

**Zeitschrift:** Begleithefte zu Sonderausstellungen des Naturmuseums Olten  
**Herausgeber:** Naturmuseum Olten  
**Band:** 13 (2004)

**Artikel:** Fliegend unterwegs  
**Autor:** Flückiger, Peter F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1044693>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

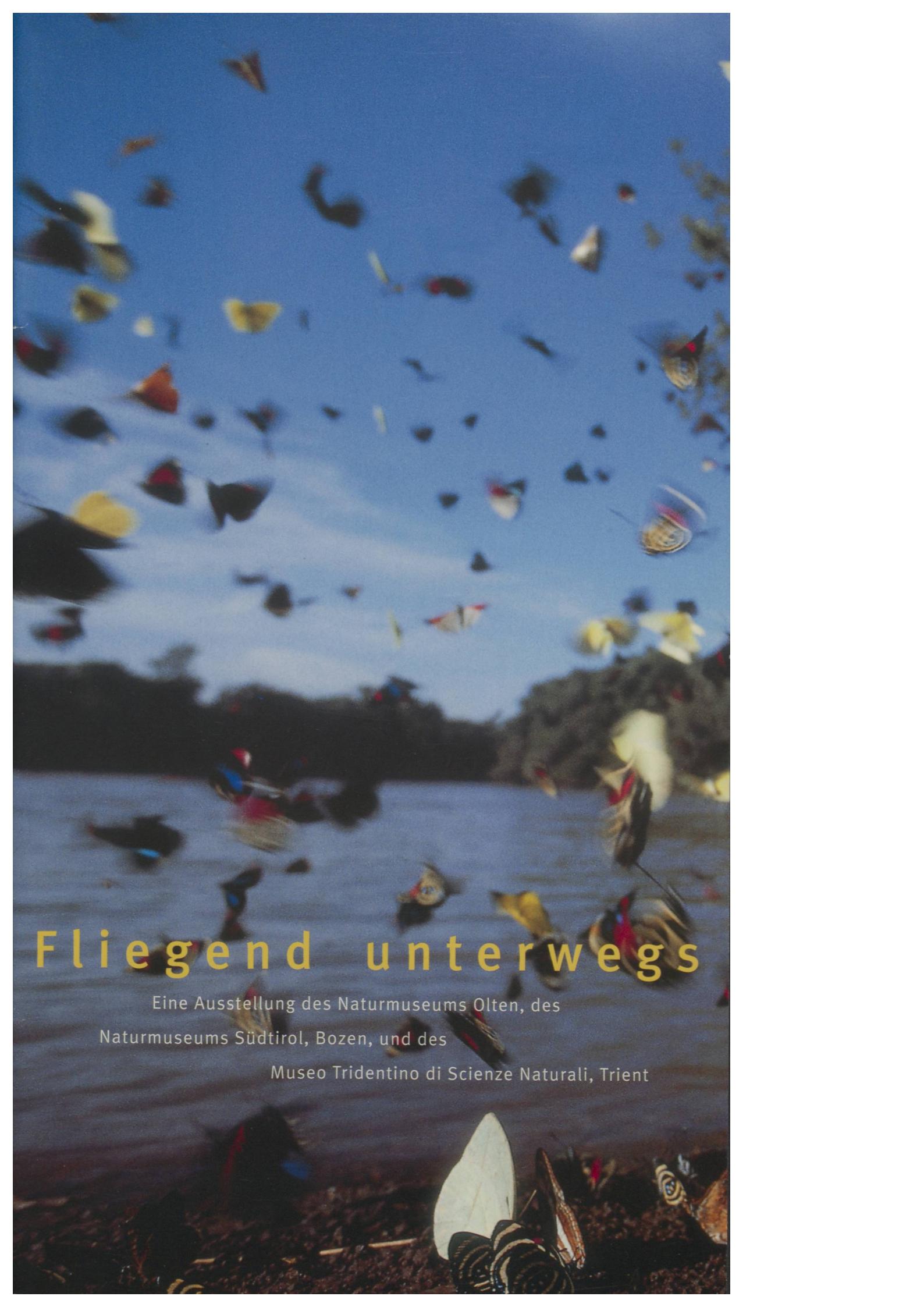
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Fliegend unterwegs

Eine Ausstellung des Naturmuseums Olten, des  
Naturmuseums Südtirol, Bozen, und des  
Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trient



## Das Naturmuseum Olten...

- ... nahm seinen Anfang 1872 mit einem leeren Schulzimmer, 300 Franken städtischer Starthilfe und geschenkten Präparaten als «Naturwissenschaftliche Sammlung».
- ... ist eine bedeutende kulturelle Institution der Region Olten, des zentralen und attraktiven Standortes am Verkehrsknotenpunkt der Schweiz.
- ... ergänzt sein permanentes Ausstellungsangebot mit Sonderausstellungen, Kursen, Vorträgen, Exkursionen sowie Kinderanlässen, und freut sich auf Ihren Besuch.



Öffnungszeiten  
Dienstag bis Samstag 14–17 Uhr  
Sonntag 10–17 Uhr

Für Schulen auf Voranmeldung auch morgens geöffnet.

Naturmuseum Olten, Kirchgasse 10, CH-4600 Olten  
Tel. 0041 (0)62 212 79 19, Fax 0041 (0)62 212 79 27  
info@naturmuseum-olten.ch, www.naturmuseum-olten.ch



## Das Naturmuseum Südtirol...

- ... wurde 1999 in einem von Kaiser Maximilian I. errichteten spätgotischen Bau eröffnet.
- ... sammelt wichtige naturkundliche Belege aus Südtirol und ist in den Fachbereichen Botanik, Zoologie und Erdwissenschaften auch wissenschaftlich aktiv.
- ... veranschaulicht in seiner Dauerausstellung die Entstehung sowie das Erscheinungsbild der Südtiroler Landschaften, ergänzt dieses Angebot mit interessanten Sonderausstellungen und heißt Sie herzlich willkommen.



Öffnungszeiten  
Täglich (außer montags) 10–18 Uhr

Naturmuseum Südtirol, Bindergasse 1, I-39100 Bozen  
Tel. 0039 0471 412964, Fax 0039 0471 412979  
naturmuseum@provinz.bz.it, www.naturmuseum.it



## Das Museo Tridentino di Scienze Naturali...

- ... hat seinen Ursprung in alten naturkundlichen Sammlungen des 18. Jahrhunderts. 1982 zog das Museum in einen der kostbarsten Spätrenaissance-Bauten des Trentino, den Palazzo Sardagna, mitten in der Altstadt von Trient.
- ... ist heute ein wichtiges kulturelles Zentrum, bestehend aus dem Hauptsitz und fünf Außenstellen.
- ... widmet sich der naturkundlichen Darstellung des Trentino. Dies geschieht anhand von Projekten und Forschungsvorhaben sowie mithilfe der Sammlungen, der Dauerausstellung, den Sonderausstellungen und eines breiten museumspädagogischen und schuldidaktischen Angebots.



Öffnungszeiten  
Ausstellungen: 9.00–12.30, 14.30–18.00 Uhr  
Montags, an Weihnachten, Neujahr und am 1. November geschlossen  
Verwaltung: 9.00–12.30, 15.00–17.00 Uhr  
Samstag und Sonntag geschlossen  
Bibliothek und Mediothek: 8.30–12.30, 14.00–18.00 Uhr  
Samstag und Sonntag geschlossen

Museo Tridentino di Scienze Naturali, via Calepina 14, I-38100 Trento  
Tel. 0039 0461 270311, Fax 0039 0461 233830  
info@mtsn.tn.it, www.mtsn.tn.it

# Fliegend unterwegs



Eine Ausstellung des Naturmuseums Olten, des  
Naturmuseums Südtirol, Bozen, und des  
Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trient  
Autor: Peter F. Flückiger  
Gestaltung: Beatrice Nünlist

Ein Urtraum des Menschen ist es, sich den Vögeln gleich auf Schwingen in die Lüfte zu erheben. Die Fantasie lässt Menschen, Götter und Dämonen fliegen. Die Sehnsucht nach Schwerelosigkeit zeigt sich auch in der Kunst.

# Schwerelos



Domingo Gonsales auf seiner Reise zum Mond.  
Der Mann im Mond, Francis Godwin, 1638



Die Seele des verstorbenen heiligen Bruder Klaus († 1487) fliegt in den Himmel. Engel, die geflügelten Mittler zwischen Himmel und Erde, helfen ihr dabei.  
Obere Rantkapelle, Sachseln, Schweiz



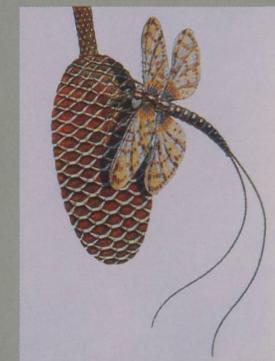
Luken in Walserhäusern in den Schweizer Alpen sollen angeblich als Seelenfenster gedient haben. Lag jemand im Sterben, wurde der «Seelebalggas» geöffnet, damit die Seele entweichen konnte. Dieser Brauch ist auch aus Russland überliefert.  
Avers-Cresta, Schweiz



