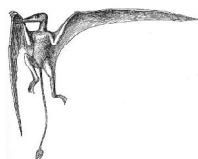


Ernst Probst

Flugsaurier- Giganten

*Quetzalcoatlus, Arambourgiania,
Azhdarcho und Hatzegopteryx*



Widmung

*Dr. Rupert Wild, Ludwigsburg
und Dr. h. c. Helmut Tischlinger, Stammham,
gewidmet, die mich mehrfach bei Büchern
unterstützt haben.*

Dank

*Professor Dr. Jörg Fröbisch, Berlin,
Dr. Fabio Marco Dalla Vecchia,
Coloredo di Prato (Italien),
Dr. h. c. Helmut Tischlinger, Stammham,
Dr. Jahn J. Hornung, Hamburg,
Rico Stecher, Chur,
danke ich für wertvolle Hilfe
bei diesem Buch!*

Copyright / Impressum:

Flugsaurier-Giganten.

Quetzalcoatlus, Arambourgiania, Azhdarcho und Hatzegopteryx

Texte: © 2023 Copyright by Ernst Probst

Umschlaggestaltung: © Copyright by Ernst Probst

Verlag:

Ernst Probst

Im See 11

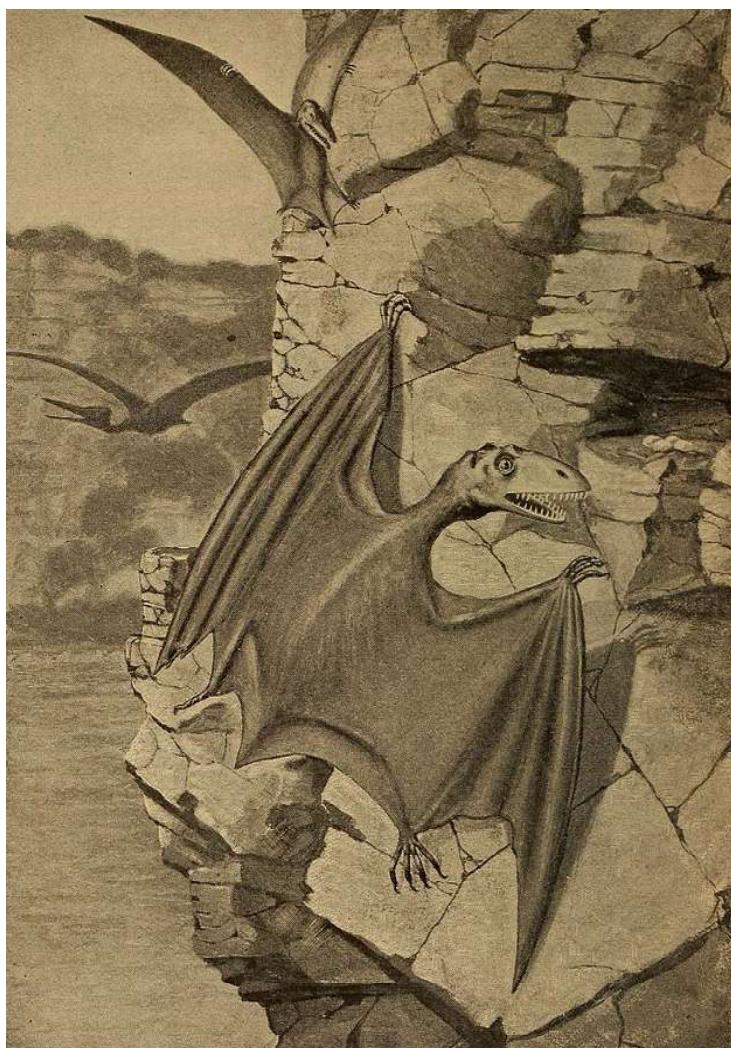
55246 Mainz-Kostheim

Telefon: 06134/21152

E-Mail: ernst.probst (at) gmx.de

ISBN: 978-3-384-51725-8

Herstellung: Tredition GmbH, Ahrensburg



Pterodactylus auf der Suche nach Nahrung an den Klippen.
Abbildung aus dem Buch „Mighty Animals“
der amerikanischen Journalistin Jennie Irene Mix (1862–1925)



Schädelmodell von *Quetzalcoatlus* im JuraPark Baltów (Polen).

