nachfolgender Test, in dem die Fliege trotz Dressur auf blau ihren Rüssel auf eine gelbe Farbfläche streckt. (e) *Volucella inanis* Weibchen beim Blütenbesuch; (f) L2-Larven in den Nestzellen von Wespenlarven; (g) *V. inanis*-Eier auf der Hülle eines Wespennestes; (h) entdeckelte L3-Larve und Wespenlarve.

Fig. 6: Syrphid flies. (a) Honeybee (left) and Dronefly (right) on an inflorescence of Ivy. (b) Non-trained hoverfly *Eristalis tenax* showing spontaneous proboscis extension towards a small yellow coloured colour patch. The colour patch is smaller than the extended labella and thus invisible beneath them. A similarly sized colour patch is positioned in front of the fly. (c) *E. tenax* drinking



Abb. 7: Die Entstehung von Honigbienen aus einem Rinderkadaver aus dem "Hortus Sanitatis" aus dem Jahre 1536 (zitiert nach SCHMID 1996).

Fig. 7: The origin of honeybees from the carcass of an ox after "Hortus Sanitatis" from 1536 (cited after SCHMID 1996).

Tatsächlich sollte das Rezept funktionieren, denn nach einigen Wochen sollte ein Rinderkadaver von Schmeißfliegen aufgefressen sein und die in der Jauche lebenden Rattenschwanzlarven sich zu Schwebfliegen-Imagines entwickelt haben, die sich an einer Stelle, in die vielleicht etwas Licht eindrang, schwarmartig gesammelt haben dürften. Belege für diese Darstellung und interessanterweise auch für die Verwechslung finden sich in alten Karten des nördlichen Sternenhimmels. Aus dem Sternbild Taurus (Stier), das einen halben Stier darstellt, „fliegt“ das Sternbild Apis (Biene), das in einigen späteren Sternenkarten auch *Musca borealis* (Nördliche Fliege) genannt wird. Es finden sich durchaus auch fliegenähnliche Darstellungen des betreffenden Sternbildes, die Apis genannt werden und bienenähnliche, die Musca bezeichnet sind (Abb. 8). Die Verwirrung um Fliege oder

Biene ist zu Beginn des 17. Jahrhunderts durch gleichnamige Sternbilder am Nordhimmel und am Südhimmel sehr kompliziert, wie ein Zitat aus Wikipedia (wikipedia.de 2009) belegt:

„1598 erscheint das Sternbild als Biene (Apes) auf einem Himmelsglobus von Petrus Plancius, 1600 bei Jodocus Hondius, 1602/03 auch bei Blaeu. Jacob Bartsch nennt es aber 1624 Wespe, weil Bayer auch eine Biene (Apis) am Südhimmel eingeführt hat (die heutige Fliege), und deutet sie in religiösem Kontext als ein Insekt, das in der Geschichte von Samson erwähnt wird. Musca heißt sie dann erstmalig bei Johannes Hevelius in der Uranographia von 1664, postum veröffentlicht 1690, später *Musca borealis* in Abgrenzung zur (südlichen) Fliege, und auch in der Vorstellung der Gestirne und Uranographia von Johann Elert Bode 1782 findet sie sich noch.“

In modernen Sternenkarten ist Apis oder Musca zum Aries (Widder) geschlagen worden. Außer der Annahme, dass diese Sternbilder Teile der griechischen Mythologie „erzählen“ – auch der Hinweis auf Samson bezieht sich auf einen Kadaver (Löwe), in dem Bienen hausen –, könnte eine weitere Verwechslung eine Rolle gespielt haben. Da der ägyptische Stierrgott ausgerechnet Apis heißt, könnte es sich schlicht um eine Namensverwechslung handeln, die beim Übertragen von ägyptischen Sternenkarten ins Griechische oder Römische auftrat. Sogar eine plausible Erklärung all dieser Verwechslungen fiel viele Jahre einer Verwechslung zum Opfer. Erklärungen von Darstellungen der Erdgöttin Artemis von Ephesus bringen häufig das Attribut „vielbrüstig“, das auf den ersten Blick die Statuen auch trefflich zu beschreiben scheint. MORRIS (1986) weist jedoch

blue coloured sugarwater after having touched the droplet of sugarwater with its right foreleg. The yellow droplets are denatured by quinine sulphate. (d) Following test, in which the trained fly extends its proboscis towards a yellow colour patch despite the training to yellow. (e) *Volucella inanis* female visiting a flower; (f) L2-larvae in the nest cells together with wasp larvae; (g) *V. inanis* eggs on the cover of a wasps' nest; (h) L3-larva and wasp larva in nest cells with cover removed.



Abb. 8: (oben) Nördlicher Sternenhimmel mit dem Sternbild Apis (Biene) neben dem Sternbild Taurus (Stier) aus „Harmonia Macrocosmica“ von ANDREAS CELLARIUS (1661); (unten links) Sternbilder Aries und Musca aus „Uranographia“ von JOHANN ELERT BODE (1801); (unten Mitte) Sternbilder „Aries und Musca Borealis“ aus Urania's Mirror von SAMUEL LEIGH (1825) nach IAN RIDPATH; (unten rechts); Sternbilder Taurus und Musca aus „Uranographia“ von JOHANNES HEVELIUS (1690).
Fig. 8: (top) Northern starry sky with the constellation Taurus (bull) from „Harmonia Macrocosmica“ of ANDREAS CELLARIUS (1661); (bottom left) Constellations Aries and Musca from "Uranographia" of JOHANN ELERT BODE (1801); (bottom middle) Constellations "Aries and Musca Borealis" from Urania's Mirror of SAMUEL LEIGH (1825) after IAN RIDPATH; (bottom right); Constellations Taurus and Musca from „Uranographia“ of JOHANNES HEVELIUS (1690).

darauf hin, dass die sogenannte vielbrüstige Artemis von Ephesus als Symbol weiblicher Fruchtbarkeit Melissae (Bienen) als Helferinnen besaß, die auch an den Statuen darge-

stellten sind, und als Symbol männlicher Fruchtbarkeit zahlreiche Stierhoden um den Hals gehängt trug, die als Brüste fehlinterpretiert wurden.