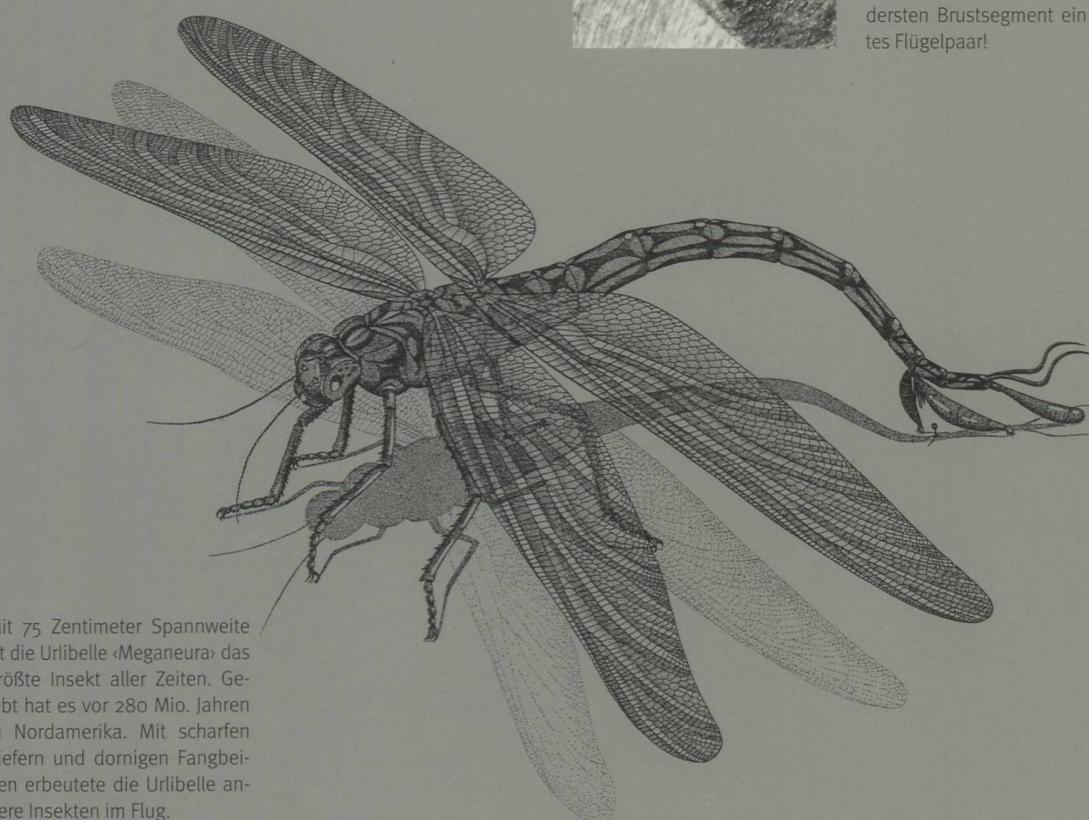
Der Außenseiterkünstler Gustav Mesmer (1903-1994), der Ikarus vom Lautertal, träumte von einem Luftverkehr zwischen den Dörfern der Schwäbischen Alb.

Die Tiere beherrschen das Fliegen schon seit über 300 Mio. Jahren. Die Insekten waren die Ersten. Die Erfindung des Fluges dürfte wesentlich zur großen Artenvielfalt der Insekten beigetragen haben. Fluginsekten machen heute über 60 Prozent aller Organismenarten aus.

# Erfolgreich



Eine Tiefenbohrung bei Bitterfeld in Deutschland brachte es zutage, das bisher älteste fossile Fluginsekt. *«Delitzschala bitterfeldensis»* lebte vor 320 Mio. Jahren. Die Rekonstruktion zeigt den winzigen Flieger (Spannweite 2,5 Zentimeter) am Zapfen des Schuppenbaums *«Lepidodendron»*. Das Tier hatte am vordersten Brustsegment ein drittes Flügelpaar!



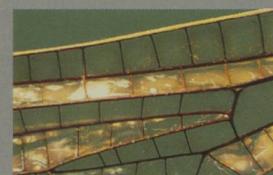
Mit 75 Zentimeter Spannweite ist die Urlibelle *«Meganeura»* das größte Insekt aller Zeiten. Gelebt hat es vor 280 Mio. Jahren in Nordamerika. Mit scharfen Kiefern und dornigen Fangbeinen erbeutete die Urlibelle andere Insekten im Flug.

Die Entwicklung der Flugfähigkeit ermöglichte den Insekten eine schnelle energiesparende Fortbewegung und die Besetzung neuer ökologischer Nischen. Insektenflügel sind Wunderwerke der Leichtbaukonstruktion. Komplizierte Flügelbewegungen sorgen für den nötigen Auf- und Vortrieb.



Insekten zeigen eine Tendenz zur Zweiflügeligkeit. Vielleicht ver einfacht dies die nervöse Steuerung und den Muskelantrieb der Flügelbewegung. Am ursprünglichsten sind die Libellen (großes Foto oben) und die 1 Fliegen mit ihren beiden separaten Flügelpaaren.

2 Wespen koppeln diese zusammen. 3 Käfer fliegen vor allem mit den Hinterflügeln. Bei 4 Fliegen und anderen Zweiflüglern ist das hintere Flügelpaar zu Schwingkölbchen umgewandelt.



Ein Quadratmeter Libellen-Flügel würde nur etwa zehn Gramm wiegen und ist damit leichter als dünnstes Papier.

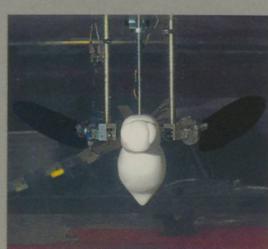


Wanderinsekten wie zum Beispiel der Windenschwärmer leisten Enormes. Dieser Nachtfalter erscheint jeden Sommer in wechselnder Zahl in Europa – nach einer weiten Reise aus Afrika über das Mittelmeer und die Alpen. Schwärmer fliegen je nach Art bis 54 km/h schnell. Ihre Flügel schlagen dabei 25- bis 100-mal pro Sekunde (Vergleich Tagfalter: ca. 10-mal).

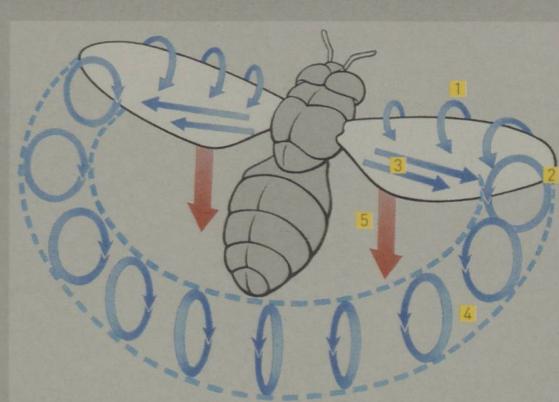
Beim Auf- und Abschlag der Insektenflügel entstehen Luftwirbel, die dem Tier Auf- und Vortrieb verleihen. Insektenflügel funktionieren damit ganz anders als die Tragflächen eines Flugzeugs, die von der Luft meist gleichmäßig umströmt werden.



Schmetterlinge umflattern eine Sandbank im südamerikanischen Regenwald, wo sie Salz lecken.



Die Erforschung des Insektenflugs beschäftigt die Wissenschaft auch heute noch. Ganz neu dabei ist die «Robofly», eine in Flüssigkeit getauchte Roboterfliege. Damit können die Wirbelbildungen beim Flügelschlag sichtbar gemacht und die auftretenden Kräfte gemessen werden.



Die beim Flügelabschlag eines schwebenden Inseks aufgetretenen Luftwirbel, wie sie an der «Robofly» beobachtet wurden.

- 1 Wirbel an der Flügelvorderkante
- 2 Wirbel an der Flügelspitze
- 3 Strömung auf der Flügeloberseite
- 4 Durch den Flügelschlag erzeugter Wirbelgürtel
- 5 Hervorgerufener Abwind

Rund 100 Mio. Jahre nach den Insekten eroberten die Flugsaurier den Himmel. Aus anfänglich kleinen Formen entwickelten sich im Laufe der Zeit Giganten mit über zehn Meter Flügelspannweite. Das wurde diesen Gleit- und Segelfliegern später zum Verhängnis. Als sich vor 65 Mio. Jahren die Flug- und Lebensbedingungen verschlechterten, starben die Flugsaurier aus.

## Verhängnisvoll



Flugsaurier hatten einen extrem verlängerten vierten Finger, der einen Großteil der Flughaut aufspannte. Die drei ersten Finger waren normal entwickelt, der fünfte Finger fehlte. Bei den Kurzschwanzflugsauriern (Bild oben) war der Schwanz wahrscheinlich in die Flughaut einzubezogen. Die Langschwanzflugsaurier (Bild rechts) besaßen am freien Schwanzende ein Schwanzsegel, das als Seitenruder diente.

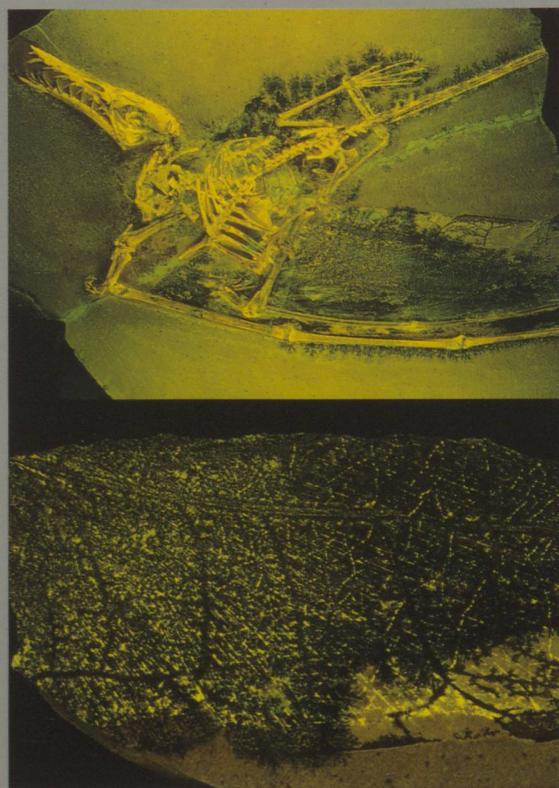


Viele Flugsaurier waren Fischfresser, die ihre Beute fliegend an der Wasseroberfläche erhaschten. Alle waren zu aktivem Schlagflug fähig, nutzten diese Fähigkeit aber unterschiedlich.

Die Riesen unter den Flugsauriern waren auf energiesparenden, ausdauernden Gleit- und Segelflug spezialisiert.



