





2 Tiere im Flug fotografieren

In vielerlei Hinsicht herausfordernd

In diesem Kapitel sollen einige Aspekte behandelt werden, die beim Erstellen von spannendem und illustrativem Bildmaterial von Bedeutung sind. Flugfotografie ist zumeist „Actionfotografie“ und erfordert schnelles Handeln. Insektenflügel bewegen sich derart schnell, dass sie nur in Bruchteilen von Millisekunden „eingefroren“ werden können. Zudem ändern fliegende Tiere ständig ihre Distanz zur Kamera, was Probleme mit der Schärfentiefe nach sich zieht.

Fast „dinosaurierhaft“

Der Anblick des abfliegenden Rotfußtölpels (*Sula sula*) in der braunen Morphe ist fast furchteinflößend. Tatsächlich ist der Schnabel eine wirkungsvolle Waffe. Aber die „Geschichte dahinter“ lautet wie folgt:

**Vertrauensvoll**

Dieser Vogel lieferte dem Fotografen ein beeindruckendes und berührendes Schauspiel an Bord eines Tauchschiffs: Nach einer zehnmütigen – offenbar „beidseitigen Kommunikation“ aus kürzester Distanz (50 cm – der Minimalabstand der Kameralinse) drehte der Vogel noch eine „Ehrenrunde“ und „verabschiedete“ sich dann im Abflug mit einem kurzem Umdrehen lautstark. Es steht außer Zweifel, dass der Vogel eine empathische Beziehung zu seinem Gegenüber aufgebaut hatte. An diesem Tag fiel der Entschluss, dass der Vogel „ins Buch muss“.



Rekordverdächtig

Der Mauersegler *Apus apus* gehört zu den schnellsten Fliegern der Welt. Er ähnelt den Schwalben, ist aber mit diesen nicht näher verwandt; die Ähnlichkeiten beruhen auf konvergenter Evolution. Der Mauersegler ist ein Langstreckenzieher. Er hält sich hauptsächlich von Anfang Mai bis Anfang August zur Brutzeit in Mitteleuropa auf. Seine Winterquartiere liegen in Afrika, vor allem südlich des Äquators.

Bewegungsunschärfe

Mauersegler erreichen gleitend 5-14 m/s, im Kraftflug 11-28 m/s und im Spiel mit Sturzflug 40-60 m/s (über 200 km/h!) Die abgebildeten Tiere flogen mit etwa 20 m/s. In 1/2000 s bewegen sie sich also 1 cm vorwärts. Demnach tritt sogar bei dieser kurzen Belichtungszeit eine Bewegungsunschärfe auf, wenn man nicht mit der Kamera „mitzieht“.



Ein Mauersegler hat zu knapp über der Meeresoberfläche gejagt und ist im Meer gelandet. Das wäre sein Todesurteil gewesen, wenn nicht ein eifriger Fotograf die Situation gesehen und ihn gerettet hätte. Minuten später war der Vogel wieder beim Geschwader ...



Möwen als ständige Schiffsbegleiter

Oft wird von Passagieren auf Ausflugsbooten (durchaus zur Freude des Fotografen) Futter ins Wasser geworfen, um die Vögel anzulocken. Rechte Seite: Eine Möwe wirft sich kompromisslos ins Wasser, um hineingeworfenen Fischabfall zu erbeuten. Die Aufregung hat einen zweiten Gast auf den Plan gerufen: Ein etwa 3 m langer Weißer Hai scheint an den Möwen interessiert.

Dass Haie Seevögel auf der Oberfläche jagen,

wurde schon oft beobachtet. In Lagunen abgelegener Hawaii-Inseln treffen z. B. genau zu der Zeit, wenn die Albatrosse flügge sind, Tigerhaie (*Galeocerdo cuvier*) ein, um sich Jungvögel zu schnappen, die auf dem Wasser landen müssen. Um die Beute auch wirklich zu erwischen, bedarf es jedoch einiger Erfahrung: Die Bugwelle des Räubers drückt die Beute automatisch vom Maul weg.

Bei gemeinsamen Jagden von Vögeln und Haien auf die Sardinschwärme vor der südafrikanischen Küste („sardine run“) geht es beiden Jägern um die Sardinen, und die Vögel sind kaum gefährdet.

Weißer Hai (*Carcharodon carcharias*)





Das untere Bild entstand Bruchteile von Sekunden vor dem Bild oben: Die Möwe merkt, dass es kritisch wird und macht einen Blitzstart. Die Art, wie das Wasser abperlt zeigt, dass dieser senkrecht nach oben führt.





Im Reich der Tausendstel Sekunde

Wenn man fliegende Insekten fotografieren will, ist es notwendig, gewisse Techniken zu üben. Da bietet sich an, vergleichsweise häufige Tiere dementsprechend oft abzubilden. Wespen oder Fliegen sind dafür gut geeignet. Und, siehe da, es stellt sich heraus, dass man Aktionen „zu Gesicht“ bekommt, die man mit bloßem Auge gar nicht wahrgenommen hätte.

Eine Wespe schlägt dreihundertmal pro Sekunden mit ihren Flügeln auf und ab. Eine Möglichkeit, die rasanten Bewegungen einzufrieren, besteht darin, einen Blitz zu verwenden. Das verhindert aber schnelle Serienfotos. Mit 1/8000 Sekunde Belichtungszeit lassen sich die Flügel gerade „einfrieren“ und die Umgebung wird normal belichtet.

Solitäre und staatenbildende Wespen

In der Familie der Faltenwespen gibt es eine Gruppe von vielen Arten, die solitär leben und ihre Larven alleine mit Nahrung versorgen. Eine zweite Gruppe bilden die sozialen Wespen, die kleine oder große Staaten bilden können. Zu ihnen gehören die auch bei uns verbreiteten und oft auch gefürchteten Wespen, darunter die große Hornisse.

