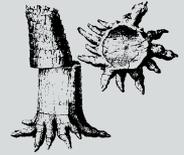


Flugsaurier auf Briefmarken: Entwicklung und Vielfalt einer bemerkenswerten Tiergruppe

– die philatelistische Sammlung von KURT HÖPPNER, Chemnitz



Frederik Spindler, Freiberg

Einleitung

Das öffentliche Interesse an urzeitlichen Lebensformen kennt einige Favoriten, darunter besonders die Dinosaurier und ihre Verwandten. Dabei gerät die paläontologische Grundlage oft in Vergessenheit, während einige Missverständnisse und Fehlinformationen sich hartnäckig über lange Zeit halten. So vermischt populärwissenschaftliche Literatur um des Käufers Willen oft sämtliche fossilen Wirbeltiere zu einem universalen Begriff der Saurier. Die Flugsaurier scheinen lediglich eine Randgruppe zu sein, ohne dass sie in ihrer biologischen Einzigartigkeit herausgestellt werden.

Von ganz anderer Perspektive ist eine in privater Arbeit entstandene Sammlung postalischer Objekte über die Flugsaurier (Pterosauria), die der Chemnitzer KURT HÖPPNER dem Museum für Naturkunde präsentierte. Unter dem Titel „Flieg, Saurier, flieg“ sind philatelistisches und künstlerisches Interesse an dieser sonst nie allein behandelten Tiergruppe mit wissenschaftlichen Aspekten vereint. Das Ergebnis ist eine ebenso spezielle wie um sich blickende Reise durch die Welt der Flugsaurier, lehrreich auch durch zahlreiche Kommentare zu den über 400 Briefmarken, Stempeln, Umschlägen und Postkarten.

Die Marken, gesammelt über Jahrzehnte, sind nach den Themen geordnet, wie sie hier aufgegriffen werden (Abstammung, Lebensweise, Flugsaurier der einzelnen Erdzeitalter). Dafür hat KURT HÖPPNER, ehemals als Bauingenieur tätig, etwa zwei Drittel seiner Flugsauriermarken auf 65 Blättern angeordnet und mit Kommentaren versehen. Durch seine vollständige Sammlung aller bisher weltweit produzierten Motive mit diesen Urzeittieren konnte er somit aus der bestmöglichen Quelle schöpfen. Dennoch beanspruchte die Erstellung der hier vorgestellten Mappe noch etwa drei Jahre. Nun fasst der Philatelist weitere, vergleichbare Projekte ins Auge. Die in Arbeit befindliche Kollektion zur menschlichen Geschichte vereint sein paläontologisches und historisches Interesse. Danach sei eine Briefmarkensammlung zum alten Ägypten geplant.

Mit der Flugsaurierpräsentation ist eine elegante Methode entstanden, Philatelie mit der Wissenschaft ihrer Motive zu kombinieren, die in ihrer Vielseitigkeit wohl jedem Betrachter die jeweils persönliche Begeisterung entlocken kann. Neben den Flugsauriern selbst werden auch ihre Zeit und verwandte Tierarten betrachtet, schwenkt der Blick auf geologische Formationen, Denkmäler und Wissenschaftsgeschichte. Und so bezeugt die liebevolle und saubere Zusammenstellung ihrem Hersteller ein allgemeines Interesse, offene Augen und ein fundiertes Wissen zum Thema.

Wie in der Sammlung selbst soll auch hier die Biologie und Entwicklungsgeschichte der Pterosauria aufgezeigt werden, wie sie bis heute erforscht sind. Gerade die letzten Jahre haben eine Vielzahl neuer Arten und Nachweise in der Literatur gesehen, mit welchen das wissenschaftliche Verständnis dieser besonderen Tiergruppe gewachsen ist. Die Illustration bedient sich dabei einzig der Vorlagen aus der HÖPPNER-Sammlung.

Die „Lange Anna“, ein Buntsandstein-Felsen auf Helgoland; der Sandstein wurde als Baustoff verwendet, z. B. für den Frankfurter Dom



(beide Deutsche Bundespost). Abgelagert in der frühen Trias, ist das Gestein etwas älter als die uns bekannten Ursprünge der Flugsaurier. Die Briefmarken sind Beispiele der geologisch-landeskundlichen Perspektive in der Sammlung K. HÖPPNER.

Zwei Marken aus Barbados illustrieren Meeresreptilien des frühen Jura. Die Fundstelle Lyme Regis an der Küste Südenglands ist nicht allein für die Erstfunde von Plesiosauriern (links) und Ichthyosauriern (rechts) bedeutend, sondern barg auch die Reste des Flugsauriers *Dimorphodon*. England war im 19. Jahrhundert führend in der Beschreibung neuer Typen von Wirbeltierfossilien.



Unter den zahlreichen Dinosauriermotiven der Sammlung stechen die Urvögel besonders heraus. Die kirgisische Marke zeigt *Caudipteryx* aus der chinesischen Kreide. Die Befiederung des sehr kleinen Oviraptoriden ist durch mehrere Fossilien belegt. Die Gattung ist eines von vielen Bindegliedern zwischen Dinosauriern und Vögeln.

Etwa zur selben Zeit wie die Flug- und Dinosaurier begannen die Krokodile (Motiv für die Republik Niger) ihre formenreiche Entwicklung. Im Vergleich zur heute typischen Erscheinung waren fossile Arten weit verschiedener, wurden teils gute Läufer, Pflanzenfresser oder gar reine Meerestiere. Je nach Ansicht könnten Krokodile die nächsten lebenden Verwandten der Flugsaurier sein.

Abstammung und Verwandtschaft

Noch vor der Benennung des ersten Flugsauriers als *Pterodactylus* („Flug-Finger“) begann die wissenschaftliche Beschreibung der Pterosauria 1784 durch C. COLLINI; bereits wenig später (1800) wurde durch den Strasbourger J. HERMAN eine erste Rekonstruktion angefertigt, die bis vor kurzem unveröffentlicht blieb (TAQUET & PADIAN 2004). Sie stellt das Tier noch als klassisches Säugetier dar. Für lange Zeit blieb ihre Verwandtschaft ungeklärt, wurde unter Beuteltieren und Fledermäusen gesucht oder mit den Urvögeln in Verbindung gebracht. G. CUVIER erkannte zu Beginn des 19. Jahrhunderts ihren reptilischen Charakter, der durch weitere Funde bald zunehmend bestätigt wurde.

Die besondere Anpassung an die Erfordernisse des Fluges bescherte den Pterosauriern für Reptilien untypische Proportionen. Die Suche nach der Verwandtschaft muss jedoch einen spezialisierten Urtyp annehmen. Auch dafür gab und gibt es verschiedene Theorien. Einzelne fortschrittliche Merkmale rückten die Flugsaurier scheinbar in die Nähe der Dinosaurier, wie auch heute noch oft angenommen wird. Dass sich diese These ohne ernstzunehmende Konkurrenz lange

zu halten vermochte, ist auch der Tatsache geschuldet, dass Übergangsformen von klassischen, echsenförmigen Reptilien zu voll entwickelten Pterosauria im Fossilbeleg fehlten oder nicht erkannt wurden.