7. Nachahmer

Sowohl *Eristalis tenax* als auch *Apis mellifera* verhalten sich in bestimmten Phasen des Blütenbesuchs farbenblind (SRINIVASAN & GUY 1990; LEHRER & BISCHOF 1995). Dabei unterscheidet sich das Farbensehen der Honigbiene und der Mistbiene grundlegend. Die Honigbiene weist ein trichromatisches, auf drei Rezeptortypen basierendes Farbensehen auf, während *E. tenax* zwei getrennte Sehsysteme besitzt. Neben dem farbenblindem, lichtstarken, neuronalen Superpositionssubsystem (s. o.) hat sie ein aus je zwei Tandems von Farbrezeptorzellen in verschiedenen Ommatidien bestehendes tetrachromatisches Farbensehssystem. Nach dem Farbsehmodell von TROJE (1993) kann *E. tenax* lediglich vier Farben unterscheiden und eine dieser vier Farben ist das durch Absorption von ultraviolettem Licht charakterisierte Pollengelb, die verbreitete Farbe des proteinreichen, für die Fortpflanzung wichtigen Nährstoffs dieser Fliegen. Frisch geschlüpfte, blütennaive Imagines von *E. tenax* strecken den Rüssel spontan auf gelbe – und nur auf gelbe – Farbflächen (Abb. 6b-d). Ein Vergleich mit einem normalsichtigen Menschen, in diesem Fall dem Autor selbst, ergab, dass *E. tenax* erst dann den Rüssel auf ein gelbes monochromatisches Testlicht streckte, wenn deren Intensität mindestens hundert Mal höher war als die Wahrnehmungsschwelle der Versuchsperson. Hinzugemischtes Blau hemmte jedoch die Rüsselreaktion schon dann effektiv, wenn die Versuchsperson die Änderung noch gar nicht wahrnahm und noch zwei bis drei Mal höhere Intensitäten bis zu ihrer Wahrnehmung benötigte. Da die Rüsselreaktion von *E. tenax* nicht auf andere Farben konditionierbar ist (Abb. 6c-d), besitzen Pflanzen phantastische Möglichkeiten, die Bewegungen auf Blüten durch gelbe, Pollen imitierende Blütenmale zu manipulieren, indem sie die Aufenthaltsdauer, Intensität der Bewegungen und Richtung der Hinwendung ihrer Besucher beeinflussen (LUNAU et al. 2005).

Schwebfliegen treten gar nicht so selten als Nachahmer von mit einem Giftstachel bewehrten Hymenopteren auf. Außer der Mistbiene *E. tenax* als Nachahmer der Westlichen Honigbiene *A. mellifera* ist vor allem die häufige Gemeine Gartenschwebfliege *Syrphus ribesii* als Nachahmer von sozialen Faltenwespen bekannt. In der Gattung *Volucella* finden sich spektakuläre Mimikryfälle. Die Hummelschwebfliege *Volucella bombylans* tritt in den Graubündner Alpen in drei verschiedenen Farbmorphen auf, wobei die Morphe *V. b. plumata* den Erdhummeln *Bombus terrestris* und *Bombus lucorum* täuschend ähnelt, *V. b. bombylans* der Bergwaldhummel *Bombus wulfeli* und *V. b. haemorrhoidalis* der Pyrenäenhummel *Bombus pyrenaeus*. Da die Weibchen der Hummelschwebfliegen zur Eiablage in Hummelnester eindringen, wurde sogar vermutet, dass es sich um eine aggressive Mimikry handelt, die es den Weibchen ermöglicht, unerkannt an den Wächterhummeln am Nesteingang vorbeizukommen. Diese Vermutungen konnte RUPP (1989) widerlegen, indem er zeigte, dass die Weibchen der Hummelschwebfliegen unabhängig von ihrer Ähnlichkeit mit der Wirtshummelart von den Wächterhummeln angegriffen werden. Damit bleibt als Selektionsdruck für die Hummelmimikry wohl nur die Vermeidung der Prädatation durch Vögel, Reptilien und Amphibien (MOSTLER 1935).

V. bombylans-Larven leben als Kommensalen in Hummelnestern; sie fressen die Abfälle in einem Hummelnest und nur gelegentlich einmal eine Wirtslarve (RUPP 1989). Die Gebänderte Waldschwebfliege *Volucella inanis* hingegen sieht wespenähnlich aus und muss sich heftigen Angriffen der Wespen erwehren, wenn die Weibchen zur Eiablage Wespennester aufsuchen. Die Larven von *V. inanis* leben parasitisch in den Wespennestern; während das mobile erste Larvenstadium nur für das Aufsuchen des Wespennests und die Mobilität im Wespennest zuständig ist, zapft das zweite Larvenstadium eine Wirtslarve an, nachdem es zu ihr in die Zelle gekrochen ist,

und das dritte Larvenstadium saugt schließlich, nachdem die Wespenlarve zur Verpuppung einen Deckel über die Zelle gesponnen hat, die Wirtslarve komplett aus (Abb. 6e-h).

8. Täuschungen

Fliegen sind ausgesprochene Augentiere. Regelmäßig sind die Männchen holoptisch mit vollständiger Sicht nach oben, während die Weibchen einen größeren Abstand zwischen den beiden Komplexaugen besitzen, z. B. *Eristalis tenax*. Die gesamte dorsale Augenpartie von Männchen kann für das Auffinden von potentiellen Geschlechtspartnern aus großer Entfernung spezialisiert sein, was beispielsweise bei der Regenbremse *Haematopoda pluvialis* ganz offensichtlich ist, da nur die Männchen eine spezialisierte dorsale Augenregion besitzen (Abb. 4a,c). Bei der Markusfliege *Bibio marci* (Bibionidae) ist es der Größenunterschied der Augen von Männchen und Weibchen, ähnlich wie bei manchen Eintagsfliegen (Ephemeroptera) mit ihren sogenannten Turbanaugen, der eine spezielle Funktion der Augen männlicher Markusfliegen vermuten lässt (Abb. 9c).

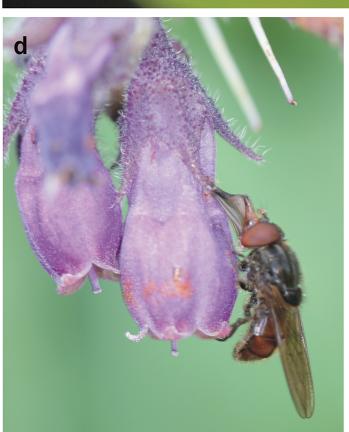
Neben der Findung des Paarungspartners erbringen Fliegen auch andere erstaunliche visuelle Orientierungsleistungen. Die weißen Dolden der Wilden Möhre, *Daucus carota*, tragen in der Mitte eine über die Dolde herausragende dunkle Mohrenblüte, die offenbar der Anlockung von Fliegen als Bestäuber

dient (Abb. 9b). Im Laborversuch ließ sich bereits zeigen, dass diese Mohrenblüte Fliegen auf die Dolde zu locken vermag (EISIKOWITSCH 1980), wohl indem sie eine Fliege, die bereits Futter gefunden hat, erfolgreich vor täuscht und dadurch andere Fliegen anlockt. Der Nachweis im Freiland steht indes noch aus. Beobachtungen zufolge werden auf dem Campus der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf speziell Dunkelmücken (Thaumaleidae) angelockt, die sogar die Mohrenblüten gezielt anfliegen und berühren (HATZENBÜHLER, mdl. Mitteilung).