Foto: Alina Zienowicz / CC BY-SA 3.0

(via Wikimedia Commons),

lizenziert unter Creative Commons-Lizenz by-sa-3.0-de,

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Vorwort

Luftsprünge beim Start

Wahre Riesen mit bis zu sechs Metern Höhe, mit bis zu drei Meter langem Kopf und mit einer Flügelspannweite bis zu zwölf Metern gab es in der Kreidezeit bei den Flugsauriern. Am imposantesten waren *Quetzalcoatlus* in Nordamerika, Mittel- und Südamerika, *Arambourgiania* in Jordanien, *Azhdarcho* in Usbekistan, Kasachstan und vielleicht in Tadschikistan sowie *Hatzegopteryx* in Rumänien. Im Vergleich zur enormen Flügelspannweite war der Rumpf klein. Wegen ihrer hohlen Knochen hatten diese Tiere ein für ihre Größe sehr geringes Gewicht von nur etwa 100 oder allenfalls 250 Kilogramm. Vermutlich konnten die monströsen Flugsaurier aus eigener Kraft vom Boden starten. Dafür mussten sie zuerst mit den Hinterbeinen einige Meter in die Luft springen. Weite Strecken legten sie wahrscheinlich nicht im Aktiv-, sondern im Segelflug zurück. Ihre Lebensweise ist noch unklar. Weil sie keinen sehr stabilen Schnabel besaßen, dürften sie keine Aasfresser gewesen sein. Die größten Flugsaurier in der Kreidezeit in Deutschland erreichten möglicherweise eine Flügelspannweite von ungefähr vier Metern. Nachzulesen ist dies in dem 194-seitigen Buch „Flugsaurier-Giganten“ (2025). Die Texte und Abbildungen stammen teilweise aus dem 568 Seiten umfassenden Werk „Flugsaurier in „Deutschland“ (2023) des Wissenschaftsautors Ernst Probst.



Lebensbild von *Quetzalcoatlus northropi*
aus der Oberkreidezeit von Texas (USA) von Johnson Mortimer.

Bild: Johnson Mortimer / CC BY 3.0 /

<https://www.deviantart.com/johnson-mortimer/art/Quetzalcoatlus-582934790> (via Wikimedia Commons),

lizenziert unter Creative Commons-Lizenz by-3.0,

<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode>

Inhalt

Vorwort

Luftsprünge beim Start / Seite 5

Die Flugsaurier / Seite 9

Quetzalcoatlus

Sensationsfund im Nationalpark / Seite 43

Arambourgiania

Der Mittelhand-Knochen war ein Halswirbel / Seite 65

Azhdarcho

Benannt nach einem Drachen / Seite 73

Hatzegopteryx

So groß wie eine Giraffe / Seite 79

Das Ende der Flugsaurier / Seite 83

Daten und Fakten / Seite 91

Flugsaurier in Museen / Seite 185

Der Autor / Seite 187

Bücher von Ernst Probst / Seite 188



*Johann Jakob Kaup (1803–1873).
Ausschnitt aus einem vermutlich um 1860 entstandenen Foto*

