



**„Kippschalter“ ermöglichen das zweifache Ausklappen**

Insbesondere am Schatten der oberen Bildserie kann man sehen, dass die Flügel um gut das Doppelte länger sind als die Flügeldecken. Zum Verstauen reicht eine einfache Faltung nicht. Sie werden mindestens doppelt gefaltet. Beim Ausklappen springen bista-  
 bile Adermechanismen durch (wie ein Kippschalter, der ja auch in zwei Stellungen stabil ist) und versteifen so die Flügelfläche. Siehe dazu auch die Abbildungen auf S. 138.

**Die Deckflügel werden auch beim Fliegen verwendet**

Meist wurde angenommen, dass die Deckflügel oder Flügeldecken eben nur die Aufgabe haben, die häutigen Flügel zu schützen. Beim Flug würden sie einfach abgespreizt. Dann würden sie als Tragflügel arbeiten, und wie Messungen gezeigt haben, wären sie da gar nicht so schlecht. Die rechtsstehende Bildserie zeigt aber, dass sie phasenverschoben zu den Hinterflügeln mitschlagen. Sie wirken also als Schlagflügel, tragen allerdings nur an die 15% zur Luftkrafterzeugung bei.

**80 Flügelschläge pro Sekunde**

Die beiden Bilderserien auf dieser Seite wurden mit 240 Bildern pro Sekunde aufgenommen. Der obere Vorgang dauert demnach etwa 1/16 Sekunde, jede Serie rechts zweimal so lang (je 1/16 Sekunde für die linke bzw. rechte Spalte). Daraus ergibt sich eine Flügelschlagfrequenz um die 80.



### Kippstabilität beim Langsamflug

An mehreren Teilaufnahmen ist zu erkennen, dass der Kleine Kohlweißling (*Pieris rapae*) den Hinterleib leicht anhebt. Das hat eine Bedeutung für seine Flugstabilität, insbesondere beim schwirrlugarartigen Langsamflug. Der Schmetterling muss ja stets darauf achten, dass er „momentenmäßig ausbalanciert“ ist. Besonders nötig ist diese Balance zur Aufrechterhaltung der Kippstabilität.

### Hinterleib abheben und absenken

Wenn die Luftkräfte vor oder hinter dem Schwerpunkt angreifen, tendiert der Flugkörper ja zu Drehungen um die Querachse, je nach den

momentanen Flügelstellungen entweder kopfabwärts oder kopfaufwärts. Durch die Trägheit, insbesondere seines schweren Hinterleibs, werden solche Kippschwingungen zwar abgedämpft, aber ganz verschwinden sie nicht.

### Trimmen wie bei Kampfflugzeugen

Wenn der Schmetterling nun seinen Hinterleib anhebt oder absenkt, kann er eine Art Trimmung einstellen, und je nach auszuregelnden Flugzustand eine andere. Früher hatte man bei Kampfflugzeugen eine Art Trimmgewicht eingebaut, das man über eine Spindel nach vorne oder nach hinten kurbeln konnte. Das wirkt genau so.



### Fliegen mit zerzausten Flügeln?

Links sieht man, wie ausgerissen eine Flügelhinterkante sein kann. Diese hier ist nur mäßig eingerissen; das kann noch viel weiter gehen, und das Insekt kann trotzdem noch fliegen. Im Extrem zeigen das große Fliegen, die eine ganze Saison lang um Berggipfel herumkreisen, beliebte Versammlungsorte für Männchen und Weibchen zum Zwecke der Kopulation. Nach einer solchen Saison sind die Flügelhinterkanten der Männchen oft ganz ausgefranst. Sie fliegen aber trotzdem noch ganz gut, allerdings nicht mehr so effektiv und langsamer. Da die Flügelumströmung nicht mehr optimal ist, surren diese Fliegen vernehmlich, ein sicheres Zeichen für Strömungsabriss. Damit zu fliegen kostet zusätzliche Stoffwechselenergie.

**Verwandtschaft mittlerweile geklärt**

In die Überordnung der *Neuropterida* gehören bei uns vor allem die eigentlichen Netzflügler (*Neuroptera*, früher auch *Planipennia*), zu der die bekannten Vertreter der Florfliegen (*Chrysopidae*) gehören. Einige *Chrysoperla*-Arten haben goldfarbene Augen und werden daher auch als Goldaugen bezeichnet. Andere Arten sind die Ameisenjungfern (*Myrmeleonidae*), deren meist Trichter bauenden Larven als Ameisenlöwen bekannt sind.