Versuche mit Leim bestrichenen, lebensgroßen Holzattrappen, z. B. von Pferden, zeigten, dass Kriebelmücken (Simuliidae) als Blutsauger an ganz bestimmte Körperstellen ihrer Wirtstiere gelockt werden. Während *Wilhelmia equina* fast ausschließlich in der Kopfregion geleimt wurde, ließ sich *Boophthora erythrocephala* fast nur am Bauch der Attrappe fangen (WENK & SCHLÖRER 1963). Simuliiden können auch das von Wasseroberflächen reflektierte, horizontal polarisierte Licht detektieren und so Wasserflächen zur Eiablage gezielt aufsuchen und fallen daher auf glänzende Flächen in bestimmten Farben, die die Detektion des polarisierten Lichts am wenigsten stören, herein (SCHWIND 1991). Mexikanische Pilzmücken (Fungivoridae) haben in Koevolution mit dem Baum *Aristolochia arborea* ihr Unterscheidungsvermögen für Pilze und Pilz-imitierende Blüten geschärft. Pilze sind die Nährsubstrate der Pilz-

Abb. 9: (a) Die Blüte von *Aristolochia arborea* imitiert mit der innenliegenden Struktur einen Hutpilz der Gattung *Marasmius*. (b) Blütendolde der Wilden Möhre mit Mohrenblüte und Fliege. (c) Drei Fliegen bei einer Paarung von Tanzfliegen. Das *Empis*-Männchen (rechts) paart sich mit dem *Empis*-Weibchen (Mitte) nach der Übergabe eines Markusfliegen (Männchen, links) als Hochzeitsgeschenk (Foto: RICHARD DIEPSTRATEN). (d) Nasenfliege *Rhingia campestris* beim sekundären Nektarraub an einer Blüte des Gemeinen Beinwells; (e) beim Pollenfressen vom Staubbeutel einer Blüte des Drüsigen Springkrauts.

Fig. 9: (a) The flower of *Aristolochia arborea* mimics a mushroom of the genus *Marasmius* with its inner structure. (b) Umbel of the Wild Carrot with central dark flower and fly. (c) Three flies at an empid fly mating. The male *Empis* (right) copulates with the female *Empis* (middle) after handing over a bibionid fly (male; left) as a nuptial gift (photo: RICHARD DIEPSTRATEN). (d) Nosefly *Rhingia campestris* robbing through a hole in the corolla of a flower of Comfrey; (e) feeding on pollen from the anthers of the flower of Ornamental Jewelweed.



mückenlarven („Maden“), die von Weibchen zur Eiablage aufgesucht werden. Pilzmückenweibchen, die sich von den Blüten dieser Pflanze anlocken lassen und dort Eier legen, verlieren die daraus schlüpfenden Nachkommen, da sie auf den Blüten wegen fehlender geeigneter Nahrung zugrunde gehen. Pilzmückenweibchen, die sich auf der Suche nach Eiablagensubstraten nicht von den pilzhähnlichen Blüten locken lassen, haben dagegen höhere Fortpflanzungserfolg (KAISER 2006). Dieser evolutive Wettkampf hat bereits interessante Anpassungen hervorgebracht. Die Blüten von *A. arborea* wachsen am Fuß des Stamms in Bodennähe, wo Pilze normalerweise wachsen, sie duften wie Pilze und sie besitzen die Lamellenstruktur eines Pilzes. Und sogar der Umriss eines Hutpilzes wird so genau imitiert, dass Pilzkenner ein Exemplar aus der Pilzgattung *Marasmius* erkennen. Alle diese für Blüten ungewöhnlichen Signalstrukturen (Abb. 9a) dienen wohl dazu, den während der Evolution immer feiner gewordenen Mechanismus für die Erkennung des Eiablagensubstrats der Pilzmückenweibchen zu überlisten. Manche von Pilzmücken bestäubte Blüten sehen so bizarr aus, dass beispielsweise LUER (1978) den phantasievollen Namen *Dracula vampira* für eine Orchidee ver gab.

Tanzfliegenmännchen der Gattung *Empis* bringen zur Paarung eine Jagdbeute, beispielsweise eine Fliege, als Hochzeitsgeschenk (Abb. 9c). Die Weibchen mancher Arten sind auf diese Proteingabe für die Eiablage angewiesen, da sie selbst keine Nahrung aufnehmen (CUMMING 1994). Bei anderen Tanzfliegen haben Männchen interessante Anpassungen entwickelt, die den Nährwert der Hochzeitsgeschenke vermindern. Männchen von *Empimorpha genealis* spinnen ihr Hochzeitsgeschenk in ein auffälliges, weißes Gespinst ein. *Hilara sartor*, die Fliege mit dem Schleierchen, lockt nur noch mit einem in der Sonne glänzenden Gespinst Weibchen an, ohne dass sich ein nahrhaftes Hochzeitsgeschenk darin befindet. Durch ihre große elterliche Investition

haben die nahrhafte Hochzeitsgeschenke sammelnden Männchen von *Rhamphomyia longicauda* einen kompletten Tausch der Geschlechterrolle vorgenommen. Sie fliegen mit den gefangenen Beutestücken zu den schwärzenden Weibchen und wählen bevorzugt Paarungspartnerinnen mit vollem Abdomen aus, da diese offenbar kurz vor der Eiablage stehen, und verbessern auf diese Weise ihren Fortpflanzungserfolg. Die Weibchen ihrerseits verstärken ihre Silhouette durch stark behaarte, an den Hinterleib angelegte Beine und schlucken sogar Luft, um das Abdomen aufzupumpen und dadurch zu simulieren, dass sie kurz vor der Eiablage stehen (FUNK & TALLAMY 2002).

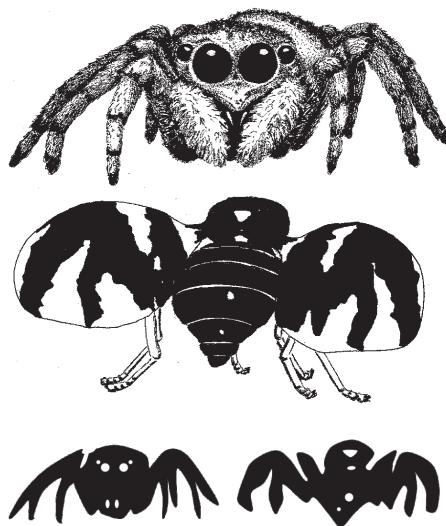


Abb. 10: Schemazeichnung (oben) der Vorderansicht einer Springspinne (*Salticus scenius*), (Mitte) der Rückansicht einer Spinnen-imitierenden Bohrfliege (*Rhagoletis zephyria*); (unten) die Silhouette der Springspinne (links) und die dunklen Körperzeichnungsmuster der Bohrfliege (rechts) im Vergleich (verändert nach LUNAU 2002).