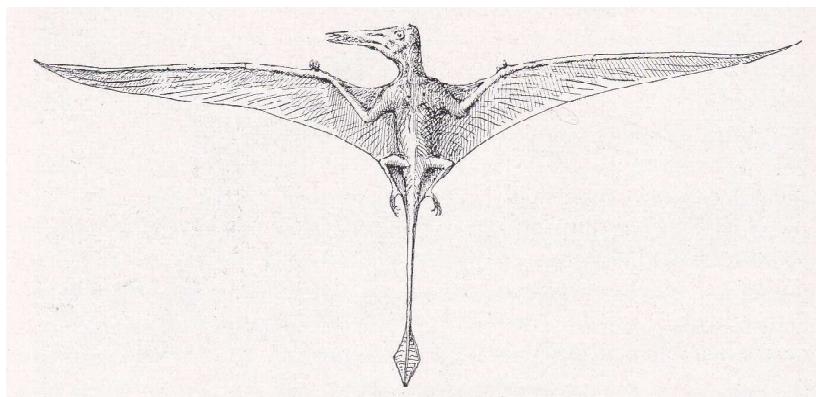
Die Flugsaurier

Flugsaurier gelten als die ersten Wirbeltiere der Erde, die sich an das Leben in der Luft angepasst haben. Sie existierten im Erdmittelalter von vor etwa 220 bis 65 Millionen Jahren mehr als 150 Millionen Jahre lang – mit Ausnahme der Antarktis – überall auf unserem „Blauen Planeten“. Noch länger, nämlich 235 Millionen Jahre, behaupteten sich Dinosaurier, wenn man heutige Vögel als überlebende „Dinos“ betrachtet.

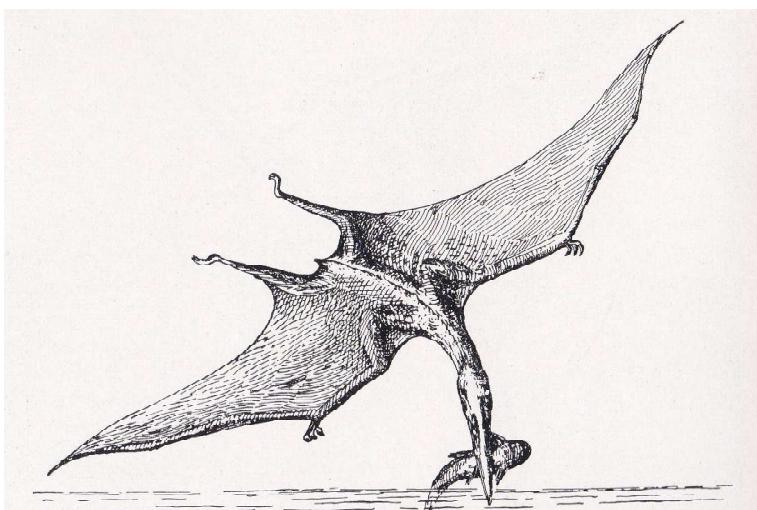
Die ersten Flugsaurier (Pterosaurier) erschienen bereits in der Obertrias vor rund 220 Millionen Jahren, also ca. 70 Millionen Jahre früher als die ersten Urvögel im Oberjura vor ungefähr 150 Millionen Jahren. Die Urvögel wie *Archaeopteryx* werden heute als fliegende Raubdinosaurier mit Federn betrachtet, was nicht jedermannss Zustimmung findet. Gegen Ende der Oberkreide vor ca. 65 Millionen Jahren starben die Flugsaurier aus.

Den wissenschaftlichen Namen Pterosauria bzw. Pterosaurier („Geflügelte Echsen“) für die Flugsaurier hat 1834 der Darmstädter Zoologe und Paläontologe Johann Jakob Kaup (1803–1873) geprägt. Der unehelich geborene Sohn einer jungen Darmstädterin und eines adeligen Leutnants, der Kaups schwangere Mutter früh verließ, tat sich oft als Erstbeschreiber von Tierarten aus der Urzeit hervor.

Der Stuttgarter Wirbeltier-Paläontologe Rupert Wild vertritt die Auffassung, die Flugsaurier seien nicht wie die Dinosaurier aus den Archosauriern hervorgegangen, sondern hätten sich früher abgezweigt. Seine Meinung, die Flugsaurier seien nicht nahe mit den Dinosauriern verwandt und würden nicht von den Archosauriern abstammen, wur-