Ein pulsierender Jahreszyklus

Die Königinnen überwintern und gründen im Frühjahr einen neuen Staat, der im Hochsommer stark zunimmt. Dann entstehen aus unbefruchteten Eiern männliche Nachkommen sowie aus speziell gefütterten weiblichen Larven neue Königinnen. Männchen und Weibchen verlassen dann das Nest, um sich zu verpaaren. Im Herbst und zu Winterbeginn stirbt der gesamte Staat ab. Es überleben nur die begatteten späteren neuen Königinnen.

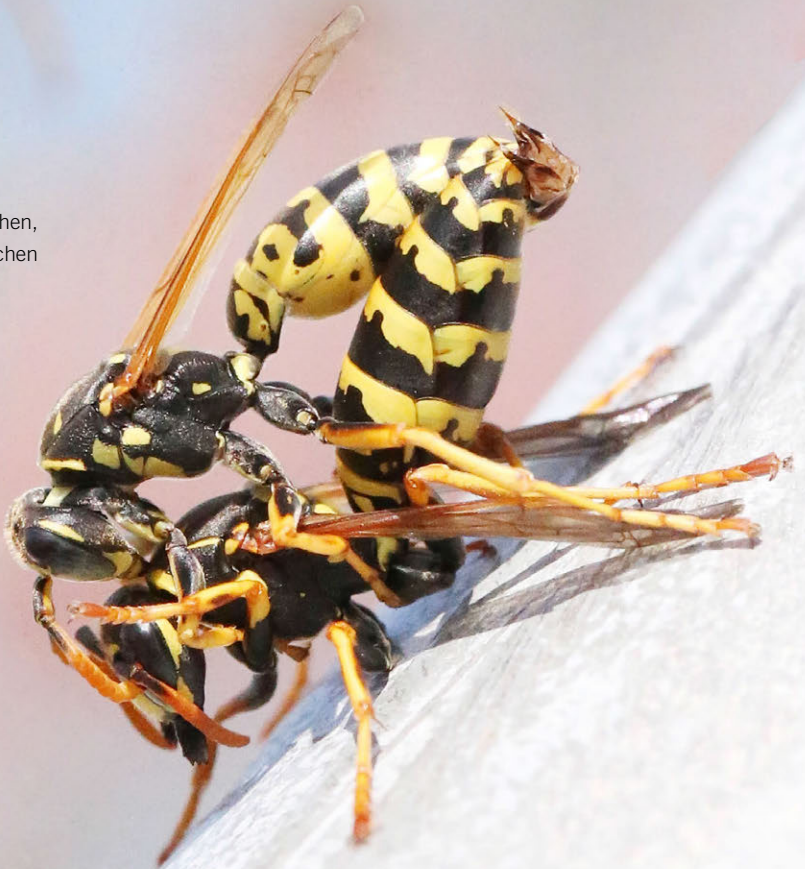
„Variante“ bei den Feldwespen (*Polistes*)

Mehrere Weibchen, meist übrigens Schwestern, tun sich zusammen, um ein kleines Nest zu bauen. Dieses ist ganz offen und wird an Pflanzenstängeln oder ähnlichem befestigt. Dann beginnt eine Art Kampf darum, wer danach die Rolle der Königin übernimmt und wer als Arbeiterin weiter im kleinen Staat sein wird. Eines der Weibchen gewinnt und wird dadurch zur alleinigen Königin, nur sie legt Eier.

Auch hier entstehen im Spätsommer neue Geschlechtstiere, die sich an Büschen oder exponierten Stellen paaren. Dabei gibt es harte Konkurrenz und flugakrobatische Kämpfe um den Besitz von Weibchen. Eine gelungene Paarung der Gallischen Feldwespe (*Polistes dominula*) ist hier gut zu erkennen. Das Männchen im Hintergrund hat diesmal das Nachsehen.

Es stechen nur die Weibchen!

Männliche Wespen und Bienen können nie stechen, weil der Giftstachel eine Abwandlung des weiblichen Eilegeapparats ist.



Goldfliege (*Lucilia sericata*)

Eine Grundforderung der Experimentalphysik

Ein Ziel der Naturwissenschaften (und hier vor allem der Experimentalphysik) ist, Ereignisse exakt zu beschreiben und in weiterer Folge zu erklären. Im Idealfall sollten diese Ereignisse unter vergleichbaren Bedingungen beliebig wiederholbar sein. Dieser Wunsch ist in der Zoologie keineswegs immer erfüllbar. Tiere machen nun mal nicht immer genau das, was man von ihnen erwartet, und es scheint tausend Möglichkeiten zu geben, wie sie auf gewisse Umstände reagieren.

Das Flugverhalten von Fliegen

Will man also Flugserien „wiederholen“, tut man sich bei nicht sehr häufigen oder nicht sehr flugfreudigen Tieren schwer. Um einen Flug in allen Einzelheiten festzuhalten, brauchte man hier schon Laborbedingungen.

Immerhin gibt es sehr flugfreudige Wesen, die auch sehr oft anzutreffen sind: Dazu gehören unsere häufigsten Fliegen wie die Goldfliegen und Stubenfliegen. Mit etwas Geschick bringt man sie zu durchaus vergleichbarem Flugverhalten.

Seitliches Ausweichen bzw. Senkrechtstart

In den unteren beiden Serien (250 Bilder pro Sekunde, 1/8000 s Belichtungszeit) fliegt eine Stubenfliege von links nach rechts (der Abstand zwischen den einzelnen Bildern wurde gedehnt, sonst käme es zu Überlappungen der Einzelbilder!).

Bei der oberen Serie handelt es sich um den Senkrechtstart einer Goldfliege, einer goldgrün schillernden Schmeißfliege. Hier muss man sich die Bilder so übereinander denken, dass die Fliege fast vertikal aufsteigt (500 Bilder pro Sekunde, 1/8000 s).

Stubenfliege (*Musca domestica*)

Auch das Heupferd ist flugfreudig

27



Kombination aus Absprung und Flug

Das Große Heupferd (*Tettigonia viridissima*) – hier ein Männchen – ist ähnlich reaktionsfreudig wie die Fliegen. Man kommt also bei diesen häufigen Tieren relativ leicht zu aussagekräftigen und auch vergleichbaren Flugserien. Das Tier öffnet gleichzeitig mit dem Absprung bereits die Flügel (was bei vielen anderen Heuschrecken keineswegs der Fall ist). Die Flugphase ist relativ kurz. Meist wird nur versucht, aus der „Gefahrenzone“ zu entkommen. Alle Bilder auf dieser Seite wurden im Abstand einer 250-stel Sekunde gemacht (1/4000 s Belichtungszeit).

