

13. JAHRGANG 6/2003

MIUSEION 2000

KULTURMAGAZIN GLAUBE, WISSEN, KUNST IN GESCHICHTE UND GEGENWART

Spezialisten im Element

Einblick in Entstehungsgeschichte
und Können der gefiederten Tierwelt

Kinderzeichnungen

»Ein unbekanntes Land
voll tausend Schönheiten«

Frederick Douglass

Die Lebensgeschichte
eines amerikanischen Sklaven





Ornithologie

Spezialisten im Element

**Einblick in Entstehungsgeschichte und Können
der gefiederten Tierwelt**

Den Vögeln sind nicht nur Eleganz und Farbenpracht eigen – sie können zudem etwas, was für Menschen seit Anbeginn ein Traum geblieben ist: aus eigener Kraft *fliegen*. Bis es so weit war und dieser Tierwelt der Luftraum offenstand, waren – auf die Lebensumstände und klimatischen Verhältnisse abgestimmt – auch aus anatomischer und physiologischer Sicht umfangreiche Vorkehrungen und Anpassungen nötig, die zum Teil regelrechte Spezialisten hervorbrachten.

Entwicklungsgeschichtlich gesehen zählen die Vögel nicht zu den ersten Wirbeltieren, die fliegen konnten – Flugsaurier taten dies bereits zuvor. Zudem gab es Sonderlinge wie den Archäopteryx, die eigentlich mehr Reptil als Vogel waren. Diese mit Federbüscheln bewehrten *Urflügler* werden von der Wissenschaft für die *stammesgeschichtlichen* Vorfahren der modernen Vögel gehalten: Sind sie dies wirklich?

Singender Buchfink



Der Langstreckenzieher – die Küstenseeschwalbe

Streifzug durch das Können der gefiederten Tierwelt

In ihrer Vielfalt sind sie kaum zu übertreffen, flink und elegant präsentiert sich ihr fliegerisches Können – einige sind wahre Gesangsspezialisten, andere kleidet ein farbenprächtiges Gefieder. Verhaltensweisen wie das lebenslange Zusammensein bestimmter Vogel­pärchen erinnern uns an fast vergessene Tugenden, und der eine oder andere Langstreckenzieher legt Zehntausende von Kilometern zurück, umfliegt Schlechtwetterzonen, ohne sich nur im geringsten zu verirren. Ungefähr 9700 Vogelarten, unterteilt in 23 Ordnungen, 142 Familien und 2057 Gattungen (Sibley und Monroe 1992), sind weltweit beschrieben, von Ornithologen wissenschaftlich bestimmt und katalogisiert worden. Die gefiederten Tiere sind eben wegen ihrer Auffälligkeit und ihres possierlichen Verhaltens willkommene Studienobjekte und geniessen unsere volle Aufmerksamkeit. Heute leben schätzungsweise 50–200 Milliarden Vögel auf der Erde.

Wo sich Vielfalt so differenziert in der Natur findet, wimmelt es nur so von Spezialisten (vgl. Bildokumentation nebenan). Jede Vogelart hat ihre Eigenarten, jedes Individuum seine Eigenheiten. Es ist daher unmöglich, sie alle in ihrer Gesamtheit in diesem Aufsatz vorzustellen – aber ein ausgewählter Streifzug durchs Können dieser Spezialisten soll es im Grundsatz sein. Dabei bedienen wir uns eines wichtigen naturwissenschaftlichen Hilfsmittels, welches die objektive Erforschung des Verhaltens der Tiere gestattet: der sogenannten Ethologie. Entstehungsgeschichtliche Aspekte, aber auch die Betrachtung des Umfelds artspezifischer Eigenheiten dürfen bei den Ausführungen nicht fehlen, wollen wir doch versuchen, die Vielfalt dieser Tierwelt möglichst umfassend zu betrachten. Konkret: Wissenschaftliche Forschungsgrundlagen, seien es Erkenntnisse aus der Paläontologie, Biologie beziehungsweise Ethologie,

sind zweifelsohne sehr geeignete Instrumente, um Entstehungsgeschichte, Körperbau und Verhalten näher ergründen zu können. Doch dieses Wissen allein genügt noch nicht, um sich eine ganzheitliche Sicht über diese Tierwelt anzueignen, denn es ist nur eine Fokussierung auf das Körperhafte, das Äussere. Das Leben, die Individualität aber haben ihren Ursprung im Inneren: im Sein, im Charakter, in der Wesensart. Ein Indiz hierfür sind Probleme, deren Ursprünge nicht körperlicher Natur sind, die insbesondere dann entstehen, wenn gefiederte Tiere in Gefangenschaft leben. Doch werden derzeit Verhaltensstörungen vor allem auf ethologischer und tiermedizinischer Ebene abgehandelt, da sich – im Gegensatz zur Humanpsychologie – die Tierpsychologie als eigentliches Fach nicht etabliert hat. Dabei wäre das Fachgebiet der Psychologie, laut dem Duden-Fremdwörterbuch, genaugenommen »die Lehre von der Seele«. Und Vögel sind intelligente und sehr sensitive Geschöpfe, die auch seelisch leiden können. Hier geht es aber, um etwaigen Missverständnissen vorzubeugen, auf keinen Fall darum, tierisches Verhalten zu vermenschlichen. Es sollen vielmehr die unterschiedlichen Organisationsgrade der Tierwelt näher betrachtet werden, um die Entwicklungsgeschichte der Lebewelt als Ganzes besser verstehen zu können.

Die Kunst einer Betrachtungsweise, die sich nicht in Einzelheiten verliert, sondern Grundsätzliches im Auge behält

Damit dies möglich wird, ist es besonders in der heutigen Zeit von grossem Vorteil, ein spezielles Augenmerk den Interpretationen von wissenschaftlich gewonnenen Erkenntnissen zu widmen: Sind die aufgestellten Hypothesen und Theorien mit Grundprinzipien der irdischen Schöpfung vereinbar? Der griechische Wissenschaftler und Gelehrte Origenes ist eine



Flugkünste des Kolibris



Weisstorchenpaar auf seinem erbauten Nest



Balzkünste des prachtvollen Pfau

JEDE VOGELART WEIST IHR SPEZIALISIERTES KÖNNEN AUF ...



