

Rekonstruktionen des Flugsauriers *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. M.

Von

Ernst Stromer in München.

Mit Taf. III—V.

Mein Erstlingsversuch einer Rekonstruktion des bestbekanntesten langschwänzigen Flugsauriers, den ich 1910 publiziert hatte, um ihn der öffentlichen Kritik zu unterstellen, befriedigte mich sehr wenig. Ich ließ deshalb von Fr. E. KISSLING unter meiner Aufsicht nach den gleichen Vorbildern für mein Lehrbuch (1912, p. 92, Fig. 91) eine zweite Rekonstruktion in natürlicher Größe zeichnen, die ich hier reproduziere (Taf. III). Sie zeigt wie die erste das Tier in ungewöhnlicher Ansicht von der Bauchseite und mit seitlich gedrehten Flügeln und Flugfingern, um in einem Bilde möglichst viele interessante Einzelheiten deutlich erkennen zu lassen.

Die vorzüglichsten Vorbilder für den Schädel, den Brustkorb und die Zehen, die am meisten Verbesserungen bedurften, lieferten mir dabei die hiesigen Originale WAGNER's: ein prächtiger unverdrückter Schädel mit Unterkiefer und Zungenbein (1851, Taf. 6 Fig. 2—4), ferner das schöne Tier mit Schädel, dem unverkürzten Rumpf mit Rippen, Brustbein-Vorder-, Seiten- und Hinterrand, Becken usw. (1858, Taf. 16 Fig. 1)¹ und das wertvolle Harlemer Exemplar, das WINKLER (1883) überflüssigerweise nochmals und ungenügend beschrieb, nach der vorzüglichen Abbildung H. v. MEYER's (1860 a, Taf. 12), worin Unterkiefer und Zungen-

¹ Es muß darauf hingewiesen werden, daß WAGNER's Abbildungen an Genauigkeit zu wünschen übrig lassen.

bein, die Flügel, vor allem aber die Beine und Zehen mit den Abdrücken der hornigen Krallen sich darstellen.

Ich sah aber bald, daß die Anfertigung der Zeichnung einer plastisch gedachten Rekonstruktion nach plattgedrückten, verschobenen und mehr oder minder unvollständigen Originalen von etwas wechselnder Größe fast unüberwindliche Schwierigkeiten machte. Ich ließ deshalb nach denselben Vorbildern, im wesentlichen also nach der Abbildung von H. v. MEYER's Heidelberger (1860, Taf. 9) Original und den obengenannten ein Modell machen. Der vierzehnjährige Realgymnasiast JAKOB FELLER, den mir mein Freund, Gymnasialprofessor FR. P. K. WIMMER dahier, empfohlen hatte, hat es aus Holz, Draht, Kautschuk und Modellierwachs unter meiner Anleitung im vorigen Jahre fertiggestellt, wobei er ein erstaunliches Geschick entfaltete. Es ist in natürlicher Größe ausgeführt und zeigt das Tier in fliegender Stellung, wobei aber der Raumersparnis halber die Flügel nicht ganz gestreckt sind. Es ist eben angenommen, daß es die Flügel bis zum höchsten Punkt hebt und sie dabei in den Gelenken etwas abbeugt (Taf. IV, V). Dargestellt ist das Knochenskelett nebst den Flughäuten nur soweit sie uns in Abdrücken überliefert sind, wobei es lediglich auf Richtigkeit im wesentlichen, d. h. vor allem in den Proportionen und Lagebeziehungen, nicht in den Feinheiten der Formen ankam. Das Ganze ruht auf einem sehr leichten Drahtgestell, wobei die Flügelhäute am Hinterrand, um dessen Nachgiebigkeit zu zeigen, nicht gestützt und am Vorderrand, um für die Armmuskeln Platz zu lassen, ein wenig von den Knochen entfernt sind. Die so charakteristischen Falten dieser Häute ließen sich in den dünnen Kautschukplatten leider nicht andeuten, wohl aber die Querstreben des Steuersegels.

Die überraschende Ähnlichkeit, die das wunderliche Tier gerade in dem Modell mit gewissen Eindeckern unter unseren Flugmaschinen zeigt, brauche ich kaum hervorzuheben, und die Konvergenzerscheinungen mit Vögeln, die es nebst seinen näheren und fernerer Verwandten erkennen läßt, habe ich in meinem Lehrbuche (1912, p. 90 ff.) schon kurz erörtert. Bei dem Interesse, das es verdient und bei den teilweise sich widersprechenden und irrigen Angaben, die sich auch in der neuesten Literatur über die Flugsaurier finden, lohnt es aber wohl, einiges genauer zu besprechen, auch wenn es früher schon Veröffentlichtes nur bestätigt.

Die allerdings nur äußerliche Vogelähnlichkeit des Schädels tritt sehr deutlich hervor. Seine Form von oben und von der Seite ist durch die prächtigen Originale WAGNER's, H. v. MEYER's und ZITTEL's schon längst bekannt; jüngst hat JAEKEL (1910, p. 337, Fig. 5) bei einer Seitenansicht des Schädels einer anderen Art des *Rhamphorhynchus* auch die Knochennähte angegeben, wobei mir allerdings fraglich erscheint, ob auch die nicht gestrichelten Nahtlinien einwandfrei nachgewiesen sind, da sie offenbar sehr frühzeitig verwachsen¹. Die Unterseite ist leider, trotzdem WOODWARD (1902) ihren größten Teil beschreiben und abbilden konnte, noch ungenügend bekannt.

Taf. III zeigt das Tier im Zahnwechsel, der von H. v. MEYER mehrfach genügend beschrieben und abgebildet ist; die von ihm (1860, Taf. 10 Fig. 1) beobachteten hornschnabelartigen Umkleidungen der Kieferspitzen konnte ich aber nicht zu rekonstruieren wagen. Auch mit dieser Verlängerung wäre übrigens der Kopf gegenüber dem Rumpf nicht größer als bei manchen Vögeln, z. B. bei dem Eisvogel (*Alcedo*). Daß die Zähne als Rechen zum Fischfangen dienten, war mir nicht zweifelhaft; ähnlich schräg nach vorn und außen gerichtete schlanke Kegelzähne haben ja auch manche Raubfische, z. B. der Sparide *Lethrinus variegatus*, viele Crocodilia, speziell Teleosauridae, ferner Sauropterygia und auch *Squalodon*, wie bei letzterem z. B. mein Rekonstruktionsbild zeigt (1912, p. 186, Fig. 169). Für einen Insektenfresser wäre ein solches Gebiß ganz ungewöhnlich und wohl auch ungeeignet, deshalb ist auch ABEL (1912, p. 538 ff.) von seiner Ansicht abgekommen, daß *Rhamphorhynchus* ein solcher gewesen wäre, und hat sich der von SEELEY (1901, p. 137) und mir (1910, p. 89) vertretenen obigen zugewandt. Ich möchte aber ausdrücklich erwähnen, daß ich vergeblich nach Resten der Nahrung (etwa Fischschuppen und Zähnen) in der Magengegend der oft so wunderbar erhaltenen Tiere suchte².

¹ Bei einem kleinen *Rhamphorhynchus longicaudatus* konnte v. AMMON (1884) zahlreiche Nähte nachweisen.

² Herr Prof. v. AMMON hatte die Güte, mir einen Kopf und Hals eines langschnauzigen *Pterodactylus* zu zeigen, an welchem Teile der Haut erhalten sind, dabei anscheinend ein Kehlsack. Er wird diesen nebst anderen hochinteressanten Resten von Flugsauriern demnächst beschreiben. Ein Kehlsack scheint mir für einen Fischfresser zu sprechen; ob *Rhamphorhynchus*

Vom Hals ist nur bemerkenswert, daß die Wirbel relativ groß und lang sind, wohl entwickelte Dornfortsätze (WAGNER 1858, Taf. 16 Fig. 1) und zarte Rippen tragen, sowie daß gegenüber Vögeln ihre geringe Zahl (8) im Verhältnis zu der großen (16) der kurzen freien Rumpfwirbel einen deutlichen Unterschied zeigt. Der Hals scheint mir übrigens weniger beweglich gewesen zu sein als bei *Pterodactylus*, deshalb ließ ich das Tier bei dem Fluge ihn ziemlich gestreckt halten, statt wie bei manchen Vögeln gegen den Rücken zurückgekrümmt.