Ein Glückfall für die Wissenschaft ist die Flughauterhaltung bei dieser Versteinerung. Im UV-Licht wurden Blutgefäße (dunkle Linien) sowie Stützfasern und netzförmige Gewebestrukturen (helle Linien) der Flughaut sichtbar.



Vögel sind Spitze und das seit 150 Mio. Jahren. Keine anderen Tiere fliegen schneller, länger, höher und in kälterer Umgebung. Die Entwicklung der Vogelfeder machte es möglich. Das Gefieder verleiht dem Flügel die zum Fliegen nötige Wölbung. Es verkleidet den Körper aerodynamisch und schützt den Vogel vor Wärmeverlust.

## Beschwingt



Mit einem kräftigen Beinstoß hebt der Weißkopfseeadler von seiner Warte ab und fliegt in majestatischem Kraftflug davon. Anders als beim Flugzeug sind seine Flügel Tragfläche und Antrieb zugleich. Die Innenseiten (Armflügel) sorgen vor allem für den Auftrieb, die Außenseiten (Handflügel) dagegen für den Vortrieb.



«Das eigentliche Geheimnis des Vogelfluges ist in der Wölbung der Vogelflügel zu erblicken.»

Otto Lilienthal, Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst, 1889



Die Wölbung zwingt den Luftstrom auf der Flügeloberseite zu einem weiteren Weg und damit zu höherer Geschwindigkeit. Es entsteht ein Unterdruck im Vergleich zur Flügelunterseite und damit eine Sogwirkung, die den Flügel anhebt.



Küstenseeschwalben fliegen auf ihrem Zugweg zwischen den Brutplätzen im hohen Norden und dem Überwinterungsgebiet in der Antarktis jährlich bis zu 37 000 Kilometer weit. Das ist Weltrekord!

Die Funktion bestimmt die Form. Deshalb sind Vogelflügel ganz unterschiedlich gebaut. Schnelle Flieger brauchen schlanke Flügel. Jene der Landsegler, die sich gemächlich vom warmen Aufwind (Thermik) tragen lassen, sind breit. Zum dynamischen Segelflug über den Wellen des Meeres ist Wendigkeit gefragt. Dazu brauchen Vögel lange spitze Flügel.



Thermiksegler machen sich den Umstand zunutze, dass warme Luft aufsteigt. So können Geier fast ohne Kraftaufwand stundenlang nach Aas Ausschau halten. Manche Greifvögel (Gleitzieher) und Störche lassen sich auf ihrer Reise von und nach Afrika in so genannten Thermikschläuchen in die Höhe tragen. Oben angelangt, überwinden sie dann lange Strecken in kraftsparendem Gleitflug.

Albatrosse und andere Meeressegler nutzen die Winde über den Wellen. Dabei ist große Manövrierefähigkeit gefragt. Lange und spitze Flügel sind dazu ideal.



Mit kleinen aber feinen Raffinessen lassen sich die Flugeigenschaften von Tragflächen entscheidend verbessern. In der Umsetzung von Naturprinzipien in die Technik liegt ein großes Zukunftspotenzial.

# Abgeguckt



Die Handschwingen der großen Landsegler wie Störche oder Geier sind fingerartig aufgefächert. So entstehen an der Flügelspitze weniger bremsende Luftwirbel. Das verbessert die Segelleistung.



Der Natur abgeschaut! Fingerförmige Flügelspitzen, so genannte Winggrids, ermöglichen den Bau von Flugzeugen mit geringerer Spannweite, Luftwiderstand und Treibstoffverbrauch.



Die abgespreizten Daumenfittiche an der Flügelvorderkante des landenden Bussards verhindern das Abreißen der Strömung am Flügel (und damit den Absturz) im Langsamflug.



Die zur Landung ausgefahrenen Vorflügel- oder Nasenklappen entsprechen dem Daumenfittich der Vögel.

Vögel werden alt. Deshalb brauchen sie mehrmals ein neues Gefieder. Um immer fliegen zu können, werden die Flügelfedern nach einem abgestuften Programm erneuert. Nur wenige Vögel wie Enten, Gänse und Rallen sind während des Gefiederwechsels (Mauser) eine Zeit lang flugunfähig.

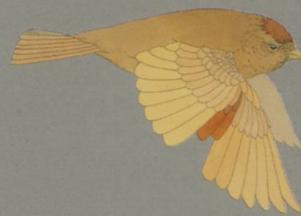
## Starklar



Damit der Rotmilan nicht verhungert, muss er stets Nahrungsflüge unternehmen können. Wie andere Vögel auch erneuert er immer nur einige Federn gleichzeitig. So entstehen Mauserlücken im Flügel und Schwanz, die sich allmählich verschieben.



Die Krickente schüttelt sich, die wachsenden Schwungfedern mit dem Blutkiel an der Basis werden sichtbar. Aus dem Blutkiel entfaltet sich die aufgerollt angelegte Federfahne. Schon bald wird der Vogel wieder fliegen können.



10.–16. August

Die Mauser des Birkenzeisigs und anderer Kleinvögel beginnt nach der Brutzeit und endet vor dem Einbruch des Winters. Der Schwingenwechsel erfolgt so, dass keine großen Flügellücken entstehen und sich wachsende Federn im Schutz von alten oder bereits erneuerten Federn ausbilden können.



17.–26. August

Erklärung zu den Abbildungen: Jede Federreihe hat ihre eigene Farbe. Helle Federn derselben Federreihe sind noch nicht erneuert, dunkle sind erneuert. Verkürzt dargestellte Federn sind im Wachstum.



27. August–7. September



8.–15. September



16.–25. September



26. September–2. Oktober

Nicht nur Vögel haben Federn. Dinosaurierfunde aus China beweisen es und werfen neue Fragen zur Entwicklung des Vogelfluges auf. Die Federn oder federartigen Strukturen der Ahnen der Vögel waren jedenfalls noch nicht zum Fliegen da. Vielleicht dienten sie zur Wärmeisolation, zum Beutefang, zum Imponieren oder zu einem anderen Zweck.

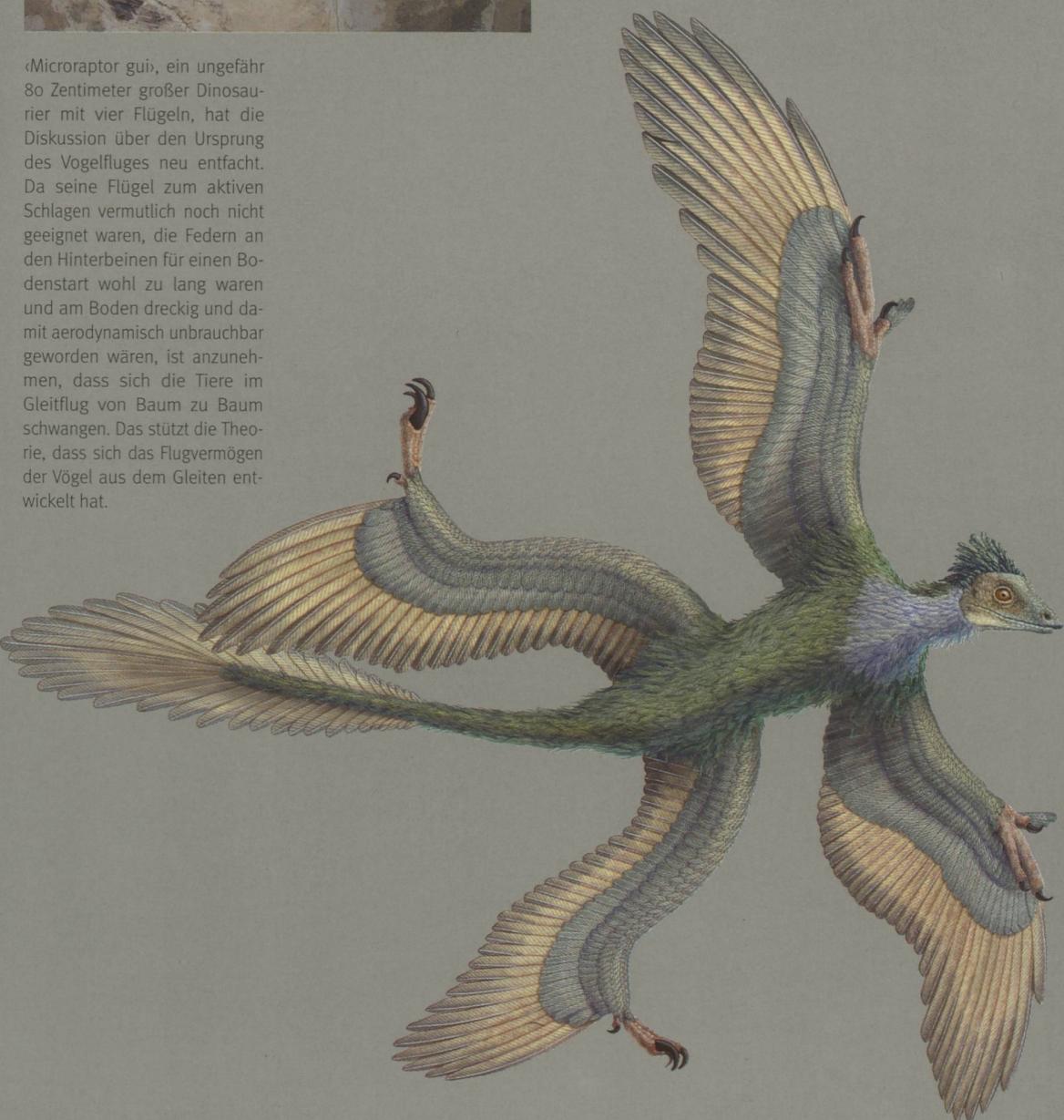
## Sensationell



Aus Beutefangbewegungen von befiederten Dinosauriern könnte sich der Flügelschlag der Vögel entwickelt haben. Möglich ist auch, dass die Vorfahren der Vögel von Bäumen aus zu Sprüngen oder Gleitflügen ansetzten und sich daraus das aktive Flugvermögen entwickelte.