Senkrechtstart bevorzugt

Die obere Serie zeigt den klassischen Senkrechtstart. Auch hier muss man sich die Bilder übereinander gelegt denken (hier leicht zu bewerkstelligen: Man braucht nur die „Absprungbasis“ zur Deckung

bringen). In der darunterliegenden Serie springt das Heupferd knapp unter der Kamera vorbei. Dabei bleibt es nur wenige Millisekunden im Schärfenbereich der Kamera. Solche Serien sind schwerer zu machen, aber oft sehr aufschlussreich.

Die nächste – vorletzte – Serie zeigt den typischen Nahezu-Senkrechtstart von der Seite (auch hier muss man sich die Bilder ineinander verschoben denken!).

Reine Flugphasen sind relativ kurz

In der untersten Serie hingegen handelt es sich um einen reinen Flug parallel zur Bodenebene. Auf diese Weise werden zumeist nur einige Meter überwunden.



Was die Zeitlupe zeigt ...



Phasen der ersten Vierzigstelsekunde

Startsprung

Die Fliege startet zum Betrachter hin und wendet sich dann um etwa 90° zum Flug nach rechts. Beim ersten Bild links berühren noch alle Beine den Boden. Beim zweiten sind die Vorderbeine hochgerissen (Startauslöser) und Mittel- und Hinterbeine katapultieren den Körper hoch (Startsprung).

Beine in den Luftstrom stellen

Danach legen sich die Hinterbeine dem Abdomen an und weisen darüber hinaus nach hinten. Durch unterschiedliches Abspreizen kann die Fliege ihre Beine verschiedenartig in den Luftstrom stellen,

den die Schlagflügel erzeugen. Das erinnert an die Steuerung früherer Raketen, die verstellbare Graphitelemente im Strahlstrom hatten. Vorder- und Hinterbeine sind dagegen noch unregelmäßig abgespreizt. Wenn die Fliege gleich wieder landen will behält sie diese Konfiguration bei.

Alle Lücken schließen

Ansonsten legt sie die Mittelbeine nach hinten gerichtet zwischen Brustkapsel und Abdomen an und die Vorderbeine passen sich, nach vorne gerichtet, in die Nische zwischen Vorderbrust und Kopf ein. So sind „alle Lücken geschlossen“ und das reduziert günstigerweise den Luftwiderstand des Brummers und spart Stoffwechselenergie. Abstand zwischen den Bildern 1/250 s.



Vollbad in einer Drittelsekunde

Was man bei einem Vogelbad alles entdecken kann

Die beiden Bilderserien eines Bienenfressers oben und auf der rechten Seite wurde innerhalb einer Drittelsekunde aufgenommen: Der wendige und reaktionsschnelle Vogel schlägt beim Eintauchen ins Wasser einen Purzelbaum. Vor dem Wiederaufstieg schüttelt er sich um die Längsachse, um das Wasser abzuschleudern.

Die Reaktionszeiten hängen mit der absoluten Größe zusammen

Die Reaktionszeiten insbesondere der kleineren Tiere sind nahezu unglaublich gering, haben aber auch mit deren Kleinheit zu tun: So sind die Nervenwege viel kürzer (beim Menschen dauert allein die Reizübertragung von den Zehen in das Hirn 1/30 s).

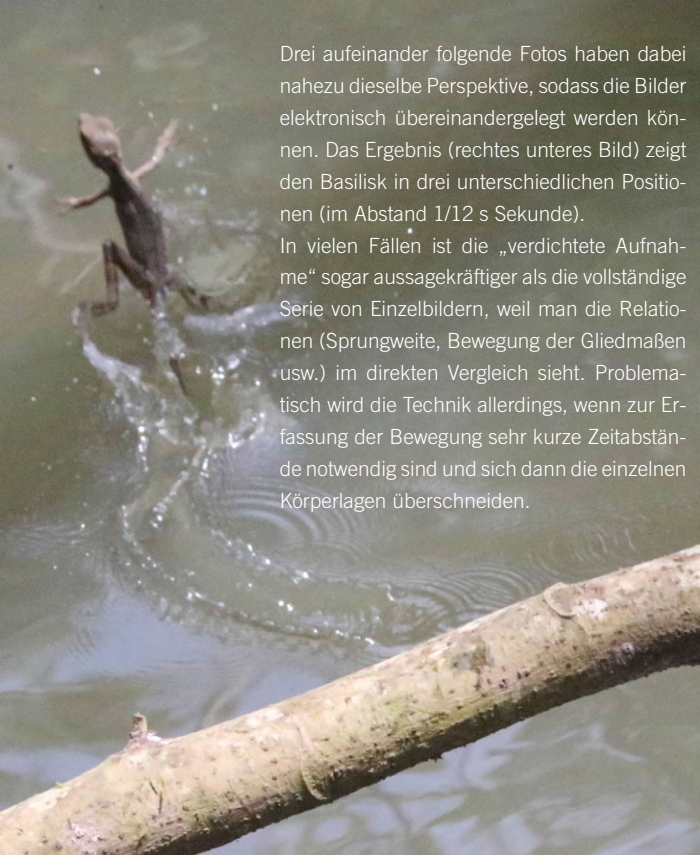


... und gleich noch einmal für die Kamera!



Die Technik des Bildverschmelzens ist zur Darstellung biologischer Bewegungsabläufe weit verbreitet. So wurden bei Flugaufnahmen von Tieren schon vor der Erfindung der Digitalfotografie verschiedene Zwischenlagen – im Idealfall an der richtigen Position und mit Angabe der Zeitdifferenz zwischen den einzelnen Positionen – in ein und dieselbe Figur eingezeichnet.