Als gesichert gilt bis heute die Herleitung aus anderen diapsiden Reptilien, jenen Formen also, die sich durch zwei Schläfenfenster auf jeder Schädelseite auszeichnen. Dieses Merkmal haben Flugsaurier, Dinosaurier, Krokodile, Echsen und Schlangen gemein. Ein zusätzliches Foramen zwischen nasalem und orbitalem Fenster, das Antorbitalforamen, scheint weiterhin die Klassifikation als Archosauria zu belegen. Mit diesem Merkmal wurden speziell Dinosaurier und Krokodile mit den Pterosauriern in Verbindung gebracht; zusätzlich gehören viele Triasreptilien zu den Archosauria. Es ist jedoch geäußert worden, dass hier lediglich eine Parallelentwicklung vorliegt. Dies wird gestützt durch ähnliche Schläfenfenster bei echsenartigen Reptilien der Trias, die aus dem Rahmen der Archosauria fallen, allenfalls dem weiter gefassten Taxon der Archosauromorpha angehören könnten (Prolacertiformes sensu PETERS 2000). Dieser neue Ansatz geht also davon aus, dass Echsen um *Cosmosaurus*, *Longisquama* und *Sharovipteryx* das Übergangsfeld zu den Flugsauriern darstellen und vereinen alle unter dem Begriff der Fenestrasauria – „Echsen mit Fenstern“ (PETERS 2000; die Arbeit und ihre anatomischen Ergebnisse sind nicht unumstritten).

Die aus Kirgisien bekannte Gattung *Sharovipteryx* hat Pterosaurier-artige Flughäute, jedoch nicht dominant als Patagium (zwischen Arm und Rumpf), sondern als Uropatagium (zwischen Hinterbein und Schwanz gespannt). Die Gattung ist nur wenige Dezimeter lang. *Longisquama* derselben Herkunft ist mit verlängerten Rückenschuppen bekannt, die funktional noch nicht eindeutig erklärt worden sind. Die Datierung beider Reptilien in der Trias ist bislang ungenau; neuere Geländearbeiten in der Fundregion werden derzeit ausgewertet.

Stimmt man dieser Interpretation zu, so sind Pterosauria also aus unspezialisierten Echsen hervorgegangen, die etwa zur Mitte der Trias einen zunächst passiven Gleitflug mit schmalen Flugmembranen entwickelten. Ähnliche Entwicklungen gab es unter anderen Reptilien auch, nur dass einzig die Fenestrasauria die Gliedmaßen in die Tragfläche einbezogen. Noch in der Trias war die Tendenz realisiert, größere Körper mit einem eher aufrecht gestützten Skelett und langen Armflügeln zu entwickeln, wie sie für die Pterosauria diagnostisch sind. Ihre erfolgreiche Radiation brachte immer weitere Flügelformen und Nahrungsspezialisierungen hervor. Dazu kamen ein Haarkleid und ein fortschrittlicherer Stoffwechsel. Gegen Ende der Trias könnte man wohl von einer eigenen Wirbeltierklasse sprechen, die unabhängig von den Dinosauriern hoch entwickelt war.

Longisquama ist eine kleine Echse, deren Skelett nicht vollständig bekannt ist. Die meisten Rekonstruktionen nehmen eine Baum bewohnende Lebensweise an, anders dieses Motiv einer Briefmarke aus Benin. Die verlängerten Rückenschuppen, die als Einzelfunde oder am Skelettfossil bekannt sind, werden mit Schmuckfunktion oder Gleitflug in Verbindung gebracht.

Diese Marke aus Guyana zeigt *Sharovipteryx*, dessen Fossil Abdrücke des Uropatagiums (Beinflughaut) zeigt. Über die Anatomie der Arme bestehen Unsicherheiten; möglicherweise besitzen sie wie bei Pterosauria einen prominenten IV. Finger, der ein Patagium aufspannt. Auch wenn *Sharovipteryx* den Pterosauria am ähnlichsten sein sollte, sind seine Arme extrem verkürzt.

Coelurosauravus auf einer Briefmarke der Komoren. Dieser Typ Gleiter, den auch rezente Flugechsen (*Draco* sp.) realisieren, spannt die Flugmembran zwischen anlegbaren Rippenfortsätzen auf. Die abgebildete Gattung aus dem deutschen Perm verdeutlicht, dass dieses Prinzip mehrmals unabhängig entwickelt wurde. Eine nahe Verwandtschaft zu Pterosauria besteht jedoch nicht.



Lebensweise und Anatomie

Die Biologie der Pterosaurier ist nur spärlich bekannt. Allgemeine Aussagen sind heute durchaus möglich, doch erfasst das uns bekannt Artenspektrum wahrscheinlich nur einen kleinen Ausschnitt ihrer wahren Formenvielfalt. Die meisten Flugsaurier sind in wassernahen Lebensräumen beheimatet gewesen. Doch auch die wenigen möglichen Landformen zeigen, soweit vergleichbar, dieselbe Grundbiologie.

Von Beginn ihrer Fundgeschichte an wurden Pterosaurier als Flieger erkannt, unabhängig von der verwandtschaftlichen Sichtweise. Auch sind im Gegensatz zu den Vögeln keinerlei sekundär flugunfähigen Arten bekannt. Eine Reihe von Anpassungen zeigt, wie hoch spezifisch die gesamte Gruppe auf den Flug festgelegt war, mehr noch als viele heutige Vögel. Der verlängerte vierte Finger der Hand (der fünfte ging in der Entwicklungsgeschichte früh verloren), der so genannte Pterodactylus, zeigte bereits den Beschreibern des 18. Jahrhunderts das Vorhandensein einer Flugmembran an. Etliche Weichteilfunde stützen dies später. Sie lassen eine lederartige Haut erkennen, die durch faserige Muskelemente leicht kontrahierbar war (z.B. WELLNHOFER 1993, 1997a). Wie bei den Vögeln, waren auch die Knochen der Pterosaurier zum Zweck der Gewichtersparnis hohl. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer stabilisierenden Anatomie, wie den verkürzten Rumpf und der Herausbildung weniger, aber langer Halswirbel. Neben dem Gleitflug, der wohl auch zur Entwicklung der Flugfähigkeit entscheidend gewesen sein mag, kommt der aktive Schlagflug. Die Skelettanpassungen dafür sind eindeutig: ein großes Brustbein und ein massiver Oberarmknochen waren die Ansätze des vergrößerten Brustmuskels zur Abwärtsbewegung des Flügel.

Seit dem Stadium um *Sharovipteryx* ist der Typ des Armflüglers ausgeprägt. Die Langknochen der Vorderextremität sind vergleichsweise stark gebaut und verlängert. Ein Element der Handwurzel ist spangenartig verlängert und ragt bei ausgebreitetem Flügel in Richtung des Halses, mit dem es eine kleine Membran, das Propatagium aufspannt. Diese Membran vor der Haupttragfläche kann separat gekippt werden und spielt dabei wohl eine Rolle bei der Höhensteuerung. Die Hauptmembran, das (Chiro-)Patagium wird durch die vier Knochen des Pterodactylus aufgepannt, an dessen Ansatz noch drei kleine, frei bewegliche Finger sitzen. Nach hinten ist diese Flughaut nicht von Knochen gestützt; sie zieht heran bis an den Rumpf, das Kniegelenk oder die Zehen. Zwischen den Hinterbeinen ist ein unterschiedlich großes Uropatagium gespannt. Dieses wird entweder durch den krallenlosen fünften Zeh gespannt bzw. bewegt (WELLNHOFER 1997b; analog zu Fledermäusen, die dafür einen länglichen Knorpel der Fußwurzel tragen), oder geht bei höher entwickelten Arten um den zurückgebildeten fünften Zeh herum (FREY & MARTILL 1998). Membranen zwischen den Zehen sind schon lange bekannt, müssen jedoch nicht als Schwimmhäute interpretiert werden. Der Schwanz ist, zumindest bei *Sordes* (WELLNHOFER 1997b), über dem Uropatagium frei beweglich. Einige Arten tragen am Schwanzende senkrechte Hautlappen nach oben und unten, was auf eine Steuerfunktion hinweist. Auch die merkwürdigen, teilweise übertrieben wirkenden Knochen- oder Hautkämme auf den Köpfen sehr vieler Arten müssen aerodynamisch gewirkt haben. Ob diese als senkrechte Stabilisatoren entwickelt oder als Schmuckorgane mit Beeinträchtigung des Fluges hingenommen wurden, bleibt bislang offen.