Ararauna-Pärchen



Wanderfalke beim Beutegriff



Singendes Rotkehlchen



Singschwäne beim Werbetanz

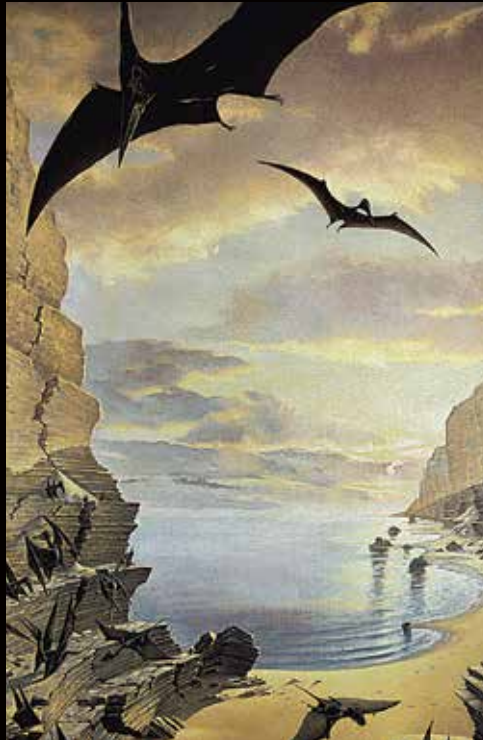


Adelie-Pinguine sind gewiefte Taucher

SAURIER UND URFLÜGLER STARBEN INFOLGE EINES ASTEROIDENIMPAKTS AUS



1 Flugsaurier Eudimorphodon ranzii



2 Pterosaurier in Küstengebiet

3 Ornithocheirus beim Füttern des Jungtiers



4 Rekonstruktion eines Archäopteryx



5 Der 'Vierflügler' Microraptor gui

6 Sogenannter Zahnvogel Hesperornis

grosse Hilfe, wenn es darum geht, diesen Sachverhalt näher zu untersuchen. Er bietet hierzu eine Art *Richtschnur*, was neben der fachlich korrekten Betrachtungsweise zu beachten ist:

»Der klarer Erkennende [...] wird ferner schauen, was für eine Bedeutung der Seele zukommt und welcher Unterschied zwischen den Lebewesen [erkennbar ist]: den Wassertieren, den Vögeln oder den wilden Tieren, und was die Ursache davon ist, dass die einzelnen Gruppen in so viele Arten zerfallen; was die Absicht des Schöpfers war oder welcher Gedanke seiner Weisheit sich unter den einzelnen Arten verbirgt.«
Peri archon II 11, 5

Die Anforderungen an den »klarer Erkennenden«, wie Origenes sich ausdrückt, sind demnach sehr gross, und es dürfte sich gerade in der heutigen Zeit, wo sich oberflächliches Denken breitmacht, als sehr schwierig erweisen, diesen Anforderungen gerecht zu werden. Um die klare Erkenntnis in Origenes' Sinne schulen zu können, ist es bei der Meinungsfindung in kniffligen Fragen, welche die irdische Schöpfung betreffen, von Vorteil, sich nicht *evolutionstheoretisch* fehlleiten zu lassen, sondern sich grundsätzlich auch auf das Wissen von tief sinnig denkenden Gelehrten abzustützen. Wollen wir versuchen, uns im folgenden von diesem Gedanken führen zu lassen.

Stammen die modernen Vögel wirklich von den Sauriern ab?

Nach den Insekten eroberten Wirbeltiere, die sogenannten *Pterosaurier* (vgl. *Flugsaurier*, Abbildungen 1–3), den Luftraum. Dies geschah vor etwa 200 Millionen Jahren im Erdmittelalter. Aus jener Zeitepoche stammen nämlich die ältestbekanntesten Fossilien dieser Reptilien. Die Konstruktion der Flugsaurierskelette mit teilweise beachtlichen Abmessungen von über 10 m Flügelspannweite lassen jedoch darauf schliessen, dass diese Reptilien zwar im freien Luftraum aktiv waren, aber nur schwerfällig fliegen konnten.

Befanden sie sich einmal in der Luft, mussten vor allem Luftströmungen wie die Thermik zum Fliegen ausgenutzt werden, da sie als Reptilien über keinen Hochleistungsorganismus verfügten, wie dies bei Säugtieren und Vögeln der Fall ist.

Ein uralter rabengrosser Flügler, der vor rund 150 Millionen Jahren mit den Flugsauriern zusammenlebte, trägt den Namen *Archäopteryx* (Abbildung 4). Sein Skelett ähnelt im wesentlichen dem eines kleinen Dinosauriers: scharfe Kieferzähne, langer Schwanz und typische saurierähnliche Vorderbeine. *Archäopteryx* dürfte, gemessen am Standard moderner Vögel, ein unbeholfener Flieger gewesen sein, denn infolge des fehlenden beziehungsweise nur kleinen Brustbeins besaß er offenbar ein schwach ausgebildete Flugmuskulatur. Doch ein atypisches Merkmal hatte dieser Urflügler, das Flugsaurier eigentlich nicht aufweisen: *Federn*. Dieser Fund war daher aussergewöhnlich und aufsehenerregend zugleich und führte sogar dazu, dass dieser 'fliegende Saurier' der Federbüschel wegen von der Wissenschaft als *stammesgeschichtlicher Urvogel* der modernen Vögel taxiert wurde. Aus etwas Distanz betrachtet ein wagemutiger Schritt, da über die Entstehungsgeschichte der wirklichen Vögel noch relativ wenig bekannt ist. Jedenfalls führten mehrere Funde des *Archäopteryx* in Deutschland sowie weitere Exemplare anderer Gattungen in China (vgl. *Microraptor*, Abbildung 5) dazu, dass heute von der Wissenschaft mehrheitlich angenommen wird, die Vögel stammten von den Sauriern ab.

Nun steht aber diese Hypothese im Gegensatz zu den Überlieferungen der *hohen Philosophie* verschiedener Denker und Gelehrter. Ihren Erkenntnissen kann zusammenfassend entnommen werden, dass eine *körperliche* Abstammung einer höheren Entwicklungsstufe wie derjenigen der *Säugetiere* oder *Vögel* von einer niederen wie der der *Amphibien* oder *Reptilien* nicht besteht (vgl. Heft 1/03, S. 19, und Heft 2/03, S. 18 f.). Schenkt man diesem Wissen

mindestens so viel Beachtung wie den Versteinerungen des *Archäopteryx*, so muss ernstlich in Erwägung gezogen werden, dass es sich bei den Reptilien und Vögeln um *gesondert* geschaffene Tiergruppen mit jeweils *eigener* Entstehungsgeschichte handelt. Es lassen sich nämlich bei ihnen ganz wesentliche anatomische beziehungsweise physiologische Unterschiede feststellen – darauf kommen wir noch zurück. *Archäopteryx* und *Microraptor* sind *Sonderfälle*, die – wenn man von Federbüscheln absieht – grundsätzlich *reptilischen* Ursprungs sind. Prof. Dr. Dieter Stefan Peters vom Zoologischen Institut der Universität Frankfurt am Main spricht in diesem Zusammenhang von einer '*Übergangsform*'. Deren Aufgabe war es demnach, beim Aufbau eines neuen konstruktiven Merkmals, das heisst des Gefieders, mitzuhelfen, bevor es bei den modernen Vögeln mit entsprechender Weiterentwicklung *nachhaltig* eingesetzt werden konnte.

