

## Ueber die Erwerbung des Flugvermögens bei Wirbelthieren.

Von

Prof. L. Döderlein in Strassburg i. E.

Welche Rolle die Kunst des Fliegens im Thierreich spielt, mag aus der überraschenden Thatsache hervorgehen, dass weitaus die grössere Hälfte der bekannten Thierarten mit Flugwerkzeugen ausgerüstet ist. Denn wenn wir die Zahl der bisher bekannten Thiere auf rund 420 000 Arten<sup>1)</sup> annehmen, so kommen davon allein etwa 280 000 Arten auf Insecten, neben denen die 13 000 Arten von Vögeln und 600 Arten von Fledermäusen der Zahl nach kaum mehr in Betracht kommen; es sind dies die drei grossen Gruppen von Thieren, welche normaler Weise mit Flugvermögen begabt sind. Rechnen wir davon auch 30 000 bis 40 000 Arten ab, Vögel und Insecten, deren Flugorgane verkümmert sind, so bleibt immerhin noch die stattliche Zahl von etwa 260 000 Arten lebender Thierarten, also nicht weniger als 62 Proc., welche fliegen können, gegenüber von nur etwa 160 000, denen diese Fähigkeit versagt ist.

Wenn wir nun zunächst untersuchen, unter welchen Thiergruppen fliegende Formen überhaupt sich finden, so ist es ja nicht weiter erstaunlich, dass solche Gruppen, deren Zugehörige im Wasser leben und athmen, als ausserordentlich wenig geeignet sich erweisen, fliegende Formen hervorzubringen. Von den 7 grossen Thierstämmen sind 4, Protozoen, Cölenteraten, Würmer und Echinodermen, ganz oder fast ganz auf das Leben im Wasser beschränkt,

---

1) MÖBIUS, K., Ueber den Umfang und die Einrichtung des Zoologischen Museums zu Berlin, in: SB. Akad. Wiss. Berlin, 1898.

von den 3 andern findet sich nur noch ein Theil auf diese ursprüngliche Lebensweise angewiesen, die Hälfte der Mollusken, von Arthropoden die Krebse und von Wirbelthieren die Fische. Unter all diesen Gruppen echter ursprünglicher Wasserbewohner haben es lediglich 2 Gattungen von Fischen, *Exocoetus* und *Dactylopterus*, dazu gebracht, Flugwerkzeuge zu entwickeln.

Auch unter den landbewohnenden und luftathmenden Thieren stellen die Mollusken bei ihrer Unfähigkeit, schnelle Ortsbewegungen auszuführen, keine fliegenden Vertreter, und nur von Arthropoden und Vertebraten, deren gegliederte Extremitäten hurtige Bewegungen ermöglichen, wurde die Kunst des Fliegens erworben.

Dies geschah aber mit solchem Erfolg, dass von den landbewohnenden Gliederthieren die ungeheuere Mehrheit, von den landbewohnenden Wirbelthieren gegen 64 Proc. der bekannten Arten in den Lüften sich tummeln kann.

Der Flug ist die höchstentwickelte, die idealste Form der Ortsbewegung, die von Landbewohnern erreicht werden kann. Nicht weniger als etwa 75 Proc. aller Landthiere haben sie erreicht, eine Zahl, aus der der ungeheuere Werth hervorgeht, den das Flugvermögen im Kampf ums Dasein für die landbewohnenden Thiere hat.

Bei unsern weitem Betrachtungen soll von den flugbegabten Gliederthieren, den Insecten, abgesehen werden, und nur specieller untersucht werden, welches wohl die Voraussetzungen waren, unter denen innerhalb der einzelnen Gruppen von Wirbelthieren Flugfähigkeit erworben werden konnte.

Wir kennen nicht weniger als 12 verschiedene Gruppen von Wirbelthieren, innerhalb deren völlig unabhängig von einander Flugorgane ausgebildet wurden, allerdings in sehr verschiedener Art von Vollkommenheit. Nur bei 3 Gruppen, den Vögeln, den Fledermäusen und den längst ausgestorbenen Flugsauriern, ist die höchste Stufe erreicht worden mit der Ausbildung von echten Flügeln, durch deren Auf- und Niederklappen das Thier zu selbständigen, von einem festen Stützpunkt unabhängigen Bewegungen in der Luft befähigt wird. In allen übrigen Fällen sind die Flugwerkzeuge auf einer niedern Stufe stehen geblieben und nur als Fallschirme ausgebildet, die während des Fluges ausgespannt, aber nicht auf und ab geklappt werden können, die zwar zu ausserordentlich weiten Sprüngen, aber nicht zum eigentlichen Fliegen befähigen. Derartige Fallschirme von ganz verschiedenartigem Bau wurden erworben in zwei Fällen bei

Fischen, ferner bei einem Frosch, bei 2 Gruppen von Eidechsen und 4 Gruppen von Säugethieren.