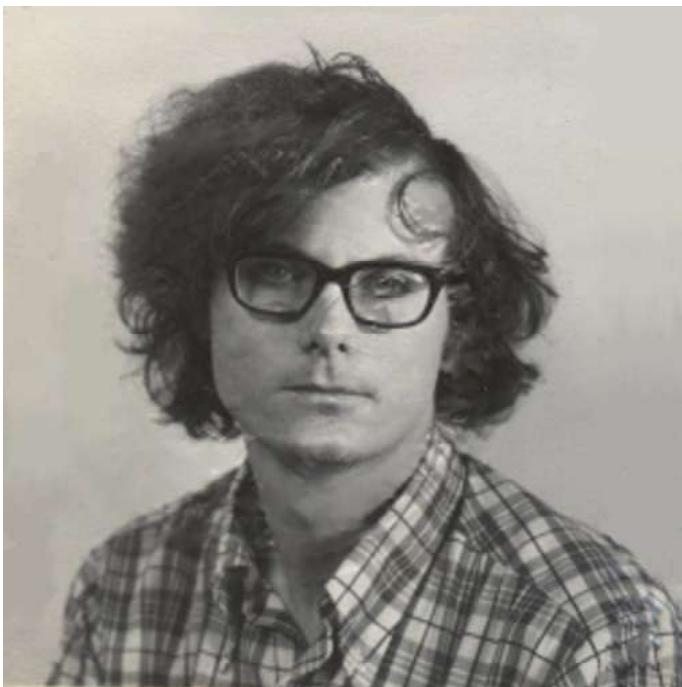
*Lebensbild eines Langschwanz-Flugsauriers,
Rekonstruktion des österreichischen Paläontologen
Othenio Abel (1875–1946) von 1919*



*Lebensbild eines Kurzschwanz-Flugsauriers.
Rekonstruktion des österreichischen Paläontologen
Othenio Abel von 1920.*

de in der Folgezeit von dem Münchener Paläontologen Peter Wellnhofer und anderen Experten vertreten. Wild rekonstruierte einen hypothetischen, auf Bäumen lebenden, kleinen, vierbeinigen Urahn namens *Propterosaurus* mit Flughäuten und verlängertem vierten Finger.

Die ältesten Flugsaurier gehören zur Unterordnung der Langschwanz-Flugsaurier (Rhamphorhynchoidea), auch basale Pterosauria genannt, mit langem Schwanz und kurzen Mittelhand-Knochen. Sie erschienen in der Obertrias vor etwa 220 Millionen Jahren und erlebten ihre Blütezeit im Jura (etwa 201 bis 145 Millionen Jahre). Ab dem Mitteljura (174 Millionen bis 163,5 Millionen Jahre) oder ab dem folgenden Oberjura (163,5 bis 145 Millionen Jahre) tauchten die ersten Kurzschwanz-Flugsaurier (Pterodactyloidea) mit keinem oder kurzem Schwanz und langen Mittelhand-Knochen auf. Sie hatten sich von einem Zweig der Langschwanz-Flugsaurier abgespaltet. Im Oberjura vor etwa 150 Millionen Jahren kamen Langschwanz-Flugsaurier wie *Rhamphorhynchus* und Kurzschwanz-Flugsaurier wie *Pterodactylus* in der Gegend von Solnhofen und Eichstätt in Bayern zusammen vor. Gegen Ende des Oberjura vor ungefähr 145 Millionen Jahren starben die Langschwanz-Flugsaurier aus. In der Kreidezeit (etwa 145 bis 65 Millionen Jahre) erreichten die Kurzschwanz-Flugsaurier den Höhepunkt ihrer Entwicklung. Unter ihnen befanden sich viele bezahnte und einige zahnlose Formen und die größten Flugsaurier (*Quetzalcoatlus*, *Arambourgiania*, *Azhdarcho* und *Hatzegopteryx*) mit imposanten Flügelspannweiten bis zu zwölf Metern. Die erwähnten riesigen Flugsaurier wurden 1986 von dem amerikanischen Wirbeltier-Paläontologen Kevin Padian in einer Familie namens Azhdarchidae zusammengefasst.



*Amerikanischer Paläontologe Douglas A. Lawson,
Entdecker des riesigen Flugsauriers *Quetzalcoatlus northropi*
in Texas (USA).*

*Paßbild, aufgenommen von Bob Lynds in Berkeley (Kalifornien).
Foto: Bob Lynds / CC BY-SA 4.0 (via Wikimedia Commons),
lizenziert unter Creative Commons-Lizenz by-sa-4.0,
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>*

Die Kurzschwanz-Flugsaurier behaupteten sich bis zum Massenaussterben gegen Ende der Kreidezeit vor ungefähr 65 Millionen Jahren. Dieses Ereignis wurde früher als Dinosaurier-Aussterben bezeichnet, bis man die heutigen Vögel als überlebende Dinosaurier betrachtete.