Über die Rippen und Bauchrippen habe ich meinen früheren Bemerkungen (1910, p. 86) nichts hinzuzufügen, als daß v. AMMON (1885, p. 517 Anm.) die Bauchrippen von *Rhamphorhynchus* schon mit denen von *Sphenodon* verglich, aber meinte, sie seien anders als bei diesem mit den Rippen verbunden. Den Hinterrand des knöchernen Brustbeines ließ ich nach WAGNER's (1858, Taf. 16 Fig. 1) hiesigem Original zeichnen und wie bei *Sphenodon* die vorderste der 6 Bauchrippen ihn von unten überlagern. Der Brustkorb erhielt eine gestrecktere und längere, *Sphenodon* oder Eidechsen und Krokodilen ähnlichere Form als in der ersten Rekonstruktion dadurch, daß mir obiges Original seine richtige Länge im Gegensatz zu H. v. MEYER's (1860, Taf. 9) Hauptstück zeigte, sowie dadurch, daß ich die seitlichen Rippenteile und die Sternocostalia perspektivisch verkürzt zeichnen ließ. Das Modell zeigt jedoch deutlich die Tonnenform des Brustkorbes, die aus der geringen Biegung der Rippen und der Breite des Brustbeines sich ergab, und die für Reptilien ganz ungewöhnliche Größe der Brustbeinfläche tritt auffällig in Erscheinung. Daß das flachgewölbte Brustbein jedoch breiter als lang ist und kaum eine Crista, wohl aber eine weit nach vorn ragende Cristospina trägt, unterscheidet deutlich auch von den Vögeln.

Über die Ausbildung der vier Sacralwirbel¹ und des Schwanzes

ebenfalls einen hatte, ist allerdings unbekannt, aber bei *Pteranodon* machte EATON (1910, p. 5) auf die Ähnlichkeit des Unterkiefergelenkes mit dem des Pelikan aufmerksam und sprach sich für das Vorhandensein eines Kehlsackes aus.

¹ Nach H. v. MEYER (1860 a, p. 87) und KREMMLING (1912, p. 354, Taf. 6) sind nur 3 Sacralwirbel vorhanden, ein von der Dorsalseite vorzüglich entblößtes Sacrum der Münchner Sammlung (1907) zeigt aber wie ZITTEL's Original (1882, Taf. 3 Fig. 2) vier. Die ersten 6 Schwanzwirbel besitzen übrigens deutliche Querfortsätze (KREMMLING, l. c.).

und über seine Bedeutung als Höhensteuer brauche ich kaum mehr etwas zu bemerken, um so weniger als auch ABEL (1912, p. 326) sich meiner Auffassung (1910, p. 87) völlig anschloß. Nur möchte ich bezweifeln, daß lediglich Hautleisten und nicht Querfortsätze das Schwanzsegel gespannt erhielten und hervorheben, daß das weit hinter dem Schwerpunkt liegende Schwanzsegel vor allem als Stabilisierungsfläche, also gegen Überkippung nach vorne wirken mußte.

Daß im Brustgürtel nicht einmal Spuren von Claviculae zu finden sind, ist natürlich als Gegensatz zu den Vögeln und Fledermäusen von Bedeutung. WANDERER (1908, p. 210) hat neuerdings wiederum bestätigt, daß bei *Rhamphorhynchus Gemmingi* gleichgültig, ob große oder kleine Exemplare vorliegen, Coracoid und Scapula bald verschmolzen, bald getrennt sind. Von meiner Annahme (1910, p. 87/88) einer ziemlich vogelartigen Stellung dieser auch in der Form vogelähnlichen Teile abzugehen, habe ich keinen Grund. Ich möchte dabei erwähnen, daß bei sehr vielen fossilen Reptilien, z. B. bei Plesiosauria und *Ichthyosaurus*, die Scapula schräg nach vorn unten über den Brustrippen liegt und daß sie in dieser Lage auch bei dem Kelheimer *Compsognathus* erhalten ist, einem der ganz wenigen Dinosaurierreste, in welchem die ursprüngliche Lage der Teile noch so ziemlich erhalten ist. In dem Streit zwischen TORNIER und mehreren Paläozoologen über die Stellung der Extremitäten der Dinosaurier wurde diesem längst bekannten Befund anscheinend fast gar keine Beachtung geschenkt.

Eine sehr wichtige Frage ist die Befestigung des Coracoid am Brustbein, ich konnte sie aber leider nicht lösen. Immerhin glaube ich an dem oben erwähnten Originale WAGNER's, das übrigens nicht gut abgebildet ist, eine Verbreiterung der gequetschten Cristospina erkennen zu können, die an die Gelenkfläche bei *Pteranodon* (EATON 1910, Taf. 14) erinnert, und mit Sicherheit konnte ich bei beiden allerdings lädierten Coracoidea eines anderen Originals WAGNER's (1858, Taf. 17), wo übrigens der Winkel zwischen Scapula und Coracoid gut zu messen ist, eine Verdickung und Verbreiterung des Proximalendes herauspräparieren. Dagegen fand PLIENINGER (1907, p. 247, Fig. 12) bei *Rhamphorhynchus Kokeni* Verbreiterung und Zuschärfung und KREMLING (1912, p. 356) bei *Rh. Gemmingi* nur eine Verbreiterung. Die Gelenkfläche

für den Humerus ist leider sehr schlecht erhalten, dürfte aber wie bei dem eben genannten *Rh. Kokeni* gestaltet gewesen sein, so daß sie also bei der von mir angenommenen Stellung des Brustgürtels von oben vorn nach hinten unten konvex und senkrecht dazu in der größeren Längsachse konkav, sowie vorn unten und hinten oben von Querwülsten begrenzt war. Das Coracoid ragt endlich ventral von dem Gelenk in einem gerundeten Fortsatze kopfwärts deutlich vor.

Der Humerus bietet an seinem Oberende anscheinend ziemliche Verschiedenheiten. Zunächst ist auffällig, daß die Gelenkfläche bei *Rh. Kokeni* nach PLEININGER (1907, p. 248, Fig. 13) sehr deutlich umgrenzt ist, was Herr Prof. v. HUENE auf Grund der Nachprüfung des Originals mir ausdrücklich zu bestätigen die Güte hatte. Bei dem hiesigen, vorzüglich erhaltenen Originale WAGNER's (1858, Taf. 16 Fig. 2), das die gewölbte Dorsalseite zeigt und an dem sicher nichts fehlt, wie der Abdruck auf der Gegenplatte beweist, ebenso wie bei dem prächtigen Flügel ZITTEL's (1882, Taf. 1), wo die konkave Ventralseite des Humerus entblößt ist, auch an anderen hiesigen Exemplaren ist eine solche Umgrenzung absolut nicht erkennbar. Obwohl ferner an beiden Stücken keine Spur einer Verdrückung nachweisbar oder auch nur wahrscheinlich ist, bildet die Gelenkstelle, wie mich etwas Nachpräparation überzeugte, oben eine Kante. Jedenfalls ist das Gelenk, das in der Verlängerung der Achse des Humerusschaftes liegt, in seiner medio-lateralen Längsrichtung schwach konkav, statt wie bei Vögeln und Reptilien konvex, und in seiner dorsoventralen Achse, die wie bei diesen kürzer ist, sehr stark konvex. Es ist also wie das des Gürtels sattelförmig, worin eine fast einzigartige Besonderheit dieses Schultergelenkes liegt (SEELEY 1901, p. 117). Bei Säugtieren entspricht bekanntlich der Kopf des Humerus einem Teile einer Kugelschale und erlaubt speziell bei Klettertieren und anscheinend auch bei Fledermäusen in der relativ kleinen und flachen Pfanne der Scapula eine außerordentlich große Drehbewegung des Humerus.