Die Fotos in diesem Buch wurden durchweg mit hochwertigen Digitalkameras gemacht. Um den Sprung einer „Jesusechse“ auf dieser Seite ins „rettende Wasser“ in verschiedenen Lagen zu „erwischen“, wurden 12 Bilder pro Sekunde aufgenommen.



Drei aufeinander folgende Fotos haben dabei nahezu dieselbe Perspektive, sodass die Bilder elektronisch übereinandergelegt werden können. Das Ergebnis (rechtes unteres Bild) zeigt den Basilisk in drei unterschiedlichen Positionen (im Abstand 1/12 s Sekunde).

In vielen Fällen ist die „verdichtete Aufnahme“ sogar aussagekräftiger als die vollständige Serie von Einzelbildern, weil man die Relationen (Sprungweite, Bewegung der Gliedmaßen usw.) im direkten Vergleich sieht. Problematisch wird die Technik allerdings, wenn zur Erfassung der Bewegung sehr kurze Zeitabstände notwendig sind und sich dann die einzelnen Körperlagen überschneiden.



Jesusechse (*Basiliscus vittatus*)



Braune Tageule (*Euclidia glyphica*)



Gestreifter Graszünsler (*Agriphila tristella*)



Baumwanze (Pentatomidae)



Blattwespe (*Athalia cordata*)

In diesem Buch sind noch viele Beispiele von „Informationsverdichtung“ zu finden. Die vier auf dieser Seite zu findenden Beispiele sind: Links oben ein tagaktiver Eulenfalter, rechts oben ein Graszünsler, links unten eine Baumwanze und das kleine Bild über diesem Text zeigt eine Blattwespe beim Abflug, alle aufgenommen mit extrem kurzer Belichtungszeit (1/2000 bis 1/8000 s) und 1/12 s Abstand.

Der sogenannte Rolling-Shutter-Effekt

ist ein Effekt, der in der Filmindustrie gut bekannt ist und bei Fotos oder Videoaufnahmen von sehr schnell bewegten Objekten auftreten kann. Die meisten Kameras können nicht gleichzeitig die gesamte Sensorfläche belichten; dort muss man sich vielmehr eine „Linie gleichzeitigen Belichtungsstarts“ vorstellen, die entweder zeilenweise oder spaltenweise über das Element wandert, wofür sie eine zwar

schneller (sie schwingen beim Fliegen mit!). Die Flügel selbst oszillieren hingegen mit hoher Relativgeschwindigkeit zum Körper.

Was jeder „Highspeed-Fotograf“ wissen sollte

Die Verschlusszeit der Kamera dauert bei den meisten Kameramodellen deutlich länger als die angegebene extrem kurze Zeit. Dadurch, dass der länger belichtete Sensor Zeile für Zeile ausgelesen wird und jedes Auslesen einer einzelnen Zeile nur einen Bruchteil der



Bockkäfermännchen (*Corymbia rubra*)

nur kurze, aber doch nicht zu vernachlässigende Zeit benötigt.

Kann man sich auf ein Foto verlassen?

Das schon fast künstlerisch anmutende Foto auf dieser Seite zeigt, was passieren kann, wenn z. B. ein abfliegender Bockkäfer (*Corymbia rubra*) trotz einer extrem kurzen Belichtungszeit (1/2500 s) fotografiert wird: Der Körper des Käfers selbst bewegt sich „kaum“, die Elytren (Flügeldeckel) im Verhältnis zum Körper schon deutlich

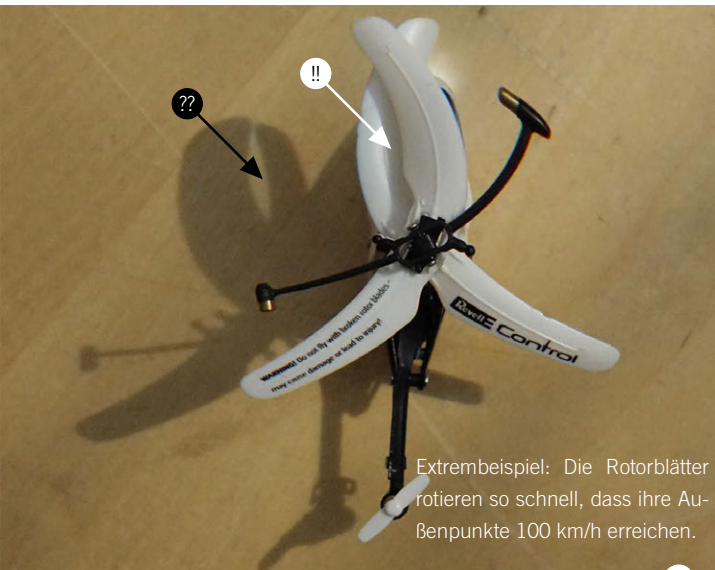
Verschlusszeit benötigt, war die Belichtungszeit für die gerade bearbeitete Zeile entsprechend viel kürzer. Bis die Elektronik allerdings zur nächsten Zeile kommt, ist eben diese (sehr kurze) Zeitspanne vergangen, und in der nächsten Zeile wird – wiederum extrem kurz belichtet – eine neue Situation ausgelesen: Hier haben z. B. die Flügel bereits eine gewisse Wegstrecke durchgemessen. So kommen die seltsamen Abbiegungen, Schleifen und Wischer zustande.

Was beim Betrachten eines Films gar nicht auffällt ...