Der damals größte Flugsaurier wurde 1971 von dem Studenten Douglas A. Lawson in Texas (USA) entdeckt. Das riesige Flugtier erreichte eine Flügelspannweite von maximal zwölf Metern, ein Lebendgewicht von schätzungsweise 100 bis 250 Kilogramm, lebte gegen Ende der Kreidezeit vor mehr als 65 Millionen Jahren und wurde *Quetzalcoatlus northropi* genannt. Sein Gattungsname *Quetzalcoatlus* erinnert an den als gefiederte Schlange dargestellten altmexikanischen Gott Quetzalcoatl, sein Artnamen *northropi* an den Konstrukteur von Nurflügelflugzeugen, John Knudsen Northrop.

Von der großen Art *Quetzalcoatlus northropi* mit einer Flügelspannweite bis zu zwölf Metern hat man im Big Bend Nationalpark, einer Region am Fluss Rio Grande im Südwesten von Texas, nur wenige fossile Reste geborgen, dagegen Hunderte von der kleinen Art *Quetzalcoatlus lawsoni* mit einer Flügelspannweite bis zu fünf Metern und einem Lebendgewicht von schätzungsweise 70 Kilogramm. Beide Arten lebten in einer Zeit, in der das Fundgebiet ein immergrüner Wald war und nicht – wie heute – eine Wüste. Dank zahlreicher Funde in vielen Ländern der Erde weiß man gut über das Skelett der Flugsaurier Bescheid. Der Schädel der Flugsaurier war im Verhältnis zum relativ kurzen Rumpf ziemlich groß. Flugsaurier hatten im Schädel große Nasenöffnungen (Naris) und Augenöffnungen (Orbita), was ihr Gewicht reduzierte. Ihr Geruchssinn und ihr Sehvermögen war ausgezeichnet. Häufig sind in der Augen-

öffnung kleine Knochenplättchen des Augenringes (Scleralring) fossil erhalten. Wie bei heutigen Vögeln stützte jener Knochenring die Hornhaut des Auges von innen. Je nach Gattung besteht der Augenring aus zwölf bis zwanzig sich überlappenden, dünnen Knochenplättchen.

Manche Flugsaurier der Jura- und Kreidezeit trugen verschiedene geformte Knochenkämme am Schädel. Man kennt lange und niedrige Knochenkämme auf der Schädelmitte – wie bei *Germanodactylus*, *Gnathosaurus*, *Ctenochasma* und *Dsungaripterus* aus dem Oberjura –, kürzere oder längere Knochenkämme, die an der Hinterseite des Schädels beginnen (Parietalkamm) oder hohe Knochenkämme am Vorder-Ende der Kiefer. *Anhanguera* und *Tropeognathus* aus Brasilien in der Unterkreide besaßen Knochenkämme am Schädel und Unterkiefer, die vermutlich beim Fischfang ihren Kopf unter Wasser stabilisierten. Bei männlichen und weiblichen Tieren waren die Schädelkämme verschieden groß und deshalb ein Geschlechtsmerkmal oder Schauobjekt. Knochenkämme könnten aber auch zur Stabilisierung des langen und großen Kopfes während des Fluges gedient haben.

Bei den Langschwanz-Flugsauriern sind die Zähne schräg nach vorne oder steil ausgerichtet. Die vorderen Zähne waren oft länger und stärker gekrümmmt als die hinteren sowie glatt und spitz. Eine Ausnahme bildete *Eudimorphodon* aus der Obertrias in der Lombardei (Oberitalien) mit robusten vorderen Zähnen und vielen kleinen, dicht stehenden, drei- und fünfspitzigen Zähnen. Bei allen Flugsauriern saßen die Zähne in Höhlen der Kieferknochen. Während des Oberjura nahm die Anzahl der Zähne bei den Flugsauriern ab. Einige Arten behielten noch Zähne am vorderen Ende der Kiefer, andere verloren alle Zähne, wodurch ein schnabelähnlicher Kiefer entstand.