«Microraptor gui», ein ungefähr 80 Zentimeter großer Dinosaurier mit vier Flügeln, hat die Diskussion über den Ursprung des Vogelfluges neu entfacht. Da seine Flügel zum aktiven Schlagen vermutlich noch nicht geeignet waren, die Federn an den Hinterbeinen für einen Bodenstart wohl zu lang waren und am Boden dreckig und damit aerodynamisch unbrauchbar geworden wären, ist anzunehmen, dass sich die Tiere im Gleitflug von Baum zu Baum schwangen. Das stützt die Theorie, dass sich das Flugvermögen der Vögel aus dem Gleiten entwickelt hat.





Der elstergroße «Archaeopteryx lithographica» (Rekonstruktion großes Bild links) ist mit 150 Mio. Jahren der älteste bekannte Vogel. Die ersten Funde dieses Zwischenwesens, halb Saurier, halb Vogel, kamen 1860/61 im Steinbrecherdorf Solnhofen in Bayern zum Vorschein. Anders als die heutigen Vögel hatte dieser Ur Vogel einen langen knöchernen Schwanz und bezahnte Kiefer.



Der 125 Mio. Jahre alte Urvogel «Confuciusornis sanctus» aus China hatte größere Ähnlichkeit zu den heutigen Vögeln als «Archaeopteryx». Er hatte einen zahnlosen Hornschnabel und der knöcherne Schwanz war zu einem kurzen Stummel reduziert. Das sparte Gewicht und erleichterte das Fliegen.



Fledertiere können als einzige Säugetiere aktiv fliegen. Sie beherrschen diese Kunst seit mindestens 50 Mio. Jahren. Die Stellung ihrer Flughäute können diese Flieger blitzschnell verändern und sind so höchst wendig. Auch als Schmetterlingsnetz oder Schlafsack sind ihre Flügel gut.

## Flatterhaft



Mit einem gezielten Flügelschlag befördert die Große Hufeisen-nase den erbeuteten Nachtfal-ter ins Maul. Eingebettete elasti-sche Fasern und Muskeln halten die Flughaut in jeder Fluglage straff.



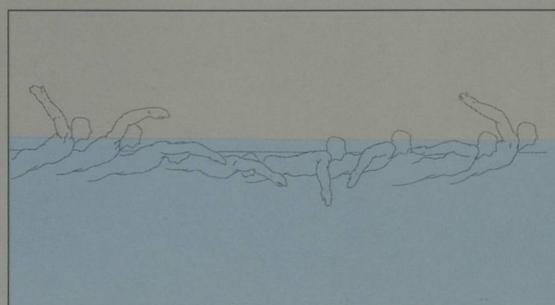
Mit eng umschlungenen Flügeln verschläft die Große Hufeisen-nase den Winter.



Zur Landung ist Akrobatik gefragt. Beim Start wird dem kopfunter hängenden Tier die Schwerkraft zugute kommen.



Der Flügelschlag gleicht der Armbewegung beim Delfinschwimmen. Wie beim Vogelflug sorgen die körpernahen Flügelbereiche für den Auftrieb, jene gegen die Flügelspitze für den Vortrieb. Die Schwanzflughaut vergrößert die Auftriebsfläche und kann als Luftbremse eingesetzt werden.





Voraussetzungen für den aktiven Flug der Fledertiere sind geringes Gewicht, kräftige Flugmuskeln, gute Atemversorgung und ein leistungsstarker Kreislauf. Die Fledertierflügel sind nur mit einem Bruchteil jenes Gewichts belastet, den die Arme eines Menschen tragen müssten, wenn dieser fliegen könnte. So wiegt ein Flughund von 1,7 Meter Spannweite nur 1,5 Kilogramm, ein Mensch mit gleich langen Armen dagegen 70 Kilogramm.

Einfach loshechten und mit ausgebreiteten Flughäuten von Baum zu Baum gleiten, das ist die Spitzendisziplin der Gleitflieger. Statt mit Laufen und Klettern gelangen sie fliegend mit einem Bruchteil an Zeit und Energie ans Ziel. Nicht nur Säugetiere, auch Reptilien, Amphibien, Fische und Tintenfische sind zum Gleitflug fähig.

## Springbereit



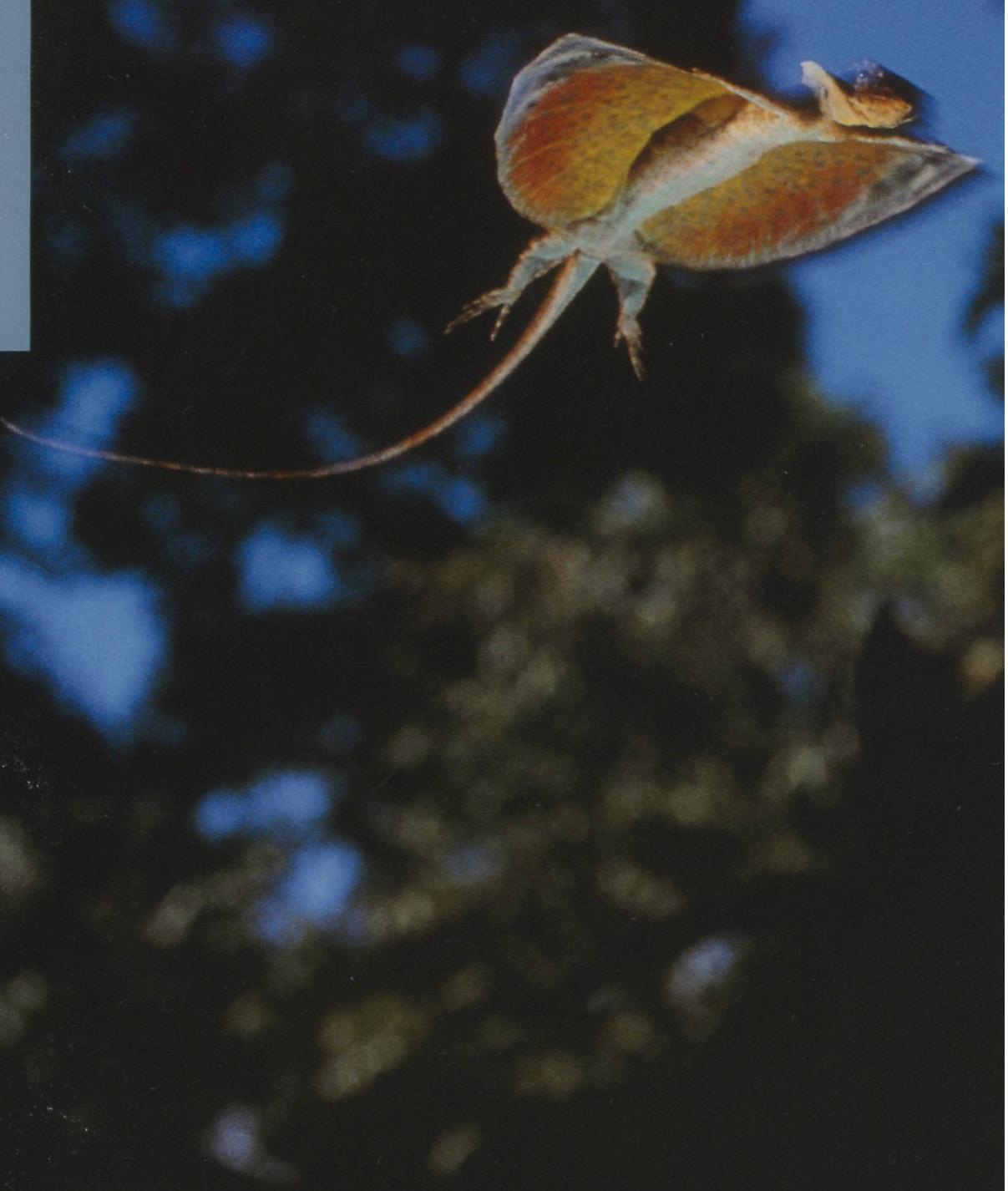
Die nachtaktiven Riesengleiter, auch Flattermakis genannt, können mühelos bis 100 Meter im Gleitflug überwinden. Aus der Flughaut ragen nur der Vorderkopf und die Krallen der Finger und Zehen heraus. Die einzigen beiden Arten dieser katzengroßen Baumbewohner leben in Südostasien. Den Tag verschlafen sie in Baumhöhlen oder an einem Ast hängend.





Einige Beuteltiere und auch Nager wie dieses asiatische Flughörnchen (Foto) beherrschen den Gleitflug. Mühelos und blitzschnell fliegen sie von Baum zu Baum. Auf unserem Kontinent sind diese Tiere nur mit einer Art, dem Flughörnchen, in Finnland und im Baltikum vertreten.





Elegante Gleitflüge über 30 Meter können die in Südostasien beheimateten Flugdrachen ausführen. So bringen sich diese Echsen vor Feinden in Sicherheit. Die Flughäute werden von abspreizbaren Rippen gestützt und sind oft auffällig gefärbt. Sie werden bei der Balz und zur Revierabgrenzung zur Schau gestellt und können beim plötzlichen Ausbreiten Feinde abschrecken (Überraschungseffekt).



Durch Abplatten des Körpers entsteht bei Schmuckbaumnattern eine Tragfläche, die weite Sprünge von Baum zu Baum erlaubt. Diese Flugschlangen leben in lichten Wäldern Südostasiens.