Es ist auf den ersten Blick eine etwas verworrene Angelegenheit, die deshalb unbedingt differenziert betrachtet werden muss und nicht etwa nur stammesgeschichtlich abgehandelt werden darf. Aus etwas Distanz gesehen, ist es auch nicht so recht glaubhaft, dass die schönen Tiere des Vogelreichs ausgerechnet von den Dinosauriern abstammen sollen.

Fortschritt durch ein einschneidendes Ereignis

Die Mehrheit der Wissenschaft ist heute der Meinung, dass sämtliche damals noch lebenden Saurierarten – auch die Flugsaurier – am Ende der Kreidezeit an den Folgen eines Asteroidenimpakts ausstarben (vgl. Heft 1/03). Auch die zu Land und am Wasser lebenden 'Verwandten' des *Archäopteryx*, die sogenannten *Zahnvögel* (Abbildung 6), wurden Opfer dieser Katastrophe, die sich am Ende des Erdmittelalters, das heisst vor 66 Millionen Jahren, ereignete. Nach dem Aussterben der Saurier verbreiteten sich nicht nur

die Säugetiere in grosser Anzahl, sondern auch die hornschnabligen Vögel, welche im Gegensatz zu den meisten Reptilien *zahnlos* sind. Es gelang ihnen, den von Feinden frei gewordenen Luftraum grossflächig zu erobern. Über die Entstehungsgeschichte dieser modernen Vögel ist relativ wenig bekannt, nicht zuletzt wegen mangelnder Fossilien. Es fanden sich jedoch beispielsweise jene eines 'Urvogels' mit kräftigen Beinen und Füssen; hierbei handelt es sich um einen etwa 2 m grossen flugunfähigen Laufvogel mit dem Namen *Diatryma* (Abbildung 7), der vor etwa 50 Millionen Jahren in Nordamerika und Europa lebte.

Körperaufbau und Lebensweise der modernen Vögel

Die nebenstehende *Tabelle* vermittelt uns einen vereinfachten Überblick über die Entstehungsgeschichte flugfähiger Wirbeltiere inklusive der rezenten, das heisst der heute lebenden Vögel. Aus anatomischer Sicht sind die *modernen* Vögel wesentlich höher organisiert als die Reptilien – auch als die ausgestorbenen Flugsaurier. Besonders flugfähige Vögel verfügen über einen ausgefeilten Hochleistungskörper, der richtiggehend aufs Fliegen getrimmt ist und dessen Leistungsgrad auch nicht mit einem verbesserten Reptilienkörper erreicht werden kann. Um diesen Sachverhalt möglichst fundiert aufzeigen zu können, möchten wir im folgenden verschiedene konstruktive beziehungsweise anatomische Besonderheiten der gefiederten Tiere etwas genauer anschauen.

Flugvermögen

Die Vögel sind nicht die einzigen Lebewesen, die fliegen können, aber grundsätzlich die einzigen, die ein Federkleid besitzen, welches ausserdem zahlreiche Funktionen erfüllen muss. Das Gefieder der modernen Vögel ist nicht mit den Federbüscheln des ausgestorbenen Urflüglers Archäopteryx vergleichbar (vgl. Abbildungen 8 und 9): Struktur

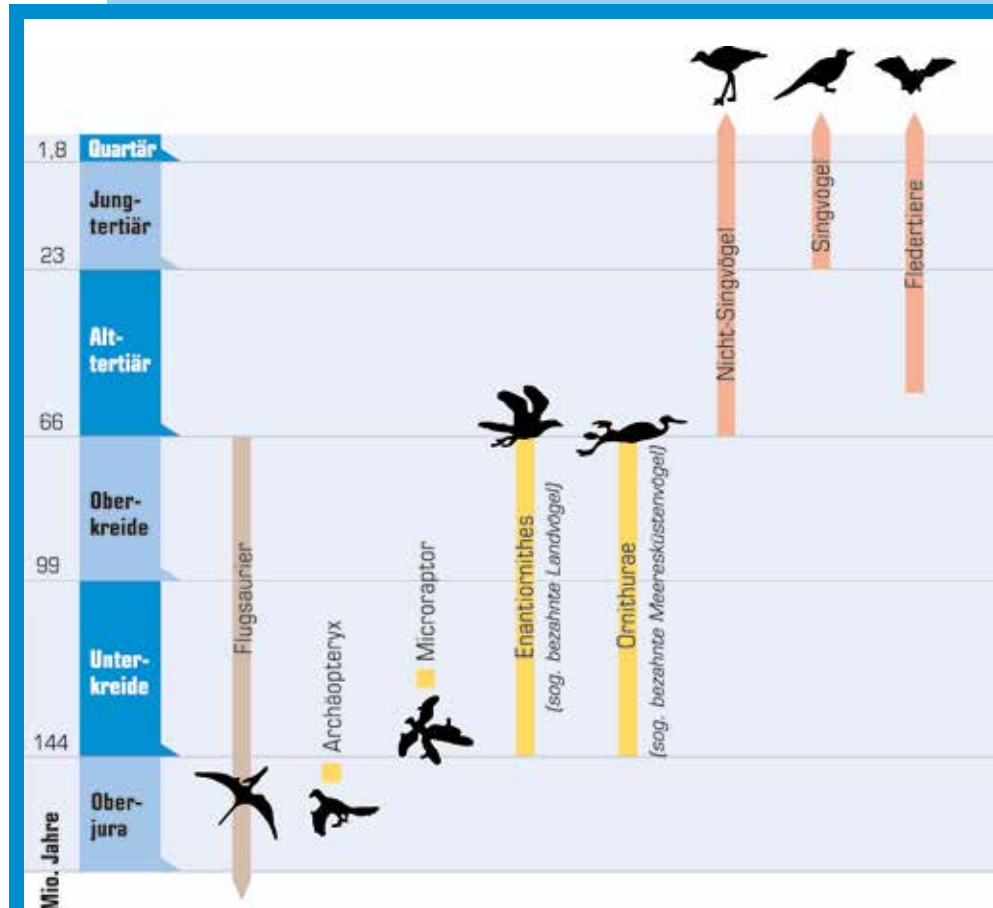
und Anordnung des Kleingefieders, das aus sogenannten Konturfedern besteht, erhöhen die stromlinienförmige Gestalt des Tiers, sind zudem windfest und in vielen Fällen auch noch wasserundurchlässig. Unter dem Kleingefieder befinden sich Daunenfedern, die die Erhaltung der Körpertemperatur sicherstellen. Die Steuerfedern am Schwanz sind in der Regel lang und von kräftiger Struktur; sie unterstützen Steuerung und Flugstabilität und haben beim Landen bei entsprechender Ausrichtung Bremswirkung. Der grösste Einfluss auf die Flugeigenschaften kommt den unterschiedlichen Federn an den Flügeln zu. Der Flug selbst ist im wesentlichen von zwei nicht gleichgerichteten Kräften abhängig: dem *Vortrieb* und dem *Auftrieb*. Für den Vortrieb sorgen die Handschwingen, die am äusseren Flügelrand sitzen. Sie müssen Luft nach unten und hinten drücken, um beim Abschlag den nötigen Auftrieb zu

