5. Aus dem Leben der Flugsaurier.

Von

C. Wiman.

Ich habe kürzlich Veranlassung gehabt, mich mit Flugsauriern zu beschäftigen und mich in deren Lebensverhältnisse hineinzudenken.

Einen Teil meiner Arbeit, den ich zur Wiener Tagung der Paläontologischen Gesellschaft fertig haben wollte, habe ich schon im September unter dem Titel »Ueber Dorygnathus und andere Flugsaurier» in dieser Zeitschrift veröffentlicht.

Nachstehendes ist als ein zweiter Teil dieser Publikation zu betrachten.

Brutpflege.

Ich bin nicht geneigt, die Flugsaurier als wechselwarme Reptilien zu betrachten, aber ich behandle sie in diesem Zusammenhange, als ob sie es gewesen wären.

Aus meiner Rekonstruktion des Beckens von *Dorygnathus banthensis* geht hervor, dass die Eier dieses Tieres sehr klein gewesen sein müssen.

Obgleich der Rumpf etwa so gross wie derjenige einer Elster gewesen sein muss, dürfte das Becken doch keine grösseren Eier als die einer Talgmeise durchgelassen haben. In einem Gelege Talgmeiseneier findet sich eines, das in seiner Form von den übrigen etwas abweicht, indem es etwas länger und mehr oval oder mit einem Wort mehr reptilähnlich als die übrigen ist, und eben dieses Ei kam mir in Gedanken.

Wenn ich etwa diese Grösse angebe, habe ich schon berücksichtigt, dass es wahrscheinlich ist, dass sowohl das Ei wie das Becken bei dem Legen etwas elastisch waren.

Sicher war nicht nur bei *Dorygnathus* das Becken so auffallend eng, sondern das Gleiche dürfte bei Flugsauriern überhaupt der Fall gewesen sein. Auch WILLISTON (13) hat sich über diese Verhältnisse ausgesprochen.

Dieses Grössenverhältnis zwischen dem Muttertiere und dem Ei dürfte auch insoferne als einigermassen normal betrachtet werden können, als die Reptileier immer verhältnismässig kleiner sind als die Vogeleier.

Die eben ausgeschlüpften Jungen der Flugsaurier dürften also wenigstens eben so klein gewesen sein wie andere Reptiljunge.

Es ist bekannt, dass Reptiljunge keiner elterlichen Pflege geniessen, sondern genötigt sind, von Anfang an sich selbst zu hüten und zu versorgen.

Der Zusammenhalt, den man mitunter zu finden glaubt, bei z. B. einer Schlangenfamilie oder vielleicht richtiger bei einer Tracht von Schlangenjungen, dürfte mehr scheinbar als tatsächlich sein und dadurch veranlasst werden, dass der Aufenthaltsort von vornherein derselbe war.

Ebenso dürfte es keine Familienbildung bekunden, dass z. B. Schlangen so oft in grosser Zahl in der Winterherberge zusammen gefunden werden. Zur Winterherberge ganz besonders geeignete Stellen sind vielleicht nicht so häufig, und so versammeln sich denn die Schlangen der nächsten Umgebung an einem besonders beliebten Punkte. Es ist von Interesse, dass solche Überwinterungsplätze wenigstens häufig sowohl Kreuzottern als Nattern in friedlichem Beisammensein enthalten. Mitunter hat sich auch eine Blindschleiche zu der Gesellschaft eingefunden.

Das einzige, was dafür sprechen könnte, dass diese Schlangenanhäufung des Winters ein so zu sagen sociales Moment enthält, ist der Umstand, dass es wohl wahrscheinlich ist, dass die bekannten Parungsknäuel eben vor der Winterherberge entstehen. Selbst habe ich keinen richtigen Knäuel gesehen, dagegen habe ich einen Frühling auf einem Fleck von etwa zwei Quadratmeter Grösse sieben Kreuzottern und eine Ringelnatter gefunden. Es war ebenso sonnig und warm in der schlangenfreien Umgebung wie an der Sammelstelle.

Wenn sich also auch Eltern und Jahresjunge oder eine mehr oder weniger vollständige Tracht von Jungen in der Winterherberge begegnen sollten, so würde dieses eher als ein Zufall zu deuten sein.

In der Gegend von Upsala fand sich vor etwa 20 Jahren ein Holzzaun, an welchem man auf einer Strecke von etwa 20 Meter etwa 50 Bergeidechsen finden konnte, die sich in der Nachmittagssonne erwärmten. Dieses bedeutete sicher auch kein Zusammenhalten, sondern hatte darin seinen Grund, dass die angenehme Stelle ganz zufällig den normalen Eidechsenbestand der nächsten Umgebung versammelte. Dieser Bestand ist wahrscheinlich ebenso gross jetzt, wo die Sammelstelle verschwunden ist.

Das einzige, was bei den Reptilien als mütterliche Pflege schon ausgeschlüpfter Junger bezeichnet werden könnte, kommt bei den Krokodilen vor und steht in Zusammenhang mit der Pflege der Eier. Diesen wird nämlich etwas mehr Fürsorge gewidmet als den Jungen. Die Aufgabe ist ja auch einfacher, da die Eier keine Bewegungsfähigkeit haben. Die Pflege der Eier beschränkt sich aber meistens nur darauf, dass sie an eine Stelle gelegt werden, die ihre Entwicklung befördert.

In ein paar Fällen erstreckt sich aber das Interesse für die Eier etwas weiter. Wenigstens gewisse Krokodile (4) bewachen ihre Eier und passen auf, sie auszugraben, wenn die Jungen kurz vor dem Ausschlüpfen zu schreien beginnen. Nachher soll die Mutter die neu ausgeschlüpften Jungen zum nächsten Gewässer begleiten. Als Pflege betrachtet ist ja diese Begleitung minimal. Vielleicht begibt sich die Mutter ohnedies zum nächsten Wasser, und die Jungen laufen ihr nach.

Es ist lange bekannt gewesen, dass die Pythonschlangen ihre Eier bebrüten. Dieses geschieht so, dass sich die Mutter um den Eierhaufen herum kegelförmig zusammenrollt und in dieser Weise aus ihrem eigenen Körper ein umgekehrtes Nest bildet.

Während des Brütens bekommt die Mutter, wie die meisten Vögel, erhöhte Körpertemperatur oder Brutfieber. Bei diesem können beträchtliche Temperaturdifferenzen entstehen. Ich teile unten ein paar Tabellen über exakte Beobachtungen dieser Verhältnisse mit. Beide sind einer Arbeit von E. G. BOULENGER (2) entnommen. Die erste bezieht sich auf ein Paar von *Python sebae*, dessen Weibchen im zoologischen Garten in London brütete. Die zweite ist das Resultat ähnlicher Beobachtungen von W. A. FORBES über *Python molurus*. Die Temperatur ist in Graden CELSIUS angegeben.

Datum	Temperatur			Unterschied	
	der Luft	des Männchens	des Weibchens	der Geschlechter	zwischen Luft und Weibchen
Febr. 23	17,4	An der Oberfläche 22,1	24,1	2	6,7
		Zwischen den Schlingen 23,3	28,4	5,1	11,0
März 2	15,6	An der Oberfläche 22,0	28,9	6,9	13,3
		Zwischen den Schlingen 24,4	35,6	11,2	20,0
März 16	18,9	An der Oberfläche 22,4	25,3	2,9	6,4
		Zwischen den Schlingen 25,3	30,0	4,7	11,1
Juni 18	23,9	An der Oberfläche 28,4	29,2	0,8	5,3
		Zwischen den Schlingen 29,7	32,8	3,1	8,9
Juni 22	25,0	An der Oberfläche 26,1	28,6	2,5	3,6
		Zwischen den Schlingen 28,7	31,9	3,2	6,9
Juni 24	23,9	An der Oberfläche 26,4	26,8	0,4	2,9
		Zwischen den Schlingen 29,1	31,5	2,4	7,6
Juni 29	23,9	An der Oberfläche 25,3	28,1	2,8	4,2
		Zwischen den Schlingen 29,3	31,2	1,9	7,3
Juli 6	25,0	An der Oberfläche 27,2	28,2	1,0	3,2
		Zwischen den Schlingen 29,3	31,2	1,9	6,2
Juli 13	26,1	An der Oberfläche 28,7	30,1	1,4	4,0
		Zwischen den Schlingen 27,7	31,8	2,1	5,7