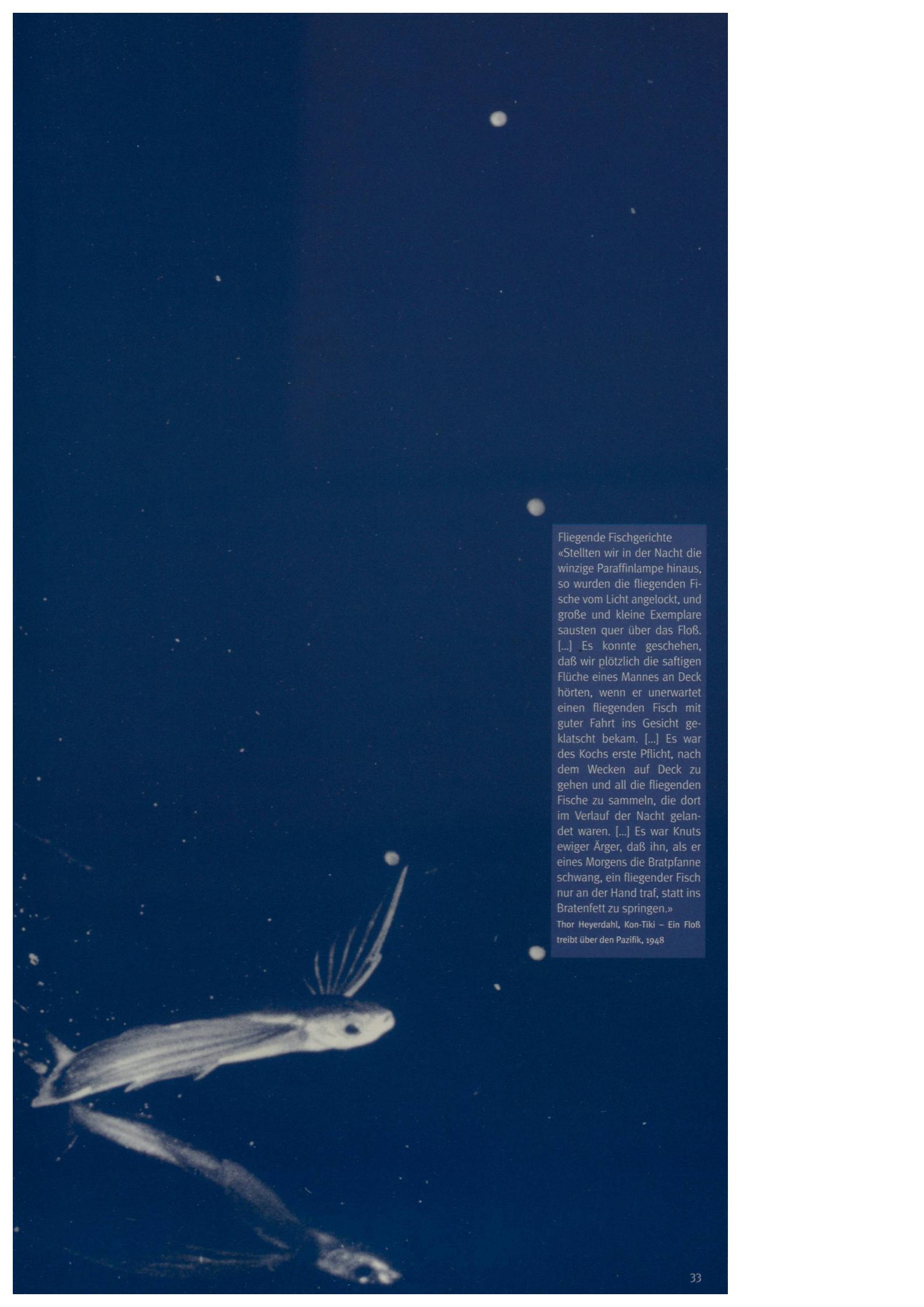


Die baumbewohnenden Flugfrösche, auch sie in Südostasien beheimatet, können dank der großen Schwimmhäute, die als Gleitflächen dienen, weite Sprünge von Baum zu Baum machen. Es ist der Beginn zur Fähigkeit zum Gleitflug.



Fliegende Fische nehmen im Meer Anlauf und gleiten dann mit aufgespannten Flossen bis 100 Meter durch die Luft. Werden mehrere Flüge gekoppelt, indem dazwischen nur die Schwanzflosse eingetaucht und erneut beschleunigt wird, sind Weiten von fast einem halben Kilometer möglich.





Fliegende Fischgerichte  
«Stellten wir in der Nacht die winzige Paraffinlampe hinaus, so wurden die fliegenden Fische vom Licht angelockt, und große und kleine Exemplare sausten quer über das Floß. [...] Es konnte geschehen, daß wir plötzlich die saftigen Flüche eines Mannes an Deck hörten, wenn er unerwartet einen fliegenden Fisch mit guter Fahrt ins Gesicht geklatscht bekam. [...] Es war des Kochs erste Pflicht, nach dem Wecken auf Deck zu gehen und all die fliegenden Fische zu sammeln, die dort im Verlauf der Nacht gelandet waren. [...] Es war Knuts ewiger Ärger, daß ihn, als er eines Morgens die Bratpfanne schwang, ein fliegender Fisch nur an der Hand traf, statt ins Bratenfett zu springen.»

Thor Heyerdahl, Kon-Tiki – Ein Floß treibt über den Pazifik, 1948

Die Pflanzen haben Propeller, Flügel und Fallschirm schon lange vor dem Menschen erfunden. Für die weite Ausbreitung ihrer Samen und Früchte ist so gesorgt. Auch Pollen und Sporen gelangen als Luftfracht überallhin.

## Vom Winde verweht



Allergische Personen wissen es aus schmerzlicher Erfahrung: Pollen fliegen mit dem Wind fast überallhin. Um die Unwägbarkeiten dieser Ausbreitungsweise auszugleichen, produzieren windblütige Pflanzen enorm viele Pollen. Zum Glück lösen nicht alle Allergien aus. Die mit Luftsäcken versehenen und nur 0,06 Millimeter großen Föhrenpollen (Foto) fliegen mehrere Kilometer weit.

Bei trockenem Wetter sind die Schirmchen des Löwenzahns weit ausgebreitet und abflugbereit. Der erste Windstoß lässt sie in die Höhe schweben. Die feinen, luftgefüllten Haare ver-

langsamen die Sinkgeschwindigkeit. Auf diese Weise können die Schirmchen bis zu zehn Kilometer weit fliegen.



Die propellerartigen Flügel ver-  
setzen Ahornfrüchte in Drehbe-  
wegung (Hubschrauberprinzip).  
Das verlängert ihre Flugbahn.  
Vor allem Bäume bilden solche  
Drehflieger aus, weil diese ei-  
nen hohen Startpunkt brau-  
chen. Viele lösen sich erst im  
Winter, wenn es Stürme gibt,  
die für eine weite Ausbreitung  
sorgen.





Nicht nur Pflanzen, auch Tiere lassen sich vom Wind durch die Lüfte tragen. Blattläuse, kleine Fliegen und andere Winzlinge – so genanntes Luftplankton – werden so über hunderte von Kilometern transportiert. Auch Spinnen und Raupen reisen als Luftfracht.

Im Altweibersommer (Spätsommer) überspannen silbrig Fäden Wiesen und Gebüsche. Es sind nicht Haare von alten «Weibern», sondern die vom Wind verwehten Flugfäden der Spinnen.

Um abzuheben, produzieren Jungspinnen und erwachsene Kleinspinnen im Spätsommer einen fadenförmigen Drachen. Ist der im Wind flatternde Seidenfaden lang genug, um das Körpergewicht zu tragen, ist die Spinne startklar. Sie lässt ihre Unterlage los und hebt ab.



«Als der *Beagle* innerhalb der Mündung des La Plata lag, wurde die Takelage bei mehreren Gelegenheiten von dem Gewebe des Altweibersommers überzogen. [...] Am Morgen war die Luft voll von Zügen jenes flockigen Gewebes, wie es an einem Herbsttag in England zu sehen ist. Das Schiff lag sechzig Meilen vom Lande entfernt, in der Richtung einer steten aber leichten Brise. Eine ungeheure Zahl von kleinen [...] Spinnen war an die Fäden geheftet. [...] Die Spinnen waren alle von einer Spezies, aber beiderlei Geschlechts, und auch Junge dabei. [...] Sobald der kleine Luftschiefer an Bord gekommen war, zeigte er sich sehr lebendig. [...]» Charles Darwin, *Reise eines Naturforschers um die Welt*, 1839

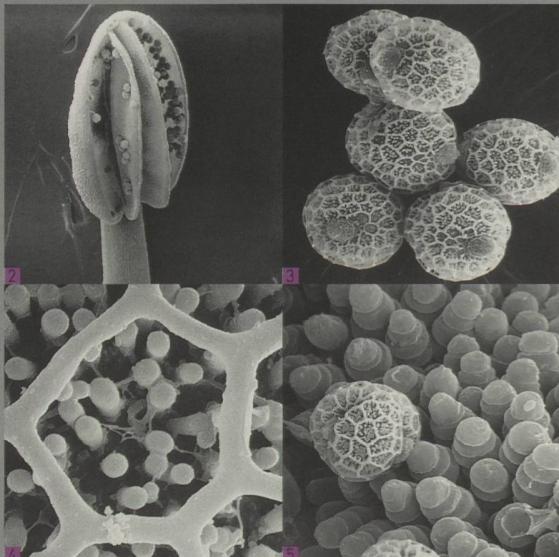


Die frisch geschlüpften Raupen des Rotschwanzes und anderer Nachtfalter lassen sich mithilfe ihrer überaus langen Haare vom Wind verfrachten. So können sie sich im Lebensraum besser ausbreiten.



Sich zur Verbreitung dem Spiel des Windes anzuvertrauen, birgt das Risiko, in alle Himmelsrichtungen verstreut zu werden. Auf Insekten oder anderen Tieren mitzufliegen, führt sicherer ans Ziel. Das haben sich viele Pflanzen und auch Tiere zunutze gemacht.