Fig. 10: Schematic drawing (top) of the front view of a salticid spider (*Salticus scenius*), (middle) the back view of a spider-mimicking tephritid fly (*Rhagoletis zephyria*); (bottom) the silhouette of the salticid spider (left) and the dark body parts of the tephritid fly (right) in comparison (modified after LUNAU 2002).



Abb. 11: Das Rosenkranzfest von ALBRECHT DÜRER in der nicht mehr erhaltenen Darstellung mit DÜRERS Fliege auf dem weißen Stoff über Marias Knie vor den Händen des zur Linken Marias knieenden Kaisers. Die Originalgröße des Gemäldes beträgt 1,62 x 1,945 m. Die Fliege ist ca. 15 mm lang. Der Einsatz unten links zeigt *Musca dureriana* in größerem Maßstab.

Fig. 11: The Feast of the Rose Garlands of ALBRECHT DÜRER in the non-preserved representation with DÜRERS fly sitting on the white stuff over Marias knee in front of the hand of the Emperor on his knees to Marias left side. The original size of the painting is 1.62 x 1.945 m. The fly is about 15 mm long. The inset (bottom left) shows *Musca dureriana* in larger scale.

Bohrfliegen überlisten sogar Raubfeinde mit visuellen Signalen. Die Bohrfliege *Rhagoletis zephyria* (Tephritidae) besitzt ein schwarzes Zickzackband auf ihren Flügeln, das sie durch eine geeignete Flügelstellung und in Kombination mit anderen Körperzeichnungen zur Abwehr von Angriffen durch Springspinnen einsetzt. Die Fliegen bieten von hinten betrachtet durch das Muster die Silhouette einer Springspinne und werden von Springspinnen sogar oft angebalzt statt angegriffen (Abb. 10; MATHER & ROITBERG 1987).

9. Fliegologie

Einer besonderen Form der Täuschung ist DÜRERS Fliege *Musca dureriana* zuzurechnen. Nach dem Werk von EÖRSI (2001) mit dem bezeichnenden Titel „Puer, abige muscas! remarks on Renaissance flyology“ („Junge, verscheuche die Fliegen! Bemerkungen zur Fliegologie der Renaissance.“ Übersetzung aus dem Lateinischen und Englischen vom Autor) handelt es sich um eine verschwundene Fliege, die es möglicherweise nie gegeben hat. Auf seinem im Jahre 1506 vollende-

ten Bild „Rosenkranzfest“ bildete ALBRECHT DÜRER (1471-1528) nicht nur sich selbst ab (ein Blatt Papier mit seiner Signatur in der Hand haltend), sondern auch auf dem Knie der Madonna eine augenscheinlich in Lebensgröße gemalte Fliege. Wirklich belegt ist DÜRERS Fliege als Trompe-l'œil (Trompe-l'œil bedeutet „Augenwischerei“; in der Malerei taucht der Begriff auch im Zusammenhang mit täuschend echt gemalter Jagdbeute auf) indes nicht. Sie taucht erstmals auf einer Leinwandkopie des Rosenkranzfestes um 1600 in Wien auf. Bei der durch Beschädigungen in Kriegswirren nötigen Restaurierung des Bildes ergänzte der Prager Restaurator JOHANN GRUSS (1790-1855) DÜRERS Fliege nach dem Vorbild von Kopien von DÜRERS Werk, jedoch im Stile des 19. Jahrhunderts (Abb. 11). Inzwischen ist sie (daher) vom Original wieder entfernt worden, aber beispielsweise auf einer Kopie und Zeichnung von VÁCLAV MÁ-

NES (1793-1858) noch zu sehen. DÜRER hatte möglicherweise durchaus ein Vorbild, denn auf dem ca. 1480 von CARLO CRIVELLI gemalten Bild „Madonna mit Kind“ blickt das von Madonna gehaltene Jesuskind fasziniert auf eine auf einer Balustrade sitzende Fliege. Möglicherweise hatte er auch Nachahmer, denn auch bei ALBRECHT DÜRERS Schüler HANS BALDUNG (1485-1545) erscheint eine Fliege, hier auf dem gelben Beinkleid des Bogenschützen in Höhe des Knies, in dem 1509 entstandenen Gemälde „Sebastiansaltar“. Auf dem im Jahre 1609 von JOHANN KÖNIG geschaffenen, an DÜRERS Selbstdarstellung im „Rosenkranzfest“ angelehnten Portrait DÜRERS erscheint DÜRERS Fliege auf einem in der Hand gehaltenen Blatt Papier anstelle einer Signatur (Abb. 12; EÖRSI 2001). Es bleibt also der Phantasie des Lesers überlassen, sich die Freude DÜRERS vorzustellen, einen Betrachter des „Rosenkranzfest“ vielleicht zum

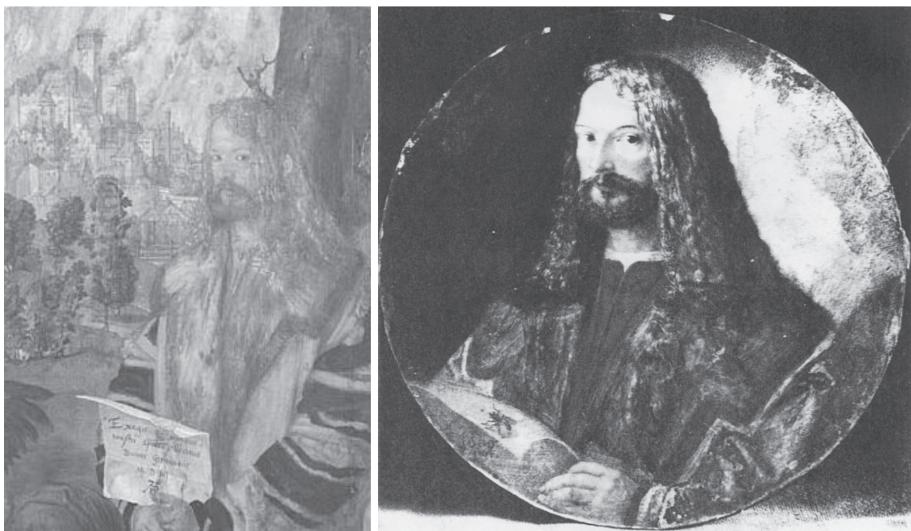


Abb. 12: Bildnisse DÜRERS. Schwarzweiß-Fotografien von (links) einem Ausschnitt aus dem Rosenkranzfest mit dem Selbstporträt ALBRECHT DÜRERS, der ein Papier mit der Aufschrift: „Exegit quinque mestri / spatio Albertus / Durer Germanus MDVI / AD“ hält; (rechts) JOHANN KÖNIGS Zeichnung eines Porträts von ALBRECHT DÜRER, der ein Papier mit einer Fliege hält (nach EÖRSI 2001).

Fig. 12: Portraits of DÜRER. Black-and-white photos of (left) a section of The Feast of the Rose Garlands with the self portrait of ALBRECHT DÜRER holding a sheet of paper with the inscription: “Exegit quinque mestri / spatio Albertus / Durer Germanus MDVI / AD”; (right) JOHANN KÖNIGS drawing of a portrait of ALBRECHT DÜRER holding a sheet of paper with a fly (after EÖRSI 2001).

Verscheuchen der Fliege aufgefordert zu haben, wie es der zur Linken Marias kniende Kaiser mit seinen Handbewegungen scheinbar auch tut.

Dipteren sind aufgrund ihres Arten- und Individuenreichtums oftmals wichtige Glieder in Nahrungsnetzen. Forellen und Äschen ernähren sich zu einem großen Teil von schlüpfenden oder ins Wasser gefallenen Insekten und entwickeln erstaunlich präzise Suchbilder für die nahrhaftesten Beutetiere. Diese Suchbilder mit selbst gebundenen Nass- oder Trockenfliegen möglichst naturgetreu nachzustellen, ist die Kunst des Fliegenfischers, die sich in Fangerfolgen auszahlt. Von häufigen Beutetieren wie Eintagsfliegen finden sich sogar art- und geschlechtsgenaue Nachbildungen, etwa von *Ephemera danica*, und stadienspezifische Nachbildungen wie „nymph“ (Nymphe), „emergent“ (aufsteigende Nymphe), „loopwing“ (schlüpfende Subimago), „stillborn“ (nicht-geschlüpfte Subimago) und „dun“ (Imago) sowie das in keinem entomologischen Lehrbuch zu findende Stadium „spent“, das erschöpft nach der Eiablage auf der Wasseroberfläche treibende, sterbende Weibchen. Zu besonderen Zeiten beißen Forellen und Äschen sogar auf (in das Wasser gefallene) Heuschrecken, Ameisen oder Hummeln, die folglich auch als besondere Fliegen in den Fliegendosen der Fliegenfischer bereitgehalten werden (Abb. 13a-d).

Manche Dipteren sind so häufig, dass sie auch Eingang in den Speiseplan des Menschen gefunden haben. Die Essbare Büschelmücke *Chaoborus edulis* tritt in gewaltigen, dem Rauch eines Feuers nicht unähnlichen Schwärmen über den ostafrikanischen Seen auf (IRVINE 2000); die verklebten Mückenleiber werden als „Kungu“ gegessen (OLDROYD 1964). Selbst in Deutschland können Mückenschwärme gewaltige Ausmaße annehmen. Da manche Mücken in dichten Schwärmen über Landmarken stehen, können dann besonders ausgezeichnete Landmarken wie Kirchtürme auch besonders große Mückenschwärme anlocken.

Am Abend des 27. August 1859 gab es einen folgenschweren Feueralarm in Ehingen, den die lokale Presse schamhaft verschwieg. Erst eine Woche später fand sich in der Zeitung des Nachbarortes Blaubeuren „Der Blaumann“ in der Ausgabe No. 71 vom Dienstag, den 6. September 1859, folgende Notiz: „„Feuer! Feuer!“ rief’s am Samstag vor 8 Tagen in Ehingen durch die Straßen. „Die Donau brennt! Nein ‘s ist höher, der untere Kirchturm brennt.““ Ungeheure Bewegung, Spritzen fahren auf. Ungeheure Verwunderung: wie kommt das Feuer in den Thurm? Einer meint, es könnte von dem Blitz herühren, der vor 8 Tagen in den Kirchturm geschlagen und andere vermuteten wieder eine andere Ursache. Während diesem Jammer rief ein Anderer: „Ach Gott, der obere Kirchturm brennt auch.“ Während man auch hier Hilfe leisten wollte, entstand auf dem ersten „Brandplatz“ Streit, ob wirklich Feuer im Thurme sei, oder ob die „Rauchwolke“ aus einem Schwarm fliegender Insekten (Ameisen) bestehe. Einige, die im Thurme waren, wollten das Feuer gesehen haben, während Andere als Beweis fliegende Insekten aus der Höhe herabbrachten. Und so war es auch. Ein ungeheuer Schwarm „fliegender Ameisen“ hatte die Thurmkkuppel umwölkt und den Irrthum veranlaßt.“

Seit dieser Zeit nennt man die Ehinger „Muckenspritzer“. Aus diesem Spottnamen haben die Ehinger aber inzwischen einen Namen gemacht, der bei der Fasnet einen guten Klang hat. Die Ehinger Narrenzunft nennt sich „Spritzenmuck“ und ist seit den Zwanzigerjahren des 20. Jahrhunderts Mitglied der Vereinigung schwäbisch-alemannischer Narrenzünfte (www.muckenspritzer.de 2009). Es ist nachträglich nicht festzustellen, ob es sich bei den Mucken um Ameisen handelte, jedoch nicht ausgeschlossen, da die Paarungspartner mancher Ameisenarten sich an exponierten Stellen beim hilltopping (unter „hilltopping“ werden Strategien der Partnerfindung bei Insekten zusammengefasst, bei denen sich die Tiere an markanten Landschafts-



Abb. 13: Fliegen für das Fliegenfischen in Südost-Norwegen; (a) Hummel imitierende Fliege; (b) Köchenfliegenlarve imitierende Fliege; (c) tote Eintagsfliege imitierende Fliege; (d) schlüpfende Eintagsfliege imitierende Fliege. Feuerfliegen; (e) leuchtendes Weibchen der Feuerfliege, hier des Glühwürmchens (*Phausis splendidula*); (f) dasselbe Weibchen mit Blitzlicht fotografiert; (g); Unterseite eines Männchens in Schreckstarre; (h) Paarung.

Fig. 13: Flies for flyfishing in southeastern Norway; (a) bumblebee-mimicking fly; (b) caddisfly larva-mimicking fly; (c) dead mayfly-mimicking fly; (d) emerging mayfly-mimicking fly. Fireflies; (e) glowing female of the firefly, here the glow-worm (*Phausis splendidula*); (f) the same female photographed with flash light; (g); ventral side of a male in shock posture; (h) mating.

strukturen, häufig Berggipfeln, einfinden) treffen.