Um zunächst von dem Fallschirm (Patagium) zu sprechen, so kommt ein solcher dadurch zu Stande, dass am Körper grössere seitliche Hautfalten auftreten, die gewöhnlich von bestimmten Skelettheilen gestützt und ausgespannt werden können; und zwar ist es die vordere Extremität, die in hervorragendem Maasse sich zum Stützen und Spannen des Fallschirms eignet, ohne indess in allen Fällen dabei Verwendung zu finden. Thiere mit ausgebreitetem Fallschirm bedecken eine viel grössere Fläche und finden daher beim Fall einen ungleich viel grössern Luftwiderstand als ebenso grosse Thiere ohne Fallschirm. Letztere würden bei einem Sprung etwa von einem Ast aus beträchtlicher Höhe nahezu senkrecht auf den Erdboden fallen, während ein Thier mit ausgespanntem Fallschirm zwar ebenfalls herabfällt, aber viel langsamer, indem es in einer schiefen Ebene nach unten gleitet, auf diese Weise einen mehr oder weniger weiten Weg in horizontaler Richtung zurücklegend. So befähigt der Fallschirm die damit begabten Thiere dazu, in Wirklichkeit nur ausserordentlich weite Sprünge zu machen, die einem Fluge allerdings ähnlich sehen. Je nach der Höhe, von der aus der Absprung geschieht, ist der zurückgelegte horizontale Weg oft ein sehr beträchtlicher, der bei grössern Fallschirmthieren 70 bis selbst 100 m betragen kann.

Der Fallschirm selbst ist unter keinen Umständen tauglich, das Thier in die Höhe zu heben; damit er aber überhaupt in Wirksamkeit treten kann, ist es absolut nöthig, dass der Körper des Thieres in eine gewisse Höhe über den Boden gebracht wird, um sich dann dem Fallschirm anzuvertrauen. Dies kann nun in zweierlei Weise erreicht werden.

Die eine Möglichkeit ist die, dass das Thier sich vom Erdboden oder vom Wasser aus in die Höhe schnellt und dann mittels des ausgebreiteten Fallschirms seine Flugbahn beschreibt. Wir kennen kein Beispiel von landbewohnenden Wirbelthieren, die einen Fallschirm ausgebildet hätten, um weite Sprünge auf dem festen Boden zu machen, wie das unter den Insecten die Feldheuschrecken zumeist thun. Unter den zahlreichen Gruppen springender und hüpfender Landwirbelthiere, die, wie Känguruh und Springmäuse, zum Theil erstaunlich weite Sprünge zu machen verstehen, ist keines, das die Ausgiebigkeit seiner Sprünge durch Ausspannen einer Flughaut vergrössern könnte.

Dagegen wird bei beiden Gruppen von fliegenden Fischen die

erforderliche Fallhöhe dadurch erreicht, dass sich die Thiere mit erheblicher Geschwindigkeit aus dem Wasser schnellen, worauf sie dann unter günstigen Umständen eine mitunter sehr beträchtliche Strecke (100 bis 150 m) in der Luft mittels des Fallschirms zurücklegen. Der Fallschirm kommt bei beiden sonst ganz verschieden gebauten Gattungen *Dactylopterus* und *Exocoetus* übereinstimmend dadurch zu Stande, dass die Vorderflossen, in geringerem Grade auch die Hinterflossen, eine ausserordentliche Vergrösserung erfahren haben, so dass sie den Eindruck von Flügeln machen. Ein Auf- und Niederschlagen dieser Flugorgane, wie bei echten Flügeln, findet aber nicht statt, wie dies gegenüber ältern Ansichten jetzt wohl allgemein zugegeben wird.