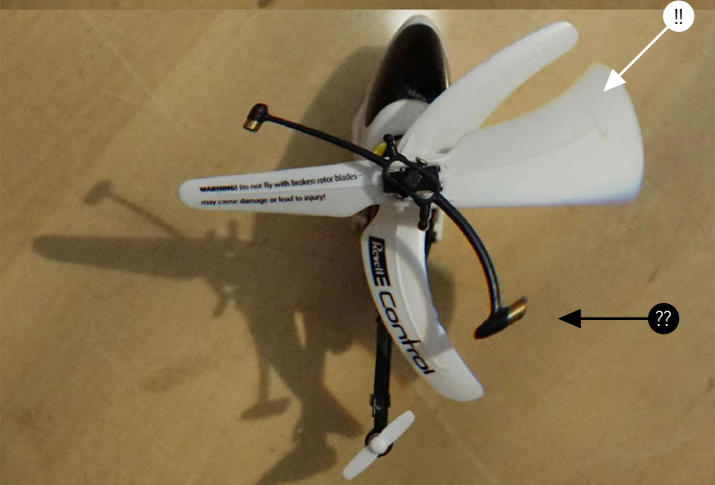
Rechte Serie: Szene aus einem HD-Video (30 Bilder pro Sekunde, Belichtungszeit manuell auf 1/2000 s voreingestellt). Je schneller sich die Flügel bewegen, desto auffälliger wird der Verzerrungseffekt (allerdings meist erst beim Betrachten der Einzelbilder).

Wenn die Schatten nicht passen

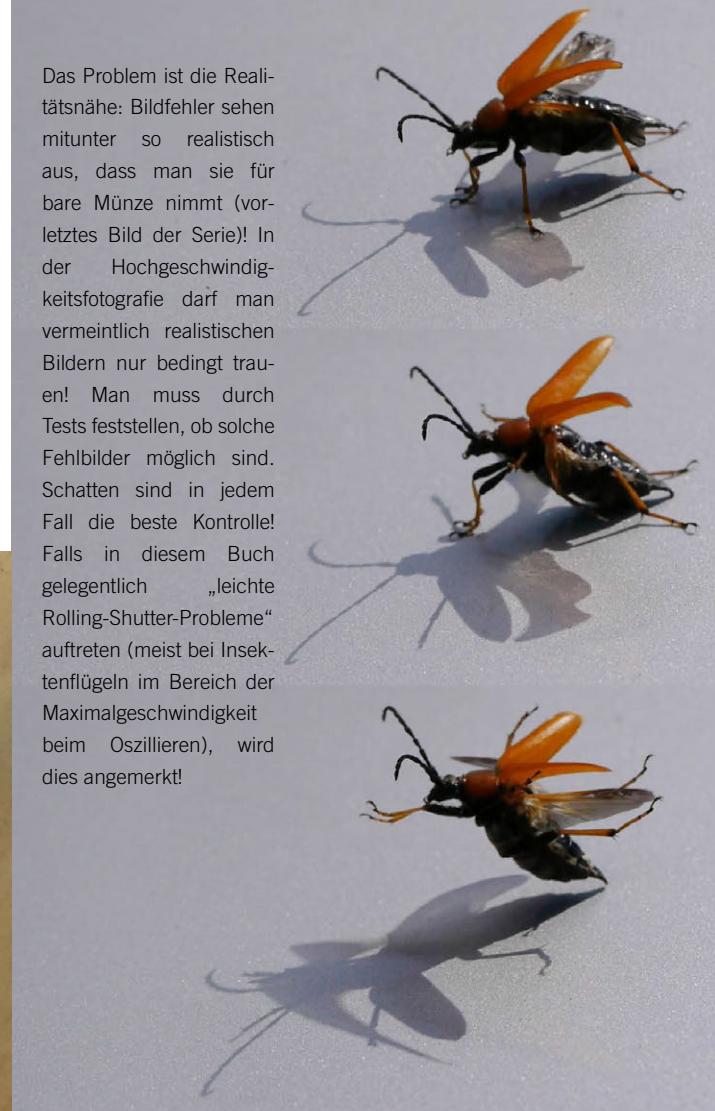
Die Schatten der Flügel befinden sich zunehmend tiefer unter dem Käfer. Dazwischen liegen viele „Zeilen“ am Sensor, die zum Auslesen einige Millisekunden benötigen. Um den Effekt mit einem technischen Objekt zu provozieren, wurde unten ein Miniaturhubschrauber (mit Maßen vergleichbar denen einer Großlibelle und sehr schnell rotierenden Rotorblättern) mehrfach fotografiert. Die Belichtungszeit war mit 1/32.000 ultra-kurz, was nichts an der völligen Deformation der (symmetrischen und nicht gekrümmten) Rotorblätter änderte, obwohl man die Beschriftung gestochen scharf lesen kann!



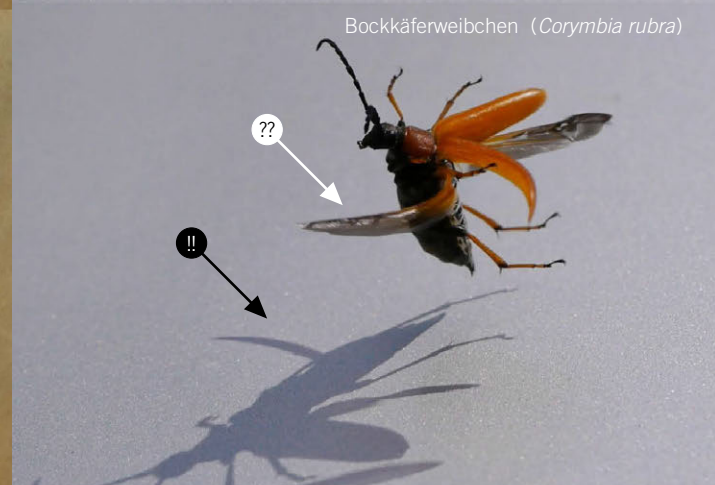
Extrembeispiel: Die Rotorblätter rotieren so schnell, dass ihre Außenpunkte 100 km/h erreichen.



Das Problem ist die Realitätsnähe: Bildfehler sehen mitunter so realistisch aus, dass man sie für bare Münze nimmt (vorletztes Bild der Serie)! In der Hochgeschwindigkeitsfotografie darf man vermeintlich realistischen Bildern nur bedingt trauen! Man muss durch Tests feststellen, ob solche Fehlbilder möglich sind. Schatten sind in jedem Fall die beste Kontrolle! Falls in diesem Buch gelegentlich „leichte Rolling-Shutter-Probleme“ auftreten (meist bei Insektenflügeln im Bereich der Maximalgeschwindigkeit beim Oszillieren), wird dies angemerkt!