Feuerfliege ist die deutsche Übersetzung von „firefly“, wie Leuchtkäfer und Glühwürmchen im Englischen genannt werden. Das Kleine Johanneswürmchen, *Phausis splendidula* (Lampyridae), auch Glühwürmchen genannt, weist außer dem Leuchtvermögen in beiden Geschlechtern auch Besonderheiten in der Metamorphose auf. Die im Flug leuchtenden Männchen sehen wie ganz normale, kleine (bis 10 mm) Käfer aus, während die flügellosen Weibchen larvenähnlich aussehen und ihre Position durch ein grünes Leuchtmuster anzeigen (Abb. 13e-h). In ihrem Werk über die Metamorphose surinamensischer Insekten beschrieb MARIA SIBYLLA MERIAN (1705) die ungewöhnliche Metamorphose eines

Käfers zu einer Feuerfliege und zum Laternenträger. Laternenträger, *Fulgora laternaria* L., sind bizarre geformte Zikaden, die zwischen den Augen einen körpergroßen Kopffortsatz tragen, der in Form und Färbung an den Kopf eines jungen Alligators erinnert und auch als Mimikryfall diskutiert wurde (POULTON 1932). Das sagenhafte Leuchtvermögen dieser Organe wird bis heute in den Lehrbüchern beschrieben, obwohl es bei keinem einzigen Vertreter der Leuchtzikaden (Fulgoridae) bislang beobachtet wurde. Lassen wir MARIA SIBYLLA MERIAN (1705) mit den Erklärungen zur Tafel 49 ihrer „Metamorphosis insectorum Surinamensium“ (in deutscher Übersetzung) selbst zu Wort kommen:

„Ich fand auf... dem Granatbaum... eine Art von Käfern, die träge und langsam waren...

Abb. 14: Metamorphose der Feuerfliege; Originalbildunterschrift: (unten) Surinamesischer Laternenträger und Leiermann-Zikade (*Fiducina mannifera* Fabr.); (Mitte) Nachtwanderer und seine Larve; (oben) Surinamesische Laternenträger-Zikade (*Laternaria phosphorea* L.) (nach M. S. MERIAN 1936).

Fig. 14: Metamorphosis of the firefly; original figure legend: (bottom) Surinamesischer Laternenträger und Leiermann-Zikade (*Fiducina mannifera* Fabr.); (middle) Nachtwanderer und seine Larve; (top) Surinamesische Laternenträger-Zikade (*Laternaria phosphorea* L.) (after M. S. MERIAN 1936).



Diese Käfer haben vorn unter dem Kopf einen langen Rüssel, den sie in die Blumen stecken. Am 20. Mai legten sie sich still und unbeweglich nieder. Dann platzte auf dem Rücken die Haut auf, und es kamen grüne Fliegen mit durchsichtigen Flügeln heraus... Die Indianer haben mir versichert, dass aus diesen Fliegen die sogenannten Laternenträger entstehen, wie hier Männchen und Weibchen fliegend und sitzend gezeigt werden. Ihr Kopf oder ihre Mütze leuchtet bei Nacht wie eine Laterne... Die Indianer brachten mir eines Tages eine große Menge dieser Laternenträger (ehe ich wusste, dass sie nachts so einen Glanz von sich geben), und ich tat sie in einen großen Holzkasten. Nachts machten sie solch einen Lärm, daß wir voller Schrecken erwachten und aus dem Bett sprangen. Bald wurden wir gewahr, daß es in dem Kasten war, den wir mit Erstaunen öffneten, aber mit noch größerem Erstaunen zu Boden warfen, da beim Öffnen des Kastens eine Feuerflamme herauskam. Es kam so manches Tier und damit so manche Feuerflamme heraus. Doch wir beruhigten uns, sammelten die Tiere wieder ein und waren sehr verwundert über ihren Glanz... Die unten auf der Granatblüte sitzende Fliege zeigt, wie diese Feuerfliegen allmählich zu Laternenträgern werden."

Tatsächlich ist auf der Zeichnung auf der Granatblüte wohl die Chimäre mit den einer Singzikade ähnlichen durchsichtigen Flügeln und mit dem Kopffortsatz einer Laternenträgerzikade dargestellt (Abb. 14). Damit ist das Rätsel aber nicht gelöst. Eine heiße Spur fand ich vor vielen Jahren im peruanischen Regenwald. Klopfe Feuerflammen habe ich dort auf der Forschungsstation Panguana benutzt, um in dunkler Nacht Tagebuch zu schreiben. Es handelte sich um Leuchtschnellkäfer (Elateridae) der Art *Pyrophorus noctilucus* oder einer verwandten Art, die im Fluge auf der Ventralseite orangerot leuchten und beim Umherlaufen nach Störung auf dem Thorax hellgelb leuchten. Drei tagsüber in verschiedenen Behältern gehaltene Indivi-

duen, des Nachts in einem Glas zusammengesperrt, ergaben ein ausdauerndes und ausreichendes Licht zum Schreiben. Auch SCHMIDT-LOSKE (2008) hält genau diese Verwechslung von MERIAN für wahrscheinlich und eine entsprechende Metamorphose für ausgeschlossen.

Feuer ganz anderer Art entfacht die Spanische Fliege. *Lytta vesicatoria* ist ein kleiner Ölkafer (Meloidae), der wegen seines Cantaridinhalts geschützt und gefürchtet ist. Als blasenziehende Medizin, als tödliches Gift, das für den Menschen bereits in der Menge von 0,03 g tödlich wirkt, und vor allem als Aphrodisiakum fanden die Käfer reißenden Absatz (DETTNER 2007).

Insekten haben keine Nasen. Sie riechen mittels Sinnesborsten auf den Antennen. Die Nasendassel macht da keine Ausnahme, ihren Namen trägt sie wegen der Eiablage der Weibchen in die Nase von Huftieren. Nur für den Menschen und für wenige andere Wirbeltiere ist die Nase nicht nur Geruchsorgan, sondern auch ein markantes Merkmal im Gesicht („Gesichtserker“). Mit vergleichbaren Vorsprüngen ausgestattete Insekten heißen Rüsselkäfer, Schnabelfliegen oder ähnlich. Abschließend sei von der Nasenfliege *Rhingia campestris* (Syrphidae) berichtet, die einen Kopfauswuchs als „Nasenfortsatz“ benutzt, um den sehr langen Rüssel in Ruhezeiten dorthin einzuklappen. Diese Nasenfliege besitzt bemerkenswerte Fähigkeiten beim Pollendiebstahl auf Blüten, indem sie den Pollen direkt aus den Staubbeuteln frisst und sogar einzelne Pollenkörner nach der Bestäubung wieder von den Narben aufnimmt; auch zum sekundären Nektarraub ist sie fähig, indem sie ihren Rüssel durch von Hummeln in die Blütenkrone gebissene Löcher einführt (Abb. 9d-e).