Die zweite Möglichkeit, die erforderliche Fallhöhe zu erreichen, besteht darin, dass die Thiere durch Emporklettern an Bäumen, Felsen und dergl. einen erhöhten Standpunkt erreichen und sich von da aus fallen lassen oder vielmehr abstossen, so dass sie mittels des Fallschirms weite Sprünge ausführen; und dieser Weg ist es, auf den sämtliche mit Fallschirm ausgerüstete Landwirbelthiere angewiesen sind, um diesen in Thätigkeit setzen zu können. Denn alle mit Fallschirm versehenen Landwirbelthiere, die wir kennen, sind ausgeprägte Kletterthiere, und ihre nächsten Verwandten, so weit wir sie kennen, klettern mit grösster Gewandtheit und sind auch ohne Fallschirm befähigt, weite Sprünge von Ast zu Ast zu machen, eine Fertigkeit, die eben bei den fortgeschrittensten Formen durch das Auftreten von Fallschirmen enorm gesteigert wird.

So finden wir unter den Amphibien einen fliegenden Frosch, *Rhacophorus reinwardti* von den Sunda-Inseln; er zeigt andern Fröschen gegenüber nichts weiter Auffallendes, als dass die Zehen der Vorder- und Hinterfüsse absonderlich lang sind; die zwischen den Zehen befindlichen Schwimmhäute bilden nun in ausgespanntem Zustande einen vortrefflichen Fallschirm, der das Thierchen zu ausserordentlich weiten Sprüngen befähigt. Dieser Frosch gehört zu einer Gruppe von Baumfröschen, die durch das Auftreten von Haftscheiben an den Zehenspitzen an unsern gemeinen Laubfrosch erinnern. Alle Baumfrösche sind höchst geschickte Kletterthiere, von denen in den Tropen zahlreiche Arten die Laubkronen der hohen Bäume bevölkern.

Ein anderes Beispiel finden wir in den Flugdrachen, wie man die zierlichen, in Indien und auf den Sunda-Inseln einheimischen Arten der Gattung *Draco* nennt, welche kaum die Grösse unserer

Eidechsen erreichen. Sie gehören zu einer Gruppe von Baumeidechsen, die mit grösster Gewandtheit und unter blitzschnellen Bewegungen sich auf den Stämmen und zwischen den Zweigen von Bäumen herum treiben.

Unter diesen ist die Gattung *Draco* nun dadurch ausgezeichnet, dass sich an den Seiten des Rumpfes eine breite, bunt gezeichnete Hautfalte befindet, die durch die ungemein verlängerten falschen Rippen gestützt wird. Durch das Aufrichten der Rippen wird diese Hautfalte gespannt und bildet einen prächtigen Fallschirm, mittels dessen die Thierchen 6—8 m weite Sprünge wagen können.

Zu einer andern Gruppe von Eidechsen, den *Ascalabotae* oder *Geckonidae* gehört der merkwürdige *Ptychozoon homalocephalum* von Java, der an Kopf, Rumpf, Schwanz und Gliedmaassen breite Hautsäume trägt, die zusammen einen wirkungsvollen Fallschirm darstellen, welcher jedoch durch keinerlei Skelettheile gestützt und gespannt wird. Dies Thierchen ist bekannt unter dem Namen „der fliegende Gecko“. Die *Ascalabotae* sind eine Familie von meist tropischen Eidechsen, deren Kletterfertigkeit eine ausserordentliche ist; denn dank den Haftscheiben, mit denen ihre Zehen versehen sind, können sie nicht nur an ganz glatten, senkrechten Wänden geschickt umherlaufen, sondern sogar an horizontalen Flächen mit dem Rücken nach unten sich bewegen. Aehnliche Hautsäume wie *Ptychozoon* zeigt auch die den Geckoniden nahe stehende Gattung *Uroplates* von Madagascar. Uebrigens liegt meines Wissens für keine der beiden Gattungen eine thatsächliche Beobachtung vor, dass diese Hautsäume auch wirklich als Fallschirm beim Springen dienen, so dass vielleicht diese Formen aus der Reihe der Fallschirmthiere auszuscheiden sind.

Alle übrigen mit Fallschirm versehenen Wirbelthiere gehören zu den Säugethieren. Bei ihnen allen kommt übereinstimmend der Fallschirm dadurch zu Stande, dass die etwas verlängerten Vorder- und Hinterbeine mit einander durch eine von den Seiten des Rumpfes ausgehende Hautfalte verbunden sind, welche beim Ausstrecken der Gliedmaassen gespannt wird. Die Hand ist etwas verlängert, und alle Zehen an Hand und Fuss sind mit kräftigen Krallen versehen, welche die Thiere zum Klettern befähigen; denn alle hierher gehörigen Formen sind ausgesprochene Kletter- und Baumthiere.

Als erste der hierher gehörigen Gruppen erwähnen wir die „Flugbeutler“ mit den Gattungen *Petauroides*, *Petaurus* und *Acrobates*, welche zu der auf Australien und die benachbarten Inseln beschränkten Familie der *Phalangeridae* gehören. Es ist das die

Familie von Beutelhieren, welche die gewandtesten Baum- und Kletterthiere in sich vereinigt und welche in der australischen Thierwelt die dort fehlenden Affen und Eichhörchen ersetzt. Unter den Flugbeutlern finden wir Geschöpfe von der Grösse eines Marders bis zu der einer kleinen Maus.

In ihrer äussern Gestalt den Flugbeutlern ausserordentlich ähnlich, aber einem völlig verschiedenen Zweig von Säugethieren, den Nagethieren, angehörig finden wir ferner die „Flughörnchen“ mit den Gattungen *Pteromys* und *Sciuropterus*, die sich als die nächsten Verwandten der durch ihre Kletterfertigkeit ausgezeichneten Eichhörchen erweisen. Flughörnchen von Mardergrösse kommen im tropischen Asien und auf den Sunda-Inseln vor, kleinere Formen im nördlichen Asien, von wo sie nach dem europäischen Russland einerseits, nach Nordamerika andererseits sich verbreiten.

In Lebensweise und Körpergestalt den eben genannten völlig gleichend, kommt noch eine andere Gruppe von Fallschirm-besitzenden Nagethieren vor, die man als „Flugbilche“ bezeichnen könnte, die Gattungen *Anomalurus* und *Idiurus* aus West-Afrika umfassend; erst seit den letzten Jahren ist aus dieser Gegend auch eine *Anomalurus*-artige Thierform bekannt geworden, die noch keinen Fallschirm besitzt, die Gattung *Zenkerella*, ein ausgesprochenes Baum- und Kletterthier.

Die 3 genannten Gruppen von Säugern, die Flugbeutler, Flughörnchen und Flugbilche, zeichnen sich alle durch den Besitz eines freien, langen und buschigen Schwanzes aus, der als treffliches Steuer beim Springen benutzt wird; jeden Falls hat man bei einigen der hierher gehörigen Arten direct beobachtet, dass sie im Stande sind, mitten im Sprunge die Richtung auffallend zu verändern.

Bei der an letzter Stelle zu erwähnenden Form von Säugethieren, die mit einem Fallschirm begabt ist, dem Flugmaki, *Galeopithecus*, der in Hinterindien, den grossen Sunda-Inseln und den Philippinen zu Hause ist, erweist es sich, dass der Fallschirm gegenüber den andern Formen noch erheblich vergrössert ist; er spannt sich nicht nur zwischen Vorder- und Hinterbeinen aus sowie zwischen den etwas verlängerten Zehen, sondern umfasst auch noch vollständig den Schwanz, der durch eine Hautfalte mit den Hinterbeinen verbunden ist, und setzt sich vorn bis zum Hals fort. Das Thier, ebenfalls von Mardergrösse, klettert und springt ganz vorzüglich. Seine systematische Zugehörigkeit ist nicht sichergestellt; es entfernt sich weit von allen bekannten Säugethieren und wurde früher mit den Halb-

affen, in neuerer Zeit mit den Insectivoren in Verbindung gebracht, ohne entschiedene Annäherung an die eine oder andere dieser Ordnungen zu zeigen.

Es ist die einzige der mit Fallschirm versehenen Wirbelthierformen, von der wir keine nahen Verwandten kennen, die der Flughaut entbehren.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass in einer grössern Anzahl von Fällen innerhalb solcher Wirbelthiergruppen, bei denen die Fertigkeit im Klettern und Springen einen besonders hohen Grad von Vollkommenheit erreicht hat, bei Baumfröschen, Baumeidechsen, Geckonen, Kletterbeutlern, Eichhörnchen, Schuppenbilchen, gewissermaassen als höchste Ausbildung dieser Anlage die Entwicklung eines Fallschirms sich einstellte. Man fühlt sich fast geneigt, es als ein Gesetz zu betrachten, dass innerhalb solcher Wirbelthiergruppen es zuletzt zur Ausbildung von Fallschirmthieren kommen muss. Da ist es nun im höchsten Grade befremdlich, dass gerade in der Gruppe, bei der die Kletter- und Springfertigkeit unter allen Wirbelthieren am vollendetsten entwickelt ist, bei den Primaten, den Affen und Halbaffen, ein Fallschirm nirgends zur Ausbildung gekommen ist (das ganz rudimentäre Patagium, das bei *Propithecus* angegeben wird, kommt dabei nicht in Betracht).

Die höchste Ausbildung von Flugorganen finden wir bei denjenigen Wirbelthieren, denen echte Flügel zukommen, welche nicht nur wie der Fallschirm ausgespannt, sondern auch auf- und abgeschwungen werden können. Ihre Aufgabe besteht einerseits darin, als vorzüglicher Fallschirm zu wirken, andererseits, und das ist der functionelle Unterschied gegenüber dem Fallschirm, durch ihre Bewegungen den Körper in die Höhe zu heben, was die Fallschirmthiere nur durch Emporklettern an festen Gegenständen erreichen können. Die Flügel befähigen ihren Besitzer dazu, freie Bewegungen in der Luft auszuführen, unabhängig von einem festen Stützpunkt. Mit ihrer Hülfe vermögen die Thiere in der Luft zu schweben, darin in die Höhe zu steigen und willkürliche Schwenkungen vorzunehmen, ohne bei jeder beträchtlichen Abweichung von der ursprünglich eingeschlagenen Richtung sich von einem festen Gegenstand abstossen zu müssen.

Dieser Zustand ist bei drei Wirbelthiergruppen ganz unabhängig von einander zur Entwicklung gekommen, bei den Pterosauriern, den Vögeln und den Chiropteren. Die drei so verschieden-

artigen Gruppen zeigen das Gemeinsame, dass als Hauptstütze für das Flugorgan die vordern Gliedmaassen ausgebildet sind. Wie bei den mit Fallschirm versehenen Säugethieren spannt sich bei Flugsauriern und Fledermäusen eine Flughaut von der vordern nach der hintern Extremität und setzt sich, wie bei *Galeopithecus*, bis zum Schwanz fort, den sie theilweise oder ganz umspannt. Bei den Vögeln wird die Flughaut durch grosse, steife Federn ersetzt, die nur durch die Vordergliedmaassen gespannt werden, während die Hinterbeine frei bleiben. Bei einem Theil der Flugsaurier und den gut fliegenden Vögeln wird der verlängerte Schwanz als Steuer benutzt.

Während nun bei den mit Fallschirm versehenen Säugethieren die Hand verhältnissmässig kurz bleibt, nur unbedeutend zur Vergrösserung und zum Spannen der Flughaut beiträgt und in erster Linie ein ausgezeichnetes Kletterorgan darstellt, ist gerade dieser Theil der Vorderextremität bei der Ausbildung der Flügel in hervorragendem Maasse betheilig. In der ausserordentlichen Verlängerung einiger Theile der Hand, die in Folge davon den Unterarm an Länge bedeutend übertrifft, liegt der wesentliche morphologische Unterschied, der zwischen den Flügeln von Wirbelthieren und dem Fallschirm nach Art der Säugethiere gefunden werden kann. Die Verlängerung der Hand, die einer Verlängerung des Fallschirms entspricht, der dadurch zum Flügel wird, kommt aber bei den drei Gruppen von echten Fliegern in ganz verschiedener Art zu Stande.

Bei den Flugsauriern ist es nur ein Finger, der 5. Finger, der in erstaunlicher Weise sich verlängert hat, um die schmale, lange Flughaut zu spannen, während der 2. bis 4. Finger kurz bleiben und kräftige Krallen tragen.

Bei den Fledermäusen sind es 4 Finger, der 2. bis 5. Finger, die ausserordentlich lang sind und die Flughaut spannen helfen, während nur der stark bekrallte Daumen frei bleibt.

Bei den Vögeln endlich sind die mit einander theilweise verschmolzenen Reste der Handknochen selbst nicht sonderlich lang; sie tragen aber ausserordentlich lange, starre Federn, die längsten Schwungfedern, so dass functionell dasselbe dadurch zu Stande kommt, als wenn die Handknochen selbst verlängert wären.

Der morphologische Unterschied zwischen Fallschirm und Flügel erscheint nur als ein gradueller, und man kann sich wohl vorstellen, dass aus dem Fallschirm eines Säugethieres, etwa des *Galeopithecus*, dadurch, dass ein Theil der Hand ausschliesslicher sich in den Dienst der Flughaut stellt und einer oder einige Finger sich allmählich



verlängern, schliesslich ein Flügel nach Art der Chiropteren oder der Pterosaurier wird. In der That spricht mancherlei für die Ansicht, dass wir in *Galeopithecus* eine das Fallschirmstadium repräsentirende Zwischenform zwischen Insectivoren und Chiropteren zu sehen haben<sup>1)</sup>.

Wenn sich nun wirklich der Flügel in der angedeuteten Weise aus dem Fallschirm entwickelt hat, muss mit Nothwendigkeit angenommen werden, dass die Vorfahren der fliegenden Wirbelthiere Kletterthiere waren; denn wir haben oben nachgewiesen, dass nur in solchen Gruppen von Landwirbelthieren Fallschirme zur Ausbildung kommen konnten, bei denen die Vorbedingung erfüllt war, dass sie bereits einen hohen Grad von Kletterfertigkeit erreicht hatten. Eine bedeutende Stütze würde diese Ansicht erhalten, wenn sich in den drei Gruppen von fliegenden Wirbelthieren wenigstens noch Reste ehemaliger Kletterfähigkeit nachweisen liessen.

In der That bewegen sich nun die Fledermäuse noch heut zu Tage, so lange sie nicht fliegen, ausschliesslich als Kletterthiere, die mittels der kräftigen Krallen an dem in die Flughaut nicht einbezogenen Daumen und an den Hinterfüssen vortrefflich an Baumstämmen und Zweigen, sowie an Mauern, Felswänden und dergl. herum zu klettern wissen, auf dem platten Boden dagegen sehr unbeholfen sich benehmen.

Auch für die jetzt ausgestorbenen, nur aus der Jura- und Kreidezeit bekannten Flugsaurier muss ein nicht unbedeutender Grad von Kletterfertigkeit angenommen werden, der keineswegs hinter dem der Fledermäuse zurückstand; das geht aus den sehr starken Krallen an Vorder- und Hinterfüssen hervor. Wir dürfen uns diese merkwürdigen Geschöpfe an den Klippen und Bäumen der Gestade von Jura- und Kreidemeeren herumkletternd vorstellen; ihre Nahrung bestand wohl aus Fischen, vielleicht auch grossen Insecten, die sie, ähnlich wie Eisvögel, mit ihren ungeheuern schnabelartigen Kiefern erschnappten; übrigens gehören zu diesen Reptilien weitaus die grössten fliegenden Thierformen, die wir überhaupt kennen. Denn wenn auch die ältern bezahnten Formen aus dem Jura, wie *Pterodactylus*, *Rhamphorhynchus*, *Dimorphodon* u. a. vor unsern heutigen Vögeln an Körpergrösse nichts voraus hatten, so kennen wir doch aus der Kreide ganz gewaltige Ungeheuer, die eine Spannweite von 6 m erreichten, wie einige Arten der Gattung *Pteranodon*.

---

1) W. LECHE, Ueber die Säugethiergattung *Galeopithecus*, in: Svenska Vet. Akad. Handl., V. 21, No. 11, 1886.

Für die erwähnten beiden Gruppen von echten Fliegern besteht also keine besondere Schwierigkeit, sie auf Kletterthiere zurück zu führen; für die Vögel jedoch ist dieser Nachweis nicht so einfach. Denn die bei der Mehrheit der modernen Vögel vorhandene Vorliebe für das Leben auf den Bäumen könnte secundär erworben sein, erst als Folge der Erwerbung von Flugfähigkeit. Kletterfähigkeit nach Art aller echten Kletterthiere unter Betheiligung der vordern und hintern Extremitäten, wie sie auch noch die Chiropteren und Pterosaurier zeigen, lässt kein erwachsener Vogel mehr erkennen. Die vordern Extremitäten, welche bei allen Kletterthieren die hauptsächlichsten Kletterorgane darstellen und zu diesem Zweck mit kräftigen Krallen, oder als Ersatz dafür mit Haftscheiben (Geckoniden und Baumfrösche) oder Klammerfingern (Affen und Halbaffen) versehen sind, sind bei Vögeln zum Klettern absolut nicht zu verwenden. Krallen an den Vordergliedmaassen finden sich ja noch bei einigen Gattungen, aber in rudimentärem Zustande, zum Klettern durchaus nicht geeignet. Und wo sich Vögel kletternd bewegen, geschieht dies nur mittels der hintern Extremitäten, zuweilen wie bei den Papageien unter Zuhilfenahme des Schnabels, niemals aber sind die Vorderextremitäten betheiligt.

Bei dieser Sachlage gewinnen zwei Thatsachen eine ganz besondere Bedeutung, da sie als Beweis für die Ansicht gedeutet werden können, dass bei den Vorfahren der heutigen Vögel die Hand thatsächlich noch als Kletterorgan ausgebildet war.

Es ist erst neuerdings bekannt geworden, dass eine eigenthümliche Vogelart aus Brasilien, *Opisthocomus hoazin*, die im erwachsenen Zustande Krallen an den Flügeln nicht mehr zeigt, in der Jugend solche besitzt und von ihnen thatsächlich und ausgiebig zum Klettern Gebrauch macht ganz in der gleichen Weise, wie das z. B. Fledermäuse thun (zuerst von BRIGHAM 1884 mitgetheilt, später von SCLATER, QUELCH, YOUNG, BEDDARD, GÖLDI bestätigt).

Und ferner ist es in hohem Grade interessant, dass gerade der älteste Vogel, von dem wir Kenntniss haben, der berühmte *Archaeopteryx macrura* aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen in Bayern, mit Sicherheit erkennen lässt, dass an den bereits zu Flügeln gewordenen Vordergliedmaassen 3 Finger noch grosse, auffallend kräftige Krallen getragen haben, die den Eindruck erwecken, dass das Thier noch bedeutende Fertigkeit im Klettern besessen haben dürfte. Dazu kommt der ganze Zustand der Flügel selbst, die nur

zu einem schwerfälligen Fluge geeignet waren und vielleicht noch mehr als Fallschirm, denn zu wirklichem Fliegen benutzt wurden.

So fehlen also auch für die Vögel die Anzeichen nicht, dass sie, wie alle andern Landwirbelthiere, welche Flugorgane besitzen, aus einer Gruppe von Kletterthieren hervorgegangen sind.

Nun ist es freilich mit der Kletterfertigkeit der wirklichen Flieger im Allgemeinen nicht besonders weit her. Es lässt sich nur behaupten, dass Fledermäuse und ebenso wohl auch die Flugsaurier sich ungemein viel geschickter kletternd an Bäumen und Felsen fortzubewegen verstehen als auf ebenem Boden laufend. Einer wirklich flinken Ortsbewegung durch Klettern sind sie aber nicht fähig, und zu springen verstehen sie überhaupt nicht. Dahingegen sind die nur mit Fallschirm versehenen Formen durchgehends ausserordentlich hurtige und gewandte Kletterer, dazu treffliche Springer.

Während eben bei diesen letztern Formen grosse Gewandtheit und Schnelligkeit im Klettern und Springen nothwendige Voraussetzung für die Ausnutzung des Fallschirms ist, ist für die Ausübung des Fliegens Klettergewandtheit überhaupt nicht mehr erforderlich. Der Flügel ersetzt die Kletterorgane und macht sie überflüssig.

Thatsächlich werden die kräftigen Krallen, die die Flieger an den Hinter- und oft auch noch an den Vorderextremitäten zeigen, nur noch nebenher zur Ortsbewegung, bezw. zum Klettern benutzt; sie dienen wesentlich zum Festklammern während der Ruhe.

Wir dürfen annehmen, dass, während sich der Flügel aus dem Fallschirm entwickelt hat, Hand in Hand mit dieser Entwicklung die Kletterfertigkeit zurückgegangen ist und gleichzeitig damit auch die Fähigkeit zu springen. Bei den am höchsten entwickelten Fliegern, den Vögeln, ist die ursprünglich vorhandene Kletterfähigkeit ganz verloren gegangen, und die wesentlichsten Kletterwerkzeuge, die Krallen an den Vordergliedmaassen, fehlen den allermeisten Vögeln vollständig. Bei Fledermäusen und Flugsauriern, bei denen dieses extreme Stadium nicht erreicht ist, finden wir noch Reste der Kletterorgane und eine, allerdings sehr beschränkte Kletterfähigkeit.

Nun erklärt sich auch die auffallende Erscheinung, dass die Fallschirmthiere in den meisten Fällen ohne Weiteres in eine bestimmte Gruppe von Kletterthieren gestellt werden können, zu der sie noch gehören. Die Lebens- und Bewegungsweise wurde durch das Auftreten des Fallschirms nicht wesentlich verändert, so dass die Organisation der Thiere keine erhebliche Umbildung zu erleiden hatte;

die Fallschirmthiere sehen ihren nächsten Verwandten ohne Fallschirm noch so ähnlich, dass sie mit einziger Ausnahme von *Galeopithecus* im System noch in die gleiche Familie mit diesen gestellt werden können.

Anders ist dies, sobald Flügel da sind; deren Auftreten führt zu völlig veränderter Lebensweise und veranlasst eine derartig durchgreifende Umprägung der ganzen Organisation, dass die Aehnlichkeit mit Formen aus der Gruppe, aus der die fliegenden Thiere hervorgegangen sind, sehr bald vollständig verloren ging. Auch muss die ausserordentlich viel längere Zeit berücksichtigt werden, die die Ausbildung des Flügels verlangt, gegenüber der verhältnissmässig geringen Aenderung, die mit dem Auftreten des Fallschirms verknüpft ist.

Thatsächlich wissen wir auch von den noch flugunfähigen Stammformen, von denen Fledermäuse, Vögel und Flugsaurier abzuleiten sind, so gut wie gar nichts Sicheres, wenn wir auch die Hoffnung nicht aufgeben dürfen, dass einmal ein glücklicher Zufall uns fossile Formen in die Hand spielt, welche den Voraussetzungen, die wir an solche Stammformen machen müssen, entsprechen.

Die Flügelthiere bilden im System streng in sich abgeschlossene, selbständige Classen und Ordnungen, deren Beziehungen zu andern nicht geflügelten Formen höchst problematischer Natur sind.

Nur ein einziges Fallschirmthier giebt es, bei welchem es zweifelhaft ist, welcher Ordnung von ungeflügelten Säugethieren es anzugliedern ist, den *Galeopithecus*; bezeichnender Weise ist es aber gerade die Form, bei welcher der Fallschirm die höchste Ausbildung erlangt hat.

Noch ein Unterschied zwischen Fallschirm- und Flügelthieren ist erwähnenswerth; während bei erstern in jeder einzelnen Gruppe die Artenarmuth äusserst auffallend ist (je nach der Gruppe 2 bis höchstens 2 Dutzend Arten), ist bei den echten Fliegern ein ausserordentlicher Formenreichtum höchst bezeichnend. Die Vögel allein zählen mehr Arten als alle andern Landwirbelthiere zusammen, und unter den Säugethieren übertrifft nur eine einzige Ordnung, die der Nagethiere, an Artenreichtum die Fledermäuse; auch der Formenreichtum der fossilen Flugsaurier muss beträchtlich gewesen sein, obwohl wir der Natur der Sache nach noch nicht sehr viele Arten kennen.

Zwei Ursachen sind es, die wir zur Erklärung dieser Thatsache herbeiziehen können. Es kann sein, dass die Zeit, die verstrichen ist seit dem Auftreten dieser Fallschirmthiere, nicht genügend lang war,

um eine starke Differenzirung in Formen zu veranlassen, während im Verlaufe der ungeheuern Zeiträume, während deren nachweislich fliegende Wirbelthiere vorhanden sind (Vögel seit der Juraperiode, Fledermäuse seit dem Eocän), ein grosser Formenreichtum sich leicht entwickeln konnte. Immerhin wäre es denn doch recht auffallend, dass alle Fallschirmthiere erst in neuester Zeit entstanden sein sollten.

Viel eher dürfte sich diese Erscheinung damit erklären lassen, dass ein Fallschirm seinen Besitzern keineswegs so ausserordentliche Vortheile gewährt gegenüber den Verwandten, die seiner entbehren müssen, dass gerade die Formen, die ihn besitzen, besonders vielseitig sich ausbilden könnten. Dagegen giebt der Besitz von Flügeln einen so eminenten Vorsprung gegenüber den ungeflügelten Formen und eine so enorme Steigerung der Fähigkeit, die verschiedenartigsten Formen der Lebensführung erfolgreich auszunützen, dass diese ausserordentlich erhöhte Concurrenzfähigkeit den erstaunlichen Formenreichtum offenbar veranlasst hat.