Bockkäferweibchen (*Corymbia rubra*)





**Männchen und****scheiden sich kaum**

Die nur etwa 13 cm große Papageiengattung *Agapornis* wird auch als Gruppe der „Unzertrennlichen“ bezeichnet. Sie sind nämlich monogam und bleiben meist ihr ganzes Leben zusammen. Deshalb sind zwar beide Geschlechter bunt, aber Männchen und Weibchen unterscheiden sich so gut wie gar nicht. Bekannt ist auch ihr intensives Paarbindungsverhalten, das in ständigem sich Kraulen und gegenseitigem Füttern besteht. Deshalb heißen sie im Englischen auch „Love birds“. Die Paare brüten gerne in Höhlen oder Höhlungen, nehmen in Ostafrika auch gerne verlassene Nester der Webervögel.

Beide Geschlechter kümmern sich um die Jungen, auch noch Wochen nachdem diese das Nest verlassen haben. **Mit Krallen und**

Schnäbeln Papageien sind generell hervorragende Kletterer, wobei sie neben den Krallen ihrer Füße auch den sehr beweglichen Schnabel benutzen.

Sie gehören neben den Rabenvögeln mit zu den intelligentesten Vögeln.



Eine wahre Pracht



Männchen der Gebänderten Prachtlibelle (*Calopteryx splendens*)

Männchen bei Paarungsversuchen mit einem Eier legenden Weibchen der Blauflügel-Prachtlibelle (*Calopteryx virgo*)





„Große“ Kleinlibellen mit geschlechtsspezifischer Färbung

Die metallisch schillernden Prachtlibellen (*Calopteryx*) sind mit 6-7 cm Flügelspannweite und 5 cm Körperlänge sehr auffällig. Männchen der Gebänderten Prachtlibelle haben einen schillernd dunkel-blaugrün gefärbten Körper, die grünlich getönten, durchscheinenden Flügel weisen je eine breite schwarzblaue Binde auf. Die Weibchen sind weniger auffällig metallisch grün bis bronzefarben und weisen einfarbige grünlich getönte Flügel auf. Männchen der Blauflügel-Prachtlibellen haben einfarbig dunkelblaue Flügel und ebenfalls einen metallisch schillernden Körper. Beide Arten bevorzugen für ihre Larvalentwicklung langsam fließende breite Bäche oder Flösschen mit sauberem klarem Wasser.

Eindrucksvolle Balzflüge der Männchen

Die Männchen verteidigen kleine Tagesreviere gegenüber anderen Männchen. Wenn ihnen ein Weibchen begegnet, beginnen sie einen flatternden gaukelnden Flug auf der Stelle oder direkt über dem Weibchen. Dazu schlagen sie ihre Flügel rhythmisch alternierend auf und ab (ein Paar oben, das andere unten). Dabei halten sie die Flügel im Schlagmaximum für einige Zehntelsekunden an, bevor sie weiter schlagen. Dabei werden vermutlich die Bänder oder die Flügelfärbung präsentiert. Außerdem zeigen sie die Unterseite ihrer Hinterleibsspitze, die ebenfalls auffällig gefärbt ist.

Das berühmte herzförmige Paarungsrad

Nun fliegen die Paare auf der Suche nach geeigneten Eiablageplätzen im Revier umher. Zur Kopula kommt es dann, wenn das Weibchen sich setzt. Daraufhin ergreift das Männchen mit seiner Hinterleibszange die Vorderbrust des Weibchens und das Weibchen krümmt seinen Hinterleib nach vorne, um mit dem sekundären Kopulationsorgan an der Basis des männlichen Hinterleibs zu verankern.

Selbst bei der Eiablage gibt es „Spermienkonkurrenz“

Danach erfolgt sofort die Eiablage, bei der die Männchen die Weibchen loslassen und die Eiablage im ständigen Flug bewachen. Andere Männchen versuchen oft Weibchen zu erlangen, die noch immer bei der Eiablage sind. Diese Männchen werden sofort attackiert. Die beiden Fotos auf der linken Seite zeigen eine solche Situation. Prachtlibellen wurden übrigens dafür berühmt, dass bei ihnen zum ersten Mal gezeigt werden konnte, dass Männchen während der Kopulation als erstes mögliche Spermien einer vorherigen Paarung heraussäumen, um sie dann durch ihre eigenen zu ersetzen. Dieses Phänomen wird im Rahmen der Sexuellen Selektion als Spermienkonkurrenz bezeichnet. Dies zeigt sehr schön, dass im Konkurrenzkampf um eigene Nachkommen zu erlangen auch Mittel ergriffen werden, die die Fortpflanzung von Rivalen verhindern.



Beide Elternteile gleichberechtigt

Wie bei den Blaumeisen füttern auch bei Kohlmeisen beide Eltern ihre Jungen. Dafür fliegen sie am Nistkasten oft ganz kurz hintereinander an und ab. Während die eine ein Kotbällchen herausträgt und etwas entfernt vom Häuschen fallen lässt, hat die andere bereits neues Futter im Schnabel.

Spreizen der Handfittiche

Die vorliegende Aufnahme zeigt in schöner Klarheit, wie weit die Handfittiche gespreizt werden können, einerseits zum raschen Wegbeschleunigen, andererseits zum effektiven „Luftbremsen“. Bei den Weibchen (abfliegend) ist das Brustband schmaler und öfters durchbrochen als beim (landenden) Männchen, ebenso das schwarze Band an den Halsseiten.

Kaum Zugvögel

Kohlmeisen sind zum größten Teil Standvögel, die sich nur selten weit von ihren Brutrevieren entfernen. In Europa gibt es sie ganzjährig sogar nördlich des Polarkreises, wobei sie oft von menschlicher Winterfütterung profitieren.

Mimikry

Etliche Schwebfliegenarten haben hummel-, wespen- oder bienenähnliche Formen und Zeichnungen, haben aber keine Stacheln. Diese Mimikry täuscht den Fressfeinden der Schwebfliegen eine nicht vorhandene Gefährlichkeit vor. Ihre Flügel vollziehen 300 mal pro Sekunde eine Achterschleife. Die riesigen Augen helfen den Männchen bei der Partnersuche.