Der Flugsaurier *Pterodaustro* aus der Unterkreide vor mehr als 120 Millionen Jahren hatte mehr als 1.000 Zähne. Mit seinem siebartigen Gebiss filterte er Kleinstlebewesen (Plankton) aus dem Wasser.

Kurzschwanz-Flugsaurier haben im Vergleich zu Langschwanz-Flugsauriern durchwegs kleinere und gleichförmigere Zähne. Einige Gattungen – wie *Ctenochasma*, *Gnathosaurus* oder *Pterodaustro* – besaßen Reusengebisse mit teilweise sehr langen und dicht stehenden Zähnen. Damit konnten sie Plankton-Nahrung aus dem Wasser filtern.

Im Verhältnis zur Flügelspannweite blieb der Körper bzw. Rumpf der Flugsaurier klein. Ein Kurzschwanz-Flugsaurier der Art *Diopecephalus kochi* aus Workerszell bei Eichstätt in Oberbayern hatte eine Flügelspannweite von etwa zwanzig Zentimetern, aber nur eine Rumpflänge von 2,5 Zentimetern. *Anhanguera* aus der Unterkreidezeit von Brasilien erreichte eine Flügelspannweite von maximal vier Metern und eine Rumpflänge von etwas mehr als zwanzig Zentimetern. Schultergürtel und Flügelskelett der Flugsaurier waren überproportional vergrößert.

Die Zahl der Hals-, Rumpf-, Kreuzbein- und Schwanzwirbel ist bei den Flugsauriern verschieden. Es gibt sieben, acht oder auch neun Halswirbel, elf bis sechzehn Rumpfwirbel, elf bis vierzig Schwanzwirbel. Die Schwanz-Wirbelsäule der Langschwanz-Flugsaurier ist fast doppel so lang wie die Rumpf-Wirbelsäule. Der kurze Schwanz von *Pterodactylus* hatte höchstens sechzehn Wirbel.

Die Flugsaurier waren mit einer langen und schmalen Armflughaut und einem Vorflügel ausgestattete Gleitsegler. Zwischen der Vorder-Extremität mit dem langen Flugfinger und dem Körper spannte sich die Armflughaut. Ob die Hinterbeine bis zum Unterschenkel oder bis zum Fußknö-

chel in die Armflughaut eingebunden waren, wird diskutiert. Zwischen Halsansatz, Oberarm und Unterarm erstreckte sich der Vorflügel.

Anders als bei Fledermäusen ist die Flughaut bei Flugsauriern nicht zwischen dem verlängerten zweiten, dritten, vierten und fünften Finger und den Füßen wie durch die Speichen eines Regenschirms ausgespannt worden. Statt dessen wurde die Flughaut zwischen dem Arm und dem stark verlängerten vierten Finger (Flugfinger) ausgebreitet. Der vierte Finger ist etwa um das Zwanzigfache der drei anderen Finger verlängert. Die drei übrigen kurzen, beweglichen Finger trugen scharfe Krallen, die nach vorne aus dem Flügel herausragten und wie Haken zum Festklammern dienten. Mit ihren Fingerkrallen konnten sich Flugsaurier an Felsvorsprüngen oder Baumstämmen festklammern und vermutlich klettern. Im Gegensatz zu Kurzschwanz-Flugsauriern besaßen Langschwanz-Flugsaurier eine lange, abgewinkelte fünfte Zehe ohne Krallen.

