

weite. Daneben gibt es spezialisierte Fischjäger (*Noctilio*), reine Blutlecker (*Desmodus*), dann auch Fruchtfresser und viele spezialisierte Blumenfledermäuse (*Glossophaginae*).

Evolutionäre Anpassungen von Pflanzen und Insekten

Es ist für uns Menschen erstaunlich, welche feine Raumorientierung und Objekterkennung diese Fledermäuse erreichen. Zu den Blattnasenfledermäusen gehören auch hochspezialisierte Blütenbesucher, die ähnlich wie Kolibris ihre Blüten im Rüttelflug, also ohne Landung, besuchen. Ihre Blüten finden sie außer über deren ganz eigenwilligen Duft vor allem mit Hilfe ihrer Echolotpeilung. Einige dieser Fledermausblumen haben dafür eigene Ultraschallreflektoren entwickelt, wodurch ihre Fledermäuse sie leichter detektieren können. Andererseits haben sich unter den Insekten, die häufig von Fledermäusen gejagt werden, Anpassungen daran entwickelt, die Rufe der Fledermäuse zu empfangen, um dann sich blitzschnell fallen zu lassen. Dazu gehören viele unsere Nachtfalter, die eigens Trommelfellorgane, also Ohren nur zum Hören der Fledermausrufe evolviert haben.

Ein Großteil der Schallwellen ist für uns zu hochfrequent

Fledermäuse erzeugen im Kehlkopf Ortungslaute im Frequenzbereich von verschiedenen nach Arten oder Gattungen zwischen 8 – 160 kHz, wobei die meisten Rufanteile weit über unserem Hörvermögen liegen. Diese verlassen meist über die Mundöffnung den Körper, nur bei den Hufeisennasen (*Rhinolophidae*) über die Nase. Bei ihnen fokussieren besondere Auswüchse der Nase den Schall. Zur Registrierung des Echos besitzen Fledermäuse ein hoch entwickeltes Ohr und große Ohrmuscheln, oft mit einem großen, beweglichen Ohrendeckel (Tragus). Die vertikale Ausrichtung des Objekts zur Fledermaus bestimmen die Fledermäuse entweder durch von diesem Tragus verursachte Interferenzen oder durch das voneinander unabhängige Aufrichten und Absenken der Ohrmuscheln. Fledermäuse passen ihre Ortungsrufe der Entfernung ihrer Beute an. Um entfernte Beute zu lokalisieren, stoßen sie nur wenige Frequenzen enthaltende, schmalbandige, lange Töne aus. In der Nähe werden dagegen breitbandige (viele Frequenzen enthaltende), weniger als 5 Millisekunden dauernde Rufe genutzt, die eine sehr exakte Lokalisation ermöglichen. Solche frequenzmodulierenden Fledermäuse werden als FM-Fledermäuse (frequency modulated) bezeichnet. Einige Fledermäuse nutzen nur gleichbleibende Frequenzen, die dann als CF-Fledermäuse (constant frequency) klassifiziert werden.

Blattnasenfledermäuse – vom „Vampir“ bis zum Fruchtfresser

Die hier abgebildeten Fledermäuse gehören zur Familie der Blattnasenfledermäuse (*Phyllostomidae*), die in ihrer Verbreitung auf die südliche USA, Mittel- und Südamerika beschränkt ist. Diese Familie ist sehr artenreich und vielgestaltig. So treten hier neben den Insektenjägern auch erstaunlich große Räuber von kleinen Säugern wie der bis zu 1 m Flügelspannweite besitzende Große Spießblattnase (*Vampyrum spectrum*). Er ist die größte aller Kleinfledermäuse. Nur die echten Flughunde Afrikas und Südasiens können noch größer werden, wie der Indische Riesenflughund mit fast 170 cm Flügelspann-



Analyse eines Schwirrflugs



a

e

i

b

f

j

c

g

k

d

h

l

Die beiden Serien zeigen einen vollständigen Schlagzyklus (1/11 Sekunde)

einer frei fliegenden Blattnasenfledermaus *Carollia perspicillata* im Schwirrflyug, nacheinander von der Seite (links) und von vorne gefilmt (rechts). Die Flügel schlagen von hinten-oben nach vorne-unten und, in unterschiedlicher Konfiguration, wieder zurück. Die Bildnamen beziehen sich auf die Serie links, passen aber im wesentlichen auch für das rechte Bild.

Bei 120 Bildern pro Sekunde vergehen $11/120 \approx 1/11$ s pro Schlag. Ein Kleinvogel, der kurz vor dem Futternapf schwirrflyegt, kommt etwa auf die doppelte Schlagfrequenz, ein kleiner Kolibri mit seinen robusten Flügeln auf die fünffache. Der empfindliche Flughaut-Flügel der Fledermäuse mit seiner eher geringen Flächenbelastung setzt dagegen mehr auf größere Fläche und dafür kleinere Schlagfrequenz.

Von der oberen Umkehrphase in den Abschlag

Die Teilbilder a und b zeigen den Beginn, m zeigt das Ende der oberen Umkehrphase. Hier wird der Flügel in die Abschlagsposition eingebracht, und zwar so, dass er gleich zu Beginn des Abschlags in der Lage ist, gute Hubkräfte zu erzeugen. Der Abschlag wird mit den Teilbildern c bis h dokumentiert. Aufschlagsbeginn ist bei i, Aufschlagsende etwa bei l. Der Aufschlag läuft also etwas kürzer ab als der Abschlag. Der Flügel bewegt sich dabei auch ganz anders als beim Abschlag.

Der Abschlag lässt sich gut verstehen

Hier wird der Flügel gegen seine morphologische Unterseite angeströmt, also ganz so, wie man das erwartet. Sobald er erst einmal Druck von unten erfährt, beulen sich die Flughautanteile zwischen den Fingern durch, zunächst leicht, bald aber voll gespannt, und in dieser Konfiguration schlagen die Flügel vorne-unten fast gegeneinander – aber nur fast, sie berühren sich nicht. Der höchste Auftrieb wird in der Schlagmitte erzeugt, wo die Flügel senkrecht zum Rumpf abstehen. In der Spitzenregion sind sie dort leicht nach oben durchgebogen, weil hier die Luftkräfte am größten sind.

Im Aufschlag wird der Flügel ganz anders angeströmt,

nämlich gegen seine morphologische Oberseite. Die körpernahen Flügelteile schlagen zunächst schräg nach oben; die äußere Flügelregion winkelt sich mehr und mehr gegen die innere ab. Das sieht seltsam aus. Jetzt erzeugt der Flügel wegen seiner Schräglage ebenfalls Auftrieb. Die „Getriebetechnik“ ist aber nicht so ideal wie beim Abschlag. Vielleicht ist der Flügel deshalb auf eine Auftriebsspitze irgendwann während des Aufschlags angewiesen.

„Wie eine Peitsche beim Knallen“

Diese Auftriebsspitze liefert das äußere Flügeldrittel, das im Verhältnis zum Restflügel nachgezogen wird. So bewegt es sich schräggestellt sehr rasch, und da der Auftrieb mit dem Quadrat der Anströmungsgeschwindigkeit ansteigt, ist diese Konfiguration sehr effektiv. Sie erinnert an die Rolle des Handfittichs mit seinen gespreizten, schräg angeströmt freien Handschwingen bei Vögeln. Möwen etwa zeigen das besonders gut beim Langsamflug (s. S. 56f.). Auch bei ihnen gibt es dieses „peitschenartige Abrollen“. Hier hat die Evolution offensichtlich ein Prinzip entwickelt, das allgemeingültig ist.





Flughunde haben gute Augen

Flughunde sind zwar überwiegend in der Dämmerung aktiv, starten jedoch zu ihren Nahrungsflügen schon, wenn es noch hell ist. Sie haben im Gegensatz zu den rein nachtaktiven Kleinfledermäusen große Augen, mit denen sie sich vollständig optisch orientieren.

Regenschutz

Oben: Der nur etwa 10 cm lange südostasiatische Große Kurznasen-

Flughund (*Cynopterus sphinx*) bildet oft kleine Schlafgemeinschaften, indem ein Blätterdach so angebissen wird, dass es einen geschlossenen Baldachin bildet und so gut vor dem häufigen Regen schützt.

Leben in großen Gruppen

Unten: Die großen Flughunde (hier eine Art aus der Gruppe der Pteropodini) werden manchmal auch als Flugfuchse oder Langnasenflug-

Indischer Riesenflughund (*Pteropus giganteus*)



hunde bezeichnet. Sie verbringen meist den Tag in Gruppen in hohen Bäumen und starten von dort zu den Nahrungsbäumen.

Ziemlich direkt bei der Paarung

In großen Gemeinschaften gehen die Männchen bei der Weibchenwahl bzw. Paarung ziemlich direkt zur Sache (Bild oben, s. S. 93).

Zehenkrallen mit Doppelfunktion

Die Zehenkrallen sind auf kleinfingerdicke Äste eingestellt. Im Flug werden die Daumen mit ihren Krallen nicht angelegt sondern weit abgestreckt. Das macht die Grenzschicht turbulent und damit ablösungssicherer.

Zungenschnalzen zur Echoortung

Der einzige „gerade noch europäische“ Flughund

Der Nilflughund (*Rousettus aegyptiacus*) ist in Ägypten und dem arabischen Raum beheimatet, ist aber auch in Zypern anzutreffen. Mit 15-17cm Körperlänge ist er für einen Flughund nur mittelgroß, aber immer noch größer als alle europäischen Kleinfledermäuse.

Klicksonar ähnlich wie bei Kleinfledermäusen und Delfinen

Berühmt ist er dadurch geworden, dass er in Höhlen durch Zungenschnalzen eine Art Echoortung betreibt. Diese aktive Echoortung („Klicksonar“) ist eine Technik, die mittels eines dezenten Zungen-Klicks Schall aussendet und die zurückfallenden Echos auswertet. Sie ist damit bedingt vergleichbar der Echoortung, wie sie von Kleinfledermäusen und Delfinen verwendet wird, allerdings wird der Laut mit Stimmbändern erzeugt. Unter blinden Menschen ist diese Art der Raumorientierung auch verbreitet.

Rechte Seite unten: Ein Jungtier hat sich auf den Boden verfliegen und braucht geraume Zeit, um sich wieder in eine Hängeposition zu bringen, aus der die Tiere rasch und problemlos starten können. Man sieht deutlich die Flughaut zwischen den Hinterbeinen, die zur Feinsteuerung des Flugs eingesetzt wird.