Danksagung

Ein Exemplar der *Physica* in „zweyter, verbesseter und vermehrter Auflage“ erhielt der Autor zu seinem 46. Geburtstag von seinem

Schwiegervater FRITZ BERNDT, der damit einen Keim für diesen Aufsatz bildete. Die Bildautoren INGRID DE LA MOTTE, DIETRICH BURKHARDT, HELGE KNÜTTEL und RICHARD DIEPSTRATEN stellten großzügig Fotos oder Zeichnungen für diese Veröffentlichung zur Verfügung. ANNA EÖRSI gab wertvolle Hinweise über Dürers Fliege. HANS-JÜRGEN HOFFMANN machte mich bereits vor meinem Vortrag auf sein heteropterologisches Panoptikum aufmerksam. GÜNTHER OSCHE verdanke ich einen wertvollen Hinweis auf die Metamorphose der Feuerfliegen. Allen möchte ich herzlich für ihren Beitrag danken.

Literatur

- BERNARD, G.D. (1971): Evidence for visual function of corneal interference filters. *Journal of Insect Physiology* 17: 2287-2300.
- BOECKH, J. (1978): Nervensysteme und Sinnesorgane der Tiere. 3. Auflage. Herder, Freiburg.
- BONDURIANSKY, R., & BROOKS, R.J. (1999): Why do male antler flies (*Protopiophila litigata*) fight? The role of male combat in the structure of mating aggregations on moose antlers. *Ethology, Ecology & Evolution* 11: 287-301.
- BROOKES, M. (2002): *Drosophila* - Die Erfolgsgeschichte der Fruchtfliege. Rowohlt, Hamburg.
- BURKHARDT, D., & MOTTE, I. de la (1983): How stalk-eyed flies eye stalk-eyed flies: Observations and measurements of the eyes of *Cyrtodiopsis whitei* (Diopsidae, Diptera). *Journal of Comparative Physiology* 151: 407-421.
- BURKHARDT, D., & MOTTE, I. de la (1987): Physiological, behavioural, and morphometric data elucidate the evolutive significance of stalked eyes in Diopsidae (Diptera). *Entomologia Generalis* 12: 221-233.
- BURKHARDT, D., MOTTE, I. de la, & LUNAU, K. (1994): Signalling fitness: Larger males sire more offspring. Studies of the stalk-eyed fly *Cyrtodiopsis whitei* (Diopsidae, Diptera). *Journal of Comparative Physiology A* 174: 61-64.
- CUMMING, J.M. (1994): Sexual selection and the evolution of dance fly mating systems (Diptera: Empididae; Empidinae). *The Canadian Entomologist* 126: 907-920.
- DETHIER, V.G. (1976): The hungry fly: A physiological study of the behavior associated with feeding. Harvard University Press; Cambridge.
- DETTNER, K. (2007): Gifte und Pharmaka aus Insekten – ihre Herkunft, Wirkung und ökologische Bedeutung. *Entomologie heute* 19: 3-28.
- EIBL-EIBESFELD, I. (2004): Grundriss der vergleichenden Verhaltensforschung. 8. Auflage. Piper; München.
- EISIKOWITCH, D. (1980): The role of dark flowers in the pollination of certain Umbelliferae. *Journal of Natural History* 14: 737-742.
- EÖRSI, A. (2001): Puer, abige muscas!: remarks on Renaissance flyology. *Acta historiae atrium* 42: 7-22.
- FRISCH, K. von (1915): Der Farben- und Formensinn der Bienen. *Zoologische Jahrbücher (Physiologie)* 35: 1-188.
- FUNK, D.H., & TALLAMY, D.W. (2000): Courtship role reversal and deceptive signals in the long-tailed dance fly, *Rhamphomyia longicauda*. *Animal Behavior* 59: 411-421.
- GESNER, C. (1669): Allgemeines Thier-Buch. Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei; Hannover; Nachdruck 1983.
- GOLDING, Y.C., ENNOS, A.R., & EDMUND, M. (2001): Similarity in flight behaviour between the honeybee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and its presumed mimic, the dronefly *Eristalis tenax* (Diptera: Syrphidae). *The Journal of Experimental Biology* 204: 139-45.
- GRIMALDI, D., & FENSTER, G. (1989): Evolution of extreme sexual dimorphism: structural and behavioral convergence among broad-headed Drosophilidae (Diptera). *American Museum Novitates* 2939: 1-25.
- HANSEN, K. (1978): Insect chemoreception. S. 231-291 in: HAZELBAUER, G.L. (Hrsg.): *Taxis and behaviour (receptors and recognition, series B, vol 5)*. Chapman & Hall; London.
- HANSSON, F.E. (1987): Chemoreception in the fly: The search for the liverwurst receptor. S. 99-122 in: CHAPMAN, A.F., BERNAYS, E.A., & STOFFOLANO JR, J.G. (Hrsg.): *Perspectives in Chemoreception and Behaviour*. Springer; New York.
- HOFFMANN, H.-J. (2006): Ernstes und Kurioses über Wanzen – ein herpetologisches Panoptikum. *Denisia* 19: 95-136.
- IRVINE, K. (2000): Macrodistribution, swarming behaviour and production estimates of the