# Mitgeflogen



Die Luftfracht, die Pflanzen einer Biene oder anderen Fliegern mitgeben, darf nicht verloren gehen. Haftvorrichtungen an den Pollen dienen genau diesem Zweck. Im Rasterelektronenmikroskop sind diese Strukturen gut erkennbar. Die Schwarzweißbilder zeigen Pollen einer in Südafrika beheimateten Pelargonie:

- Abflug des Pollens aus dem geöffneten Staubbeutel (via Insektenbesuch)
- Pollen mit Netzmuster als Haftvorrichtung auf dem Insekt
- Haftvorrichtung von nahem
- Landung der Pollenkörner auf den Narbenpapillen (Bestäubung)



Der Wiesensalbei platziert der Honigbiene mit einem raffinerten Hebelmechanismus Blütenstaub auf den Rücken. Zielgenau wird der Pollen von der Biene zum nächsten Wiesensalbei geflogen. So klappt die Bestäubung bestimmt.



Ölkäfer legen ihre Eier in die Erde ab. Die geschlüpften Larven, Dreiklauer oder Triungulinuslarven genannt, klettern auf Pflanzen. Dort heften sie sich mit ihren Klauen an blütenbesuchenden Wildbienen fest und lassen sich in deren Nester fliegen. Dort ernähren sie sich von Bieneneltern und später, als fußlose Larven, vom Honig.

Flügel haben lohnt sich nur, wenn diese gebraucht werden. Ihr Aufbau benötigt Material und Energie. Manchmal sind Flügel einfach nur hinderlich. Deshalb haben manche Tiere im Laufe ihrer stammesgeschichtlichen Entwicklung die Flügel wieder zurückgebildet, umgeformt oder gänzlich verloren.

## Flügellos



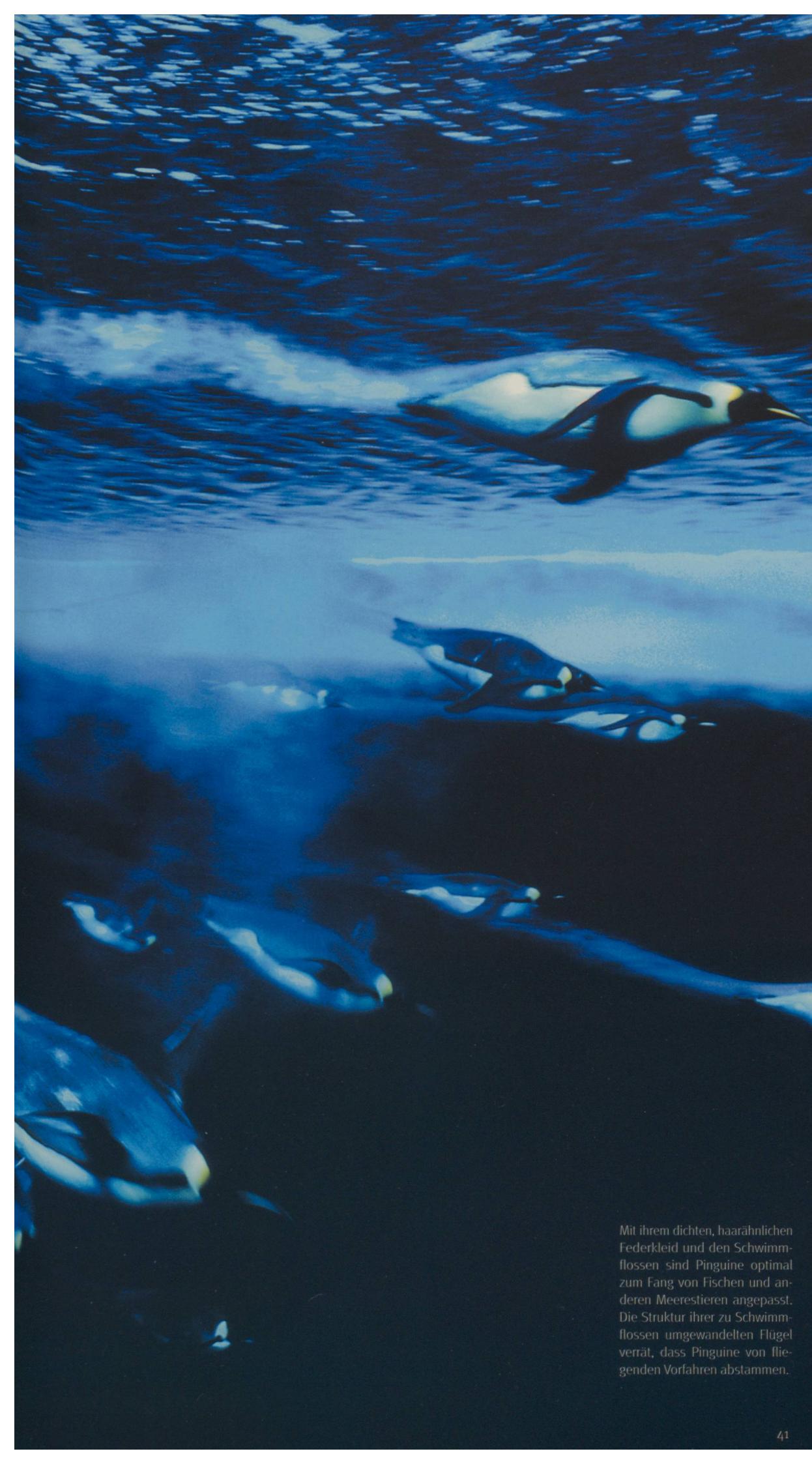
Während das Männchen des Eckfleck-Bürstenspinners normale Flügel trägt, sind jene des Weibchens (großes Foto) zu Stummeln reduziert. Andere Insekten wie Flöhe und Läuse sind im Laufe der Evolution völlig flügellos geworden.



Zum Hochzeitsflug der Ameisen verlassen die geflügelten Geschlechtstiere das Nest. Zur Begattung oder danach wirft die Königin ihre Flügel an einer vorgeformten Bruchstelle ab, und auch die Flugmuskulatur wird wieder abgebaut. Für das weitere Leben im Ameisennest sind die Flügel nutzlos geworden. Auch die Arbeiterinnen sind flügellos.



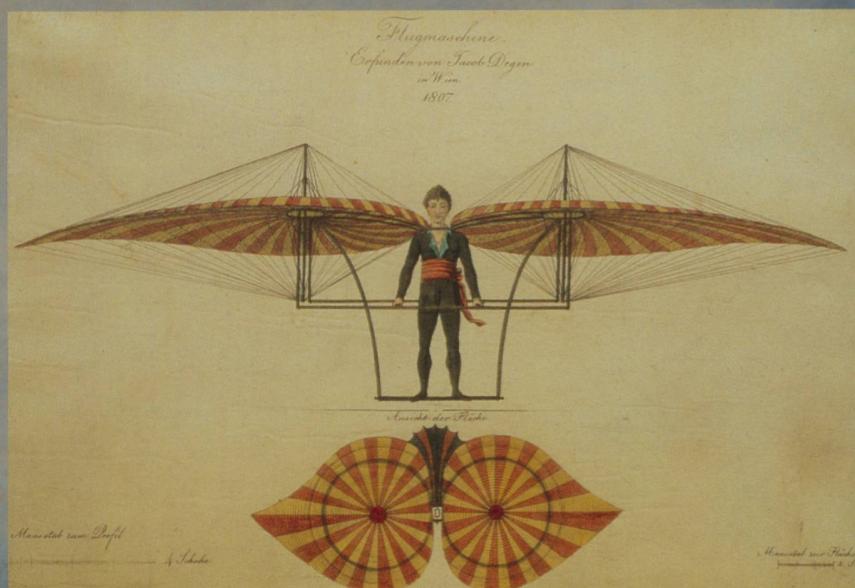
Die Flügel des australischen Emus (Foto), des Straußes und anderer Laufvögel sind verkümmert. Der Brustbeinkamm, an dem bei Flugvögeln die Flugmuskulatur ansetzt, fehlt. Die Federn sind, weil aerodynamisch funktionslos geworden, nur locker aufgebaut. Ist der Emu in Gefahr, verlässt er sich auf seine schnellen Beine.



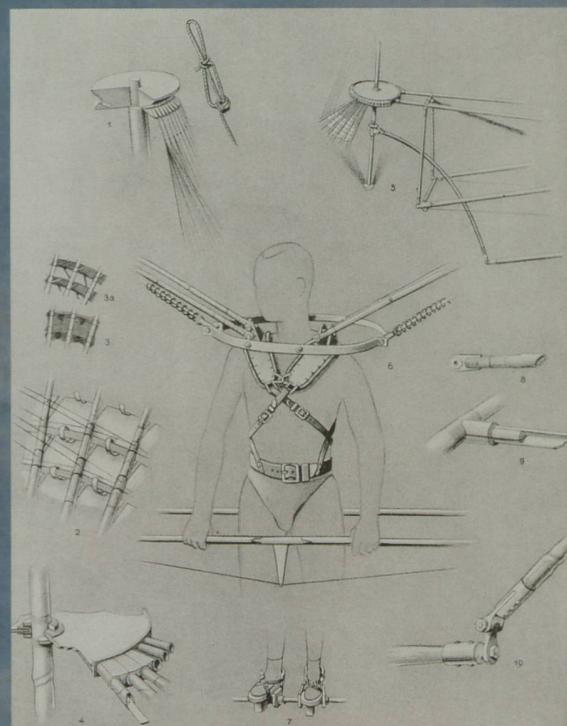
Mit ihrem dichten, haarähnlichen Federkleid und den Schwimmflossen sind Pinguine optimal zum Fang von Fischen und anderen Meerestieren angepasst. Die Struktur ihrer zu Schwimmflossen umgewandelten Flügel verrät, dass Pinguine von fliegenden Vorfahren abstammen.

Flügelschlagend und mit eigener Muskelkraft abzuheben, bleibt immer ein Traum. Die menschliche Kraft reicht dazu einfach nicht aus. Und der Bau eines Flügels, der wie beim Vogel für Auf- und Vortrieb sorgt, ist kaum vorstellbar.