Die höhere Erhaltungschance von Fossilien aquatischer Lebensräume bedingt eine Verschiebung der real existierenden Formenvielfalt hin zu Wasser liebenden Arten. Man kennt Fisch fressende Pterosaurier ebenso wie von Fischen gefressene (WELLNHOFER 1993). Doch ist es angesichts des evolutiven und ökologischen Erfolgs dieser Flugsaurier wenig glaubhaft, dass andere Nischen unbesetzt geblieben sein sollen. Das fossile Spektrum erfasst also wenige Landformen und erwartungsgemäß keine Hochlandformen.

Ogbleich einige Hochsee-Pterosaurier wahrscheinlich sehr lange über Wasser verweilen konnten, mussten alle zum Land zurückkehren. Dort waren sie wohl nie sehr begabte Läufer. Die zuweilen postulierte zweibeinige Fortbewegung ist wegen der Skelettanatomie nicht möglich, wie WELLNHOFER (1988) anhand der Beinstellung belegte. Diese Theorie ist z. B. durch die Auswertung fossiler Fährten gestützt worden (BENNETT 1997). Auch als Vierbeiner waren Pterosaurier niemals sehr schnell, weshalb die rein hypothetischen Rekonstruktionen als kletternde oder kopfüber hängende Tiere durchaus Sinn machen, um sich vor Bodenraubtieren zu schützen. Küstenarten könnten auf Klippen Schutz gesucht haben.

Als eher terrestrische Flugsaurier sind nur wenige und kleine Arten wie *Anurognathus* oder *Batrachognathus* bekannt geworden. Sie sind kurzschwänzig und tragen zu den kurzen Flügeln recht große Uropatagien. Die kleinen Stifzähnen und hohen, breitmäuligen Köpfe deuten auf Insektennahrung (WELLNHOFER 1993). Es kann sich zwar auch hier um wasser-nahe Formen handeln, aber zumindest weicht die Ernährungsweise stark von den übrigen Fischfressern ab.

Bei den meisten Pterosauriern sind die Kiefer verlängert oder sogar zu Schnäbeln umgebildet. Die Ernährung aus dem Wasser, die ja für fast alle bekannten Arten zutrifft, brachte dennoch eine Vielzahl von Gebissformen hervor, die von der Einnischung auf spezielle Nahrungstiere herrührt. Nur in wenigen Fällen ist der Mageninhalt fossil erhalten. Wo doch, zeigt er wie am Beispiel eines *Rhamphorhynchus* Fischreste an (WELLNHOFER 1997a). Ob die Fische beim Flug knapp über der Wasseroberfläche oder durch Eintauchen wie bei vielen Seevögeln gefangen wurden, ist nicht in jeden Fall fundiert diskutierbar. Weichteilerhaltungen bei *Pterodactylus kochi* zeigen einen Kehlsack an (FREY & MARTILL 1998), der zum Fangen oder Speichern der Nahrung für Jungtiere gedient haben kann.

Was die Pterosaurier über den Status des Reptils hinaus bringt, ist die weiterentwickelte Physiologie. Sie zeigt sich wie auch bei anderen Wirbeltieren in der Stoffwechselrate. Ähnlich den Dinosauriern interessierte auch hier die Frage, ob Flugsaurier gleichwarm und damit dem Status eines Säugetieres oder Vogels vergleichbar waren, oder ob es sich lediglich um anatomisch auffällige Echsen handelt. Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts wurden bei *Rhamphorhynchus* haarartige Strukturen identifiziert (WELLNHOFER 1993). Auch zuvor war aufgrund der hohen energetischen Anforderungen des aktiven Fluges schon geschlossen worden, dass ein gleichwarmer Stoffwechsel nötig sei. Der Fund von Haaren ließ den Gedanken an ein isolierendes Fell zu, was ein indirekter Beweis für gleichbleibende Körpertemperatur wäre. Heute sind eindeutige fossile Belege für ein solches Fell z.B. auch von *Jeholopterus*, *Sordes* und mittlerweile auch von dem deutschen Pterosaurier *Pterodactylus* bekannt (FREY & MARTILL 1998). Es scheint ein Merkmal aller Pterosaurier oder zumindest der kleineren Arten zu sein.

Die Fortpflanzung stellt eine große Wissenslücke dar. Mittlerweile sind neben möglichen Kolonien und zahlreichen Jungtieren einiger Arten auch mindestens drei Pterosaurier-Eier mit erhaltenem embryonalem Skelett bekannt. Sie stammen aus der Unterkreide Chinas (Ji et al. 2004; WANG & ZHOU 2004) und Argentinens (CHIAPPE et al. 2004). Rekonstruiert man das Jungtier, so ergibt sich eine Fingerlänge, die ausgestreckt nicht in das Ei passen würde. Man kann annehmen, dass die für den Flug steifen Gelenke des *Pterodactylus* erst eine Weile nach dem Schlüpfen erhärteten. So konnten die Jungen nicht gleich nach dem Schlüpfen fliegen, doch waren somit die Flügel groß genug, dass sie es offenbar sehr bald konnten, möglicherweise nach Stunden bis Tagen. Untersuchungen an Knochenquerschnitten ergaben ein schnelles Wachstum bei Flugsauriern, wie etwa bei heutigen Vögeln (SAYÃO 2003).



Nyctosaurus auf einer Marke aus Lesotho. Der mittelgroße Saurier könnte als marine Form stärker den Segelflug angewandt haben. Dieser sparsame Typ ist eine Weiterentwicklung des Schlagfluges, vergleichbar den heutigen Albatrossen. Die Tiere konnten so ohne großen Aufwand lange in der Luft bleiben. Ihre ganze Biologie ist auf den Flug hin angelegt.

K. HÖPPNER weist in seiner Sammlung gewissenhaft auf Abbildungsfehler hin, wie hier den fledermausartigen Flügel auf einer Marke aus Guyana (falsch ist ebenfalls die Bezeichnung als „*Eudimorphodon*“, das einen langen Schwanz und kurze Kiefer tragen müsste). Der Flügel aller Pterosaurier war nur durch einen Finger gestützt; bei Fledermäusen durch vier.

Früher Flugsaurier in bipeder Fortbewegung; Briefmarke aus Buthan. Diese These ist besonders durch eine mögliche Verwandtschaft zu den Dinosauria gefördert worden, entspricht aber nicht der anatomischen Situation. Pterosauria waren Sohlengänger und stützten sich am Boden oder kletternd zusätzlich mit den angewinkelten Flügeln ab.

Das fledermausartige Hängen ist bereits 1919 von O. ABEL vermutet worden. Als populäres Motiv fand diese Rekonstruktion Einzug in das öffentliche Bild, z.B. auf diesem Dokument aus Sierra Leone. Gerade für kleine Formen wie diesen *Pterodactylus* kann es günstig gewesen sein, um der Bedrohung durch Bodenräuber zu entgehen.



Eine kubanische Marke kombiniert zwei unterschiedliche Rekonstruktionen von *Pteranodon*. Als Nahrung dieses Meeresflugsauriers kommen alle kleineren Wasserlebewesen in Frage, womöglich nicht Fisch allein. Ob diese riesigen Tiere auch untertauchten, kann nur vermutet werden, doch ist es wegen der Bindung an das Wasser nicht auszuschließen.

Bis auf Ausnahmen lebten die uns überlieferten Pterosaurier von Wasserlebewesen, meist Fisch. Einige Arten gingen abweichende Anpassungen ein, was ihnen auch andere Nahrungsquellen erschloss. *Pterodaustro* auf dem Motiv für Uganda ist deutlich auf Plankton spezialisiert. Ob das Filtern im Flug, schwimmend oder im seichten Wasser stehend erfolgte, ist offen.

In einer Zusammenstellung aus Nicaragua taucht dieser *Anurognathus* auf. Gut erkennbar ist der hohe Kopf mit kurzen Kiefern. Als Insektenfresser mag ihre Erscheinung eher an Fledermäuse erinnern, als an andere Pterosaurier, zumal dieser Typ besonders klein ist. Das breite Maul konnte im Flug aufgesperrt werden und trichterartig Insekten einfangen.

Die Republik Niger hat diese Marke mit *Sordes* herausgegeben. Dieser Pterosaurier ist für den fossilen Nachweis seines Fells berühmt geworden. Die Haare sind hornige Fasern gewesen, die als Neubildung der Haut, unwahrscheinlicher als umgebildete Schuppen angesehen werden müssen. Sie haben nichts mit denen der Säugetiere zu tun.

Über Brutpflege bei Pterosauria ist nichts bekannt. Die in Eiern erhaltenen Embryonen deuten auf bald nach dem Schlupf flugfähige Jungtiere. Dennoch ist durch den hohen Entwicklungsstatus auch aktive Jungenfürsorge, ähnlich Säugetieren oder Vögeln, nicht unwahrscheinlich. Eine tansanische Briefmarke illustriert die Fütterung eines *Pteranodon* mit Fisch.

Flugsaurier der Trias

Gleichwohl man die Ursprünge der Pterosauria unter den frühen Archosauromorpha suchen darf und hypothetische „missing links“ mittlerweile recht gut vorstellbar sind, tauchen voll ausgebildete Pterosaurier scheinbar unvermittelt im fossilen Beleg auf. Tatsächlich urtümliche Vertreter sind bislang nicht durch Funde bekannt geworden. Den einst aus der Trias erwarteten Ur-Flugsauriern entsprechen die beschriebenen Gattungen in keiner Weise: sie sind entweder zu spezialisiert oder Frühformen separater Familien.

Die aus der marinen Obertrias Italiens stammende Gattung *Eudimorphodon* (ein weiterer Nachweis aus Österreich siehe WELLNHOFER 2003) zeigt neben der urtümlichen Anatomie, d.h. dem langen Schwanz und kurzer Mittelhand, bereits eigentümliche Spezialisierungen im Zahnbau. Das Gebiss ist deutlich heterodont, trägt in der Spitze lange Fangzähne, in der Mitte breite und mehrspitzige Zähne. Damit steht *Eudimorphodon* ohne vergleichbare Verwandtschaft direkt am Anfang der uns bekannten Entwicklung, stellt aber keine Urform dar (KELLNER 2003). Dies zeigt an, dass der Ursprung der gesamten Gruppe zeitlich weiter zurück reicht, womöglich bis um die Perm-Trias-Wende.

Von gleicher Herkunft und Datierung ist der deutlich primitivere *Peteinosaurus*. Sein Gebiss ist isodont, nur aus locker stehenden Stifzähnen bestehend. Die Schädelanatomie scheint bereits auf den jurassischen *Dimorphodon* hinzuweisen, womit also auch über die Trias hinaus phylogenetische Beziehungen bestünden. Bindeglied zu Formen des Jura ist auch *Preondactylus*, ebenfalls aus der italienischen Obertrias, der zu den Rhymporphynchidae überleitet.

Diese Konstellation aus nicht weiter geführten Entwicklungslinien (*Eudimorphodon*) und frühen Vertretern jurassischer Familien macht die Trias-Flugsaurier besonders interessant, denn sie belegen einerseits eine frühe Entfaltung der Gruppe mit mehreren unterschiedlich spezialisierten Arten, andererseits ist diese Assoziation nach den bekannten Fossilien geografisch wie stratigrafisch begrenzt. Ein vollständiges Bild für die Trias erforderte also weit mehr Funde. Eine Erweiterung ist mit dem österreichischen *Autriadactylus* in Sicht, der wie *Eudimorphodon* bereits fortschrittliche Schädelornamentation zeigt (DALLA VECCHIA et al. 2002).



Marke aus Lesotho mit *Eudimorphodon*, das einem Insekt nachjagt. Diese Art der Ernährung ist in jugendlichen Stadien für alle frühen Pterosauria wahrscheinlich; ausgewachsene *Eudimorphodons* dürften Fischfresser gewesen sein. Vulkaneruptionen im Hintergrund gehören zu den fast überbeanspruchten Urzeitassoziationen, dennoch gehört die Marke zeichnerisch zu den besten, auch anatomische Kriterien betreffend. Flügelspanne des *Eudimorphodon* ca. 1 m.

Peteinosaurus-Marke der Republik Gabun. Die Flugsaurier der Trias sind wie viele jüngere Arten marin, entsprechen also ökologisch heutigen Seevögeln. Als solche mögen sie den Gleitflug ihrer Vorfahren wohl neben dem aktiven Flug beibehalten haben. Dabei könnte der Schwanz eine Steuerfunktion übernommen haben. Ob *Peteinosaurus* bereits fliegend aus dem Wasser fischen konnte, ist fraglich, da ihm die vergrößerten Fangzähne fehlen. Flügelspanne ca. 60 cm.

Flugsaurier des Jura

Unterjurassische Pterosauria scheinen die nahtlose Fortführung der Triasformen darzustellen. Sie sind zunächst alle langschwänzig, also Vertreter der Rhamphorhynchoidea. Gut bekannt und häufiges Briefmarkenmotiv ist *Dimorphodon* der Familie Dimorphodontidae, die an *Peteinosaurus* anschließt. Die Zähne sind in verschiedenen Größen ausgebildet (der Name bedeutet „Zweifformzahn“), die Schädel sehr hoch. Dies ist ungewöhnlich, aber für diese spezielle Familie typisch. Andere Pterosauria bilden deutlich abgesetzte Schnäbel und verlängerte Kiefer aus. Auch die Kopfgröße lässt die Dimorphodontiden disproportioniert wirken. Dimorphodon ist mit zwei Arten aus England und Nordamerika bekannt. Eine Untersuchung seiner Fußanatomie gab der These, dass Pterosauria sich am Boden auf allen Vieren fortbewegten, eine gute Grundlage.

Die Familie der Rhamphyrhynchidae ist im Jura besonders weit verbreitet und artenreich. Namensgebende Gattung ist *Rhamphyrhynchus*, der aus dem Solnhofener Plattenkalk (bayrischer Oberjura) bereits seit den 1840er Jahren bekannt ist. Im Unterjura traten *Campylognathoides* und *Dorygnathus* auf, beide aus dem Posidonienschiefer von Württemberg. Höher im Jura entfaltet sich eine immer breitere Artenzahl, unter der die kasachische Gattung *Sordes* besondere Berühmtheit erlangt hat. Was mittlerweile durch andere Funde als für alle Pterosauria als gesichert gilt, wurde durch *Sordes*-Funde überzeugend beschrieben: Flugsaurier waren behaart. Eine isolierende Körperbedeckung lässt auf einen gleichwarmen Stoffwechsel schließen, wie auch der aktive Flug es erfordert.

Rhamphyrhynchus selbst ist allein schon aus dem Solnhofener Plattenkalk mit mehreren Arten bekannt. Er ist in der paläontologischen Illustration zum Inbegriff der Flugsaurier geworden, was sich in einer Vielzahl philatelistischer Motivniederschlägt. Die Hautschattenerhaltung etlicher Fossilien lässt die Ausbreitung der Flughäute und des kleinen Hautsegels am Schwanzende exakt rekonstruieren. Das Gebiss ist mit seinen teils weit überstehenden Fangzähnen offensichtlich auf Fischfang angelegt, wie es alle Rhamphorhynchiden zeigen. So waren die Tiere auf eine bestimmte Nische spezialisiert und späteren Konkurrenten nicht mehr gewachsen. Daher sterben sie mit allen anderen langschwänzigen Pterosauria am Ende des Jura aus.