Bei den Reptilien (speziell bei Eidechsen und Krokodilen) und bei den Vögeln ist der Umfang der Beweglichkeit demgegenüber dadurch geringer, daß der Kopf des Humerus in medio-lateraler Richtung gestreckt und weniger konvex ist (FÜRBRINGER 1888, p. 201). Diese Längsachse steht bei Reptilien ziemlich horizontal,

bei Vögeln fast vertikal¹, während die kleine Pfanne am Schultergürtel bei Reptilien oben und unten, bei Vögeln rostral und kaudal durch Vorsprünge begrenzt und in dieser Richtung ziemlich konkav, in der Richtung senkrecht dazu aber ziemlich flach, kurz und nicht durch Vorsprünge begrenzt ist (FÜRBRINGER 1888, p. 69). Deshalb sind in der Längsrichtung des Kopfes größere Ausschläge des Humerus möglich als in der Richtung senkrecht dazu und in den anderen Richtungen, d. h. bei den gewöhnlichen Reptilien kann der Humerus die größten Bewegungen von vorn nach hinten, bei den Vögeln dorsoventralwärts und umgekehrt machen. Die Flügel der Vögel schlagen dementsprechend im allgemeinen von oben hinten nach unten vorn, in der Ruhelage aber ist der Humerus nach hinten gerichtet. Bei *Rhamphorhynchus* nun dürfte der Humerus eine Lage gehabt haben, die der bei Reptilien ähnlicher war als der von Vögeln, d. h. die Konkavität seines Gelenkes, die quer zur Längsachse der Scapula stehen muß, hatte ebenso wie die ganze proximale Verbreiterung des Knochens eine von vorn oben nach hinten unten gerichtete Lage. Die ausgiebigste Bewegung konnte der Humerus deshalb wahrscheinlich in ungefähr dorsoventraler Richtung ausführen, da die sehr starke Wölbung seines Gelenkes mit der flacheren Konkavität des Schultergürtel-Gelenkes nicht kongruent ist.

WANDERER (1908, p. 210) hat nun schon auf kleine Variationen in der Ausbildung des starken Processus lateralis und des schwächeren Processus medialis von *Rhamphorhynchus Gemmingi* aufmerksam gemacht. Ich muß aber noch auf einen recht bemerkenswerten Unterschied hinweisen, der ZITTEL's (1882, Taf. 1) Flügel-Original von den zahlreichen von *Rh. Gemmingi* bekannten Humeri unterscheidet. Bei all diesen bildet nämlich der Oberrand der Verbreiterung des Humerus eine ganz einfache Konkavität ohne deutliche laterale Begrenzung des Gelenkes, bei ZITTEL's Original aber ist der Oberrand vom Processus medialis bis zur Verlängerung der Schaftachse wenig konkav, dann, also am Lateralende des Gelenkes, erhebt er sich zu einer scharfen Spitze, um von ihr bis zum Obereck des Processus lateralis eine tiefere Konkavität zu bilden; er gleicht hierin also dem Oberrande bei *Rh.*

¹ FÜRBRINGER (1888, p. 202) stellt dies schon genau und richtig dar, während DU BOIS-REYMOND (1912, p. 217) fälschlich die Gelenklängsachse der Vögel der Körperachse parallel angibt.

Kokeni PLIENINGER (1907, p. 248, Fig. 13), nur ist jene Spitze und das Obereck des Processus lateralis stärker. Dieser Fortsatz springt übrigens hier ungewöhnlich weit vor und ist auch stärker ventralwärts gebogen als sonst bei *Rh. Gemmingi*, die sonst vorhandenen distalen Spitzchen an den Enden des Processus lateralis und medialis fehlen aber oder sind nicht erhalten¹. Ob diese Unterschiede zur Abtrennung einer neuen Art nötigen, soll hier nicht weiter untersucht werden, da ich nur physiologische und morphologische Fragen erörtern will. FÜRBRINGER (1900, p. 364) hat schon hervorgehoben, daß der Processus lateralis, wie übrigens auch der Processus medialis sehr wenig distalwärts ausgedehnt sind, worin ein Unterschied von den meisten Reptilien und den Vögeln liegt; er hat dabei auch über die wahrscheinliche Ausbildung der Muskeln sich ausgesprochen und nach H. v. MEYER's Original (1860, Taf. 9) auf der gewölbten Dorsalseite des Humerus ein Höckerchen für den Ansatz des M. latissimus dorsi angegeben. Was letzteres anlangt, so scheint es gewöhnlich nicht nachweisbar zu sein, wenigstens bei den hiesigen Exemplaren, speziell bei WAGNER's Original (1858, Taf. 16 Fig. 2) ist kaum eine Spur davon zu sehen. Daß die Ausbildung der Muskeln eine erheblich andere als bei Flugvögeln sein mußte, geht übrigens nicht nur aus der abweichenden Gestaltung und Stellung des Oberendes des Humerus, sondern auch aus dem Mangel der Furcula, dem Vorragen der Cristospina Sterni und anderen Unterschieden im Schultergürtel hervor.

Die bisherigen Befunde und eine Präparation des ZITTEL'schen Flügel-Originals, die mir Herr Prof. ROTHPLETZ gütigst erlaubte, bestätigen, daß der etwas gebogene Humerus im Gegensatz zu dem der Vögel (FÜRBRINGER 1888, p. 199) derartig stark um seine Längsachse gedreht ist, daß seine deutliche distale Verbreiterung ziemlich senkrecht zu seiner proximalen steht (SEELEY 1901, p. 118). Dadurch kommen die distalen Gelenke natürlich ziemlich in dieselbe Lage wie bei Vögeln, indem das laterale Gelenk für den Radius dorsal von dem medialen für die Ulna liegt. Die Form dieser Gelenke und die Ausbildung der Epicondylus ist nun aller-

¹ Die Bemerkung von FÜRBRINGER (1888, p. 206 Anm.) nach MARSH, daß der Processus lateralis des *Pterodactylus* im Gegensatz zu dem der Vögel außer *Ichthyornis* rein lateral rage, trifft also für *Rhamphorhynchus*, übrigens auch für *Pterodactylus* nicht zu, da bei ihm der Fortsatz ebenfalls mehr oder weniger ventralwärts gebogen ist.

dings nirgends genau zu sehen, alles Bekannte und an den hiesigen Stücken zu Beobachtende berechtigt aber zu der Annahme, daß sie dieselbe war wie bei anderen Flugsauriern, z. B. wie bei *Pterodactylus Kochi*, wo sie PLIENINGER (1901, p. 71, Fig. 2) nach einem prächtigen hiesigen Exemplare abbildete. Abgesehen davon nun, daß die Ulna an einer Querrolle statt an einer Halbkugel gelenkt, ist die ganze Partie sehr vogelähnlich, speziell darin, daß das schräge Gelenk für den Radius mehr proximalwärts reicht und gewölbter ist als das für die Ulna. Deshalb liegt bei zusammengefaltetem Flügel der Radius medial von der Ulna. Diese ist im Gegensatz zu der der Vögel wenig stärker und kaum länger als der Radius, fast gerade, liegt dem Radius dicht an und besitzt kein Olecranon. Die Fledermäuse mit ihrer verkümmerten Ulna scheiden also bei einem näheren Vergleiche dieser Armteile völlig aus. Nach PLIENINGER (1907, p. 249) sind bei *Rh. Kokeni* die proximalen Gelenkflächen der beiden Unterarmknochen konkav, KREMMLING (1912, p. 358) gibt aber für *Rh. Gemmingi* zwar für den Radius auch eine Konkavität, für die Ulna jedoch eine Konvexität an. Meine Präparation an ZITTEL's Flügel-Original führte mich nur zur Bestätigung des Befundes für den Radius, da die Ulna oben lädiert war; nach der Form des ulnaren Gelenkes am Humerus und nach allen Befunden bei höheren Wirbeltieren kann die Ulna aber nur ein konkaves Gelenk besessen haben. Distal hat der Radius nach allen Angaben ein konvexes Gelenk (H. v. MEYER 1860 a, p. 85; KREMMLING 1912, p. 358; PLIENINGER für *Rh. Kokeni* 1907, p. 249), die Ulna aber soll nach H. v. MEYER (1860 a, p. 85) konvex, nach PLIENINGER bei *Rh. Kokeni* (1907, p. 249) schwach konkav enden. Ich glaube nach den hiesigen Exemplaren für die Ulna ein ziemlich flaches Distalende annehmen zu müssen.