erzeugen. Die inneren Flügel Federn sorgen nach dem Abheben des Vogels für den nötigen Auftrieb, damit sich der Vogel in der Luft halten beziehungsweise optimal gleiten kann. Das Federkleid verleiht den Vögeln, auf die Situation angepasst, ausgezeichnete Flugeigenschaften. So hat die Taube einen *Gleitwinkel* von 1:9, das heisst, sie verliert auf 90m Gleitflug 10m Höhe, und der Albatros kommt trotz seines Gewichtes von bis zu 14kg sogar auf einen Gleitwinkel von 1:20. Die hervorragenden Flugeigenschaften,



7 Früher 'Urvogel' Diatryma

ENTSTEHUNGSGESCHICHTE EINIGER GLEIT- UND FLUGFÄHIGER WIRBELTIERE





8 Gefieder des Ararauna

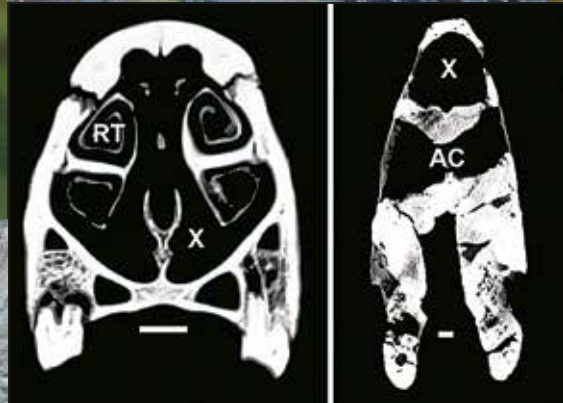
7 Vor 66 Mio. Jahren verursachte ein Asteroidenimpakt ein Massenaussterben, dem auch sämtliche Flugsaurier, Urflügler und sogenannten Zahnvögel zum Opfer fielen. Der abgebildete *Diatryma* lebte vor etwa 50 Mio. Jahren und konnte dank fossiler Überreste rekonstruiert werden. Er war zwar flugunfähig, hatte aber wie die heute lebenden Vögel einen Hornschnabel.



9 Fossil eines Archäopteryx mit Federbüscheln



10 Illustration des Dinosauriers Nanotyrannus



11 CT-Scan-Vergleich des Nasengangs (X) zwischen einem Säugetier (Dickhornschaf) und einem Dinosaurier (Nanotyrannus, rechts). Deutlich ist zu erkennen, dass dem Saurier die für Säugetiere und Vögel typische Nasenstruktur (RT) fehlt; es muss sich daher, wie neuste wissenschaftliche Erkenntnisse nahelegen, um ein wechselwarmes Tier gehandelt haben.

welche die gefiederten Tiere in erster Linie dem genial ausgeklügelten Federkleid verdanken, sind wirklich beachtenswert: So erreichen Zugvögel Flughöhen von bis zu 4700 m, und bei *Streifengänsen* wurde beobachtet, dass sie beim Überfliegen des Himalajagebiets bis auf 10000 m Höhe steigen, wo Umgebungstemperaturen um minus 40 Grad die Regel sind. Rekordhalter im Stossen – darunter versteht man den Sturzflug beim Beuteangriff – ist der *Wanderfalke* mit Geschwindigkeiten von 250–300 Kilometern pro Stunde.

Kreislaufsystem und Stoffwechsel

Auch der Blutkreislauf der Vögel unterscheidet sich erheblich von demjenigen der Reptilien: Das Herz der Vögel wie auch das der Säugetiere ist durch eine Herzscheidewand vollständig in eine rechte und eine linke Kammer

unterteilt. Dadurch sind Körper- und Lungenkreislauf völlig voneinander getrennt – dies ist eine ganz elementare Grundlage, damit eine hohe Stoffwechselleistung sichergestellt bleibt, die für den Flug, aber auch zur Erhaltung der Körpertemperatur notwendig ist, welche bei den meisten Vögeln zwischen 41 und 45 Grad Celsius liegt. Das Herz ist verhältnismässig grösser als bei Säugern und kann beim *Kolibri* fast 30 Prozent des Körpergewichts ausmachen. Auch die Herzfrequenz ist generell höher als bei Säugetieren, wobei als Extrembeispiel wiederum der *Kolibri* zu nennen ist, der wegen der Winzigkeit seines Körpers und seines speziellen fliegerischen Könnens über sehr leistungsfähige Organe verfügen muss. So schlägt sein Herz während des Fluges bis zu 1200 Mal pro Minute. Wie anstrengend die Abflugphase sein kann, zeigt sich beispielsweise bei der *Taube*

am Anstieg der Atemfrequenz: Im Ruhezustand sind es 29, während des Laufens 180 und beim Abflug 450 Atemzüge pro Minute.

Vögel und Säugetiere sind wie der Mensch *Warmblüter*, das heisst, sie besitzen in der Regel – im Gegensatz zu den heute lebenden Reptilien, die allesamt *wechselwarme* Tiere sind – eine von der Aussentemperatur unabhängige, gleichbleibende Körpertemperatur. Im Zusammenhang mit der Frage, ob Vögel denn von Dinosauriern (*Abbildung 10*) abstammen, weil diese eventuell auch schon Warmblüter gewesen sein könnten, erweisen sich jüngste Forschungsergebnisse amerikanischer Wissenschaftler als aufschlussreich: Es wurde mit Hilfe eines Computertomographen (CT-Scan) der Nasengang von mehreren Dinosaurierschädeln untersucht. Die Schnittbilder (*vgl. ein Beispiel, Abbildung 11*) legen nahe, dass Dinosaurier *keine* Warmblüter

waren, denn ihnen fehlte die entsprechende Nasenstruktur, wie sie bei Vögeln und Säugern bekannt ist, um während des Atmens den übermässigen Wärme- und Wasserverlust zu verhindern. Dies wurde interessanterweise auch beim fossilen Gesichtsschädel des Urflüglers Archäopteryx festgestellt.