Mit den Rhamphorhynchidae verwandt, aber lange Zeit zu kurzschwänzigen Pterosauria gestellt, sind *Anurognathus* (Bayern) und *Batrachognathus* (Kasachstan). Es handelt sich um zwei sehr ähnliche Gattungen von kleinem Wuchs. Ihr kurzer, hoher Schädel zeigt ein schwaches Gebiss, offenbar auf Insektennahrung spezialisiert. Wahrscheinlich stellen sie terrestrische Flugsaurier dar, also eine wenig bekannte Gruppe. In der Unterkreide taucht diese Gruppe mit dem chinesischen *Jeholopterus* erneut auf.

Mit dem mittleren Jura entstand die erfolgreiche Gruppe der Pterodactyloidea, der kurzschwänzigen Pterosauria, bis heute ohne geklärte Ableitung aus den Rhamphorhynchoidea. Ihre Mittelhand ist verlängert, was auch den Flügel insgesamt länger machte. Alle bekannten Arten zeigen zunächst verlängerte Kiefer, die in der Kreide teils zu kurzen Schnäbeln rückgebildet werden. Die Artenvielfalt ist im Jura noch gering, wahrscheinlich durch anfängliche Konkurrenz der Rhamphorhynchoidea.

Wieder kommen wichtige Funde aus dem Solnhofener Plattenkalk, Oberjura. Hier ist *Pterodactylus* mit mehreren Arten bekannt, die in ihrer Körpergröße stark variieren und teils zu den größten jurassischen Flugsauriern zählen (Spannweiten bis 2,5 m, was in der Kreidezeit winzig wäre). Es sind etliche Weichteilerhaltungen bekannt, unter anderem mit Hautschatten der Flugmembranen. FREY & MARTILL (1998) weisen bei *Pterodactylus kochi* ein Fell nach.

Weitere Gattungen derselben Formation kommen hinzu: *Germanodactylus*, *Ctenochasma* und *Gallodactylus*, letzterer wahrscheinlich zu *Pterodactylus* gehörig. Mit *Germanodactylus* und anderen europäischen Verwandten setzt eine bis in die Kreide hinein häufige Schädelornamentation ein, meist durch schmale Knochenkämme auf dem Schädeldach oder entlang der Schnäbel.

Die ersten Großflugsaurier schließen an diese Entwicklung an. Im Oberjura von Tansania tauchen die ersten Hinweise auf Dsungaripteriden auf. Die Familie könnte sich aus Vertretern um *Germanodactylus* ableiten und ist in der Unterkreide Asiens gut bekannt. Das älteste Material von Dsungaripteriden stammt vom Harznordrand, Niedersachsen (FASTNACHT 2005).

Dimorphodon auf einer ungarischen Marke. Gut dargestellt sind der große Körper und die kurzen Flügel (Spannweite über 1 m; die freien Finger sitzen im Bild jedoch ein Gelenk zu weit vom Körper entfernt). Der abgespreizte Zeh müsste wesentlich dünner und krallenlos sein; er könnte als Spanner für das Uropatagium gedient haben. Fledermäuse tragen ein analoges Organ an der Fußwurzel.

Dorygnathus auf einer Marke aus Palau (Pazifik). Der Flugsaurier aus dem Lias von Württemberg zeigt bereit dieselben Merkmale wie späturnjurassische Rhamphorhynchiden, also einer Familie, die ohne bedeutende anatomische Weiterentwicklung erfolgreich blieb. Die Fangzähne im vorderen Kieferabschnitt lassen bereits vermuten, dass er knapp über der Wasserfläche fliegend fischen konnte. Flügelspannweite 1 m.



Diese nicaraguanische Briefmarke zeigt einen *Sordes* mit deutlichem Haarkleid. Das in den 1960er Jahren entdeckte Skelett war im Wesentlichen artikuliert, aber im Bauchraum aufgebrochen, und lag direkt neben einem Fisch. Hieraus schloss man, dies sei seine letzte Mahlzeit gewesen. Das ist möglich, doch ist der Fisch sehr gut erhalten und für den kleinen Saurier reichlich groß. Dazu hat *Sordes* unter den Rhamphorhynchiden das unspezialisierteste Gebiss, also ohne große Fangzähne. Flügelspanne ca. 60 cm.

Der *Rhamphorhynchus* dieser polnischen Briefmarke zeigt gut die verlängerten Kiefer mit den zum Fischen geeigneten Fangzähnen. Für einige Arten mag diese Darstellung des Gebisses noch untertrieben sein. Die Membran am Ende der steifen Schwanzwirbelsäule ist asymmetrisch und damit senkrecht zu rekonstruieren. Die hauptsächliche Bewegung des Schwanzes fand an seiner Wurzel statt, was ihn zu einem wichtigen Steuerorgan machte, um in den Winden seines Küsten- bis Inselebensraumes zu manövrieren. Je nach Art beträgt die Flügelspanne bis zu 1,75 m, meist aber deutlich weniger.

Abendstimmung auf einer Briefmarke aus Gambia mit *Anurognathus*. Ob bewusst oder nicht, ist diese Szene sehr plausibel. Als Insektenfänger mit großer Mundöffnung und kleinen, senkrechten Zähnchen könnte dieser sehr kleine Flugsaurier in den Dämmerungsstunden zur Jagd ausgeflogen sein, ähnlich heutigen Nachtschwalben oder Fledermäusen. Die Flügelspanne erreichte bis 50 cm.

Eine afghanische Marke zeigt das Fossil einer winzigen Art, *Pterodactylus elegans*, aus dem deutschen Jura. Die verkrümmte Haltung deutet auf Austrocknung der Bänder, als der Kadaver noch frei liegend der Sonne ausgesetzt war. Gut sichtbar sind die dadurch nach vorn gestreckten Mittelhandkomplexe, die in den drei freien Fingern enden. Bei kurzschwänzigen Pterosauria fehlt auch der krallenlose fünfte Zeh. Flügelspannweite um 20 cm.



Jura-Flugsaurier aus Deutschland auf Marken Grenadas. *Germanodactylus* (oben) besitzt auf dem Schädeldach einen Knochenkamm, im Bild rot. An diesen könnten sich hornige Gebilde angeschlossen haben. Flügelspannweite 1 m. Auch von *Pterodactylus* (unten) kennt man inzwischen Hinweise auf Kämmen ohne Knochenkern. Ihre Erhaltung ist dementsprechend nicht bevorzugt. Spannweiten zwischen 0,5 und 2,5 m. Die Gebisse dieser beiden Pterodactyloidea sind spärlicher als die der Rhamphorhynchoidea. Weniger oder kleinere Zähne sitzen besonders im vorderen Bereich und sind vielleicht wie Pinzetten eingesetzt worden. Dies ist Ausgangspunkt für die großen Schnäbel kretazischer Pterosauria.

Weitere Flugsaurier des deutschen Jura. Die *Ctenochasma* (links) ist stark untertrieben dargestellt. Ihre Kiefer sind anomal lang und tragen borstenartig verlängerte, aber sehr dünne Zähne. Mit dieser Reuse scheint Plankton die überwiegende Nahrungsquelle dargestellt zu haben. Als spezialisierte Entwicklungslinie kann diese Gattung nicht Ausgangsform vieler weiterer Arten sein, doch scheinen Beziehungen zum kretazischen *Pterodaustro* und den Azhdarchiden zu bestehen, die mit *Ctenochasma* gemeinsame Vorfahren teilen könnten. Flügelspanne 1,2 m. *Rhamphorhynchus* (rechts) ist einer der letzten Repräsentanten langschwänziger Vertreter im Jura. Auch in diesem Bild ist das Gebiss eher zart gehalten, im Gegensatz zu den eigentlich überstehenden Fangzähnen.