**Florfliegen: Hören und gehört werden...**

Florfliegen gehören zu den Arten, die durch ihre meist hellgrüne oder bräunliche Flügelfärbung auffallen und mit ihren großen Flügeln nur schwerfällig fliegen. Meist sind sie nachtaktiv. Ähnlich wie viele Nachtfalter besitzen sie ein Gehörorgan, das es ihnen ermöglicht, auf die Ultraschallrufe der Fledermäuse durch schnelles Fallenlassen zu reagieren. Einige Arten produzieren sogar feine Zirptöne, die in der Balz als Arterkennungssignal eingesetzt werden.

**... und ausgeklügelte Tarnung**

Imagines und Larven sind eifrige Blattlausvertilger. Die Larven haben auf ihrem Rücken Hakenborsten, die dazu dienen, ausgesaugte Blattlaushüllen mit ihren langen Mandibeln nach hinten auf den Körper zu schleudern, damit sie dort als Tarnkleid haften bleiben. Das führt auch dazu, dass diese Larven auch bei von Ameisen bewachten Blattlauskolonien unerkannt Blattläuse aussaugen können.





Bei dem abgebildeten Tier handelt es sich um *Nothochrysa fulviceps*, eine große, weit verbreitete, aber eher seltene Art. Man sieht schön das engmaschige, netzartige Flügelgeäder, das der ganzen Gruppe den Namen gegeben hat. Einige dieser Arten tauchen im Herbst in unseren Wohnungen auf, um hier ein sicheres Winterquartier zu haben.



#### Mit ihrem langen Hals unverwechselbar

Kamelhalsfliegen (*Raphidioptera*) sind eine Ordnung der Netzflüglerartigen, mit etwa 225 Arten weltweit (aber nur auf der nördlichen Halbkugel). Die Gattungen verteilen sich auf nur zwei Familien. Ihre Gestalt mit dem verlängerten Prothorax (Hals) und den nach hinten über den Hinterleib gelegenen Flügeln verleiht diesen Tieren ein unverwechselbares Aussehen.

#### Eher schwirrend unterwegs...

Alle Kamelhalsfliegen sind in allen Stadien terrestrisch. Die Imagines sind tagaktiv, sie sind keine guten Flieger, meist bewegen sie sich laufend oder ein paar Zentimeter fliegend, eher schwirrend, an der Vegetation. Manche Arten (vor allem die, deren Larven sich im Boden entwickeln) halten sich vorwiegend an niedriger bis mäßig hoher Strauchvegetation auf. Die Mitglieder dieser Familie der *Raphidiidae* sind alle Räuber, die vor allem Blattläuse frisst; die Imagines der selteneren Familie *Inocelliidae* fressen vor allem Pollen. Das abgebildete Tier ist *Xanthostigma xanthostigma*, eine der bei uns häufigeren Arten. Der lange Eilegebohrer am Hinterleibsende zeigt, dass es sich um ein Weibchen handelt.

Charles S. H. **Acoustical Communication during Courtship and Mating in the Green Lacewing *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae)** *Annals of the Entomological Society of America* 72 (1): 68-79 (1979)  
 Aspöck, H., Aspöck, U., Rausch, H. **Die Raphidiopteren der Erde**,  
 2 Bände Goecke & Evers, Krefeld, ISBN 3-931374-27-0 (1991)

**Bis zum Zerreißen gespannt**

Die Sprungkraft von Heuschrecken ist enorm. Dazu sind die Hebelverhältnisse am Hinterbein optimal ausgebildet. Die mächtigen Sprungmuskeln im dicken Femur (Oberschenkel) kontrahieren sich nur über ein kurzes Stück, aber mit großer Kraft. Dabei werden die Bänder bis kurz vor dem Zerreißen angespannt. Technisch gesprochen: Der Sicherheitsfaktor ist vielleicht gerade 1,25, jedenfalls bei der großen Wüstenheuschrecke *Schistocerca gregaria*.

**10 g Beschleunigung!**

Die dünne und damit leichte Tibia (Schiene) stützt sich zu Sprungbeginn zunächst vom Boden ab. Der anfangs spitze Winkel zwischen Femur und Tibia streckt sich innerhalb weniger Millisekunden bis auf nahe 180°. Somit schnellt sich die Heuschrecke schräg nach oben. Die Wüstenheuschrecke beschleunigt dabei mit der 10-fachen Erdbeschleunigung. Sprünge von einem Meter sind möglich. Während des Sprungs wird die Flugmaschinerie angeworfen.

**Im Tierreich gibt es enorme Beschleunigungen**

Schnellkäfer, Blattflöhe (Chrysomelidae, Halticinae) sind typische „Explosionsspringer“. Bei einigen Termitenarten haben die Soldaten so etwas wie überkreuzt eingehakte Mandibeln, mit denen sie beim Auseinanderschnalzen mit enormer Schleuderkraft Ameisen zerreißen. Doch auch im Pflanzenreich gibt es dazu Erstaunliches, wie die rechte Seite zeigt.