# Muskelbetrieben



Weil Jakob Degen mit seinem Schlagflügelapparat zu wenig Auftrieb erzeugen konnte, behalf er sich mit einem Ballon. Sein vierstündiger Aufstieg in der Donaustadt am 10. September 1810 in Gegenwart von Kaiser Franz I. und dem Wiener Hof war für ganz Europa eine Sensation. Der im schweizerischen Baselbiet geborene Wiener Uhrmachermeister Degen baute auch die ersten von Federkraft angetriebenen Helikoptermodelle.



## Fliegen aus eigener Kraft: Berner starb für den Traum des Vogelmenschen

Von Dipl. Ing. ETH. E. Varrone



Fliegen aus eigener Kraft: Rudolf Abühl mit seinem selbstkonstruierten Muskelkraft-Flugzeug. Mit den Armen bewegt der Pilot zwei Schwingflügel, welche den Auftrieb liefern sollen Bild: Varrone

Immer wieder erhebt sich die Frage, ob die Kraft eines Menschen ausreicht, um wie ein Vogel zu fliegen. Um eine Antwort auf diese Frage zu erhalten, ist schon viel Schweiß und auch Blut geflossen. Eine stattliche Anzahl von Erfindern aus allen Berufsschichten hat abseits vom grossen Geschehen der Technik still und unverdrossen an der Lösung des Problems des Muskelkraft-Flugzeugs gearbeitet. Allen ist bis heute ein Erfolg versagt geblieben, viele stürzten bei Probefliegen ab und nur einige wenige haben Resultate erzielt, die bestenfalls als Schritte zum Muskelkraftflug bezeichnet werden können.

### Pionier im Stillen

Wohl die wenigenstens wissen, dass vor nicht allzu langer Zeit beim thurgauischen Arbon am Bodensee ein Schweizer mit seinem selbstgebauten Muskelkraft-Flugzeug abstürzte und an den Unfallfolgen starb. Der Berner Rudolf Abühl, heimatberechtigt in Därstetten, wurde 1907 in Deutschland geboren. Sein grosses Interesse für Maschinen und Motoren trieb ihn zum Beruf eines Maschinenbauers. Während des zweiten Weltkrieges bestand der Auslandschweizer mit Erfolg die Meisterprüfung als Maschinenbauer und eröffnete daraufhin eine eigene Schlosserei. Verschiedene Umstände veranlassten ihn im Jahre 1953, Deutschland den Rücken zu kehren und sich in den Heimat niederzulassen. Bald begann er, an einem Muskelkraft-Flugzeug nach eigenen Ideen zu arbeiten. Zuerst stellte er alle kleinen Teile in der Wohnung her, später mietete er in Romanshorn (TG) einen kleinen Raum und schliesslich im nahen Stachen einen kleinen Stall, der die nötige Länge aufwies. Die Schweissarbeiten führte er in einer kleinen Schlosserei aus. Seine jüngere Tochter Marion half ihm dabei; sie war es auch, welche die Seiden- und Stoffüberzüge der Flügel und Steuerflächen ausführte. Abühl muss gegen tausend Stunden seiner Freizeit für den Bau des Flugzeuges opferhaft haben. Sieben Jahre lang arbeitete er täglich einige Stunden daran; die Sonntage galten dem Projektstudium. Oft zerstörte er fertige Teile, weil sie ihm nicht geeignet schienen, immer wieder

musste er neu anfangen. Da er eher isoliert lebte — der Umstand, dass er das Schweizerdeutsche nicht beherrschte, muss hier eine Rolle mitgespielt haben —, musste er die technischen Probleme ganz allein lösen.

### Erster Flug wurde der letzte

Der Erfinder strebte danach, alle Teile so leicht wie möglich zu machen; tatsächlich wiegt das Flugzeug ganze 45 kg. Der erste Startversuch sollte am 5. September des vergangenen Jahres stattfinden; das Wetter schien Abühl günstig. Zwei Arbeitskameraden, die der Flugzeugbauer schliesslich doch eingeweiht hatte, die beiden Töchter und der Schwiegersohn halfen bei dem Versuch mit. Das gesamte Material wurde auf einen Hügel, den Abühl vorher ausgekundschaftet hatte, transportiert. Dort erfolgte der sorgfältige Zusammenbau der ganzen Einrichtung, nämlich des Flugzeuges und des Katapults für den Start. Das Katapult wurde mit Seilen gegen ein Umkippen gesichert, dann wurden die starken Federn gespannt. Zur Sicherheit wurden noch grosse Seile gespannt, die vom Katapult weg in Flugrichtung ließen. Sie sollten im Falle eines Absturzes Pilot samt Fluggerät auffangen. Nachdem Abühl noch eine Zigarette zur Beruhigung geraucht hatte, bestieg er den Flugapparat, welcher auf dem Katapult aufgeschraubt war, und gurtete sich fest. Jedermann begab sich an seinen ihm im voraus zugewiesenen Platz. Die Tochter Marion zählte, der Hebel des Katapults wurde gelöst, und die volle Kraft der drei Federn schleuderte den Pionier samt Flugzeug nach vorn. Alles ging viel schneller als die Anwesenden wahrnehmen konnten. Abühl musste schon ein gutes Stück durch die Luft geflogen sein, als sich das Flugzeug kopfvoran abwärts neigte. Die gespannten Seile hielten der Wucht des Aufschlags nicht stand, Abühl schlug mit dem Kopf auf dem Boden auf. Er war sofort bewusstlos. Marion schnitt die Traggurten los, ein Arzt wurde geholt, ein Krankenwagen brachte den Verunfallten ins Spital, wo ihn jedoch keine ärztliche Kunst mehr retten konnte. Nach vier Tagen verschied Abühl, ohne das Bewusstsein wieder erlangt zu haben.

Noch 1964 glaubte der Schweizer Rudolf Abühl an die Möglichkeit, sich mit einem Schlagflügelapparat in der Luft halten zu können. Beim ersten Startversuch von einem Katapult aus stürzte er ab. Die zur Sicherheit gespannte Auffangvorrichtung riss und Abühl verunglückte tödlich.

Berner Tagblatt, 25. Juni 1965, Abendausgabe

Dennoch ist Muskelkraftflug heute Realität. Riesenflieger mit starren Tragflächen, federleichte Hi-Tech-Materialien und die Kraftübertragung auf Propeller machen ihn möglich.



Die Ingenieurskunst des Massachusetts Institute of Technology (USA) und die Beinarbeit des griechischen Radrennfahrers Kanellos Kanellopoulos waren Voraussetzung für den Rekordflug der «Daedalus». 1988, 76 Jahre nach dem «Erstflug» eines Muskelkraftfliegers über einige wenige Meter, gelang mit ihr der 109 Kilometer lange Überflug von Kreta nach Santorin. Trotz der enormen Spannweite von 34 Meter wog das Flugzeug nur 31 Kilogramm!

Zahllos waren die Versuche, taugliche Luftgefährte zu entwickeln. Aber erst das Verstehen der physikalischen Voraussetzungen brachte den Erfolg. Heißluftballone und Gasballone heben ab, weil sie leichter sind als Luft. Flugzeuge halten sich dank des Auftriebs an den gewölbten Tragflächen am Himmel.

# Abgehoben



Nach einem Testflug mit einem Schaf, einer Ente und einem Huhn hob am 21. November 1783 in Paris der erste bemannte Heißluftballon der Papierhersteller Joseph und Etienne Montgolfier ab. Nur zehn Tage später und ebenfalls in Paris glückte Prof. Jacques Charles und einem Begleiter der erste Aufstieg in einem Wasserstoffballon.



Der erste Motorflug der Gebrüder Wright am 17. Dezember 1903 bei Kitty Hawk (North Carolina, USA) und die technische Vervollkommenung ihrer Flugzeuge legten den Grundstein für die Flugzeugindustrie. Mit dem globalen Luftverkehr, der Eroberung des Weltraums und dem Fliegen als Freizeitvergnügen sind die kühnsten Menschheitsträume in Erfüllung gegangen.

«Welch ein Culturfortschritt wäre dagegen errungen, wenn man die freie Atmosphäre zum allgemeinen Verkehr benutzen könnte, wo kein Gebirge, kein Wald, kein Wasser, kein Sumpf unsere Bewegung hindert! Sie haben sich selbst vielleicht schon einmal ausgemalt, daß z. B. die Grenzen der Länder ganz ihre Bedeutung verlieren, weil man dieselben bis in

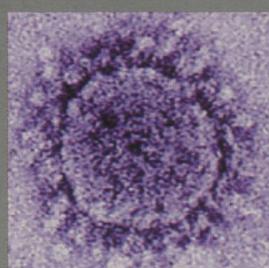
den Himmel nicht absperren kann. Man kann sich kaum vorstellen, daß Zölle und Kriege dann noch möglich sind. Der ungeheure Aufschwung, den der Verkehr der Völker untereinander nehmen würde, müßte schließlich die Sprachen zu einer Weltsprache mischen.»  
Otto Lilienthal, 1895. Bewältigte 1891 als erster einen Gleitflug über 25 Meter.

Heute ist Fliegen alltäglich geworden. Die weltweit rund 16 000 Verkehrsflugzeuge befördern pro Jahr (nur auf Linienflügen) schätzungsweise 1,7 bis 1,8 Milliarden Passagiere und 35 Millionen Tonnen Fracht. Dabei werden etwa 200 Milliarden Liter Treibstoff verbrannt (4,5 Liter pro Passagier und 100 Kilometer Distanz). Unmengen an Schadstoffen verschmutzen dabei die Luft.

# Folgenschwer



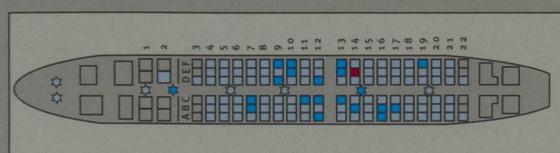
Der globale Ausstoß an Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) durch die Fliegerei ist im letzten Jahrzehnt um 48 Prozent gestiegen. Ruß und andere Abgaspartikel könnten sich noch schädlicher auf das Klima auswirken als das Kohlendioxid. Durch sie entstehen vermehrt Zirruswolken. Diese Eisschleier behindern die Wärmeabstrahlung der Erde und verstärken so den Treibhauseffekt.