Flugsaurier der Kreide

In der unteren Kreide treten nun allein die Pterodactyloidea in einer gewaltigen Vielfalt auf. Die meisten Arten erreichen Flügelspannen von mehreren Metern. Nahrungsspezialisten bilden merkwürdige Schnabelformen aus, viele sind sogar zahnlos.

Bereits aus dem Jura bekannt, überleben die Dsungaripteriden bis weit in die Kreide. Ihre aufwärts gebogenen Kiefer sind am Gelenk hoch und verjüngen sich deutlich bis zur Spitze. Mittig auf der Kieferleiste sitzen je nach Gattung kleine Zähne oder kleine Knochenverdickungen zur Zerkleinerung offenbar hartschaliger Nahrung. Die Kieferspitzen sind zahnlos und pinzettenartig. Auf dem Schädeldach sitzen Knochenleisten. *Dsungaripterus* und *Phobetor* aus China deuten im Skelettbau auf frühe Pteranodontiden hin, jedoch ist die Verwandtschaft nicht zwingend vorhanden.

Parallel zu anderen Familien und vielleicht schon ab dem Jura eigenständig sind Formen um *Ornithocheirus*, die Familie Criorhynchidae oder Ornithocheiridae. Dazu zählen Vertreter wie *Criorhynchus*, *Cearadactylus*, *Anhanguera* und *Tropeognathus* aus Südamerika, Nordafrika und Europa sowie neuere Entdeckungen aus China. Die Körpergröße variiert, erreicht aber bis über 10 m Flügelspanne. Die Kiefer sind stets locker isodont bezahnt. In vielen Fällen haben beide Kiefer hinter

der Spitze einen stumpfen Kamm. Diese merkwürdige Anpassung wird zuweilen als Stabilisator beim Fliegen im Flug diskutiert, könnte jedoch auch sexualdimorph sein. Die Gattung *Istiodactylus* ist speziell angepasst mit ihrer löffelförmig verbreiterten Schnabelspitze, in der kleine stumpfe Zähne sitzen.

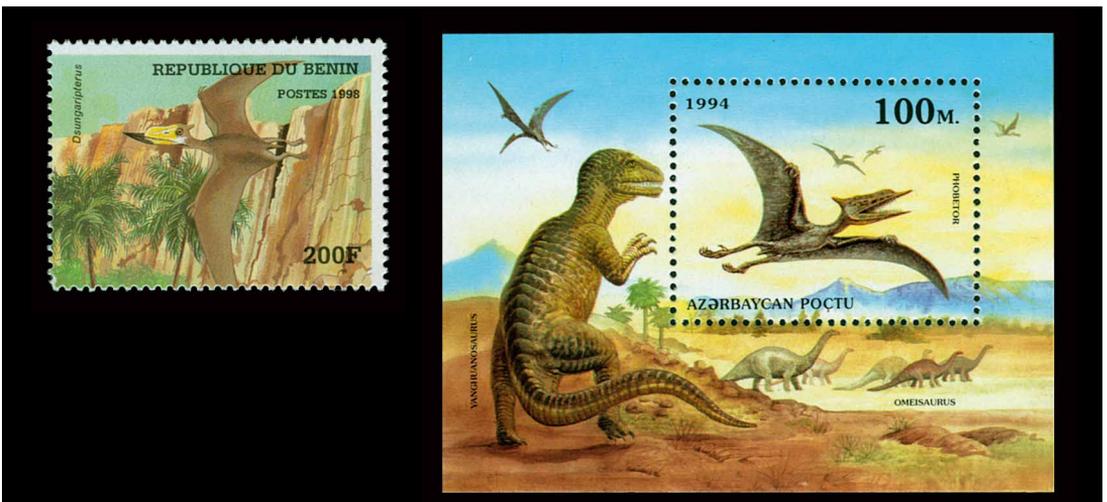
In möglicher Verwandtschaft zu den Criorhynchiden stehen Formen, die zu den Azhdarchiden hinleiten. Hierzu gehört nach Meinung einiger Forscher *Pterodaustro* aus der Unterkreide Argentiniens, der unter allen Pterosauria die am höchsten spezialisierte Kiefer zeigt. Sie sind aufwärts gebogen und tragen im Unterkiefer verlängerte Reusenzähne, möglicherweise eine Weiterentwicklung der jurassischen *Ctenochasma*. Diese bilden einen Fangkorb für Plankton, während der Oberkiefer nur kurze Zähne zur Zerkleinerung führt. Diese flamingoartige Ernährung hat etliche Darstellungen rosaroter Pterodaustren bedingt.

Die Azhdarchidae sind bereits in der Unterkreide belegt (WELLNHOFER 1993), aber besonders bekannt für die spätkretazische Gattung *Quetzalcoatlus* aus Texas. Mit einer Flügelspanne bis über 10 m kann sich dieser gigantische Pterosaurier mit *Ornithocheirus* der Unterkreide messen. Diese Familie, deren weitere Vertreter aus Rumänien, Usbekistan, China, Jordanien und neuerdings Marokko (PEREDA SUBERBIOLA et al. 2003) stammen, trägt zahnlose, lange Kiefer. Ihrer Fundsituation nach bevorzugten sie terrestrische Lebensräume, sodass sie nicht in Konkurrenz zu den großen Pteranodonten standen. Man hat ihre Ökologie mit der Aas fressender Vögel verglichen, was jedoch nur eine Vermutung aus der Ähnlichkeit der Schnäbel zu Marabus ist. Eine neuere Untersuchung (MARTILL et al. 1998) argumentiert auf eine Ernährung aus dem Wasser hin.

Die ebenfalls zahnlosen Pteranodontiden sind am besten belegt durch die großwüchsigen Gattungen *Nyctosaurus* und *Pteranodon*. Es handelt sich um marine Segelflieger der oberen Kreide. Ihre Schädel sind, unter Variation einiger Arten, mit Knochenkämmen ausgestattet, die wahrscheinlich auf männliche Tiere beschränkt waren. Für die obere Kreide sind Pteranodonten praktisch Wappentiere, die häufig über Land mit Dinosauriern gezeigt werden. In Natur waren dies jedoch Hochseerarten, die möglicherweise sehr lang ohne Landkontakt flogen. Für kleinere Exemplare des *Nyctosaurus* beschreibt BENNETT (2003) einige bizarre, beinahe geweihartige Knochenkämme auf den Schädeln ausgewachsener Tiere. Die Briefmarken zeigen allein kammlose Vertreter, möglicherweise also andere Arten oder Weibchen.

In der älteren Literatur fehlt die Familie der Tapejaridae meist völlig. Sie ist erst 1989 beschrieben worden. Namensgeber ist *Tapejara*, inzwischen von etwa drei Arten aus der höheren Unterkreide Brasiliens bekannt. Die auffallend kurzen, zahnlosen Schädel trugen oft durch Knochenleisten gestützte Hautkämme. Neben weiteren Gattungen derselben Herkunft und mit noch auffälligeren Knochenkämmen sind auch Urformen bekannt, z.B. aus China. Sie deuten eine Verwandtschaft zu Pteranodontidae oder Dsungaripteridae an. Auch die Azhdarchiden sind als nächste Verwandte angenommen worden (KELLNER 2004). Über die Ernährungsweise der *Tapejara* kann bislang nur gemutmaßt werden; WELLNHOFER (1993) vermutet Früchte als Nahrungsquelle. Damit läge eine abweichende Anpassung vor, die ein weiteres Mal die Vielfalt der Kreideflugsaurier unterstreicht.

Aus Benin (Republik Westafrika) stammt eine Briefmarke mit *Dsungaripterus*, die die Anatomie dieses Sauriers recht gut wiedergibt. Die Tiere wirken kopflastig, doch ist der kleine Rumpf Merkmal aller großen Arten. Den langen Flügeln nach



zu urteilen, könnten auch die Dsungaropteriden Segelgleiter sein, doch sind sie keine Hochseegleiter wie die Pteranodontiden. Flügelspanne bis 3,5 m.