Mit geschlossenen Flügeldecken



Schneller Abflug mit tiefem Brummton

Rosenkäfer (hier: *Potosia cuprea*) öffnen – wie übrigens auch die Pillendreher (s. S. 64f.) – ihre Flügeldecken während des Flugs nicht. Die Flügel werden vielmehr seitlich herausgestreckt. Dies ermöglichen Aussparungen am Rand der Flügeldecken, die gegen eindringenden Staub mit einer langen Reihe feiner Borsten abgesichert sind. Was den Start anbelangt, hat diese Eigenschaft gewisse Vorteile; Rosenkäfer können sehr rasch abfliegen, aber wiederum nicht außergewöhnlich rasch fliegen. Sandlaufkäfer machen es vor, wie ein Käfer, der erst einmal seine Flügeldecken anheben und tragflügelartig verankern muss, noch schneller starten kann. Die schweren Rosenkäfer fliegen mit einem tiefen Brummton. Ihre genaue Flügelschlagfrequenz liegt – je nach Größe – bei 70 bis 130 Schlägen pro Sekunde.





Der Große Wollschweber (*Bombylius major*) besucht Blüten fast immer im Schwirr-Schwebeflug. Hier wird er auf der Blüte landen und streckt beim Anflug seine Beine vor. Wegen seines langen „Rüsselfortsatzes“ muss er nach der Landung seinen Körper auf Abstand halten. Er kann auch stillstehend in der Luft schweben, oft vor den Eingangsröhren von Erdbienen, in die er seine mit einem Sandpolster getarnten Eier gezielt abwirft. Die auskriechenden Larven parasitieren bei den Erdbienenlarven. Der älteste fossile Beleg dieser Familie resultiert aus kreidezeitlichem sibirischem Bernstein (70-100 mya).



Die Grundvoraussetzung: Ohne Wind „Fahrtwind“ erzeugen

Wenn eine Echse oder ein Frosch abspringen, haben sie die erste Voraussetzung für eine Luftkrafterzeugung schon erfüllt: Sie haben einen „Fahrtwind“ erzeugt, also eine Anströmung von vorne, auch wenn die Luft ruhig ist.

In der horizontalen Ebene ist zunächst nicht viel zu machen ...

Springen sie von einer horizontalen Ebene ab, so werden sie nach kurzer „Sprungparabel“ auch dort wieder landen, und die größte Geschwindigkeit erreichen sie im Moment des Absprungs. Mit solchen kurzen Lufthopsen kann man zwar einem Beutegreifer entkommen, aber „flugtechnisch“ ist damit nicht viel zu machen.



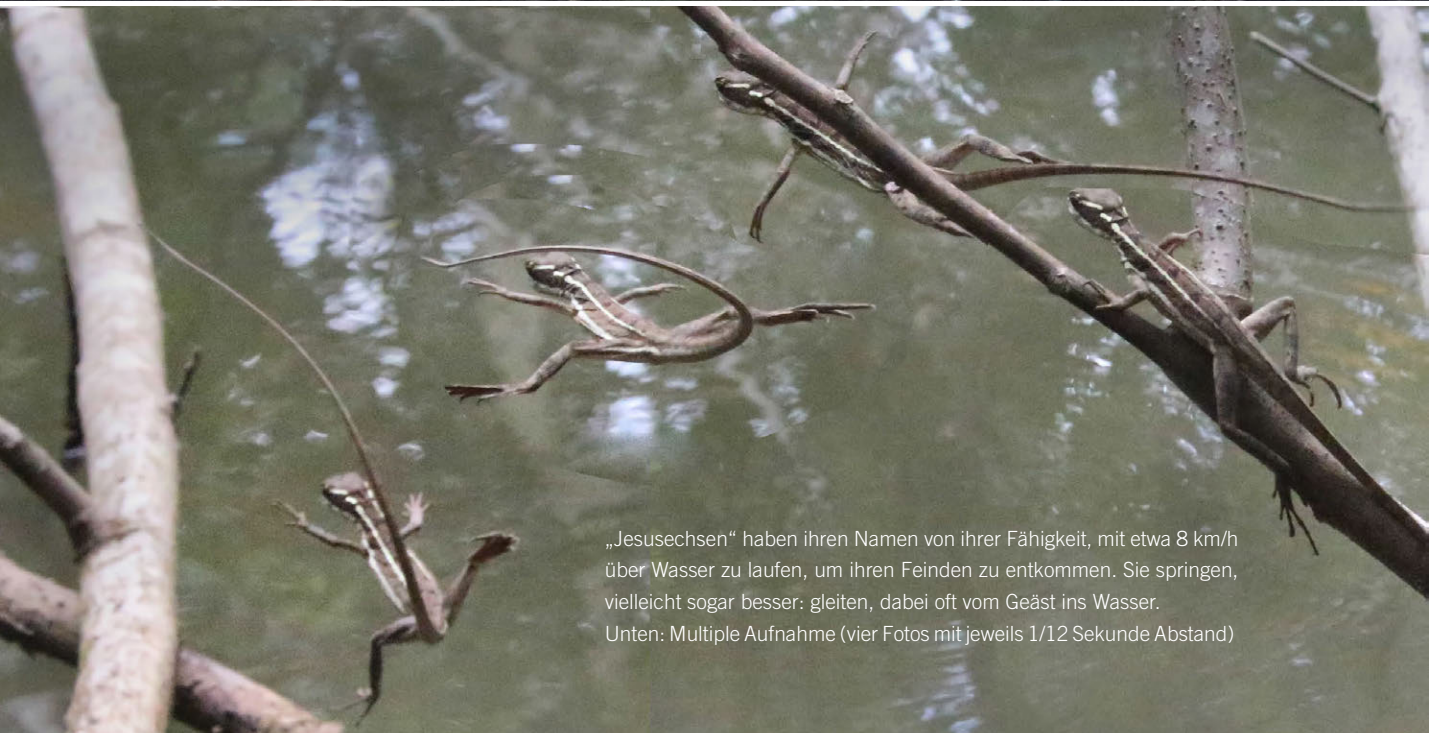


Geht es aber abwärts ...