SARS-Virus

«... die Spanische Grippe hat 1918 weltweit 25 Millionen Menschen umgebracht, zu einer Zeit, als die Menschen noch per Schiff reisten oder per Eisenbahn, heute bewegt sich irgendein Virus per Flugzeug innerst Stunden rund um die Welt. Das hat die Mikroben in eine relativ vorteilhafte Position gebracht.»

Anthony S. Fauci, 2003,  
Direktor «National Institute of Allergy  
and Infectious Diseases (NIAID)»,  
Bethesda, MD, U.S.A.



Am 15. März 2003 flog ein an SARS erkrankter Mann von Hongkong nach Peking und steckte dabei Mitreisende und Besatzungsmitglieder an. In nur drei Flugstunden überwand das SARS-Virus 2000 Kilometer und fand neue Opfer.

Sitzplan im Flugzeug  
■ SARS-Kranker  
■ Passagier (angesteckt)  
□ Passagier (nicht angesteckt)  
\* Besatzungsmitglied (angesteckt)  
◊ Besatzungsmitglied (nicht angesteckt)  
□ Leerer Sitz

# Impressum



Autor, Realisation Peter F. Flückiger, Naturmuseum Olten Gestaltung Beatrice Nünlist, Olten Projektmitarbeit Vito Zingerle, Laura Tagnin & Benno Baumgarten, Naturmuseum Südtirol; Michele Lanzinger, Paolo Pedrini, Lavinia Del Longo & Osvaldo Negra, Museo Tridentino di Scienze Naturali **Zitate** Darwin, C.: (Voyage of the Beagle, 1839), Reise eines Naturforschers um die Welt, Societäts-Verlag, Frankfurt a.M. 1980, S. 285-286 (S. 36); Fauci, A.S. in Keller, C.: Krieg den Viren, Das Magazin (Wochenbeilage Tages-Anzeiger), 35/2003, S. 15 (S. 46); Heyerdahl, T.: (Kon-Tiki Ekspedisjonen, 1948) Kon-Tiki – Ein Floß treibt über den Pazifik, Diana, Zürich 1949, S. 106-107 (S. 33); Lilienthal, O.: Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst, Heyfelder, Berlin 1889, S. 185 (S. 14); Lilienthal, O.: Vortragskonzept 1895, in Kopfermann, K. (Hrsg.): Otto Lilienthal – Über meine Flugversuche 1889-1896, Ausgewählte Schriften, VDI-Verlag, Düsseldorf 1987, S. 165 (S. 45) **Fotos, Illustrationen** Felix Amiet, Solothurn (S. 7 2. Spalte Mitte, 8, 34 beide, 38 rechts beide, 40 Hintergrund u. unten links); Archiv Schweiz. Bauernhausforschung, Zug (S. 4 oben rechts); Benno Baumgarten/Naturmuseum Südtirol (S. 2 Mitte); Heiko Bellmann, Lonsee (S. 36 Mitte, 39 alle); Berner Tagblatt, Freitagabend, 25. Juni 1965, Nr. 171, S. 14/Schweizerische Landesbibliothek, Bern (S. 43); Hans-Ueli Blöchliger/Keystone (S. 46 oben); Ludek & Dusan Boucny, Ostrava (S. 18 oben); Rudolf Bryner, Biel (S. 36 Hintergrund, S. 37 beide); Hansjörg Bürgi/Aero Publications (S. 17 unten, 45 unten); Harald Cigler, Affoltern a. Albis (S. 14 zweitoberste); Severino Dahint/Naturhistorisches Museum Basel (S. 23 unten); Stephen Dalton/NHPA (S. 35 rechts); Hans-Rudolf Degen, Winterthur (S. 42 oben); Degen, H.R.: Jakob Degen – Flugtechniker und Erfinder 1760-1848, Dietschi, Olten & Waldenburg 1999 (S. 42 unten beide); Deutsches Museum, München (S. 14 oben); Michael Dickinson/California Institute of Technology (S. 9 unten links); A.W. Diggelmann/Archiv Naturmuseum Solothurn (S. 4 oben links); Harold E. Edgerton/Harold & Esther Edgerton Foundation, 2004, courtesy of Palm Press, Inc. (S. 32/33); Peter F. Flückiger/Naturmuseum Olten (S. 14 Hintergrund, 35 links); Flückiger, P.F.: Federmäuse – schattenhaft, fantastisch, bedroht, Begleithefte zu Sonderausstellungen des Naturmuseums Olten, Nr. 4, 1993, verändert (S. 26 Mitte u. unten); Frank Greenaway/Dorling Kindersley Picture Library (S. 17 oben); Elke Gröning/Technische Universität Clausthal (S. 6 oben rechts u. unten); John Gurche, Denver CO (S. 22); Mark Hallett/National Geographic Image Collection (S. 20); Gabriele Horszitzky/Grafische Werkstatt, Jura-Museum Eichstätt (S. 10 beide); Olaf Kluge, Fichtenberg (S. 45 oben); Ksiazek, T.G. et al.: A Novel Coronavirus Associated with Severe Acute Respiratory Syndrome, The New England Journal of Medicine 348/20, 1953-1966, 2003 (S. 46 unten links); Alex Labhardt, Rodersdorf (S. 7 oben u. 1. Spalte unten, 16 oben); Tim Laman, Cambridge MA (S. 28 beide, 30, 31 beide, 47); Lauder, G.: Flight of the robofly, Nature 412, 688-689, 2001, verändert (S. 9 unten rechts); Christian A. Meyer/Naturhistorisches Museum Basel (S. 21 oben); Museo Tridentino di Scienze Naturali (S. 2 unten); Rolf Nagel/http://insektenflug.privat.t-online.de (S. 7 1. Spalte Mitte, 2. u. 4. Spalte unten); Nigg, W. & T. Schneiders: Nikolaus von Flüe, Herder, Freiburg i. Br. 1976 (S. 4 unten links); Dietmar Nill, Mössingen-Öschingen (Rückseite, S. 24, 25, 26 oben); Olsen, S.J. et al.: Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome on Aircraft, The New England Journal of Medicine 349/25, 2416-2422, 2003, verändert (S. 46 unten rechts); Charles O'Rear/National Geographic Image Collection (S. 44); Michael Pitts/naturepl.com (S. 27); Ulrich La Roche, Zürich (S. 16 unten); Beat Rüegger, Rothrist (S. 15 oben); Rolf Rutishauser/Botanischer Garten, Universität Zürich (S. 38 REM-Fotos); Sammlung Ernst Brunner/Schweiz. Institut für Volkskunde, Basel (S. 4 unten rechts); Jörg Schneider/Technische Universität Bergakademie Freiberg (S. 6 oben links); Portia Sloan, Clifton VA (S. 21 unten); Dieter Spinnler, Wisen (S. 3, Hintergründe S. 42, 43 u. 45); Helmut Tischlinger, Stammham (S. 11 alle, 23 oben); Lorenzo B. Vinciguerra, Grub/SG (S. 12 beide, 13 alle, 18 unten, 29); Erich Welti/Naturmuseum Olten (S. 2 oben); Beat Wermelinger/Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf (S. 40 oben rechts); Raffael Winkler/Naturhistorisches Museum Basel (S. 19); Norbert Wu/www.norbertwu.com (S. 41); Günter Ziesler, Füssen (Titelbild, S. 9 oben, 15 unten, 40 unten rechts); Franco Zehnder, Hamburg (S. 5); Alex Zuppiger/Botanischer Garten, Universität Zürich (S. 38 oben) **Scans, Bildbearbeitung** AGI Litho, Schönenwerd **Finanzierung** Museo Tridentino di Scienze Naturali; Naturmuseum Olten; Naturmuseum Südtirol; ein Kulturengagement des Lotteriefonds des Kantons Solothurn Sponsoren AGI Litho, Schönenwerd; Beatrice Nünlist, Olten; Rankwoog-Druck AG, Trimbach Auflage 1000 Expl. © 2004 Naturmuseum Olten, Kirchgasse 10, CH-4600 Olten, [www.naturmuseum-olten.ch](http://www.naturmuseum-olten.ch)

Foto Titelseite Südamerikanische Tagfalter Foto Rückseite Großes Mausohr (*Myotis myotis*) Foto diese Seite Roter Borneo-Flugfrosch (*Rhacophorus pardalis*)

Heft 13 der Reihe «Begleithefte zu Sonderausstellungen des Naturmuseums Olten»

(ISBN 3-033-00124-6)

Dieses Heft ist gleichzeitig auch in italienischer Sprache unter dem Titel «In volo» erschienen

(ISBN 3-033-00126-2)

- 1 Stachelhäuter – Leben aus der Vorzeit (1982)
- 2 Ammonshörner und Donnerkeile – Aus dem Leben  
urzeitlicher Tintenfische (1987)
- 3 Gespenstschrecken – Eine Ausstellung mit lebenden  
tropischen Grossinsekten (1989)
- 4 Fledermäuse – schattenhaft, fantastisch, bedroht (1993)
- 5 Schädel und Skelette (1994)
- 6 Die Mausefalle – Von Mäusen, Ratten und Menschen (1996)
- 7 Spuren der Dinosaurier – Bilder einer verlorenen Welt (1996)
- 8 Einst und jetzt, 125 Jahre Naturmuseum – Eine kleine  
Museumsgeschichte (1997)
- 9 Winterspeck und Pelzmantel – Überleben im Winter (1998)
- 10 Leben auf Kosten anderer – Parasiten (1999)
- 11 Mein Name ist Hase – Zur Lage des Feldhasen in  
der Schweiz (2001)
- 12 Nachtleben – Geheimnisse der Finsternis (2001)
- 13 Fliegend unterwegs (2004)

ISBN 3-033-00124-6