Die zweireihige Handwurzel hat PLIENINGER (1901, p. 72, Fig. 5) abgebildet, für *Rh. Kokeni* (1907, p. 250, Fig. 15) aber eine erheblich abweichende Darstellung gegeben, die ich in Taf. III übernahm. Bei ZITTEL's Flügel-Original, bei H. v. MEYER (1860 a, Taf. 12) und einem hiesigen Rest von *Rh. Gemmingi* (1885) sehe ich aber an die Ulna und einen Teil des Radius ein sehr breites und kurzes Carpale angeschlossen und an seine konkave Distalfläche ein ebenso breites, aber ein wenig längeres, an dessen ebener Distalfläche das Metacarpale des Flugfingers gelenkt. Zwischen

dem schmaleren Ende des Radius und den Basen der drei dünnen Metacarpalia erkenne ich aber nur undeutlich ein kleines distales Carpale und ein langgestrecktes, nicht breiteres proximales, an dessen Radialseite der Spannknochen gelenkt.

Die Beweglichkeit im Handwurzelgelenk dürfte eine ziemlich geringe gewesen sein, denn schon SEELEY (1901, p. 128) wies darauf hin, daß die Hand im Gegensatz zu der von Vögeln und Fledermäusen auch in der Ruhestellung in der Richtung des Vorderarmes liegt, in der sie auch fast stets fossil erhalten ist. Das Ellbogengelenk erlaubte aber als Scharniergelenk ausgiebige Bewegungen in einer Ebene, bei unserem Flugmodelle in der horizontalen, und da der Radius auf der schrägen Wölbung des Humerus gelenkt und, wenn auch ganz wenig, kürzer als die Ulna ist, dürfte eine Streckung im Ellbogengelenk wie bei den Vögeln eine völlige Streckung der Hand mit bedingt haben. In der Hand, in der im Gegensatz zu den kurzschwänzigen Pterodactyloidea und zu den Fledermäusen die Metacarpalia nicht abnormal gestreckt sind, dürften die zarten drei Krallenfinger sich kaum auseinandergespreizt haben, sondern, wie SEELEY (1901, p. 126) unter Hinweis auf die Hinterfüße der Kängurus andeutet, ähnlich wie die Zehen vieler Beuteltiere einen Fall von Syndaktylie als Besonderheit unter den Reptilien dargestellt haben. Sie werden also zusammen zum Anhängen des ruhenden Tieres an Äste oder Felsvorsprünge, kaum aber wie die Krallenfinger der fliegenden Hunde zum Festhalten von Nahrung oder zum Klettern gedient haben. Ich glaube nämlich nicht, daß der Schwanz der Tiere, wie Dr. F. KÖNIG meinte, ähnlich dem Spechtschwanz als Stütze bei dem Klettern dienen konnte, denn er ist zu lang, das Schwanzsegel wäre bei solchen Stellungen und Bewegungen zu sehr gefährdet und die Hinterbeine sind zu schwach und zu schwach bekrallt, als daß man ein kletterndes Tier in unserer Form vermuten dürfte.

Die ungewöhnlich platten und hohen Fingerkrallen sind übrigens niemals lateralwärts, sondern stets wie bei *Archaeopteryx* kopfwärts gerichtet erhalten; PLEININGER's (1907, p. 250, Fig. 15) Rekonstruktion, die ABEL (1912, p. 390, Fig. 277) übernahm, und in der auch der Spannknochen fehlt, ebenso wie EATON's (1910, Taf. 30) Rekonstruktion von *Pteranodon* ist also darin unrichtig.

Das Metacarpale des ulnaren Flugfingers ist besonders in H. v. MEYER's (1860, Taf. 9) Original vorzüglich zu sehen und

von PLEININGER (1907, p. 250) bei *Rh. Kokeni* genau beschrieben. Wie letzterer (1907, p. 248 u. 250) schon hervorhob, erlaubte die mit zwei Condylen versehene distale Trochlea, die dem distalen Gelenke des Femur der Säugetiere gleicht, eine sehr ausgiebige Beugung des Flugfingers, während eine Hyperextension durch den olecranonartigen dorsalen Fortsatz am Proximalende von dessen erstem Glied verhindert wurde. Daß die sehr gestreckten Glieder des Flugfingers, die in ihrer Länge recht variabel sind (WANDERER 1908, p. 214), so gut wie keine Beweglichkeit untereinander hatten, ist endlich kaum zu bezweifeln (H. v. MEYER 1860, p. 19 u. 22; ABEL 1912, p. 324). Sie bilden einen nach vorn und außen etwas konvexen Bogen, das letzte Glied ist aber bei WAGNER's wie bei ZITTEL's Flügel-Original ganz wenig nach außen konkav.

Die Flughaut war besonders bei ausgewachsenen Tieren schmal (WANDERER 1908, p. 211) und in der Form einem Schwalbenflügel ähnlich¹ und zeigt stets starke gerade Falten, die gegen die Spitze und den distalen Teil des Hinterrandes zu ziehen und die sicher nicht, wie etwa die Fältelungen in der Nähe des Ellbogengelenks bei ZITTEL's Original (1882, Taf. 1), damit zusammenhängen, daß der Flügel in diesem und dem Metacarpophalangealgelenk zusammengelegt war. Der hiesige Zoologe Dr. H. ERHARD machte mich darauf aufmerksam, daß jene bleibenden Falten ähnlich wie gewisse Formen der Unterseite von Vogelflügeln das Abströmen von Luftteilchen gegen die Flügelspitze hin erleichtern².

Dieser für den Flug besonders wichtige Teil war infolge der Dünnhheit des letzten Fingergliedes natürlich sehr elastisch, mußte sich also bei dem Abwärtsschlagen des Flügels etwas aufbiegen. Bei dem Vogelflügel ist dagegen das Ende des knöchernen Flügelskelettes sehr wenig elastisch, aber die aus Federn bestehende Flügelspitze eher elastischer als bei unserer Form.

¹ Gegenüber der mehrfach geäußerten Ansicht, daß Abdrücke der Flughaut nur von *Rhamphorhynchus* bekannt seien, muß daran erinnert werden, daß nach WINKLER (1874, p. 384 ff.) bei einem Exemplar von *Pterodactylus Kochi* (*elegans* nach ZITTEL 1882, p. 76) in Harlem Reste der Flughaut erhalten sind. Sie verdienten genauere Untersuchung. Herr Prof. v. AMMON zeigte mir ein *Pterodactylus*-Skelett mit erhaltenen Flughäuten, das er beschreiben wird.

² Die Hauptadern der Insektenflügel könnten vielleicht auch mit den Flughautfalten in Vergleich gebracht werden.

Sehr beachtenswert ist ferner, daß zwar der Vorderrand des Flügels durch den Arm und Flugfinger vorzüglich versteift war, Querversteifungen wie in der Flughaut der Fledermäuse durch mehrere lange Finger und im Vogelflügel durch die Spulen der Schwungfedern ebenso wie eine Versteifung des Hinterrandes aber völlig fehlen. Letzterer konnte also zwar dadurch, daß er proximal und hinten als Plagiopatagium an der Körperseite und wahrscheinlich auch am Beine angeheftet war, etwas gespannt werden, mußte aber dem Luftwiderstande stark nachgeben. Es stellte sich daher beim Abwärtsschlagen des Flügels seine Haut sehr schräg von vorn unten nach hinten oben ein und bewirkte so nicht nur eine Hebung, sondern auch ein Vorwärtsbewegen des Tieres.

WILLISTON (1911) und ABEL (1912, p. 336 ff.) haben neuerdings auf CUVIER zurückgreifend den Flugfinger der Pterosauria wieder für den vierten Finger und folglich den Spannknochen für eine Sehnenverknöcherung oder ein Sesambein erklärt und gewichtige Gegengründe gegen PLEININGER's ausführlich begründete Ansicht (1907, p. 301 ff.), nach welcher der 1.—5. Finger vorliegen, vorgebracht. Ich stehe aber ihren Ausführungen sehr skeptisch gegenüber, denn erstlich halte ich es für methodisch falsch, wie WILLISTON bei der Beurteilung des Spannknochens von den geologisch jüngsten und spezialisiertesten Pterosauria, von Formen wie *Nyctosaurus* und *Pteranodon*, auszugehen, ferner ist zwar an der Ulnarseite der Hand ein Sesambein sehr häufig vorhanden, an der Radialseite aber, wo der Spannknochen sich ansetzt, ganz ungewöhnlich (Os falciforme des Maulwurfes) und gegen eine Sehnenverknöcherung spricht die z. B. bei unserer Form deutliche Verdickung des Knochens bei der Gelenkung am Carpus (ZITTEL 1882, p. 52; WANDERER 1908, p. 203).

Die Beweisführung der beiden Autoren gründet sich jedoch vor allem darauf, daß bei der Annahme des 1.—4. Fingers eine Übereinstimmung mit der Gliederzahl der primitiven Diapsiden (2, 3, 4, 4 gegenüber 2, 3, 4, 5, 4—3) erzielt sei, daß bei diesen, speziell bei Eidechsen gerade die 4. Zehe am längsten sei und die Reduktion bei Reptilien stets ulnarwärts, also an dem 5. Finger beginne.

Zunächst ist es gar nicht richtig, daß der 4. Finger und die 4. Zehe der Diapsiden stets am längsten sind, wie schon ein

flüchtiger Einblick in eine Sammlung rezenter lehren kann. Bei den Crocodilia, die mit den Pterosauria so viel gemeinsam haben, ist z. B. der 2. und 3. Finger stets viel länger als der 4. und hinten die 1. Zehe am stärksten, die 2. oder 3. am längsten; bei der Eidechse *Varanus* ist bald der 3., bald der 4. Finger ein wenig länger und Herr LORENZ MÜLLER dahier machte mich gütigst darauf aufmerksam, daß bei *Agama* das wechselnde Überwiegen der 3. und 4. Zehe systematisch verwertet wird. Wenn WILLISTON (1911, p. 700) die Größe des Carpale, das den Flugfinger trägt, als Beweis dagegen anführt, daß es das fünfte sei, so ist daran zu erinnern, daß sich die Größe der distalen Carpalia wenigstens bei Säugetieren nach der Stärke der daran gelenkenden Metacarpalia zu richten pflegt, z. B. ist das Carpale 1 meistens klein, bei den Menschen und bei Robben, wo der 1. Finger ungewöhnlich stark ist, groß (Multangulum majus). Die Stärke des 1. Fingers bei den eben genannten kann auch zeigen, daß sich infolge besonderer Anpassung ein Glied, das sonst, z. B. bei Affen und Raubtieren, sehr zur Rückbildung neigt, exzessiv entwickeln kann.

Ferner wissen wir nichts über die Vorfahren der Pterosauria, und wenn betont wird, daß alle primitiven paläozoischen Reptilien vorn und hinten die Gliederzahl 2, 3, 4, 5, 4—3 hätten, so ist demgegenüber hervorzuheben, daß wir erst von sehr wenigen fossilen Reptilien die Zehen und Zehengliederzahl sicher feststellen können. JAEKEL (1909) hat sich das Verdienst erworben, unser Wissen über die Gliedmaßen der ältesten Tetrapoden zusammenzustellen und dabei wenigstens teilweise die wirklichen Befunde den Rekonstruktionen gegenüberzustellen. Nur zu oft sind ja die Zehen unvollständig erhalten oder ihre Glieder durcheinandergeworfen oder es läßt sich nicht sicher feststellen, welches die laterale und welches die mediale Seite des erhaltenen Gliedmaßenrestes ist¹.

¹ Wie mißtrauisch man selbst sehr exakt erscheinenden Angaben über die Zehen fossiler Formen gegenüberstehen muß, mögen zwei Beispiele zeigen. ABEL (1912, p. 68 u. 219) behauptete, daß kein Stegocephale 5 Finger habe und daß deshalb die Abdrücke mit 5 Fingern, die sich in der Trias finden, nicht von ihnen herrühren könnten. COPE will aber bei dem permischen Stegocephalen *Eryops* 5 Finger nachgewiesen haben, was nach seiner Abbildung auch richtig zu sein scheint. JAEKEL (1909, p. 599, Fig. 10) bildet die gleiche Zahl von dem oberecarbonischen *Diceratosaurus* ab, und meines Wissens kennt man von triadischen Stegocephalen noch äußerst wenig von den Gliedmaßen und so gut wie nichts von ihrer Fingerzahl. OSBORN (1899, p. 168 ff. und 1901, p. 205)

Insbesondere ist gegenüber der Angabe, daß bei Sauropsida die Fingerreduktion stets ulnarwärts beginne, darauf hinzuweisen, daß wir noch weit davon entfernt sind, bei Vögeln und Reptilien ähnliche Stammreihen fossiler Formen mit allmählicher Finger- oder Zehenreduktion aufzustellen wie bei den Huftieren.

Was nun die Funktion des Spannknochens anlangt, so soll er ein Propatagium gestützt haben und WILLISTON (1911, p. 704) betonte, daß es sich bis zum Hals erstreckt haben müsse, wenn der Spannknochen als solcher wirken sollte. Erhalten hat sich von diesem Teile der Flughaut nichts, und ich glaube auch nicht, daß er sehr groß war, denn der Vorderrand dieser Haut war, abgesehen von dem Spannknochen, nicht versteift, was bei einer breiten Haut die Funktion beeinträchtigt haben müßte¹.

Was die Hinterextremitäten anlangt, so bezweifelte Herr Prof. PLIENINGER im Gespräche mit mir, daß das Foramen, welches ich (1910, p. 89) an ZITTEL's (1882, Taf. 3 Fig. 2) hiesigem Originale unter dem Hüftgelenke fand, eine natürliche Bildung sei, auch KREMMLING (1912, p. 363), der zwar eine Naht zwischen dem Os pubis und Ischium beobachten zu können glaubte, ist geneigt, ein Foramen an ihr für eine bloße Beschädigung zu halten. Ich muß aber an meiner Deutung als Foramen ischiopubicum um so mehr festhalten, als nach EATON (1910, p. 21) auch bei *Pteranodon* ein solches Loch in gleicher Lage festgestellt ist und als Herr Prof. WILLISTON kürzlich an hiesigen Exemplaren von *Pterodactylus* und *Rhamphorhynchus* meine Befunde bestätigte. Wenn aber EATON für *Pteranodon* eine ventrale Symphyse der beiderseitigen verschmolzenen Ossa pubis und Ischia annimmt und Herr Prof. WILLISTON mir versichern konnte, daß sie bei *Nycto-*

sprach sich über den Vorderfuß der Sauropoda, dem er drei große Krallen zuschrieb, ebenfalls sehr sicher aus (z. B. 1901, p. 205: „the elements were found in position“), wenn er auch Vorbehalte wegen der Endglieder der Finger machte (1899, p. 171, 1901, p. 207), und doch mußte er selbst (1904, p. 181) zugeben, daß nur der erste, von ihm gerade für wahrscheinlich klauenlos gehaltene Finger allein eine Klaue trug. Wenn also selbst die Annahmen so vorzüglicher Autoren sich als vorschnell erweisen, muß man bei dem derzeitigen Stand unseres Wissens an solche Fragen nur mit größter Vorsicht herangehen.

¹ Bei dem auf p. 51 Anm. erwähnten *Pterodactylus* Prof. v. AMMON's ist die Umgrenzung des Halses so scharf, daß an ihm kaum eine Flughaut vorhanden gewesen sein kann. Die Vögel haben nur eine kleine Hautfalte im Ellbogenwinkel, die Fledermäuse aber ein größeres Propatagium.

saurus unzweifelhaft erhalten sei, so finde ich eine Bestätigung für meine Ansicht (1910, p. 90), daß *Rhamphorhynchus* außer an den Präpubes-Spangen keine knöcherne Symphyse hatte, in der Angabe H. v. MEYER's (1860 a, p. 87), daß bei dem Harlemer Exemplar die beiden Beckenhälften [ebenso wie bei ZITTEL's Original (1882, Taf. 3 Fig. 2), nach KREMMLING's Angaben (1912, p. 363) und bei *Rhamphorhynchus Kokeni* (PLIENINGER 1907, p. 251, Fig. 16)] ventral nicht zusammenstoßen¹.

Ob die Verschiedenheit im prä- und postacetabularen Teile des Ilium und die anscheinend bald 3, bald 4 betragende Zahl der Sacralwirbel auf Geschlechtsunterschieden beruht, wie KREMMLING (1912, p. 368) meinte, lasse ich dahingestellt. Besteht im Mangel einer Beckensymphyse wie in der Länge der Iliä eine Ähnlichkeit des *Rhamphorhynchus* mit Flugvögeln, so in der geringen Breite der Iliä und vor allem in der ziemlich dorsalen Lage der Hüftgelenke mit Fledermäusen. Wie bei diesen dürfte sie mit der besonderen Funktion der Beine zusammenhängen, welche die hinteren Teile der Flughaut zu spannen haben. Da die Beine nie nach hinten gestreckt erhalten sind, besteht aller Grund anzunehmen, daß die Femora horizontal und nach vorn gerichtet waren, wie es bei einem Reptil, das in vielem Konvergenzen zu Vögeln zeigt, wahrscheinlich ist. Auch bei dem Flug waren die Beine kaum gerade nach hinten gestreckt, um als Steuer zu wirken, da unsere Form das lange Schwanzsteuer hatte.

SEELEY (1901, p. 100 ff.) hat das Femur der Flugsaurier speziell, weil der Kopf durch einen Hals vom schlanken Schaft abgesetzt ist, besonders säugetierähnlich gefunden, aber der Oberschenkel von Vögeln läßt sich ebensogut vergleichen. Eine knöcherne Kniescheibe ist offenbar nicht vorhanden; die Fibula und Fußwurzel ist leider nirgends deutlich zu sehen, nach KREMMLING (1912, p. 364) ist erstere aber wohl entwickelt. In letzterer scheint mir nach ZITTEL's hiesigem Original (1882, Taf. 3 Fig. 2) und einem anderen Fuß (1885) das 5. und 4., vielleicht auch noch das 3. Metatarsale an einem großen, etwas gestreckten und distal etwas verbreiterten Tarsale zu gelenken, während medial von ihm einem sehr kleinen proximalen ein breites distales Tarsale folgt.

¹ Wenn bei Angehörigen der anderen Unterordnung der Pterosauria eine Symphyse vorhanden ist, kann sie bei *Rhamphorhynchus* fehlen, denn z. B. auch bei Ratiten ist sie nur bei dem Strauß vorhanden.

Die 5 Zehen, von welchen die vierte nicht stärker als die dritte ist, zeigt endlich OWEN's (1881, Taf. 19 Fig. 5) und H. v. MEYER's (1860 a. Taf. 12) Original so gut, daß ich meine Angabe (1910, p. 90) von mehr als 2 Gliedern der 5. Zehe, die sich auf MARSH (1882), auf ZITTEL's Original (1882, Taf. 3 Fig. 2) und SEELEY (1901 p. 204, Fig. 35) stützte, als irrig widerrufe. Die Zehengliederformel ist demnach, wie PLIENINGER (1907, p. 310) angab, 2, 3, 4, 5, 2. An der 1.—4. Zehe sind die Metatarsalia sehr lang und schlank, die Krallenglieder zwar klein, die an dem obengenannten Stück abgedrückten Krallen selbst aber lang, nieder und wenig gebogen, also nicht zum Ankrallen geeignet. Das 5. Metatarsale ist auffällig kurz, das 1. und 2. Zehenglied aber relativ lang und letzteres deutlich gebogen und offenbar fehlte hier eine Kralle. Ich halte nach der Form der 5. Zehe H. v. MEYER's (1860 a. p. 88) von ABEL (1912, p. 326) geteilte Ansicht für richtig, daß sie ähnlich dem Sporn am Calcaneus der Fledermäuse den freien Rand des Plagiopatagiums stützte, obwohl nirgends eine Spur dieser Haut erhalten ist. Auffällig ist die Kürze einiger Zehenglieder, wie auch ein Glied eines Krallenfingers sehr kurz ist. Solche Verkürzungen finden sich nur selten, z. B. unter den Säugetieren besonders bei den Edentata, bei Krallenkletterern und scharrenden Tieren. Ob sie bei *Rhamphorhynchus* als Anzeichen einstiger kletternder Lebensweise aufzufassen sind, wage ich nicht zu entscheiden.

Die Stellung des Fußes und speziell der 5. Zehe in meiner Rekonstruktion (Fig. 1, Taf. III) dürfte der normalen nicht entsprechen, sie soll eben nur die Zehen möglichst deutlich zeigen. Der Fuß und die 1.—4. Zehe sind nämlich fast stets so erhalten, daß sie mit dem Unterschenkel kaum einen Winkel bilden, das Endglied der 5. Zehe aber kreuzt sich mit den Metatarsalia der anderen. Dabei sind die Zehen oft weit gespreizt, so bei dem Original OWEN's und dem v. AMMON's (1909), wofür letzteres mir Herr Prof. v. AMMON gütigst anzusehen gestattete. SEELEY (1901, p. 105 u. 135) sprach wegen der Zehenspreizung die Vermutung aus, daß eine Schwimmhaut an ihnen vorhanden gewesen sei, und meinte (p. 91), das Schwanzsteuer könne auch im Wasser funktioniert haben. Der Gedanke, daß ein über das Meer hinausfliegender Fischfresser zeitweise schwamm und daß seine zum Klettern ungeeigneten Beine dabei als Ruder dienten, liegt allerdings nahe. Die Schwäche und Schlankheit des Ober- und Unter-

schenkels, die hohe Lage des Hüftgelenke sowie die Form der Krallen und der 5. Zehe lassen sich jedoch schwer mit dieser Annahme vereinigen. Da ich auch wahrscheinlich machen konnte (1910, p. 87), daß das Schwanzsegel horizontal war, glaube ich kaum, daß es im Wasser eine besondere Funktion erfüllen konnte.

Ich bin nach allem der Ansicht, daß *Rhamphorhynchus* in der Ruhe sich mit seinen Fingerkrallen an Ästen oder Felsvorsprüngen aufhing und dabei die Flügel im Ellbogen- und besonders im Metacarpophalangealgelenk so zusammenlegte, wie sie z. B. in WAGNER'S Original (1858, Taf. 16 Fig. 2) erhalten sind, so daß der Unterarm und die Hand mit den Krallenfingern rostralwärts, also nach oben gerichtet waren¹. Bei dem Abfliegen ließ er sich unter Ausbreiten der Flügel fallen, um dann im wesentlichen, wie KÖNIG (1910, p. IV) und ABEL (1912, p. 326) annahmen, einen ruhigen Gleitflug und Segelflug auszuführen. Am Boden oder kletternd hat er sich wohl nur ausnahmsweise fortbewegt. Die Ausdehnung seiner Tragflächen war, besonders wenn man das Vorhandensein eines kleinen Propatagiums und eines stattlichen Plagiopatagiums annimmt, gewiß groß genug, um einen solchen Flug zu ermöglichen, ohne die kühne und kaum richtig begründete Hypothese einer besonders dichten Luft, die HARLÉ (1911) für die Riesenflugsaurier aufstellte, zu Hilfe nehmen zu müssen. Die sehr starke Entwicklung der Muskelansatzstellen vorn am Brustbein und oben am Humerus beweist aber mit Sicherheit das Vorhandensein starker Muskeln, die, allerdings anders als bei Vögeln und Fledermäusen, einen Ruderflug ermöglichten. Hierin liegt natürlich ein wesentlicher Unterschied von den Eindeckermaschinen, indem die Tragflächen zugleich als aktive Fortbewegungsorgane dienten. Bei der großen Länge der Flügel und ihrer schwalbenflügelähnlichen Form kann man annehmen, daß *Rhamphorhynchus* ein sehr guter Flieger war (R. DU BOIS-REYMOND 1912, p. 203, 204, 205, 208). Als Fischfänger mußte er nun oft plötzlich zur Wasseroberfläche herabschießen, nahe über sie hinstreichen und sich dann wieder erheben. Dabei dürfte das an einem sehr langen, ein wenig elastischen Hebelarm befestigte Schwanzsegel, das durch Drehungen des Schwanzes um seine Längsachse wohl auch etwas

¹ Auch die Fledermäuse haken sich zu kurzem Ausruhen aufrecht mit den Daumenkrallen fest, zu längerem allerdings umgekehrt mit den Zehen.

schräg gestellt werden konnte, wichtige Dienste als Stabilisierungsfläche und Höhensteuer geleistet haben.

Rhamphorhynchus war also sicher ein wesentlich besserer Flieger als die Fledermäuse, gegenüber Vögeln mit ihren Federflügeln aber im etwaigen Konkurrenzkampf nicht ganz vollwertig. Denn bei dem Heben der Flügel konnte er ihre Wirksamkeit gegenüber dem Senken zwar durch Abbeugen in den Gelenken, also durch Verkürzen und Verkleinern der Fläche verringern, aber nicht so wie ein Vogel, bei dem auch die Bewegungsmöglichkeit der einzelnen Schwingen und der Schwungfedern dies in wirksamerer Weise zu tun gestattet. Bei ihm hat ja auch der Fächerschwanz eine viel feinere Anpassungsmöglichkeit an verschiedene Bedürfnisse als der steife *Rhamphorhynchus*-Schwanz. Überhaupt vergrößert das Federkleid die zum Flug nötigen Flächen, ohne das Gewicht entsprechend zu vermehren.

Wenn ferner die Flugsaurier Warmblüter waren, was besonders SEELEY (1901, p. 140 ff.) vertrat, was sich aber nicht beweisen läßt, so hatten sie doch keinen so guten Wärmeschutz wie die Vögel in ihrem Federkleid, denn irgend etwas Entsprechendes ist selbst bei der vorzüglichsten Erhaltung nicht gefunden worden.

Ob übrigens die Flugsaurier durch die Konkurrenz der Vögel verdrängt wurden, steht noch dahin. Sie spielten wahrscheinlich im Mesozoicum nicht nur in Europa und Nordamerika eine Rolle, von der wir eben erst eine ganz unvollständige Kenntnis haben. Daß sich das Prinzip ihrer Anpassung an den Flug bewährte, dafür ist die lange Dauer ihrer Existenz und vor allem der Umstand, daß weitaus die größten Flieger überhaupt zu ihnen gehören, ein sicherer Beweis.

Benützte Literatur.

- ABEL, O.: Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1912.
 AMMON, L. v.: Über das Skelett einer langschwänzigen Flugeidechse (*Rhamphorhynchus longicaudatus*). Corr.-Bl. naturw. Ver. Jahrg. 38. p. 129 ff. Regensburg 1884.
 — Über *Homoeosaurus Maximiliani*. Abhandl. k. bayr. Akad. Wiss. II. Kl. 15. p. 499 ff. München 1885.
 — Über ein schönes Flughautexemplar von *Rhamphorhynchus*. Geognost. Jahresh. 1908. Jahrg. 21. p. 227—228. München 1909.
 DU BOIS-REYMOND, R.: Physiologie der Bewegung. WINTERSTEIN, H.: Handbuch der vergleichenden Physiologie. 3. Jena 1911—12.

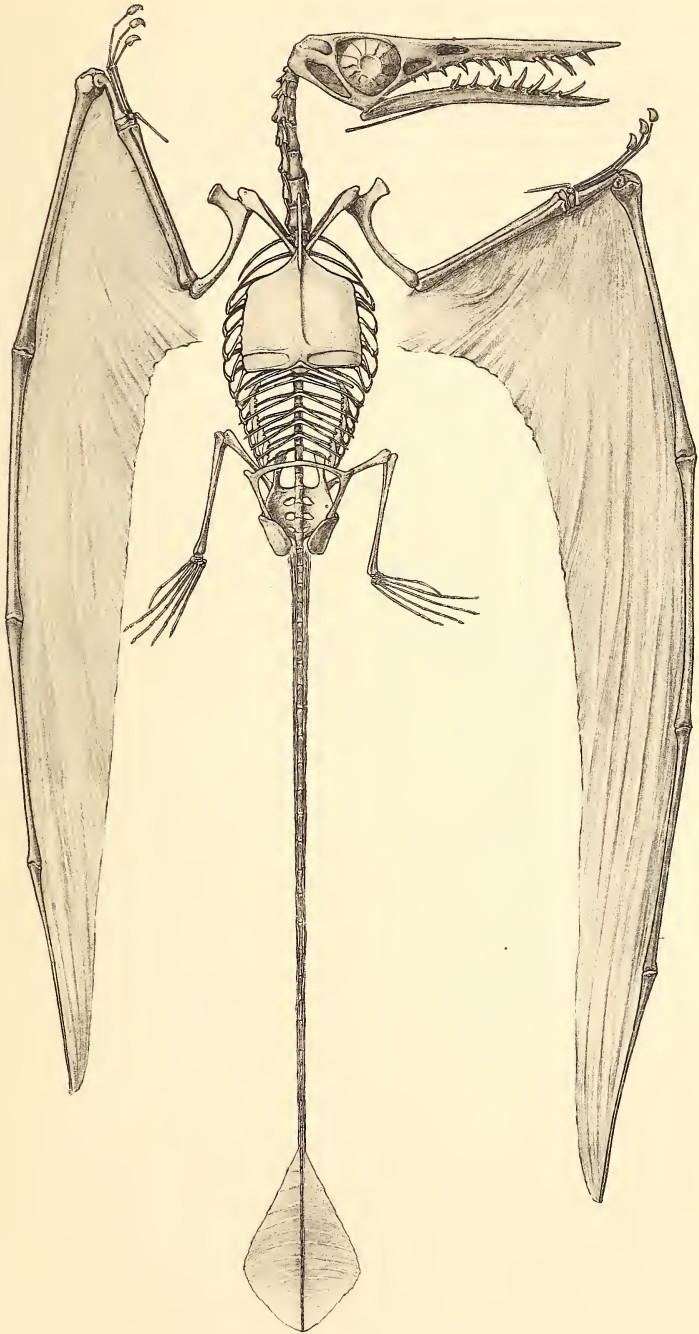
- EATON, G.: Osteology of *Pteranodon*. Mem. Connect. Acad. Arts and Sci. **2**. New Haven 1910.
- FÜRBRINGER, M.: Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. I. Amsterdam 1888.
- Zur vergleichenden Anatomie des Brustschulterapparates und der Schultermuskeln. Jena. Zeitschr. **34**. p. 215 ff. Jena 1900.
- HARLÉ, ED. et ANDRÉ: Le Vol de grands Reptiles etc. Bull. Soc. géol. France. Sér. 4. **11**. p. 118 ff. Paris 1911.
- JAEKEL, O.: Über die ältesten Gliedmaßen der Tetrapoden. Sitzungsber. Ges. naturf. Fr. 1909. p. 587 ff. Berlin 1909.
- Über das System der Reptilien. Zool. Anz. **35**. p. 324 ff. Jena 1910.
- KÖNIG, DR. FR.: Notizen zu einigen plastischen Rekonstruktionsversuchen (Habitusmodellen) von Flugsauriern, speziell *Rhamphorhynchus*. Antiqu. Katalog No. 24 von SCHÖNHUT. München 1910.
- KREMMLING, W.: Beitrag zur Kenntnis von *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. MEYER. Nova Acta. **93**. Halle 1912.
- MARSH, O. C.: The wings of Pterodactyles. Amer. Journ. Sci. **23**. p. 251 ff. New Haven 1882.
- MEYER, H. v.: Fauna der Vorwelt. Reptilien aus dem lithographischen Schiefer. Frankfurt a. M. 1860.
- *Rhamphorhynchus Gemmingi* aus dem lithographischen Schiefer in Bayern. Palaeont. **7**. p. 79 ff. Cassel 1860 (a).
- OSBORN, H. F.: Fore and hind limbs of carnivorous and herb vorous Dinosaurs etc. Bull. Amer. Mus. nat. hist. **12**. p. 161 ff. New York 1899.
- Fore and hind limbs of Sauropoda etc. Ebenda. **14**. p. 199 ff. 1901.
- Manus, sacrum and caudals of Sauropoda. Ebenda. **20**. p. 181 ff. 1904.
- OWEN, R.: A monograph of the fossil Reptilia of the liassic formations. Pt. 3. p. 80 ff. Palaeont. Soc. London 1865—81.
- PLIENINGER, F.: Beiträge zur Kenntnis der Flugsaurier. Palaeont. **48**. p. 65 ff. Stuttgart 1901.
- Die Pterosaurier der Juraformation Schwabens. Ebenda. **53**. p. 209 ff. 1907.
- SEELEY, H. G.: Dragons of the air, an account of extinct flying Reptiles. London 1901.
- STROMER, E.: Bemerkungen zur Rekonstruktion eines Flugsaurierskelettes. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **62**. Monatsber. p. 85 ff. Berlin 1910.
- Lehrbuch der Paläozoologie. **2**. p. 90 ff. Leipzig 1912.
- WAGNER, A.: Beschreibung einer neuen Art von *Ornithocephalus* etc. Abh. kgl. bayr. Akad. Wiss. Math.-phys. Kl. **6**. München 1851.
- Neue Beiträge zur Kenntnis der urweltlichen Fauna des lithographischen Schiefers. Ebenda. **8**. p. 415 ff. 1858.
- WANDERER, K.: *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. M. Palaeont. **55**. p. 195 ff. Stuttgart 1908.
- WILLISTON, S. W.: The wing finger of Pterodactyls, with restoration of *Nyctosaurus*. Journ. of Geol. **19**. p. 696 ff. Chicago 1911.
- WINKLER, T. C.: Le *Pterodactylus Kochi* WAGN. du Musée Teyler. Arch. Musée Teyler. **3**. p. 377 ff. Harlem 1874.

- WINKLER, C. T.: Note sur une espèce de *Rhamphorhynchus* du Musée Teyler. Ebenda. Ser. 2. Pt. 4. p. 1 ff. 1883.
- WOODWARD, A. SMITH: On two skulls of the Ornithosaurian *Rhamphorhynchus*. Ann. Mag. nat. hist. Ser. 7. 9. p. 1 ff. London 1902.
- ZITTEL, K.: Über Flugsaurier aus dem lithographischen Schiefer Bayerns. Palaeont. 29. p. 49 ff. Kassel 1882.

Tafel-Erklärung.

Tafel III—V.

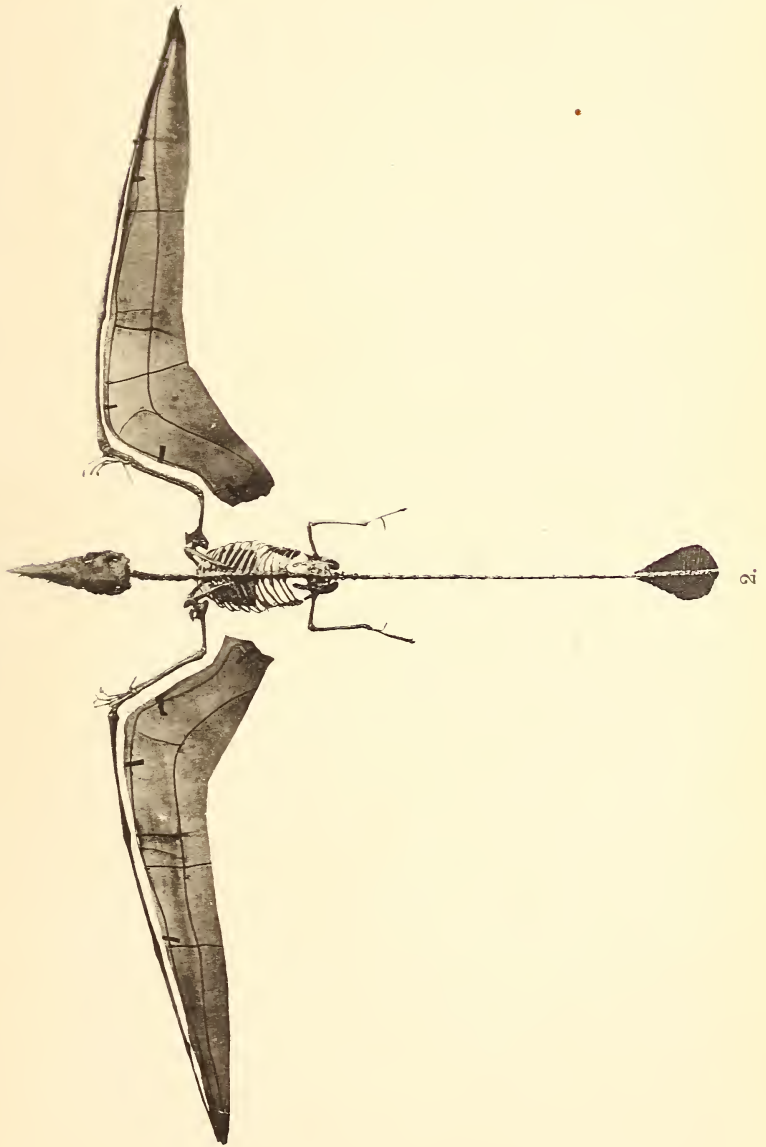
- Fig. 1. *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. M. Rekonstruktion von der Bauchseite in über $\frac{1}{3}$ nat. Gr. (Länge vom Scheitel bis zur Schwanzspitze 480 mm. Aus: STROMER 1912.)
- „ 2. Derselbe. Wachsmo­dell von oben in etwa $\frac{1}{6}$ nat. Gr.
- „ 3. Dasselbe seitlich in etwa $\frac{1}{4}$ nat. Gr.
- „ 4. Dasselbe von vorn in etwa $\frac{1}{6}$ nat. Gr.
-



1.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

E. Stromer: Rhamphorhynchus Gemmingi H. v. M.



Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

E. Stromer: Rhamphorhynchus Gemmingi H. v. M.



Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

E. Stromer: Rhamphorhynchus Gemmingi H. v. M.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [1913_2](#)

Autor(en)/Author(s): Stromer Ernst

Artikel/Article: [Rekonstruktionen des Flugsauriers Rhamphorhynchus Gemmingi H. v. M. 49-68](#)