Anders ist es, wenn sie beispielsweise aus einiger Höhe von einem Baumstamm abspringen. Dann haben sie eine gewisse Strecke bis zur Bodenberührung vor sich und können beschleunigen. Der abgebildete Frosch sprang von einem Autodach. Die Flugstrecke war dabei drei Meter. Das entspricht dem 60-fachen der Körperlänge! Man beachte die Haltung der Vorderbeine.

Mit ein paar Tricks ist man schon beim Gleitflug

Mit größerer Geschwindigkeit (genau gesagt mit ihrem Quadrat) steigen aber auch die Luftkräfte. Haben die Tiere nun irgendwelche schräg angeströmten Gleitflächen ausgebildet, Spannhäute zwischen den Rippen, etwa wie beim Flugdrachen oder zwischen den Zehen, wie beim Flugfrosch, so können diese zunehmenden Auftrieb entwickeln und damit die Gleitbahn deutlich verlängern. So kann man schon von einer Art Gleitflug sprechen. Vielleicht hat auch der Urvogel *Archaeopteryx* so begonnen (s. S. 166f.).



„Jesusechsen“ haben ihren Namen von ihrer Fähigkeit, mit etwa 8 km/h über Wasser zu laufen, um ihren Feinden zu entkommen. Sie springen, vielleicht sogar besser: gleiten, dabei oft vom Geist ins Wasser.

Unten: Multiple Aufnahme (vier Fotos mit jeweils 1/12 Sekunde Abstand)

Ein juveniler Java-Flugfrosch *Rhacophorus reinwardtii* spreizt nach dem Absprung seine Vorder- und Hinterbeine winkelig ab. Außerdem spreizt er die mit einer – hier muss man sagen – Flughaut verbundenen Zehen. Jeder einzelne Fuß wirkt so wie eine Gleitfläche, aber aufgrund der mäßigen Beinabspreizung wirken der Rumpf und Füße als Einheit zusammen. Wie die Teilumströmungen interagieren, ist noch nicht so recht bekannt; Gleitwinkel an die 25° sind damit aber möglich. Die aerodynamische Güte entspricht also mindestens der eines austariert gleitenden Bierdeckels (Gleitzahl ca. 2,5).
Unten: Der Flugfrosch springt senkrecht in die Höhe (beide Serien: 250 Aufnahmen pro Sekunde)





Meister im Umgang mit stürmischen Winden

Kolkraben (*Corvus corax*) gehören zusammen mit den Alpenkrähen und Alpendohlen zu den Flugkünstlern unter den Hochgebirgsvögeln. Sie sind Meister im Umgang mit stürmischen Winden, lassen sich hochtragen, fallen im Sturzflug in die Täler und verlieren dabei nie die Oberhand. Sie meistern auch die heftigen Fallwinde in den sogenannten Leewellen hinter Gebirgskämmen.

Mehr als 100 km/h!

Um nicht zuviel Höhe zu verlieren, ist es für sie günstig, wenn sie diese Gebiete im Gleitflug möglichst rasch durchqueren. Dafür winkeln sie ihre Flügel etwas an, verlieren also Hubfläche, und erhöhen so ihre Flächenbelastung (Gewicht pro tragende Fläche). Damit wird ihre Gleitbahn steiler, und sie nehmen Fahrt auf. Über 100 Stundenkilometer wurden gemessen. Bei starker Anwinkelung wirken die Flügelhinterkanten wie eine Art Klappensystem, das die Anströmung des Schwanzes beeinflusst. So können die Kolkraben auch bei hoher Geschwindigkeit fein steuern, was ihnen dann, wenn extreme Manövrierfähigkeit gefordert ist – bei Fast-Sturzflügen durch schmale Rinnen und enge Schluchten – zugute kommt. Auch bei Balzflügen, in die sie spektakuläre Rollen, Purzelbäume und Loopings einbauen, reizen sie ihr Steuersystem voll aus.





Wie öffnet man eine Auster?

Austern sind lecker – für Möwen und Paviane gleichermaßen. Aber sie sind nicht leicht zu knacken. Die Dominikanermöwen (*Larus dominicanus*) am Kap der guten Hoffnung (Südafrika) haben herausgefunden wie: Man transportiere sie etwa 20 Meter hoch und lasse sie dann auf den blanken Felsen fallen. Dann muss man allerdings schnell sein, denn die Paviane haben das Schauspiel beobachtet und sind schon zur Stelle.



Die Fregattvögel (Fregatidae) sind tropische bzw. subtropische Hochseevögel aus der Ordnung der Ruderfüßer. Bekannt sind sie für den aufblasbaren roten Kehlsack der Männchen. Diesen haben sie, um damit ihren Weibchen zu imponieren. An seiner Rotfärbung, der Fähigkeit ihn groß aufzublasen und der Ausdauer schließen Weibchen auf die Fitness dieses Männchens. Hier: Männlicher Prachtfregattvogel (*Fregata magnificens*) auf Galapagos. Links unten ist ein Galapagos-Landleguan oder Drusenkopf (*Conolophus subcristatus*) zu sehen.





Eierdiebe

Fregattvögel schweben über den in den warmen Sand abgelegten Eiern von Meeresleguanen (*Amblyrhynchus cristatus*) und erbeuten mehrere der „Energiebomben“. In der Luft geht sofort das „Gerangel“ los. Bei diesen Kämpfen geht einiges der Fracht verloren.

Von solch „kleptoparasitischem“ Verhalten (Abjagen der Beute von anderen Jägern) haben die Vögel ihren Namen, der an die Überfälle von Fregatten erinnert.

Die Evolution des Fliegens – Ein Fotoshooting

Glaeser, G.; Paulus, H.F.; Nachtigall, W.

2017, XI, 249 S. 250 Abb. in Farbe., Hardcover

ISBN: 978-3-662-49898-9