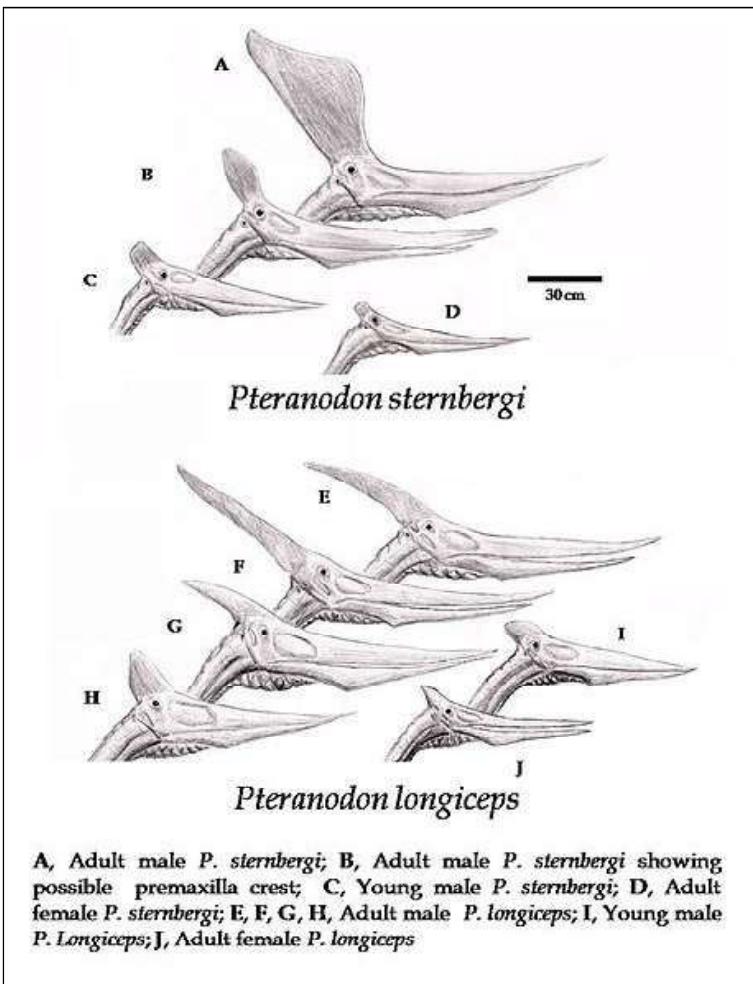
Die Knochen der zu Flügeln umgestalteten vorderen Gliedmaßen sind sehr kräftig entwickelt. Zu jedem der Flugarme gehörten vier Glieder der Flugfinger sowie der Unterarm und der Mittelhand-Knochen. Oft waren die Langknochen von *Pteranodon* aus der Oberkreide in den USA nur so dünn wie eine heutige Postkarte. Die breite Brustbein-Platte mit nach vorne gerichtetem Kielfortsatz und der Schultergürtel der Flugsaurier boten den kräftigen Flugmuskeln ausreichend Ansatzflächen.

Die Armflughaut der Flugsaurier setzte sich – laut den Experten Helmut Tischlinger und Eberhard Frey – aus mindestens sechs unterschiedlichen Gewebeschichten zusammen: 1. zuerst die Oberhaut, 2. vermutlich das luftgefüllte, schaumartige „Schwammgewebe“, 3. eine Lage mit

strahlenförmigen und dicht gepackten Fasern, 4. eine durch Bindegewebe-Stränge gegliederte Muskellage, 5. eine Blutgefäßschicht und 6. ein Abschlussgewebe der Flügelunterseite.

Als das bisher am besten erhaltene Exemplar eines Flugsauriers mit Flughaut gilt ein *Diopecephalus kochi* aus dem Oberjura zwischen Solnhofen und Eichstätt im Naturhistorischen Museum Wien. Bei diesem „Wiener *Pterodactylus*“ scheint die Flughaut des Flügels am Oberschenkel befestigt gewesen zu sein und sich bis an die Flanke des oberen Unterschenkels erstreckt zu haben. Ungeachtet dessen war die Flügelform schmal und spitz. Keine Hinweise liegen für eine ausgebreitete Flughaut zwischen den Hinterbeinen oder zwischen Beinen und Schwanz vor. In der Armbeuge zwischen der Handwurzel und dem Schulterbereich war eine kleine Vorflughaut ausgespannt. Dies entspricht der Vorstellung, die der österreichische Paläontologe Othenio Abel (1875–1946) bereits 1919 entwickelt hatte. Jene vermutliche Ausdehnung der Flügel von *Diopecephalus kochi* muss aber nicht für alle Flugsaurier gültig sein. Der amerikanische Paläontologe S. Christopher Bennett erkannte 1987 bei *Pteranodon*, dass die Flughaut dieses großen Kurzschwanz-Flugsauriers aus der Oberkreide in den USA am Schwanz befestigt war.