Anatomische Vergleiche bringen die Abstammungstheorie ins Wanken

Diese Erkenntnisse bringen die Unzulänglichkeiten der konservativ angelehnten Theorie ans Licht, die besagt, dass Vögel von Sauriern abstammen. Die beiden amerikanischen Wissenschaftler, der Zoologe Prof. Dr. John Ruben, Oregon State University, und der Ornithologe Prof. Dr. Alan Feduccia, University of North Carolina, sind nach eingehenden Untersuchungen zum Schluss gekommen, dass dies gar nicht der Fall sein kann: Zwischen Vögeln und Sauriern seien zu viele Unterschiede nachweisbar – es handle sich daher um zwei eigenständige Entwicklungslinien. Es gibt demnach in dieser Frage nicht nur philosophische, sondern mittlerweile auch sehr einleuchtende wissenschaftliche Gegenargumente. Kraft dieses Beispiels zeigt sich eindrücklich, dass vor allem extrem formulierte Abstammungstheorien wie die vorgängig erwähnte unbedingt von Zeit zu Zeit hinterfragt werden müssen, um abzusichern, ob sie denn noch zeitgemäss sind. Dieses vieldiskutierte Thema ist damit natürlich nicht abgeschlossen; doch die neuen Denkanstösse dürften zum Umdenken anregen.

Nun zu einer ganz anderen Spezialität der gefiederten Tierwelt: der *Orientierungskunst*.

Wie finden Zugvögel den Weg ins Wintergebiet und wieder zurück?

Das Orientierungsvermögen der gefiederten Tiere hat schon manchen Menschen in Erstaunen versetzt, und dementsprechend ist es ein Anliegen der Ornithologen, sich auf wissenschaftlicher Basis mit dem 'Phänomen' des ausgeprägten

Vogelzugs zu befassen. Es braucht dazu aber nicht nur eine handfeste Beobachtungsgabe und unermüdlichen Forscherdrang, sondern eine gewisse Subtilität fürs Ganze. Eine kundige Philosophin formuliert es so:

»Man freut sich auch, wenn man erleben kann, wie die Vögel zurückkommen und ihre alten Nistplätze wiederfinden. Der naturverbundene Mensch, er sieht es. Er freut sich, er bewundert die Schöpfung. Neben diesen Bewunderungen hat er selbstverständlich viele Fragen. Wer aber so sehr mit Gott verbunden ist, er ahnt, wie alles eingerichtet ist, und er will sich freuen über das neue Leben, das überall hervorbringt.«

Beatrice Enel, 1965

Vom Vorhaben beseelt zu sein, Geheimnisse zu ergründen, ist spannend und interessant zugleich. Das Ereignis der jährlichen Vogelzüge löst Bewunderung aus, denn wie schafft es nur ein so kleines Tier, über Zehntausende von Kilometern hinweg *punktgenau* seinen Nistplatz wiederzufinden und bei der Rückkehr das einmal ausgesuchte Brutquartier, beispielsweise einen bestimmten Nistkasten oder Horst, wieder zu erkennen?

Um dieser Frage nachgehen zu können, müssen wir uns vorgängig etwas *Grundlagenwissen* über den Vogelzug aneignen. Mehr als die Hälfte der fast 10000 lebenden Vogelarten begeben sich jedes Jahr auf Wanderschaft, das sind schätzungsweise über 25–100 Milliarden einzelne Lebewesen. Zugvögel überqueren nahezu alle Gebiete der Erde – auch die Ozeane, Wüsten und das Hochgebirge. Die Zugwege können sich über Zehntausende von Kilometern erstrecken. Die Rekordhalterin – die *Küstenseeschwalbe* – legt von ihren Brutgebieten in der Arktis bis zum Winterquartier in der Antarktis, die sie zum Teil umfliegt, während eines einzigen Jahres Strecken von 30000 bis



Kanadagänse in charakteristischer V-Formation



Ein Weissstorch nützt geschickt die Thermik aus

DER VOGELZUG - EINE BILDDOKUMENTATION



Mehlschwalben sammeln sich für den bevorstehenden Vogelzug nach Süden



Zugvögel in Australien vor dem Rückflug nach Norden



Kurze Erholungspause eines Sanderling-Schwarms



Weisstörche im Wintergebiet



Schneegans im Landeanflug

50000 km zurück. Ganz erstaunlich sind dabei die Fähigkeiten des Nonstop-Flugs. Sie liegen bei *Kleinvögeln*, welche die Sahara überqueren, bei 2000 bis 3000 km. Bei *Schnepfenvögeln*, die ungefähr 100 Stunden ohne Pause von Nordsibirien oder Alaska bis nach Hawaii oder andern Inseln im Pazifik fliegen, bei 5000 bis 7000 km. Die Tiere legen somit Wege zurück, die im Langstreckenbereich eines Passagierflugzeugs liegen. Forscher fanden heraus, dass die meisten Zugvögel, die normalerweise tagsüber aktiv sind, *nachts* die weiten Strecken zurücklegen.

Nun bedarf es einerseits notwendiger Voraussetzungen, damit ein Vogelzug überhaupt stattfinden kann. Primär muss eine *Infrastruktur* gegeben sein, damit das innewohnende Leben vom Grundsatz

her dazu in der Lage ist. Diese Infrastruktur ist sehr vielschichtig aufgebaut und teilweise aus dem Verhalten des Tiers ablesbar. Ein Beispiel: Vögel halten sich an eine Jahresperiodik; die Wissenschaft spricht in diesem Zusammenhang von einer *biologischen Uhr*. Sie verhilft dem Tier zu einer Art Zeitgefühl, um sich rechtzeitig mit Energievorrat für die lange Reise zu versorgen, denn der bevorstehende Langflug ist sehr kräftezehrend – es gilt daher, genügend Fettreserven zuzulegen. Ist der geeignete Zeitpunkt da, sich in Scharen zu treffen, um gemeinsam den Weg beziehungsweise Heimzug anzutreten, spielen viele Faktoren mit. Grundsätzlich muss ein *Zugtrieb* vorhanden sein – so beispielsweise der Drang, in wärmere Gefilde zu fliegen. Vor allem insektenfressende Vögel müssen die weite Reise antreten, denn im Winter

würde es ihnen in unseren Breitengraden an Futter fehlen. Nun hat sich allerdings das Zuggeschehen in den letzten Jahrzehnten geändert, was mit der Klimaerwärmung in Zusammenhang gebracht wird. Bei *Staren* oder *Singdrosseln* wandern nicht mehr alle jährlich aus dem Brutgebiet weg, sondern einige überwintern in heimischen Gefilden – man bezeichnet dies als *Teilzug*.