- lakefly *Chaoborus edulis* (Diptera: Chaoboridae) in Lake Malawi. S. 431-448 in: ROSSITER, A., & KAWANABE, H. (Hrsg): Ancient lakes: Biodiversity, ecology and evolution. Advances in Ecological Research vol. 31. Academic Press; London.
- KAIER, R. (2006): Flowers and fungi use scents to mimic each other. *Science* 311: 806-807.
- KIRSCHFELD, K. (1971): Aufnahme und Verarbeitung optischer Daten im Komplexauge von Insekten. *Naturwissenschaften* 58: 201-209.
- KIRSCHFELD, K. (1984): Linsen- und Komplexaugen: Grenzen ihrer Leistung. *Naturwissenschaftliche Rundschau* 9: 352-362.
- LEHRER, M., & BISCHOF, S. (1995): Detection of model flowers by honeybees: The role of chromatic and achromatic contrast. *Naturwissenschaften* 82: 145-147.
- LEMERY, N. (1721): Vollständiges Materialien-Lexicon. Johann Friedrich Braun; Leipzig.
- LINDNER, E. (1973): Alpenfliegen. Goecke & Evers; Krefeld.
- LINNAEUS, C. (1758): *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Editio decima, reformata. Salvius; Holmiae.
- LUER, C.A. (1978): *Dracula*, a new genus in the Pleurothallidinae. *Selbyana* 2: 190-198.
- LUNAU, K. (1992): Mating behaviour in the long-legged fly *Poecilobothrus nobilitatus* L. (Diptera, Dolichopodidae): courtship behaviour, male signalling, and mating success. *Zoologische Beiträge* N.F. 34: 465-479.
- LUNAU, K. (1996): Balzverhalten von Langbeinfliegen (Dolichopodidae; Diptera). *Acta Albertina Ratisbonensis* 50: 49-73.
- Lunau, K. (2002): Warnen, Tarnen, Täuschen. Mimikry und andere Überlebensstrategien in der Natur. Wissenschaftliche Buchgesellschaft; Darmstadt.
- LUNAU, K., & KNÜTTEI, H. (1995): Vision through coloured eyes. *Naturwissenschaften* 82: 432-434.
- LUNAU, K., & WACHT, S. (1994): Optical releasers of the innate proboscis extension in the hoverfly *Eristalis tenax* L. (Syrphidae, Diptera). *Jounal of Comparative Physiology A* 174: 574-579.
- LUNAU, K., HOFMANN, N., & VALENTIN, S. (2005): Response of the hoverfly species *Eristalis tenax* towards floral dot guides with colour transition from red to yellow (Diptera: Syrphidae). *Entomologia Generalis* 27: 249-256.
- MATHER, M.H., & ROITBERG, B.D. (1987): A sheep in wolf's clothing: Tephritid flies mimic spider predators. *Science* 236: 308-310.
- MERIAN, M.S. (1705): *Metamorphosis insectorum Surinamensium*. Piron; Amsterdam; Nachdruck; Insel; Frankfurt am Main (1992).
- MERIAN, M.S. (1936): Das kleine Buch der Tropenwunder. Insel; Leipzig.
- MEUNIER, K. (1965): Der gesetzmässige Polymorphismus funktionell indifferentierter Organe bei den Lucaniden (Coleopt. Lamellicorn.). *Zoologischer Anzeiger* 175: 50-92.
- MORRIS, D. (1986): *Körpersignale. Bodywatching*. Heyne; München.
- MOSTLER, G. (1935): Beobachtungen zur Frage der Wespenmimikry. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 29: 381-454.
- MOTTE, I. DE LA, & BURKHARDT, D. (1983): Portrait of an Asian stalk-eyed fly. *Naturwissenschaften* 70: 451-461.
- OLDROYD, H. (1964): *The Natural History of Flies*. Weidenfeld and Nicolson; London.
- OSTEN-SACKEN, C.R. (1894): On the oxen-born bees of the ancients (Bugonia), and their relation to *Eristalis tenax*, a two-winged insect. Heidelberg.
- POULTON, E.B. (1932): The alligator-like head and thorax of the tropical American *Laternaria laternaria* L. (Fulgoridae, Homoptera). *Proceedings of the Entomological Society London* 6: 68-70.
- RÖSEL VON ROSENHOF, A.J. (1746-1761): Der Insekten Belustigung. Raspe; Nürnberg. Zitiert nach: ROSENHOF, AUGUST JOHANN RÖSEL VON (1978): *Insecten-Belustigung*. Mit moderner Artenklassifikation. Nach der Ausgabe von 1746-61. Die bibliophilen Taschenbücher Nr. 27; Harenberg Kommunikation; Dortmund.
- RUPP, L. (1989): Die mitteleuropäischen Arten der Gattung *Volucella* (Diptera, Syrphidae) als Kommensalen und Parasitoide in den Nestern von Hummeln und sozialen Wespen. Dissertation; Universität Freiburg.
- SCHEUCHZER, J.J. (1711): *Physica; oder Natur-Wissenschaft*. Zweyte Verbesserte und Vermehrte Auflag, so mit den nöthigen Kupferen versehen. Bodmer; Zürich.
- SCHMID, U. (1996): Auf gläsernen Schwingen: Schwebfliegen. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie C*, 40. Staatliches Museum für Naturkunde; Stuttgart. Gulde; Stuttgart.

- SCHMIDT-LOSKE, K. (2007): Die Tierwelt der Maria Sibylla Merian. Arten, Beschreibungen und Illustrationen. Basilisken Presse; Marburg.
- SCHUTZE, M.K., YEATES, D.K., GRAHAM, G.C., & DODSON, G. (2007): Phylogenetic relationships of antlered flies, *Phytalmia* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae): the evolution of antler shape and mating behaviour. Australian Journal of Entomology 46: 281-293.
- SCHWARZMAIER, W. (2007): *Drosophila* zum 100. Laborjubiläum: Einfache Versuche zu Entwicklung und Verhalten. Biologie in unserer Zeit 37: 112-118.
- SCHWIND, R. (1991): Polarization vision in water insects and insects living on a moist substrate. Journal of Comparative Physiology A 169: 531-540.
- SRINIVASAN, M.V., & GUY, R.G. (1990): Spectral properties of movement perception in the dronefly *Eristalis*. Journal of Comparative Physiology A 166: 287-295.
- STAVENGA, D.G. (2002): Colour in the eyes of insects. Journal of Comparative Physiology A 188: 337-348.
- STEYSKAL, G.C. (1957): Notes on Color and Pattern of Eye in Diptera, II. Bulletin of the Brooklyn Entomological Society 52: 89-94.
- TROJE, N. (1993): Spectral categories in the learning behaviour of blowflies. Zeitschrift für Naturforschung 48c: 96-104.
- WACHT, S., LUNAU, K., & HANSEN, K. (1996): Optical and chemical stimuli control pollen feeding in the hoverfly *Eristalis tenax* L. (Syrphidae, Diptera). Entomologia Experimentalis et Applicata 80: 50-53.
- WENK, P., & SCHLÖRER, G. (1963): Wirtsorientierung und Kopulation bei blutsaugenden Simuliiden (Diptera). Tropenmedizin und Parasitologie 14: 177-191.
- WICKLER, W., & SEIBT, U. (1972): Zur Ethologie afrikanischer Stielaugefliegen (Diptera, Diopsidae). Zeitschrift für Tierpsychologie 31: 113-130.
- WILKINSON, G.S., PRESGRAVES, D.C., & CRYMES, L. (1998): Male eye span in stalk-eyed flies indicates genetic quality by meiotic drive suppression. Nature 391: 276-279.

Prof. Dr. Klaus Lunau

Institut für Neurobiologie

AG Sinnesökologie

Heinrich-Heine Universität Düsseldorf

Universitätsstr.1

D-40225 Düsseldorf

E-Mail: lunau@uni-duesseldorf.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologie heute](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Lunau Klaus

Artikel/Article: [Entomologisches Kuriositätenkabinett – von Brillenträgern, Modellen, Hirschen, Stiergeburten und Anderen. Cabinet of Entomological Curiosities – Wearer of Spectacles, Models, Antlers, Bull Births and Others 21-47](#)