Bei den Flugsauriern sind die Hinterbeine weniger kräftig entwickelt als die Vorder-Gliedmaßen. Die Füße an den Hinterbeinen waren oft schmal und lang. Alle Zehen trugen Krallen, die aber nicht so kräftig und stark gekrümmmt waren wie die Krallen an den Fingern der Vordergliedmaßen. Bei den Langschwanz-Flugsauriern sind die ersten fünf bis sechs der maximal vierzig Schwanzwirbel gegenseitig beweglich. Die folgenden Wirbel sind zunehmend länger,



A, Adult male *P. sternbergi*; B, Adult male *P. sternbergi* showing possible premaxilla crest; C, Young male *P. sternbergi*; D, Adult female *P. sternbergi*; E, F, G, H, Adult male *P. longiceps*; I, Young male *P. longiceps*; J, Adult female *P. longiceps*

Schädel mit Knochenkamm von *Pteranodon sternbergi* und *Pteranodon longiceps* mit unterschiedlichem Alter und Geschlecht.
Bild: Smokeybjb / CC BY-SA 3.0 (via Wikimedia Commons),
lizenziert unter Creative Commons-Lizenz by-sa-3.0,
<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode>

schlanker und durch verlängerte Knochen-Fortsätze versteift. Der Schwanz endete mit einem rautenförmigen Segel. Die starken Muskeln, die während des Fluges für die Schlagbewegungen der Flügel benötigt wurden, saßen am Brustbein und führten zu den Oberarmknochen. In Ruhe-lage konnten Flugsaurier ihre Flügel zusammenfalten. Wel-che Farbe ihr Pelz hatte, weiß man nicht.

Dem Münchener Paläontologen Ferdinand Broili (1874–1946) gelang 1927 der Nachweis einer Behaarung von *Rhamphorhynchus*, 1938 von *Pterodactylus* und 1939 von *Dorygnathus*. Bei einigen Solnhofener Flugsauriern war die Haut-oberfläche dicht mit feinen, nadelstichartigen Grübchen übersät, die von Haarwurzeln stammen. Häufig sind sogar Abdrücke von Haaren oder von Haarbüscheln zu sehen. 1970 entdeckte der Moskauer Zoologe Aleksandr Grigore-vich Sharov (1922–1973) in See-Ablagerungen des Ober-jura im Karatau-Gebirge in Kasachstan das Skelett eines Flugsauriers mit Körper- und Flughaut. Der Körper dieses Tieres war mit einem dichten Haarpelz aus bis zu sechs Millimeter langen Haaren bedeckt. Sharov gab dem Flug-saurier den Namen *Sordes pilosus* („Haariger Teufel“). *Sordes* hatte einen acht Zentimeter langen Schädel und eine Flü-gelspannweite von 63 Zentimetern.

Heute tragen nur die Säugetiere Haare. Dagegen besitzen Reptilien, zu denen man die Flugsaurier rechnet, eine ver-hornte, mit Schuppen bedeckte Haut. Säugetiere gelten als Warmblüter, die ihre Körpertemperatur unabhängig von der Lufttemperatur auf einer konstanten Höhe halten. Auch Vögel, die inzwischen als überlebende Dinosaurier gelten, sind Warmblüter. Ihr energieverzehrender Flug erfordert zwingend Warmblütigkeit. Vermutlich waren auch die Flug-saurier warmblütig.



Lebensbild des Flugsauriers *Gnathosaurus subulatus* (fliegend) und des Meereskrokodils *Dakosaurus maximus* (schwimmend).

Bild: Dmitry Bogdanov / CC BY 3.0 (via Wikimedia Commons),
lizenziert unter Creative Commons-Lizenz by-3.0,
<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode>