©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Über den Erwerb des Flugvermögens.

Von

Prof. Dr. Othenio Abel.

Vortrag, gehalten den 28. Februar 1912.

(Mit Demonstrationen.)

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Hochansehnliche Versammlung!

Die Sehnsucht des Menschen, frei und leicht wie der Vogel durch die Lüfte zu schweben, reicht in uralte Zeiten zurück. Vom sagenhaften Dädalus angefangen bis zum unglücklichen Schneider von Ulm haben schon viele das Fliegen probiert, aber keinem ist es gelungen, sich mit Hilfe künstlicher Flügel empor in den Luftraum zu schwingen. Wie alt diese Flugideen sind, beweisen die Reliefdarstellungen auf assyrischen Denkmälern von geflügelten Menschen, Stieren und Pferden, Vorstellungen, deren letzte Reste sich noch in die Kultur der Gegenwart in Form geflügelter Engel und des Pegasus gerettet haben.

Gerade das Problem des Auffliegens vom Boden in die Luft hat die Menschen seit jeher beschäftigt. Heute, wo das Flugproblem endgültig gelöst ist und der Mensch sich zwar nicht mit der Kraft seiner Arme, aber mit der Kraft der von ihm gebauten Motoren emporzuschwingen vermag, hält man gerne Rückschau auf die Zeit der Utopien und verunglückter Experimente, die von der Idee ausgingen, den Menschen zu einem Beherrscher der Luft zu machen, wie es der Vogel ist.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Der Vogel hat ja seit alter Zeit immer als das Prototyp des leichtbeschwingten, kühnen Fliegers gegolten und schon Dädalus hat sich künstliche Vogelschwingen gebaut. So liegt denn die Frage nahe, wie denn der Vogel das Fliegen erlernte und ob er in der Vorzeit der Erdgeschichte aus einem an die Scholle gebundenen Reptil zum Flugtier wurde.

Unsere Untersuchungen führen zu dem Ergebnisse, daß die Vögel nicht von terrestrischen Vorfahren abstammen, sondern daß dieselben eine andere Lebensweise führten. Wir werden sehen, daß die Vogelahnen schon vor Beginn der Ausbildung ihrer Flugfähigkeit Baumbewohner waren. Das gleiche Ergebnis bringen uns die Untersuchungen über die Herkunft der Pterosaurier, Fledermäuse und aller anderen Tiere, die auf dem Festlande das Fliegen erlernten: Niemals hat ein Landtier das Fliegen erlernt, ohne eine arboricole Vorstufe durchlaufen zu haben.

Wenn man die passiv fliegenden Fallschirmfische den Flugtieren anreiht, so muß man feststellen, daß diese Tiere die einzigen sind, die von unten nach oben das Fliegen erlernten, während in allen anderen Fällen der Ausbildung von aktiven Flugapparaten der Besitz passiv wirkender Fallschirme vorausging und somit das Fliegen von oben nach unten erworben wurde.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Jeder von uns wird schon einmal einen großen Tagraubvogel in den Lüften schweben gesehen und bewundert haben, mit welch majestätischer Ruhe er Kreise um Kreise zog, ohne einen Flügelschlag zu tun.

Wenn auf der Treibjagd eine Kette Rebhühner aus dem Kleefeld aufflattert, so wird jedem, der dieses Bild einmal geschaut, die rasche Folge von Flügelschlägen der abstreichenden Hühner in Erinnerung bleiben.

Zum Schwirren wird die Flügelbewegung des Kolibris, der, ruhig vor einer Blüte in der Luft stehend und aus ihr Honig saugend, die Flügel scheinbar unbeweglich hält, dabei aber mit ihnen überaus rasche Schläge ausführt, deren Zahl 600 bis 1000 in der Minute beträgt.

Wieder anders ist das Flugbild des Fasanhahnes, und zwar ist scharf zwischen dem aufsteigenden und absteigenden Teil seiner Flugbahn zu unterscheiden. Von den ihn aufstöbernden Treibern fast zertreten, flattert er noch im letzten Momente rasch und steil in die Höhe, um, am höchsten Punkte seiner Flugbahn angelangt, ruhig die Flügel auszubreiten und in sanft absteigender Linie rasch abzustreichen. Wie schnell dieses Abstreichen erfolgt, weiß jeder Anfänger des edlen Weidwerkes zu erzählen, der viele Patronen opfern muß, um die Beute herabzuholen. Der aufsteigende Teil seiner Flugbahn ist durch einen Flatterflug, der absteigende durch einen Drachenflug markiert; verschieden ist sowohl das Flugbild als auch die Funktion der Flügel.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Schwalbe schießt auf der Jagd nach Insekten pfeilschnell dahin und vermag überaus geschickt mitten im raschesten Fluge zu wenden. Mitunter schlägt sie rasch nacheinander mit den Flügeln, um dann eine kurze Zeit lang ohne Flügelschläge zu segeln.

Schon diese wenigen Beispiele genügen, um den Unterschied zwischen den verschiedenen Arten des Vogelfluges zu kennzeichnen. Adler, Rebhuhn, Fasan und Schwalbe fliegen ganz verschieden.

Die einfachste Form des Vogelfluges ist der Flatterflug, wie ihn das Rebhuhn zeigt. Aus ihm ist der Schwirrflug der Kolibris hervorgegangen, das Extrem des aktiven Fluges bei den Vögeln, das vom Schwirrflug der Insekten aber noch weit übertroffen wird, da z. B. die Flügel der Stubenfliege 600 Schläge in der Sekunde ausführen.

Der Fasanhahn führt im Aufsteigen einen Flatterflug aus, im Abstreichen bilden seine Flügel Drachenflächen, während die langen Schwanzfedern als Steuer wirken. Die Fasanhenne mit kürzeren Schwanzfedern führt auch während des Abstreichens Flatterschläge aus.

Der Flug der Schwalbe, aus dem Flatterflug hervorgegangen, ist ein Segelflug. Rasche, starke, aber mitunter aussetzende Flügelschläge kennzeichnen ihn. Aus dem Segelflug hat sich der Schwebeflug herausgebildet, wie wir ihn bei den Tagraubvögeln antreffen, wo die Zahl der Flügelschläge auf ein Minimum herabgesunken ist; die Flügel sind aber sehr lang und kräftig und vermögen namentlich während des Auffliegens und

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

beim Absturze knapp vor dem Anlangen auf dem Boden sehr starke Schläge auszuführen. Wer von Ihnen je einen Adler in der Nähe seines Horstes beobachten konnte, wird gesehen haben, daß der Vogel ruhig mit weit ausgespannten Flügeln zufliegt oder abfliegt, wobei er förmlich in der Luft hängt; nur im Momente des Anfluges oder Abfluges schlägt er mit den Flügeln. Exner hat die Meinung vertreten, daß die Flügel der großen Tagraubvögel beim Schwebeflug nur scheinbar unbeweglich ausgebreitet sind, in der Tat aber rasche Schwirrbewegungen ausführen, die für unser Auge unsichtbar sind; alles spricht indessen dagegen, daß solche Schwirrbewegungen aktiver Natur sind, da man sie bei der großen Flügellänge der Adler in der Nähe des Horstes doch wahrnehmen müßte. Es dürften vielleicht passive Vibrationen der Federn auftreten, so wie dies auch bei Flugfischen an der Flossenhaut der Pektoralen beobachtet wurde. Eher handelt es sich bei den großen Tagraubvögeln um ein Hineinschrauben in die Luft als um Schläge mit den Flügeln, wenn sie dahinschweben.

An den Schwebeflug der Tagraubvögel reiht sich der Gleitflug des Albatros an. Wenn wir das Brustbein dieses riesigen Vogels, der fast sein ganzes Leben auf dem Meere zubringt, mit dem eines Kolibris vergleichen, so ist das des letzteren im Verhältnis zu seiner Körpergröße sechsmal so groß und hat einen siebenmal höheren Kiel als das Brustbein des Albatros. Der Brustbeinkiel der Taube ist ungefähr fünfmal höher als jener des Albatros.

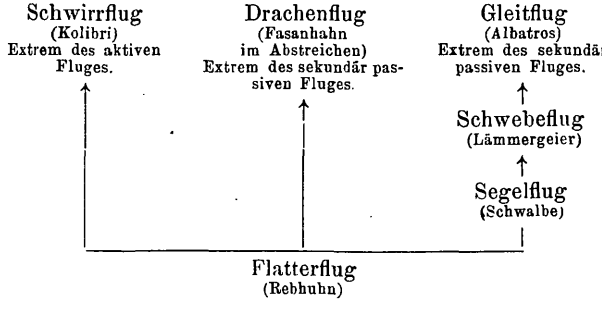
©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Aus dieser gewaltigen Differenz, die noch durch den relativen Längenunterschied der Flügel verstärkt wird, geht hervor, daß auch die Brustmuskulatur sehr verschieden ausgebildet sein muß. In der Tat ist sie beim Albatros im Vergleich zum Kolibri geradezu verkümmert.

Mit diesen Verhältnissen steht in Zusammenhang, daß der Albatros sehr lange Zeit in der Luft schweben kann, ohne Flügelschläge auszuführen. Schiffsleutnant Jouan hat berichtet, daß der Albatros bei Windstille alle fünf Minuten mit den Flügeln schlägt, während das Intervall zweier Flügelschläge bei Wind sieben Minuten beträgt. J. B. Pettigrew gab an, daß der Albatros bei leidlich gutem Winde eine Stunde lang segeln kann, ohne ein einziges Mal mit den Flügeln zu schlagen.

Der Albatros kann also kaum mehr unter die aktiven Flieger gerechnet werden; er ist zu einem passiven Gleitflieger geworden.

Wir sehen somit, daß die verschiedenen Abarten des Vogelfluges in folgender Weise aus dem Flatterflug hervorgegangen sind:



©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wir kommen zu dem Ergebnisse, daß der Flatterflug die Vorstufe des Schwirrfluges, des sekundären Drachenfluges, des Segelfluges, Schwebefluges und Gleitfluges ist. Wir müssen uns nun mit der Frage beschäftigen, welche Bewegungsart dem Flatterfluge vorausging. Um dieses Problem zu lösen, ist es notwendig, der Frage näherzutreten, von welcher Gruppe von Reptilien die zweifellos aus ihnen hervorgegangenen Vögel abstammen und welche Lebensweise diese Vogelahnen geführt haben.

Um diese Frage zu klären, ist es nötig, zunächst den Bau des Vogelarms zu betrachten.

Der Arm der Vögel umfaßt außer dem Oberarmknochen und den beiden Unterarmknochen noch Reste der Handwurzel und drei Finger.

Von diesen drei Fingern ist der zweite der längste, der erste der kürzeste; die Phalangenzahlen der meisten lebenden flugfähigen Vögel sind für den ersten Finger 2, im zweiten 3 und im dritten 1 Phalange. (Numenius im Embryonalstadium am dritten Finger 2 Phalangen; die gleiche Zahl beim erwachsenen Strauß.) Manche Vögel besitzen noch Fingerkrallen; bei allen Hühnervögeln ist der Zeigefinger bekrallt, bei sehr vielen Vögeln trägt auch der Daumen eine Kralle.

Halten wir daran fest, daß in der Hand der lebenden Vögel der vierte und fünfte Finger fehlt und höchstens im Embryo noch nachzuweisen ist.

Suchen wir nun, bei welcher Gruppe von Reptilien dieselben Verhältnisse vorliegen. Dies ist der Fall bei

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

den theropoden Dinosauriern, einer Gruppe räuberischer Reptilien, die zuerst in der Triasformation auftreten und schon damals nur auf den Hinterbeinen gingen, wie nicht nur aus ihrem Skelettbau, sondern auch aus ihren Fährten mit Sicherheit hervorgeht.

Ganz ebenso wie bei den Vögeln ist der zweite Finger stets der längste unter den drei vorhandenen; die ältesten Vertreter der Theropoden besaßen noch kümmerliche Reste des 4. und 5. Fingers, während bei dem jurassischen Allosaurus vom 4. Finger nur ein kümmerliches Rudiment vorhanden ist, das dem gleichalterigen Compsognathus aus dem lithographischen Schiefer Bayerns bereits gänzlich fehlt. Die Hand dieses katzengroßen Theropoden war also dreifingerig wie die der Vögel; sie diente als Angriffswaffe.

Untersuchen wir die Zahl der Fingerknöchel des ältesten Vogels Archaeopteryx, so sehen wir, daß sie etwas größer ist als bei den lebenden Vögeln, nämlich 2 am Daumen, 3 am Zeigefinger, 4 am Mittelfinger. Dieselben Zahlen weisen die Finger der Theropoden auf.

Halten wir daran fest, daß im Baue der Hand die ältesten Vögel und die Theropoden übereinstimmen, und vergleichen wir das Fußskelett in beiden Gruppen, insbesondere die Zehen und Zehenstellung.

Die Vögel besitzen in vielen Fällen noch die große Zehe. In der Regel steht sie nach hinten ab und bildet den hinteren Teil einer Greifzange, während die vorderen Zehen (2. 3. 4.) den vorderen Zangenteil zusammensetzen. Das ist nachweisbar das primitive Verhalten;

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

in jenen Fällen, wo die erste Zehe nach vorne gewendet ist (z. B. Pinguin), oder wo sie mit den vorderen durch eine gemeinsame Schwimmhaut verbunden ist (z. B. Pelikan), oder wo sie zusammen mit der zweiten Zehe die hintere Hälfte der Greifzange des Fußes bildet (z. B. Trogon) oder mit der vierten Zehe zusammen der zweiten und dritten gegenübersteht (z. B. Papagei), handelt es sich um sekundäre Verschiebungen der Zehen.

Ferner wissen wir, daß der Verlust der großen Zehe bei den Schreitvögeln und Laufvögeln aus den verschiedensten Vogelfamilien eingetreten ist. Sie steht nur noch in jenen Fällen bei Laufvögeln den drei übrigen Zehen (2. 3. 4.) gegenüber, wo die Verbreiterung der Fußfläche infolge Laufens im Sumpfboden oder auf Wasserpflanzen von Vorteil ist (z. B. Parra, Gallinula).

Die opponierte Stellung der großen Zehe im Vogelfuß kann also unter keinen Umständen die Folge des Lebens auf dem Erdboden sein, sondern muß eine Erwerbung aus der Zeit des Lebens im Geäst der Bäume sein. Schon Archaeopteryx zeigt diese Zehenstellung.

Es ist nun von größtem Interesse, festzustellen, daß auch die ältesten theropoden Dinosaurier die große Zehe nach hinten gekehrt hatten. Die jüngeren Theropoden, welche ausgesprochene bipede Schreiter, Läufer und Springer waren (z. B. Compsognathus), besaßen noch die große Zehe in ihrer alten Lage am Hinterrande des Mittelfußes, aber sie verkümmerte hier ebenso wie wir dies bei den Laufvögeln und Schreitvögeln beobachten konnten. Theropodenfährten aus der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Trias Nordamerikas zeigen in deutlichster Weise den Abdruck der großen Zehe in Oppositionsstellung zu den übrigen Zehen.

Durch diese Feststellung gewinnt die Übereinstimmung im Handbaue der Vögel und Theropoden an Bedeutung. Beide Gruppen sind ja in mannigfacher Hinsicht durch morphologische Übereinstimmung miteinander verknüpft; nun läßt sich auch noch der Nachweis führen, daß die Ahnen der Theropoden und Vögel, welche beide biped sind, dieselbe Lebensweise geführt haben müssen.

Diese Lebensweise kann nur eine arboricole gewesen sein, d. h. die Ahnengruppe, aus der die Vögel und Theropoden hervorgingen, muß auf Bäumen gelebt haben.

Wenn aber die Vögel und Theropoden von gemeinsamen arboricolen Ahnen abstammen, wie ich dies im Vorjahre in den Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien eingehend dargelegt habe, so geht daraus weiter hervor, daß das Flugvermögen der Vögel während der Zeit ihres Baumlebens erworben worden sein muß. Dieses Erlernen des Fliegens ist ohne Zweifel allmählich und mit stufenweiser Steigerung der Anpassungen an den Flug erworben worden. Die ersten Flugversuche werden kaum anders verlaufen sein als erste, schüchterne Bewegungen mit einem Fallschirmapparate, der sich an der Hinterseite der Arme ausgebildet hatte. Alle landbewohnenden Fallschirmtiere der Gegenwart leben auf Bäumen und wenn auch bei keinem der Weg angedeutet ist, auf welchem der Vogelflügel

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

entstand, so sehen wir doch, daß diese verschiedenartigen Fallschirmvorrichtungen in erster Linie dazu dienen, um beim Sprunge von oben nach unten den Fall abzuschwächen und die Sprungweite zu vergrößern.

Wir wenden uns nunmehr der Besprechung einer gänzlich erloschenen Gruppe fliegender Reptilien zu, welche in der Trias-, Jura- und Kreideformation eine hervorragende Rolle gespielt haben. Dieser Gruppe der Pterosaurier gehört das größte Flugtier aller Zeiten an, das nach den letzten Untersuchungen von G. F. Eaton aus dem Jahre 1910 eine Spannweite von 8·16 m besaß.

Die Flugfläche der Flugsaurier oder Pterosaurier wurde von einer Hautverdoppelung gebildet, die sich zwischen dem enorm verlängerten vierten Finger und dem Körper ausspannte und einen mehr oder weniger langgestreckten sensenförmigen Flügel bildete. Diese Sensenform ist insbesondere bei der jurassischen Pterosauriergattung Rhamphorhynchus (Familie der Rhamphorhynchiden) und dem oberkretazischen Flugsaurier Pteranodon (Familie der Ornithocheiriden) deutlich ausgebildet, während die Hautflügel der Rhamphorhynchidengattung Dimorphodon aus dem Lias Englands und von Pterodactylus (Familie der Pterodactyliden) kürzer und breit dreieckig waren.

Wesentliche Unterschiede bestehen unter den Pterosauriern in der Reduktion des Schwanzes (bei den Pterodactyliden und den aus ihnen hervorgegangenen Orni-

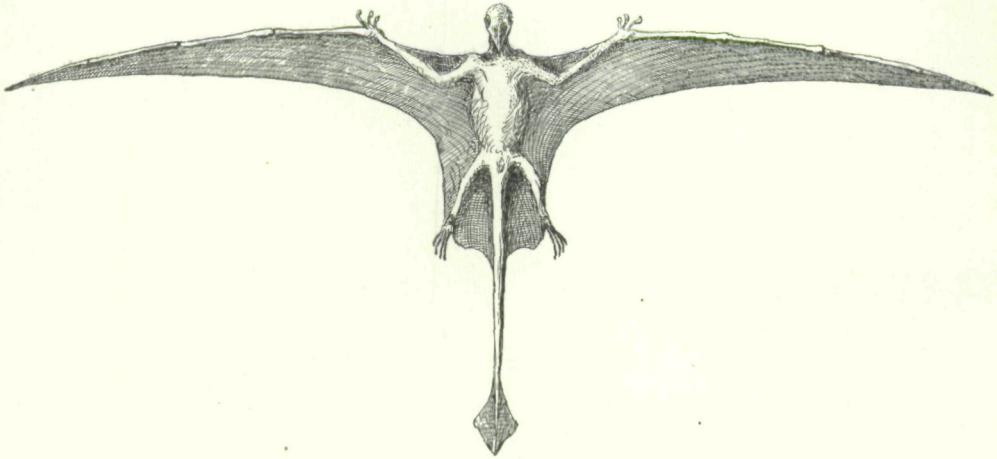


Fig. 1. Rekonstruktion von *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. Meyer aus dem lithographischen Schiefer Bayerns (Oberer Jura) in $^{1}/_{10}$ nat. Gr.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

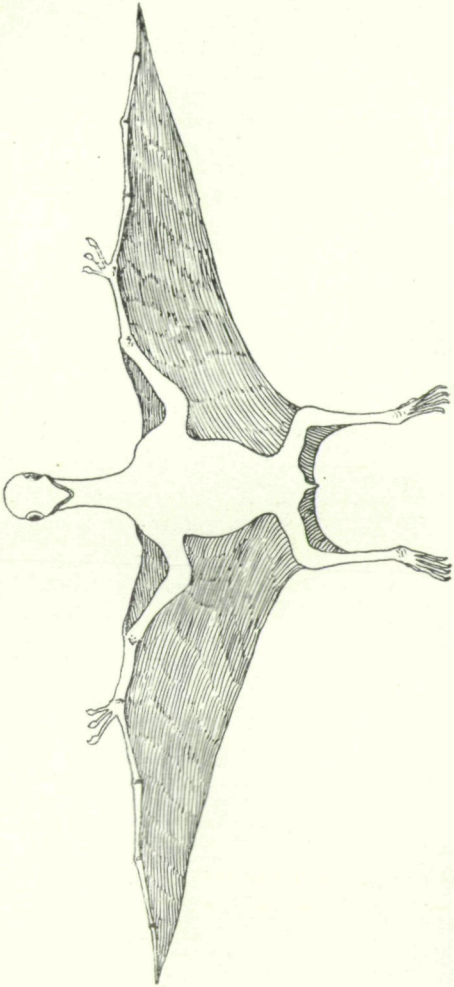
thocheiriden) oder in der speziellen Ausbildung des Schwanzes zu einem wesentlichen Bestandteil des Flugapparates (Rhamphorhynchiden).

Bei den Rhamphorhynchiden ist der Schwanz außerordentlich sehnig, wie einzelne Exemplare aus dem schwarzen Jura Schwabens und aus den lithographischen Schiefern Bayerns mit versteinerten, wohl erhaltenen Sehnen zeigen. Einige Exemplare zeigen deutlich den Abdruck eines häutigen, rhombisch geformten Segels am Schwanzende; dieses Segel stand beim Fluge horizontal und wirkte ganz ebenso wie das Steuer der Eindeckerflugmaschinen einzelner moderner Systeme. Überhaupt ist die Ähnlichkeit der Konstruktion eines Etrich-Monoplans mit einem Rhamphorhynchus in der Flugstellung in mechanischer Hinsicht überraschend. (Fig. 1.)

Ohne Zweifel muß der Flug der Rhamphorhynchiden ganz anders als der Flug der Pterodactyliden gewesen sein, die statt des langen Schwanzes mit dem endgestellten Schwanzsegel nur einen kümmerlichen Überrest des Schwanzes besessen haben. Im Gegensatz zum Drachenflug von Rhamphorhynchus muß der Flug eines Pterodactylus ein Flatterflug gewesen sein und wir werden der Wahrheit am nächsten kommen, wenn wir uns einen fliegenden Pterodactylus mit ähnlichen unsteten Flatterbewegungen vorstellen, wie sie die Fledermäuse zeigen, denen ja auch das Schwanzsteuer fehlt. (Fig. 2.)

Außer den Flughäuten, die sich zwischen dem vierten Finger und dem Rumpf zu einem häutigen Flügel ausspannten, müssen bei den Flugsauriern auch noch an

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



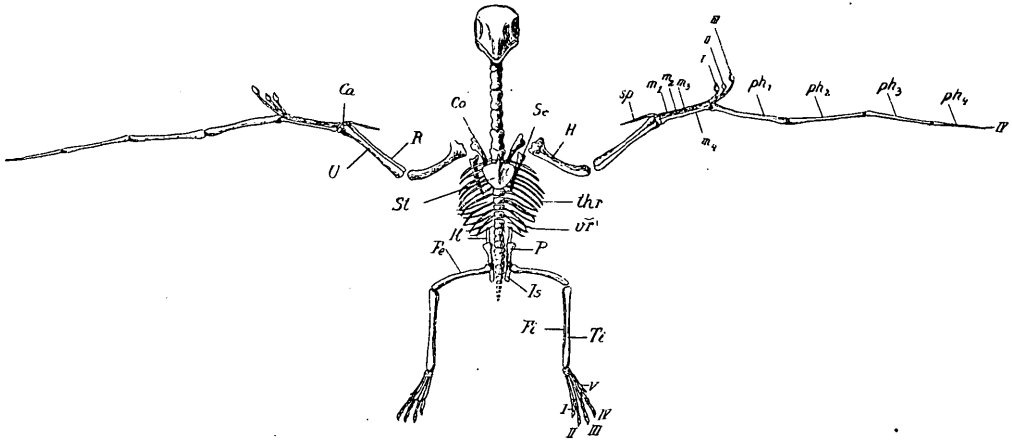


Fig. 2. Rekonstruktion von *Pterodactylus spectabilis* H. v. Meyer, ebendaher in ca. $^1/_2$ nat. Gr.

Ca = *Carpalknochen*	*H* = *Humerus*	*ph* = *Phalange*	*St* = *Sternum*
Co = *Coracoid*	*Il* = *Ilium*	*R* = *Radius*	*thr* = *Thorakalrippen*
Fe = *Femur*	*Is* = *Ischium*	*Sc* = *Scapula*	*Ti* = *Tibia*
Fi = *Fibula*	m_{1-4} = *Metacarpale (I—IV)*	*sp* = *Spannknochen (Sesambein)*	*U* = *Ulna*
	P = *Pubis*		*vr* = *Ventralrippen*

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

anderen Körperstellen Hautduplikaturen vorhanden gewesen sein.

Dies geht mit voller Klarheit aus dem Vorhandensein sogenannter „Spannknochen" hervor, die zur Spreizung der Häute dienten. Ein solcher Spannknochen findet sich im Flügel, und zwar ist es der Daumen, der schräge nach oben gegen die Schulter gerichtet war und ein dreieckiges Propatagium spannte; ein zweiter derartiger Spannknochen ist die fünfte Zehe, welche bei den Langschwänzen zum Ansatz eines zwischen den Hinterbeinen ausgespannten Hautsegels (Uropatagium) diente und besonders stark bei Rhamphorhynchus abgespreizt ist (Taf. I).

Daß es gerade die fünfte Zehe ist, die als Spannknochen dient, während man doch erwarten sollte, daß bei normaler Fußstellung die erste Zehe zum Ansatz des Uropatagiums gedient haben müßte, beweist uns folgendes:

Der Hinterfuß kann im Fluge nur derart gestellt gewesen sein, daß die große Zehe nach außen und die fünfte nach innen sah, so daß die Handfläche nach vorne gekehrt war (Taf. I).

Daraus erhellt, daß der Hinterfuß der Rhamphorhynchiden im Schreiten wahrscheinlich ebenso gestellt wurde wie bei den lebenden Fledermäusen, deren fünfte Zehe gleichfalls nach innen, die große aber nach außen gedreht ist, so daß der Fußrücken nach hinten sieht. Die Spreizung des Uropatagiums wird jedoch bei den Fleder-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

mäusen durch einen vom Fersenbein entspringenden knorpeligen Sporn, dem Calcar, bewirkt.

Bei den Pterodactyliden ist dagegen die Stellung der Zehen normal; die fünfte ist hochgradig verkümmert und bei Pteranodon endlich, wie G. F. Eaton 1910 gezeigt hat, auf ein kleines Rudiment des Metatarsale zurückgebildet. Keinesfalls hatte also die fünfte Zehe bei dieser Flugsaurier-gruppe dieselbe Bedeutung wie bei den Rhamphorhynchiden.

Wir müssen uns nun der Frage zuwenden, ob auch die Flugsaurier als Tiere anzusehen sind, die ihren Flug von oben nach unten erlernten.

Die Ausbildung häutiger Flügel und die Art ihres Ansatzes spricht ganz entschieden dafür, daß die Pterosaurier ursprünglich Fallschirmtiere mit Häuten an den Gliedmaßen und Rumpfseiten waren und Anpassungsstufen durchlaufen haben, wie wir sie bei den heute lebenden Fallschirmsäugetieren ausgebildet finden. Alle lebenden Fallschirmsäugetiere, die den verschiedensten Gruppen des Säugetierstammes angehören, sind Baumbewohner.

Hautsäume an den Körperflanken sind kein Mittel zum Auffliegen; aber sie verlangsamen den Absturz durch Vergrößerung der Oberfläche und Bildung eines Fallschirmes. Zuerst ist ebensowohl der Flugsaurier als die Fledermaus und der Vogel ein Tier gewesen, das die Hautsäume dazu verwendete, beim Absprunge nach unten den Sturz abzuschwächen und daher die Sprungweite zu vergrößern. Auch in diesem Falle ist der ak-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

tive Flügelflug aus dem passiven Fallschirmflug hervor gegangen.

Untersuchen wir einmal, wie die anderen Flugtiere das Fliegen, und zwar das aktive Fliegen erlernten. Die besten Flugtiere sind die Insekten; bei keiner anderen Gruppe der Flieger wird eine so gewâltige Zahl aktiver Flügelschläge während des Schwirrfluges ausgeführt.

Die ältesten Insekten besaßen, wie A. Handlirsch gezeigt hat, große, horizontal vom Körper abstehende Flugorgane. Bei keinem einzigen Palaeodictyopteren sind die Flügel über das Abdomen zurückgeschlagen.

Diese Tiere mußten entweder an freistehenden Objekten ruhig sitzen oder fliegen und schweben. Die Libellen und Eintagsfliegen sind Beispiele dieser altertümlichen Flugweise unter den lebenden Insekten.

Der Flug der Insekten war aller Wahrscheinlichkeit nach zuerst gleichfalls ein Fallschirmflug, hauptsächlich beeinflußt und provoziert durch das Bestreben, den Feinden so rasch als möglich zu entrinnen. Vielleicht haben die ältesten Insekten von Stengeln und Blättern der Sumpfpflanzen aus die Flucht ins Wasser ergriffen; ihre älteste Entwicklung und die schrittweise Ausbildung des Fluges läßt sich am ehesten in einem Milieu denken, wie es die Mangrovesümpfe der Gegenwart darstellen.

Während diese hypothetische Entstehung der fliegenden Insekten eine Flucht ins Wasser annimmt, bieten uns die sogenannten Flugfische, die richtiger Fall-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

schirmfische genannt werden sollten, ein Beispiel für Tiere, die das Fliegen auf der Flucht vor Feinden aus dem Wasser erlernten.

Gerade dieser Fall zeigt sehr deutlich, daß zwar im Verlaufe der Anpassung an eine bestimmte Lebensweise Steigerungen der Spezialisation eintreten, daß aber der Ausgangspunkt einer „Anpassung" mitunter bei einer andern Lebensweise erworben wurde. Die großen Flossen des Dactylopterus, die ihm heute als Drachenflugapparate dienen, sind bei vielen seiner Verwandten vorhanden, die den Meeresboden nie verlassen; die scheibenförmige Flossenform und die bedeutende Flossengröße ist eine Anpassung an das Leben auf dem Grunde des Meeres. Dagegen stammen die Schwalbenfische (Exocoetus) von Hochseefischen ab und haben schon bei dieser Lebensweise die großen Flossen besessen, die ihnen später von Nutzen wurden, als sie auf der Flucht vor ihren gefährlichsten Gegnern, den Thunfischen, sich durch Sprünge aus dem Wasser zu retten suchten. Schon Charles Darwin hat diese Entstehung der Flugfische eingehend beleuchtet. Die Verschiedenheit der Flossenformen von Dactylopterus und Exocoetus ist, wie ich 1906 eingehend dargelegt habe, nur durch die heterogene Herkunft beider Typen und die verschiedenartige Lebensweise ihrer Vorfahren zu erklären.

Die Flugfische sind, wenn wir das enorme Heer fliegender Tiere überblicken, die einzige Gruppe, welche das Fliegen von unten nach oben erlernte. Bei den lebenden Formen, die im Begriffe sind, das Flugvermögen zu

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

erwerben wie die Fallschirmsäugetiere und die Fallschirmgeckonen, sehen wir, daß es ausnahmslos Baumbewohner sind, die zuerst von oben nach unten springen, später durch Fallschirme den Fall abschwächen und die Sprungweite vergrößern und schließlich das Flatterfliegen erlernen.

Ganz auf demselben Wege ist das Flugvermögen der Fledermäuse entstanden, ebenso das der Flugsaurier und ebenso das der Vögel. Vor kurzem ist es K. Deninger gelungen, den Flugdrachen (Draco), einen kleinen arboricolen Agamiden aus der Gruppe der Lacertilier, im Fluge zu beobachten. Das Tierchen bläst sich durch Einschlucken der Luft zu einem Ballon auf und ich habe daher seinen passiven Flug als einen Fallballonflug bezeichnet.

Wir sehen also, daß es ein ganz fehlerhafter Gedanke war, den Dädalus faßte, als er sich vom Erdboden aus in die Lüfte aufschwingen wollte. Nie ist im Laufe der Geschichte der Tierwelt der Flug von Landtieren in dieser Weise erworben worden und wir werden ebenso in alle Zukunft darauf verzichten müssen, das Fliegen mit Hilfe unserer eigenen Arme zu erlernen als es jemals dem Pferde möglich sein würde, durch Ausbildung eines zweiten Schultergürtels und eines Flügelpaares zum Pegasus zu werden, der von der Erde weg sich mit Hilfe seiner Schwingen in den Äther aufschwingt — wenigstens nach den Vorstellungen der Künstler, die seit fünftausend Jahren geflügelte Menschen, geflügelte Löwen und geflügelte Pferde mit unmöglicher, niemals funktionsfähiger Brust-Schultermuskulatur darstellen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 52

Autor(en)/Author(s): Abel Othenio

Artikel/Article: Über den Erwerb des Flugvermögens. 215-236