Der mongolische Dsungaropteride *Phobetor*, hier auf einer Marke der Aserbeidschanischen Post, trägt noch Zähne in der Mitte der Kiefer, die bei *Dsungaropterus* bereits durch reine Knochenfortsätze verdrängt sind. Dargestellt ist er inmitten einer chinesischen Dinosaurier-Fauna des Jura (vorn *Yangchuanosaurus*, ein Fleischfresser; hinten eine Herde von pflanzenfressenden *Omeisaurus*). Mit 1,5 m Flügelspanne ist *Phobetor* eher klein für die Kreidezeit.



Criorhynchus der englischen Unterkreide, Briefmarke aus der Republik Gabun. Der große Pterosaurier ist von mehreren Arten bekannt und ähnelt *Tropeognathus* und anderen Formen sehr stark. Diese Criorhynchidae sind eine fast global verbreitete und sehr erfolgreiche Gruppe in ihrer Zeit, doch wird ihre Abstammung unterschiedlich diskutiert. Die Abbildung ist durch den zu langen Rumpf etwas ungenau. Flügelspanne etwa 5 m.

Eine etwas spektakulär präsentierte, doch korrekte Darstellung zeigt *Tropeognathus* aus Brasilien auf dieser Briefmarke aus dem Tschad. Die Santana-Formation, Fundort dieser wie zahlreicher anderer Flugsaurierarten, ist einst in einer Bucht abgelagert worden. Möglicherweise hat das Zusammentreffen mariner und terrestrischer Bereiche diesen Artenreichtum bedingt. Zu den Schnabelkämmen kommt bei einigen Verwandten ein Hinterhauptsfortsatz. Die Flügelspanne übersteigt 6 m.

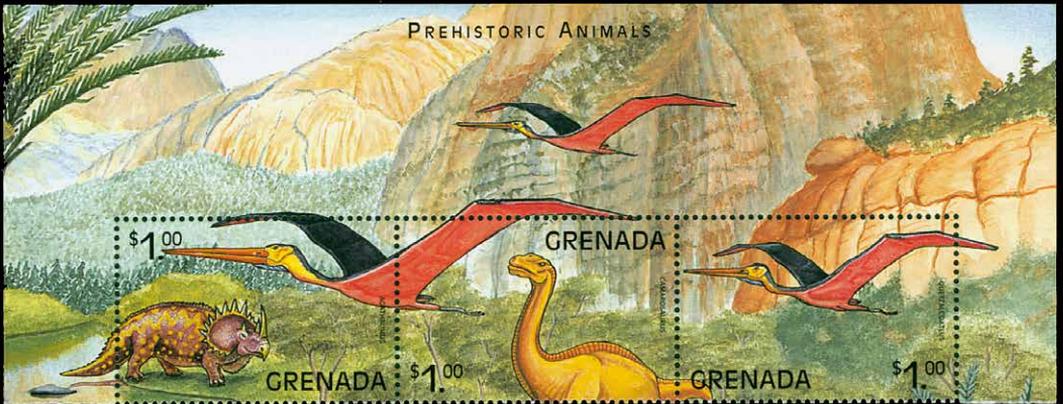


Diese Zusammenstellung aus Lesotho zeigt links das oberkretazische *Pteranodon* aus Nordamerika, rechts den Stegosaurier *Wuerhosaurus* der chinesischen Unterkreide, und mittig *Istiodactylus* (einst *Ornithodesmus*; mit diesem Namen ist jetzt ein kleiner Dinosaurier belegt), ein Criorhynchide. Diese recht große Art (Spannweite um 5 m) zeigt Schnabelanpassungen vergleichbar dem heutigen Löffler (*Platalea leucorodia*), trägt jedoch vorn Zähne. Zu dem englischen Fundmaterial kommt neues aus China hinzu, das auch diese Gattung als weit verbreitet erkennen lässt. Vielleicht zogen Pterosaurier auch über weite Strecken.

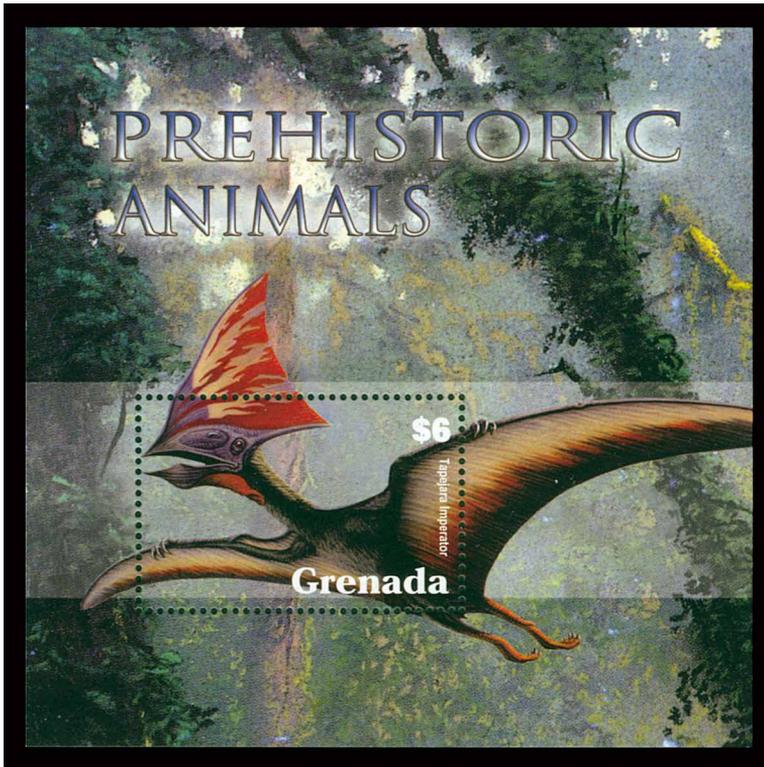
Pterodaustro aus Argentinien auf einer butanesischen Marke. Gut dargestellt ist der hohe Zahnkorb, aufgebaut aus Hunderten dünner und wahrscheinlich flexibler Zähne. Dieser Schnabel wurde entweder im flachen Wasser



stehend oder im Flug knapp über der Wasseroberfläche angewendet, um kleine Krebse und anderes Plankton zu filtern. So konnte *Pterodaustro* der Konkurrenz anderer Zeitgenossen entgehen. Flügelspanne etwa 1,3 m.



Aus Grenada stammt diese Komposition mit einem Schwarm *Quetzalcoatlus*. Richtig ist der terrestrische Lebensraum, doch passt der Sauropode *Camarasaurus* (Mitte) aus dem Jura nicht in das Bild. Der links unten stehende Dinosaurier ist *Styracosaurus* nach einer Darstellung des berühmten CHARLES R. KNIGHT (1874-1953). Das Skelett des *Quetzalcoatlus* ist nicht vollständig bekannt. Besonders die Darstellung des Schädels schwankt, teils mit Knochenkämmen, teils ohne. Es gibt Arten mit geringer Flügelspanne bis hin zu 11 m.



Von vergleichbarer Größe ist *Hatzegopteryx* aus Rumänien, hier auf einem landeseigenen Set. Die Fundformation zeigt einen Insellebensraum im Meer der Kreidezeit, die besonders für ihre Dinosaurier bekannt ist. Während diese durch die Abwesenheit großer Räuber und den begrenzten Lebensraum verzweigten, ist *Hatzegopteryx* einer der größten uns bekannten Pterosaurier. Es werden Flügelspannen von über 12 Meter postuliert, der Schädel war knapp 3 Meter lang!

Ein *Nyctosaurus*, Briefmarke aus Palau. Dem Fundmaterial nach ist diese Form mit kleinem Schädelkamm eine eigenständige Art oder ein Weibchen. Es sind Schädel mit grotesk langen und verzweigten Knochenleisten bekannt, die zu Lebzeiten mit Haut überspannt wie ein dritter, senkrecht nach oben stehender Flügel gewirkt haben muss. Die Flügelspanne lag zwischen 2 und 3 m.

Die zwei Marken aus Palau zeigen die beiden gut bekannten Arten *Pteranodon sternbergi* (links) und *P. ingens* (rechts), beide aus der marinen Oberkreide von Nordamerika. Auffälligstes Unterscheidungsmerkmal ist die Form der Knochengkämme, in beiden Fällen auf die Männchen beschränkt, sofern es sich bei kammlosen Funden nicht um eine eigene Art handelt. Die Kiefer sind leicht aufwärts gebogen und zahnlos. Es werden Flügelspannen von 7 bis 9 m erreicht.

Tapejara imperator ist eine von mehreren Arten dieser Gattung, hier auf einer Briefmarke aus Grenada. Der Kamm besteht aus Haut; Knöchern sind allein der vordere und hintere Sporn. Selbst innerhalb der Tapejaridae ist der kurze Schnabel auffällig und bisher ohne überzeugende Deutung. Tapejariden sind mittelgroß mit Spannweiten zwischen 1,4 und 5 m.

Schlussbemerkungen

Die Flugsaurier sind, was ihre Entwicklungshöhe, verschiedene Anpassungen und Formen betrifft, eine eigenständige Wirbeltiergruppe. Vom reptilhaften Wesen ihrer Vorfahren haben sie nicht viel behalten. Sie heben sich von allen anderen Wirbeltieren wie den Säugern und Vögeln ab und sind mit ihnen voll konkurrenzfähig gewesen – bis sie am Ende der Kreidezeit zusammen mit vielen anderen Lebewesen restlos und ohne Nachfahren ausstarben.

Die Briefmarkensammlung KURT HÖPPNERS lenkt in dankenswerter Weise das Interesse einmal auf weniger populäre Schwerpunkte als die Dinosaurier oder Mammuts. Sie kann zeigen, wie viel interessantes Wissen noch darauf wartet, der breiten Öffentlichkeit erschlossen zu werden.

Damit stellt sich der Sammler auch der Herausforderung, dem Wettlauf von wissenschaftlicher Aktualität und Illustration standzuhalten. Nur wenige Arten werden kurz nach ihrem Fund künstlerisch dargestellt, wenn aber doch, dann meist immer wieder. Dazu kommt, dass für eine philatelistische Abbildung meist eine längere Zeit wiederholter Abbildung verstreicht, zumal viele Motive nur zu deutlich der Vorlage anderer Künstler folgen. Die wenigen neueren Arten, die auf Marken vorkommen, sind in der vorgestellten Sammlung enthalten, die somit die höchstmögliche Aktualität erreicht.

Es bleibt zu hoffen, dass KURT HÖPPNER durch sein Beispiel noch vielen den Anreiz gibt, sich als Laie wissenschaftlichen Aspekten mit originellen Ideen zu nähern.

Literatur

- BENNETT, S. C. (1997): Terrestrial locomotion of pterosaurs: A reconstruction based on *Pteraichnus* trachways. – Journal of Vertebrate Paleontology, **17**, 1: 104-113.
- CHIAPPE, L.M.; CODORNIÚ, L.; GRELLET-TINNER, G. & RIVAROLA, D. (2004): Argentinian unhatched pterosaur fossil. – Nature, **432**: 571.
- DALLA VECCHIA, F.M.; WILD, R.; HOPF, H. & REITNER, J. (2002): A crested rhamphorhynchoid pterosaur from the Late Triassic of Austria. – Journal of Vertebrate Paleontology, **22**, 1: 196-199.
- FASTNACHT, M. (2005): The first dsungaripterid pterosaur from the Kimmeridgian of Germany and the biomechanics of pterosaur long bones. – Acta Palaeontologica Polonica, **50**, 2: 273-288.
- FREY, E. & MARTILL, D.M. (1998): Soft tissue preservation in a specimen of *Pterodactylus kochi* (WAGNER) from the Upper Jurassic of Germany. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **210**, 3: 421-441.
- Ji, Q.; Ji, S.; CHENG, Y.; YOU, H.; LÜ, J.; LIU, Y. & YUAN, C. (2004): Pterosaur egg with a leathery shell. – Nature, **432**: 572.
- KELLNER, A.W.A. (2003): Pterosaur phylogeny and comments on the evolutionary history of the group. – In: BUFFETAUT, E. & MAZIN, J.-M. (eds): Evolution and Palaeobiology of Pterosaurs. Geological Society, London, Special Publications, **217**: 105-137.
- KELLNER, A.W.A. (2004): New information on the Tapejaridae (Pterosaurier, Pterodactyloidea) and discussion of the relationships of this clade. – Ameghiniana, **41**, 4: 521-534.
- MARTILL, D.M.; FREY, E.; SADAQAHA, R.M. & KHOURY, H.N. (1998): Discovery of the holotype of the giant pterosaur *Titanopteryx philadelphiae* ARAMBOURG 1959, and the status of *Arambourgiana* and *Quetzalcoatlus*. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, **207**, 1: 57-76.
- PEREDA SUBERBIOLA, X.; BARDET, N.; JOUVE, S.; IAROCHÈNE, M.; BOUYA, B. & AMAGHZAZ, M. (2003): A new Azhdarchid pterosaur from the Late Cretaceous phosphates of MAROCCO. – In: BUFFETAUT, E. & MAZIN, J.-M. (eds): Evolution and Palaeobiology of Pterosaurs. Geological Society, London, Special Publications, **217**: 79-90.
- PETERS, D. (2000): A reexamination of four Prolacertiforms with implications from pterosaur phylogenesis. – Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, **106**, 3: 293-336.

- SAYÃO, J.M. (2003): Histovariability in bones of two pterodactyloid pterosaurs from the Santana Formation, Araripe Basin, Brazil: preliminary results. – In: BUFFETAUT, E. & MAZIN, J.-M. (eds): Evolution and Palaeobiology of Pterosaurs. – Geological Society, London, Special Publications, **217**: 335-342.
- TAQUET, P. & PADIAN, K. (2004): The earliest known restoration of a pterosaur and the philosophical origins of Cuvier's *Ossimens Fossiles*. – C. R. Palevol., **3**: 157-175.
- WANG, X. & ZHOU, Z. (2004): Pterosaur embryo from the Early Cretaceous. – Nature, **429**: 621.
- WELLNHOFER, P. (1988): Terrestrial locomotion in pterosaurs. – Historical Biology, **1**: 3-16.
- WELLNHOFER, P. (1993): Die große Enzyklopädie der Flugsaurier. Mosaik Vlg., München.
- WELLNHOFER, P. (1997a): Die fliegenden Saurier. – In: Fossilien: Bilder frühen Lebens. Heidelberg (Spektrum der Wissenschaft).
- WELLNHOFER, P. (1997b): Welche Form hatte die Flughaut der Pterosaurier? – In: Fossilien: Bilder frühen Lebens. Heidelberg (Spektrum der Wissenschaft).
- WELLNHOFER, P. (2003): A Late Triassic pterosaur from the Northern Calcareous Alps (Tyrol, Austria). – In: BUFFETAUT, E. & MAZIN, J.-M. (Hrsg.): Evolution and Palaeobiology of Pterosaurs. Geological Society, London, Special Publications, **217**: 5-22.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Spindler Frederik

Artikel/Article: [Flugsaurier auf Briefmarken: Entwicklung und Vielfalt einer bemerkenswerten Tiergruppe – die philatelistische Sammlung von Kurt Höppner, Chemnitz 131-146](#)