Navigieren Vögel in erster Linie nach den Sternen, der Sonne und dem Erdmagnetfeld?

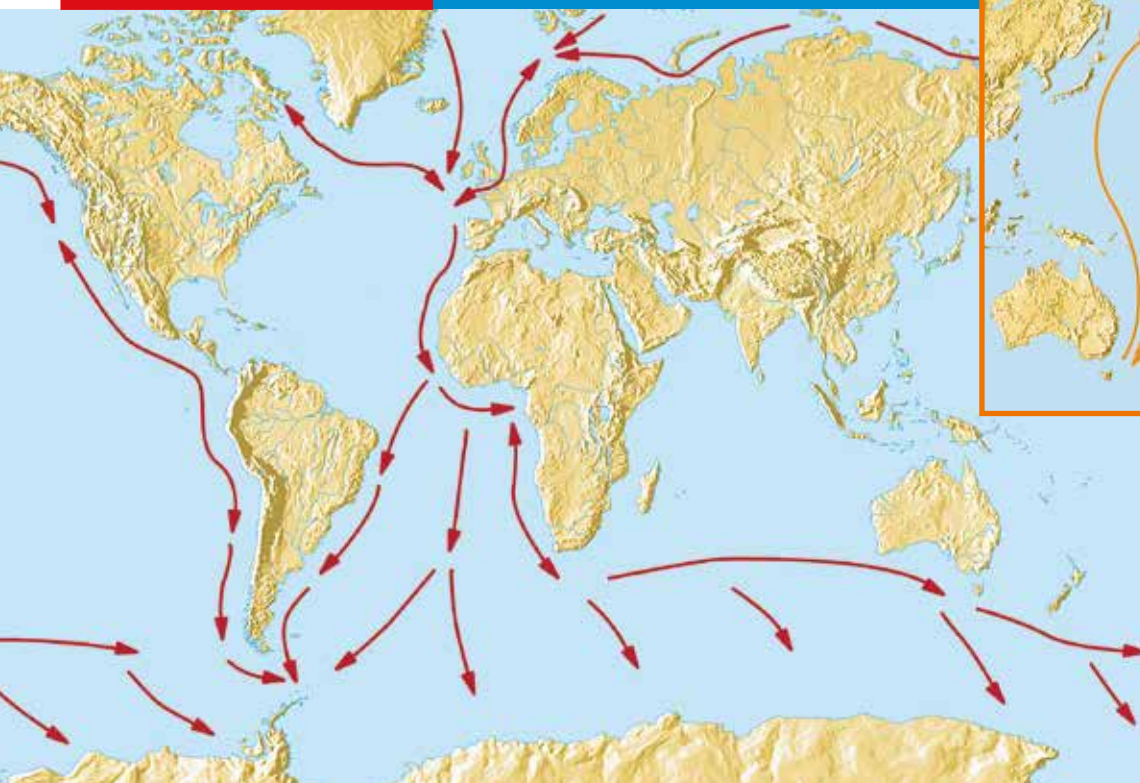
Aus Sicht der Verhaltensforschung ist die allgemeine Zugrichtung bestimmten Vogelarten angeboren. Ornithologen gehen davon aus, dass sich Vögel mit Hilfe der *Sternennavigation* und des *Sonnenstandes* fernorientieren könnten. Doch wie tut dies beispielsweise ein nachts ziehender Vogel bei beschränkten Sichtverhältnissen?

VOGELZUGKARTEN ZWEIER LANGSTRECKENZIEHER



Zugwege

- der Küstenseeschwalbe (rot)
- des Kurzschwanz-Sturmtauchers (orange)



Auch dazu gibt es von der Warte der Ornithologen eine Erklärung: Er richtet sich in diesem Fall nach dem *Erdmagnetfeld* oder, präziser ausgedrückt, nach den Feldlinien des Erdmagnetfeldes, die in NordSüd-Richtung verlaufen beziehungsweise umgekehrt. Nun zeigt aber die Vogelzugkarte vieler Zugvögel – so die der *Küstenseeschwalbe* und des *Kurzschwanz-Sturmtauchers* (vgl. *Zugkarten unten links*) – keine richtige Korrelation zu diesen Feldlinien: Im Gegenteil – die Zugwege dieser Vogelarten verlaufen *nicht* in gesetzmässig nachvollziehbarer Form zu den Feldlinien des Erdmagnetfeldes. Diese Orientierungstheorie ist daher nicht so recht glaubhaft, was aber nicht heisst, dass die Sterne, die Sonne oder das Erdmagnetfeld keinen Einfluss ausüben. Zudem ist auf dieser Basis keine Nahorientierung sichergestellt – die gefiederten Tiere können aber bekanntlich sehr genau navigieren; viele finden ihren einstigen Nistplatz, ihr Wohnquartier punktgenau wieder. Nebenbei bemerkt: Wäre dem nicht so, gäbe dies bei der grossen Anzahl von bis zu 200 Milliarden Zugbewegungen pro Jahr ein unermesslich grosses Durcheinander ...

Die Navigationskünste der Vögel dürften indirekt in Zusammenhang mit den *feinfühligsten Sinnen* der Tiere stehen. Ihr Gesichtssinn ist ganz aussergewöhnlich: Ihr Gesichtsfeld kann nahezu 360 Grad gross sein, das heisst, die Tiere haben praktisch eine Rundumsicht. Ihr Sehvermögen ist randscharf – wie ein Teleskopauge –, und sie verfügen über mehr Sehzellen pro Flächeneinheit als der Mensch, also über eine wesentlich höhere Auflösung und ausserdem über ein sehr gutes Bewegungssehen. Der Geruchssinn gilt im Vergleich zu den Säugetieren, die als Nasentiere bezeichnet werden, als leistungsmässig gering, wobei hier Vorbehalte anzubringen sind, da die Funktion des Geruchssinns beim Vogelzug viel zu wenig erforscht ist. Man weiss aber, dass der Geruchssinn bei Tauben für die Orientierung eine gewisse Rolle spielt. Die Leistungsfähigkeit der

drei weiteren klassischen Sinne haben vermutlich keinen elementaren Zusammenhang mit dem Orientierungsvermögen, sollen aber der Vollständigkeit halber kurz gestreift werden: Das Gehör ist durchaus mit demjenigen eines Menschen vergleichbar, wobei Vögel die Trennschärfe von Frequenzen besser wahrnehmen können. Der Geschmackssinn ist im Vergleich zum Menschen etwas weniger ausgeprägt und primär der Futteraufnahme angepasst; hingegen ist der spezifische Tastsinn, insbesondere an Füssen und Schnabel, besonders zu erwähnen.

Die Sinne der Vögel dürften auf die herausragenden Fähigkeiten, wie beispielsweise das Flug- und Orientierungsvermögen, genau abgestimmt sein und sind, wie wir feststellten, zum Teil äusserst *sensibel*. Die Erfahrung der Sinneswelt ist jedoch nicht nur auf das Körperhafte beschränkt, sondern bezieht sich auch auf das Lebendigmachende im Tier, das ihm inwohnende Leben. Dieser elementare Faktor spielt trotz triebbedingten Verhaltens wie der Zugruhe auch ins Wahrnehmungsempfinden mit ein und darf *nicht* vernachlässigt werden. Der Vogelzug ist nicht nur eine körperliche Höchstleistung, sondern zeugt auch von *geistigem Können*. Im Grunde genommen ist es doch ein Zusammenspiel dieser Elemente, die es dem Tier ermöglichen, seinen für ihn bestimmten Weg zu finden – hierzu ein sehr interessanter Hinweis:

»Und wenn auch beispielsweise Menschen sich schon gefragt haben: Wie ist es möglich, dass Vögel, die überhaupt noch nie diese Weiten durchfliegen haben, genau ihren Weg finden zu den andern Artgenossen. Da ist eben auch diese 'Strasse' [...] für sie offen, die man als den Gemeinschaftsweg [...] bezeichnen kann. Auf diesem Wege finden sie ihren Platz, wo sie hingehören. So haben – so hat jede Art oder jede Gattung, wenn ich es so ausdrücken darf, ihr gemeinschaftliches oder gemeinsames Od [Erkennungsmerkmal].«
Beatrice Enel, 1980

Wir kennen Säugetiere, die über eine sehr feine Witterung verfügen. Es ist ihnen unter Umständen möglich, noch Tage später ohne Umwege einer aufgenommenen Duftspur zu folgen. Geht man davon aus, dass sich die 'Spur' eines jeden Lebewesens nicht nur durch Gerüche auszeichnet, sondern sich auch durch weitere *artspezifische* beziehungsweise *individuelle Faktoren* abbildet, die in unserem Fall vom sensiblen Empfindungsvermögen der Vögel erfasst werden – sie gewissermassen eine Art 'Luftstrasse' erkennen –, so wäre dies eigentlich eine plausible Erklärung, wie Zugvögel beispielsweise ihr früher gebautes Nest punktgenau wieder auffinden können. Allerdings ist der wissenschaftliche Nachweis sehr schwierig: Es wird sich erweisen, ob der Fortschritt in Forschung und Technik mehr über diese spezifischen Faktoren in Erfahrung bringen kann. Jedenfalls ist es ein sehr interessanter Aspekt, der an eine *Analogie* zum Flugzeugverkehr erinnert. Dort gibt es ja auch Luftstrassen: Wohl könnte der Pilot auch nach Sonne, Sternen und Kompass (Erdmagnetfeld) fliegen, doch wäre das zu *unzuverlässig* und in den meisten Situationen viel zu *ungenau*. Zur Positionsbestimmung benötigt er daher die Funk- und neuerdings auch die Satellitennavigation. Nun basiert diese Art der Navigation auf dem Prinzip der Hochfrequenztechnik, das heisst, es handelt sich um elektromagnetische Wellen, auf die ein Magnetkompass nicht reagiert – dazu braucht es einen ganz speziellen Navigationsempfänger (VOR, GPS). Um auf den Vogelzug zurückzukommen: Die Sinnesorgane beziehungsweise das Empfindungsvermögen der Vögel ist höchstwahrscheinlich *wesentlich sensibler* und *feiner*, als man bis anhin dachte: Die Tiere verfügen nicht nur über eine Art magnetischen Sinn, der es ihnen gestattet, sich an den Feldlinien des Erdmagnetfeldes zu orientieren, sondern das Orientierungsvermögen der Vögel scheint wesentlich differenzierter zu sein – es ist *sinngemäss* mit der Leistungsfähigkeit eines modernen



1 Goldregenpfeifer

2 Blauehlchen

Letztes Jahr erkoren nebst einer professionellen Jury 30 000 Vogelliebhaber übers Internet den schönsten Gesang ausgewählter gefiederter Künstler aus 21 europäischen Ländern. Die Laienjury wählte den Goldregenpfeifer auf den ersten Platz, während die Ornithologen den vom Publikum fünfplatzierten Sprosser zum Gesangsspezialisten ersten Ranges wählten.

(Quelle: www.birdeurovision.org)



3 Austernfischer



4 Amsel

Navigationssysteme im Flugzeug vergleichbar, das dem Piloten auch bei schlechten Sichtverhältnissen einen Präzisionsflug gestattet. Findet der Vogelzug in ähnlicher Weise statt, wäre demnach eine Infrastruktur vorhanden, von der man bis heute gar nichts weiss...

5 Sprosser (enger Verwandter der Nachtigall)



Die Kunst der Wahrnehmung und Wiedergabe fremder Melodien

Wir möchten den ausgewählten Streifzug durchs Können der gefiederten Tierwelt am Beispiel ihres eigentlichen Erkennungsmerkmals abschliessen, das kein anderes Tier so beherrscht: den *Gesang*. Auch dieser will erlernt sein, wobei Vögeleine angeborene Grundkenntnis dafür besitzen. Die Verhaltensforschung

hat auf diesem Gebiet Interessantes herausgefunden – dazu drei Beispiele: Spielt man *Buchfinken* Tonbandaufnahmen verschiedener Gesänge ab, so ahmen sie nur jene nach, die in Tonqualität und Strophenform dem arteigenen Gesang ähneln. Die Strophenfolge ist dagegen nicht vorgezeichnet, denn auch arteigene Gesänge mit künstlich vertauschter Strophenfolge werden nachgesungen. Es gibt auch Singvögel, die Rhythmen und Tonintervalle perfekt von Vorbildern übernehmen können, was ihnen den Namen »Spötter« einbrachte. Dem *Witwenvogel* überdies – er ist der 'Brutparasit' des Prachtfinken – sind zwei Melodien geläufig: der im Grundsatz angeborene artspezifische Reviergesang und der *Werbe gesang*, den er als Jungvogel erlernt, damit er von seinen Zieheltern, den Prachtfinken, gefüttert wird. Der Witwenvogel ahmt die Melodie so täuschend echt nach, dass Nachahmer und Vorbild nicht unterschieden werden können. Nun, es bleibt nicht nur bei der Nachahmung – gewisse Singvögel setzen den Gesang sogar um: Ein *Gimpel* (*Dompfaff*) erlernte im Rahmen einer Gesangsstudie von seinem menschlichen Lehrer 45 Noten aus zwei gekürzten Melodien. Der Gimpel *transponierte* sogar die Melodie, das heisst, er übertrug den Gesang in eine andere Tonart, und zwar von *As-Dur* nach *A-Dur*. Das Transponieren liefert den Nachweis, dass der Gimpel Lautfolgen nicht nur der menschlichen Wahrnehmung gemäss als Melodie verarbeiten, sondern auch entsprechend pfeifen kann, obwohl Singvögeln aus anatomischer Sicht das dazu nötige Gehirnzentrum gänzlich fehlt. Die Fähigkeit des Transponierens ist auch nicht genetisch bestimmt, sondern es wirken übergeordnete Mechanismen mit ein: eben das *Seelische, das Lebendige* im Tier, was heute als Psyche oder Bewusstsein abstrahiert wird.

Vom Gesang zur Sprache

Warum üben sich Vögel so fleissig im Gesang? Es ist ihre Wesensart

– viele Vögel sind *absolut keine* Einzelgänger; sie lieben es, paarweise oder in grösseren Gruppen zu leben. Es sind sehr kommunikative Geschöpfe, die sich Gehör verschaffen wollen. Zudem tun sie es zu gewissen Zeiten mit ganz erstaunlicher Ausdauer: Man denke an die wichtige Rolle des Gesangs bei der *Balz*, wo Männchen alle Register ziehen, um ihrem Gegenüber während der Paarungszeit *imponieren* zu können, beziehungsweise während der Brutzeit, um andern unmissverständlich mitzuteilen, dass sie im Revier unerwünscht sind. Der Grad der *errungenen* Willensfreiheit zeichnet sich bei den Tieren deutlich an ihrer Verhaltensweise ab. Der differenzierte Ausdruck im Gesang ist ein eindruckliches Beispiel dafür; gibt es doch Vogelarten, deren Organisationsgrad beziehungsweise Intelligenz eine *Sprechbegabung* zulässt. Als Sprechkünstler gelten im allgemeinen die *Graupapageien* (Abbildung 12), obwohl auch *Amazonen*, *Aras*, *Kakadus* (Abbildung 14), *Wellensittiche* (Abbildung 13) und weitere Papageien in Menschnähe sprechen lernen oder Geräusche täuschend echt im passenden Moment *nachahmen*, wenn sie diese in einem bestimmten Zusammenhang hören.

Fassen wir zusammen: *Kognitives Verhalten*, darunter werden alle Prozesse und Strukturen verstanden, die in Zusammenhang mit der Wahrnehmung und der Fähigkeit des Erkennens stehen, sind nicht nur dem Menschen zu Eigen. Auch Säugetiere, Singvögel und Papageien weisen dieses höherstehende Verhaltensmerkmal auf. Ein typisches Beispiel ist das *Imitieren* von Handlungen.

Die Vielfalt der Natur löst Bewunderung aus

Wir schliessen an dieser Stelle den ausgewählten Streifzug durch Entstehungsgeschichte, Wirken und Können der Meister der Lüfte – wohl wissend, dass es eben nur ein Streifzug war; geleitet vom Gedanken, dass all dies *nicht* zufällig entstanden und keine evolutionstheoretische



12 Graupapagei



14 Gelbhaubenkakadu



13 Wellensittich

Angelegenheit ist. Die Vielfalt in der Natur, das stetige Wachsen und Gedeihen, das Kommen und Gehen lösen *Bewunderung* aus. Wie unendlich gross ist die Anzahl von Lebewesen, die tagtäglich das Licht der Welt erblicken. Oder am Beispiel des Vogelzugs fragt es sich doch, ob nicht hinter alledem eine Organisationsstruktur steht, von der wir trotz eifrigen Forschens noch fast nichts wissen. Wer über all diese Dinge nachdenkt und die Schöpfung als etwas *Einzigartiges* anerkennt, in ihm wachsen neue Erkenntnisse, die weit über das naturwissenschaftlich Erfassbare hinausgehen. Wunder der Natur lösen Bewunderung aus – es liegt an uns, sie zu pflegen, damit die Ehrfurcht gegenüber der Schöpfung Natur nicht verloren geht.

Bildquellen

S. 5 o.: visipix.com. S. 9 Mitte li., 12 o., 16 (Karten und Vignette) und 18: ABZ-Bildarchiv. S. 10 o. re.: AMNH. S. 10 Mitte li.: J. Sibbick. S. 10 Mitte re. und u. re.: Focus/SPL. S. 10 u. li.: CMN. S. 12 u.: S. Ingold/ABZ-Bildarchiv. S. 13 o. re.: T. Marshall. S. 13 u. re.: T. Jones. S. 15 o. li.: Arco. Übrige Bilder: Corbis.

Literatur

Peter Berthold, Vogelzug als Modell der Evolutions- und Biodiversitätsforschung, Vortrag, Berlin 2001 (Internetversion). Rudolf Daber, Fortschritt durch Katastrophen? Saurier und Artensterben, in: Brockhaus Mensch Natur Technik, Vom Urknall zum Menschen, Mannheim 1999. Roger Eckert, Tierphysiologie, Stuttgart 2000. Irenäus Eibl-Eibesfeldt, Grundriss der vergleichenden Verhaltensforschung, München 1999. Alan Feduccia, The Origin and Evolution of Birds, New Haven 1996. Jacques Gauthier, Lawrence F. Gall (Hg.), New Perspectives on the Origin and Early Evolution of Birds, New Haven 2001. Ragnar Kinzelbach, Einführung in die Ornithologie, Universität Rostock 2002 (Internetversion). Christopher M. Perrins, Enzyklopädie der Vögel, München 1995. Gerhard Roth, Bewusstsein biologisch betrachtet, in: unimagazin, Zeitschrift der Universität Zürich, Nr. 2/2001. John A. Ruben et al., Respiratory and Reproductive Paleophysiology of Dinosaurs and Early Birds, in: Physiological and Biochemical Zoology, University of Chicago 2003. Steven M. Stanley, Historische Geologie, Heidelberg 2001.