BREHM teilt mit, dass bei einem gewissen Experiment das brütende Weibchen mitunter 10—12 Grad Celsius wärmer war als die auf 25—30 Grad erwärmte Luft.

Der Unterschied zwischen der Temperatur der unmittelbar umgebenden Luft und der des Weibchens kann sich also bis auf 20 Grad Celsius belaufen, und ein brütendes Pythonweibchen kann eben so warm werden wie ein Mensch mit hohem Fieber.

Nachdem aber die Eier ausgebrütet sind, kümmern sich auch die Pythonschlangen nicht um ihre Jungen.

Dieser Mangel der Reptilien an Interesse für die Nachkommenschaft wird aber dadurch aufgewogen, dass die Zahl der Eier so gross ist, dass der Bestand der Art auf diesem Wege gesichert wird, wenn auch eine grosse Zahl der Jungen durch Mangel an Pflege zugrunde geht.

Es ist aber eben diese grosse Menge von gleichzeitig legreifen Eiern, die sich bei den Flugsauriern schwer denken lässt. Es wäre unlogisch auf eine Weise, die sich die Natur sonst nicht erlaubt, wenn ein fliegendes Tier, bei dem eine Menge Anpassungen auf die möglichst grosse Leichtigkeit des Körpers zielen, durch eine grosse und schwere Menge von Eiern belastet würde, für die übrigens kein Raum wäre in dem immer minimalen Körper, in welchem ausserdem Luftsäcke und ein geräumiger Verdauungsapparat Platz haben müssen.

Diese Betrachtungsweise wird durch entsprechende Anordnungen bei den übrigen fliegenden Vertebraten bestätigt, die statt dessen so zu sagen vorziehen, zur Erhaltung der Gattung einen gerade entgegengesetzten Weg einzuschlagen, der durch eine geringe Anzahl Junger bezeichnet wird, die aber dann auch sehr sorgfältig gepflegt werden.

Bei den Fledermäusen, die lebendig gebären und ausserdem, wegen der Säugung, die Jungen einige Zeit im Fluge mit sich tragen müssen, sind deren höchstens zwei, und die Zitzen sind auch auf diese Zahl reduziert. Wie heikel es wirklich für eine Fledermaus ist, Zwillinge zu erziehen, geht schon daraus hervor, dass sowohl säugende Männchen (3, S. 401) wie Männchen mit Bruttaschen (3, S. 422) vorkommen.

Noch weiter geht in dieser Beziehung *Galeopithecus,* der wie vielleicht die meisten kleinen Fledermäuse, nur ein Junges hat, das auch im »Fluge» mitgeführt wird. Wie es sich in dieser Beziehung mit den Flugbeutlern verhält, ist mir nicht ganz klar. Eine gewisse *Petaurus*-Art hat nach BREHM ein oder zwei Junge. Ein Junges kommt aber auch bei gewissen anderen nicht »fliegenden» Beuteltieren vor, weshalb es schwer ist zu beurteilen, ob das mit dem »Fliegen» oder mit dem Beutel oder mit beiden Dingen in Zusammenhang steht.

Sonst führen Tiere mit weniger entwickeltem Gleitschirm als *Galeopithecus* die Jungen nicht im Fluge mit und folgen auch hinsichtlich der Zahl der Jungen ihren nicht »fliegenden» Verwandten.

Die Vögel haben das Problem auf zwei verschiedenen Wegen gelöst. Teils werden die Eier nicht alle gleichzeitig legreif, sondern nach und

nach, bis das Gelege voll ist. Am langsamsten ist in dieser Beziehung z. B. unser gewöhnlicher Kuckuck, der mit so langen Zwischenzeiten legt, dass der bekannte Brutparasitismus entstanden ist.

Zum Teil legen die Vögel, im Vergleich mit den Reptilien, eine geringe Zahl von Eiern. Auch steht diese Zahl in Relation zu dem Flugvermögen, aber in verschiedener Art. Vögel, die eines besonders starken Fluges bedürfen, wie Turmschwalben, Raubvögel und andere legen 2—3 Eier, weniger hervorragende Flieger legen eine grössere Zahl. Schlechte, aber viel fliegende Flieger, wie z. B. Alken legen ein einziges Ei, aber pflegen das Junge mit auffallender Sorgfalt. Andere schlechte Flieger, wie die Hühnervögel, unterlassen gewissermassen zu fliegen, legen eine grosse Anzahl Eier und bekommen ziemlich leicht gepflegte Jungen. Die Ausnahmen, die vielleicht ausfindig gemacht werden können, verrücken die Regel nicht.

Alle Vogeleier müssen aber bebrütet werden, und die Aufzucht der Jungen ist oft sehr anstrengend.

Die oben angeführten Verhältnisse bei jetzigen fliegenden Vertebraten machen es wahrscheinlich, dass die Flugsaurier denselben Gesetzen unterworfen waren. Ich halte es für in hohem Grade wahrscheinlich — und weiter kann man ohne direkte Beobachtungen nicht kommen —, dass die Flugsaurier eine geringe Zahl von Eiern gelegt haben. Da ausserdem die Eier, worauf ich oben hingewiesen habe, klein waren, wird man wenigstens nicht gezwungen, anzunehmen, dass sie nach und nach gelegt wurden, obgleich das nicht ausgeschlossen ist.

Wenn auch die Eier nicht so klein waren, wie angenommen worden ist, so dürfte es ziemlich sicher sein, dass ein neu ausgeschlüpftes Flugsaurierjunges nicht fliegen oder sich selbst ernähren konnte, sondern gefüttert werden musste. Wenn aber die Jungen gepflegt werden mussten, so ist es noch wahrscheinlicher, dass die Eier gehütet, gepflegt oder gar bebrütet worden sind.

Wenn die Flugsaurier gebrütet haben, so können sie das nicht in derselben Art wie die Pythonschlangen gethan haben, sondern müssen die Eier in ein wärmeisolierendes Nest gelegt haben, z. B. in eine Vertiefung im Moos an einem nach Süden sehenden Absatz der Uferfelsen.

Die Sache wird nicht einfacher, wenn man annimmt, dass die Jungen beim Legen der Eier ausgeschlüpft sind wie bei denjenigen der jetzigen Reptilien, von welchen man sagt, dass sie lebendig gebären, denn ob es Eier oder wenig entwickelte Junge sind, die gepflegt und warm gehalten werden sollen, macht keinen Unterschied. Es ist aber nicht wahrscheinlich, dass ein fliegendes Tier die Eier länger als unumgänglich notwendig getragen hat, und das spricht dagegen, dass die Flugsaurier lebendig geboren hätten.

Körpertemperatur.

Die Flugsaurier dürften weder Schuppen noch eine mit solchen in Resistenz vergleichbare Körperbedeckung, wie z. B. Federn gehabt haben, denn von derartigen Gebilden hätte man auf den Solnhofener Platten Reste finden müssen. Man hat auch keine Andeutungen einer anderen Körperbedeckung beobachtet, und es wird allgemein angenommen, dass die Flugsaurier nackt gewesen seien. Das dürfte doch nicht zur Genüge ermittelt sein, und ich halte es nicht für wahrscheinlich.

Wenn auch Federn und Schuppen ausgeschlossen sind, so finden sich noch zwei andere Arten von Körperbedeckung, die in Betracht kommen könnten, nämlich erstens Haare und zweitens Dunen, wie sie bei Jungen von Wasservögeln, z. B. *Podiceps*, vorkommen. Schliesslich muss als theoretische Möglichkeit eine uns unbekannte »ausgestorbene» Körperbedeckung mit in Betracht gezogen werden. Bei der Entstehung der Säuger entstanden ja Haare im Anschluss an Reptilschuppen, und die Haare bilden ja häufig Gruppen, deren Orientierung auf die Anordnung der Schuppen zurückgeht. Dann könnte man sich auch als eine Möglichkeit denken, dass auch bei den Flugsauriern ein Haarkleid selbständig entstanden sei.

Es gibt ein schönes Beispiel, dass sich eben ein Haarkleid paläontologisch bekundet hat und zwar in einem Gestein, das dem Solnhofener Plattenkalke sehr ähnlich ist, nämlich in dem miozänen Süsswasserkalk bei Oeningen. In diesem findet sich ein Nager, *Prolagus oeningensis*, bei dem eben die Form des Pelzkleides markiert ist (7). Wahrscheinlich hat man nicht an diese Möglichkeit gedacht, und wenn im Solnhofengebiet, das relativ so reich an Flugsauriern ist, eine in dieser Art ausgerüstete Flugechse schon gefunden worden ist, so kann ganz gut die Erscheinung, welche die Haare markiert hat, wegpräpariert worden sein. Das Gleiche kann auch für ein Dunenkleid gelten.

Wenn die Flugsaurier warmblütig gewesen sind und eine wärmeisolierende Körperbedeckung gehabt haben, die nicht hat fossil erhalten werden können, so ist damit nicht ausgeschlossen, dass sie festgestellt werden könnte. Bei Vögeln und unter den Säugetieren, z. B. bei Fledermäusen, ist der Pelz mitunter sehr reichlich von Ungeziefer bevölkert. Die Läuse der Schwimmvögel erreichen ja nicht selten eine erstaunliche Grösse und sind ziemlich geeignet, in fossilem Zustande erhalten zu werden. Wenn nun z. B. einige solche Läuse im Zusammenhange mit einem Flugsaurier gefunden würden, so wäre damit der Pelz festgestellt. Dazu gehört aber, dass auf den Funden im Plattenkalk auch auf einen anderen Gesichtspunkt als den geschäftlichen geachtet wird.

Aus Gründen, auf die ich unten zurückkomme, halte ich das Dunenkleid der jungen Wasservögel für das zweckmässigste, weil es im Wasser nicht nass wird.

Wenn es sich auch schliesslich zeigen würde, dass die Flugsaurier

nackt waren, so ist es doch schwer den Gedanken aufzugeben, dass sie eine Eigentemperatur gehabt hätten.

Ehe ich weiter gehe, erinnere ich daran, dass es aus mehreren Gründen, auf die ich nicht weiter eingehe, wahrscheinlich ist, dass die Flugsaurier in einem ziemlich warmen Klima gelebt haben.

In warmen Gegenden ist es nicht selten, dass an der Luft lebende Säugetiere nackt werden, wie z. B. die Kahlratten und andere. Elefanten, Nashörner und gewisse Schweine sind nackt, aber können dessen ungeachtet ziemlich niedrige Temperaturen vertragen. Gewissermassen gehört auch der Mensch in diese Kategorie. Von ganz besonderem Interesse ist in diesem Zusammenhange, dass auch Fledermäuse nackt sein können. Die Nackt- oder Halsbandfledermaus, *Chiromeles torquatus* HORSF. (3 S. 421) hat nur einige wenige Haare um den Hals herum, ist aber sonst ganz nackt, und ein Grabflatterer, *Taphozous*, wird der nacktbäuchige, *nudiventris*, genannt, weil er an der ganzen Bauchseite nackt ist (3 S. 418).

Man hat auch in diesem Zusammenhange hervorgehoben, dass die Grenze zwischen Kalt- und Warmblütigkeit nicht so scharf ist. SEELEY (11) hat in dieser Beziehung mehrere Thatsachen herangezogen. TIGERSTEDT (12 S. 48) erwähnt, dass »man bei Fischen hat nachweisen können, dass kräftige Muskelbewegungen die Körpertemperatur erhöhen». »So fand JOHN DAVY (6) bei einem sehr lebhaften Exemplar von *Thynnus pelamis,* nahe dem Aequator, dass die tiefen Muskeln des Fisches eine Temperatur von 37,2° C bei einer Wassertemperatur von 27,2 hatten.» »Desgleichen soll der im Mittelmeere lebende *Thynnus vulgaris* eine so hohe Temperatur haben, dass er von den maltesischen Fischern geradezu als ein warmblütiges Tier bezeichnet wird.»

Es ist mehrmals beobachtet worden, dass *Uromastix* seine Temperatur einigermassen regeln kann. »Legt man», sagt TIGERSTEDT (12 S. 51), »diese Wüsteneidechse in die Sonne, so erwärmt sie sich über die mittlere Temperatur der umgebenden Luft. Während der Erwärmung färbt sich das vorher grauweisse Tier dunkel, fast schwarz, was natürlich die Wärmeabsorption in hohem Grade befördern muss. Wächst nun seine Temperatur über 41° C, so wird die Haut hell, fast weiss, die Absorption der strahlenden Wärme wird dadurch möglichst beschränkt und das Tier vor Überhitzung geschützt. Aus der Sonne in den Schatten an kühlere Orte gebracht, wird das Tier schnell wieder dunkel und bleibt nun stundenlang wesentlich wärmer als die Umgebung und dadurch lebensfrisch, munter und beweglich. Dies wird noch dadurch gesichert, dass die Haut des *Uromastix* keine Wasserverdunstung gestattet. Und es sollen, nach KREHL und SOETBEER, sogar die Lungen keine Spur von Wasserdampf abgeben.»

Ich erinnere in diesem Zusammenhange an die obenerwähnten Temperaturen der brütenden Pythonschlangen.

Andrerseits können sich sonst warmblütige Tiere kaltblütig verhalten. So reagiert bis zum Ende der dritten Woche das Küchlein im bebrüteten Hühnerei auf Variationen der Aussentemperatur in ganz derselben Weise

wie die kaltblütigen Tiere, d. h. die Intensität der Kohlensäurebildung steigt und fällt mit der Aussentemperatur (12 S. 53). Auch neugeborene Tiere verhalten sich in bezug auf ihren Wärmehaushalt wesentlich verschieden: während das ausgetragene kräftige Küchlein ohne Schwierigkeit seine Körpertemperatur konstant zu erhalten vermag, ist dies z. B. mit der neugeborenen Taube nicht der Fall (12 S. 53). Nesthocker verhalten sich also anders als Nestflüchter.

Unter den Säugetieren zeigen diejenigen neugeborenen Tiere, welche, wie der Hund, die Katze und das Kaninchen, blind und hilflos geboren werden, eine bedeutende Abnahme ihrer Körpertemperatur, wenn sie von der Mutter fortgenommen werden (12 S. 54). Die betreffenden Tiere gewinnen im allgemeinen etwa 10 bis 15 Tage nach der Geburt ein genügendes Vermögen der Wärmeregulierung.

Die Monotremen können ihre Temperatur nur unvollständig regeln. Bei 20° C Lufttemperatur beträgt die Körpertemperatur bei diesen Tieren durchschnittlich nur 30,8° C. Wenn die Aussentemperatur von 4 bis auf 35° ansteigt, ist die mittlere Variationsbreite der Körpertemperatur etwa 8° C (12 S. 57).

Auf einer wesentlich höheren Stufe stehen die Marsupialia. Die mittlere Temperatur beträgt hier bei 20° Aussentemperatur 36,3° C. Die Variationsbreite der Körpertemperatur, wenn die Aussentemperatur von 4 auf 35° C ansteigt ist etwa 3° C.

Die winterschlafenden Tiere verlieren bei einer gewissen Aussentemperatur das Vermögen die Körpertemperatur zu regeln und werden kaltblütig.

Als Beispiel der Abhängigkeit der Körpertemperatur von der Temperatur der Umgebung führt TIGERSTEDT (12 S. 72) folgende Beobachtung an einer winterschlafenden Haselmaus an:

Zeit	Temperatur des Tieres	Temperatur des Zimmers
9.10	3,0	2,75
9.35	6,1	10,0
10.00	8,3	10,2
10.30	8,9	10,9
11.00	9,7	11,1
11 30	6,1	2,75
11.50	4,9	2,75
12.30	3,9	2,75

Als die Körpertemperatur auf 16 gestiegen war, erwachte das Tier und lief fort. 10 Minuten später betrug seine Temperatur 36° C.

Am winterschlafenden Ziesel ist eine Körpertemperatur unter Null beobachtet worden.

Bei den Fledermäusen sinkt die Temperatur nicht nur während des Winterschlafes, sondern auch im Sommer während des täglichen Tagesschlafes.

Die faktischen Beobachtungen, die SEELEY als Beweise für die Warmblütigkeit der Flugsaurier heranzieht, sind teils die Pneumaticität des Skelettes, teils die grosse Ähnlichkeit des Gehirns mit demjenigen der Vögel. Die Beweiskraft der Pneumaticität dürfte wohl nach heutiger Anschauung (10 S. 35) darin liegen, dass die Luftsäcke der Vögel als Wärmeschutz für z. B. Herz und Lunge zu betrachten sind, was wieder Eigentemperatur voraussetzt. So könnten Luftsäcke gewissermassen eine etwa fehlende Körperbedeckung ersetzen.

Die Entwicklungshöhe des temperaturregelnden Centrums im Gehirn lässt sich wohl einstweilen kaum beurteilen, aber es ist ja schwer sich ein so hoch entwickeltes Gehirn anders als bei einem warmblütigen Tier vorzustellen.

NOPCSA (8) hat versucht bei *Pteranodon* weitere Gründe für Eigentemperatur zu finden. Die Schlussfolgerung halte ich aus Gründen, die ich unten anführen werde, für richtig, aber die Voraussetzungen, von welche NOPCSA bei dieser Gelegenheit ausgeht, haben mich nicht überzeugt. Bei einer späteren Gelegenheit äussert NOPCSA: »Ich glaube, dass *Pteranodon* viel frass, um die zu seiner Agilität notwendige Körpertemperatur trotz seiner mangelnden Wärmeschutzvorrichtung aufrecht zu erhalten» (9 S. 87). Wenn ich in diesem Zusammenhange von der Wärmeschutzvorrichtung absehe, so kann ich in diesen Ausspruch NOPCSA's einstimmen, und zwar möchte ich die Sache so formulieren: Der Flug ist so kostspielig, dass er nicht ohne Warmblütigkeit financiert werden kann.

Wenden wir uns, um Vergleichspunkte zu erhalten, wieder zu den fliegenden Vertebraten der Gegenwart, so finden wir, dass die Vögel einer ziemlich reichlichen und kräftigen Nahrung bedürfen, was ohne Zweifel mit dem Kraftverbrauch beim Fluge in Verbindung steht.

Die Fledermäuse nehmen ja fast unbegreifliche Mengen von Nahrung zu sich. So z. B. kann *Nyctalus noctula* SCHREBER in einer Stunde 12 grosse Maikäfer fressen. Das ist so als ob ein Mensch jede fünfte Minute ein nicht allzu kleines Ferkel geniessen und verdauen könnte.

Dass die Fresslust der Fledermäuse so viel grösser ist als die der Vögel steht ohne Zweifel damit in Zusammenhang, dass es sich bedeutend teurer stellt, mit dem unvollkommenen Apparat der Fledermäuse zu fliegen als mit demjenigen der Vögel.

Es ist deshalb höchst wahrscheinlich, dass die Flugsaurier aus demselben Grund denselben grossen Bedarf an Nahrung gehabt haben wie die Fledermäuse. Hieraus folgt mit Notwendigkeit, dass die Verdauung sehr schnell gewesen ist und zwar schneller, als bei einem kaltblütigen Tier zu erwarten ist. Ich erinnere an die Beobachtung (4), dass bei

Python reticulatus SCHN. die Verdauung bei niedriger Temperatur etwa fünfmal längere Zeit in Anspruch nimmt als bei hoher Temperatur.

Der Kraftaufwand beim Fluge stellt so hohe Ansprüche nicht nur an die Verdauung sondern auch an die Cirkulation und die Respiration, dass man sich durchaus denken muss, dass die Flugsaurier warmblütig gewesen sind. Dann waren sie aber auch keine Reptilien, sondern müssten zu einer mit den Vögeln gleichwertigen Klasse erhoben werden. Wenn wir die Vögel nur nach fossilen Skeletten kennten, so würden wir die wahrscheinlich auch als Reptilien aufgefasst haben.

Konnten die Flugsaurier schwimmen?

Es kommt mitunter vor, dass eine Meinung nur ausgesprochen zu werden braucht, um allgemein angenommen zu werden. So verhält es sich, meine ich, mit ABEL's (1) Nachweis von 1919, dass die Nahrung der Flugsaurier »hauptsächlich aus Fischen bestanden haben dürfte, die sie ähnlich wie die Wasserfledermäuse von der Oberfläche der Gewässer während des Fluges erhaschten».

Die Flugsaurier sind ja, und zwar in ziemlicher Anzahl, ausschliesslich in marinen Schichten gefunden worden, und ihr Schnabel zeigt verschiedene Anpassungen, die auf Fischfang zurückzuführen sind. Es scheint mir auch berechtigt, dass sie betreffs gewisser Seiten ihrer Lebensweise mit dem Albatros, dem Fregattenvogel und dem Scherenschnabel verglichen worden sind. Selbst habe ich mich damit begnügt sie mit den weniger specialisierten Möwen zu vergleichen.

Nun dürfte es wohl fast undenkbar sein, dass solche von Fischen lebende marine Flieger nicht mit dem Wasser so vertraut geworden seien, dass sie das Schwimmen haben lernen müssen. Man kann sich ja leicht allerhand Zufälligkeiten und überstandene Unglücksfälle beim Fischen denken, die zu den ersten aufgezwungenen Schwimmversuchen geführt haben.

Wenn also die Flugsaurier schwimmen konnten, so kommt es mir nicht wahrscheinlich vor, dass sie sich dabei wie die Vögel benommen hätten. Erstens hatten sie keine Schwimmfüsse und zweitens kein Federkleid und konnten also wahrscheinlich nicht wie die Schwimmvögel oben auf der Wasserfläche liegen. Man kann sich auch kaum denken, dass sie etwa wie die Wassertreter *(Phalaropus)* geschwommen haben, die mit ihren unvollkommenen Schwimmfüssen so zu sagen im Wasser laufen. Die Hinterextremitäten der Flugsaurier waren wahrscheinlich auch, wenigstens in gewissen Fällen, zu gespreizt gestellt für eine Schwimmweise, bei der sich die Füsse alternierend bewegen.

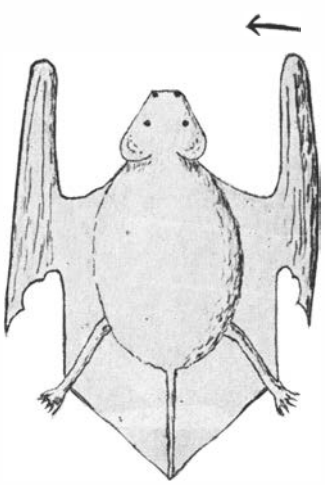
Wie oben erwähnt hat ABEL das Fischen der Flugsaurier mit dem der Fischerfledermäuse *(Noctilio)* verglichen.

Es soll in diesem Zusammenhange bemerkt werden, dass sich auch andere Fledermäuse finden, welche fischen. So giebt SHORTT an, dass eine *Pteropus*-Art, der Kalong, über der Wasserfläche schwebend, mit den Füssen Fische ergreift (3 S. 399). Auch der Flugfuchs fischt (3 S. 401). Eine *Megaderma* soll hauptsächlich von Fröschen leben (5 S. 96), ob diese aber aus dem Wasser geholt werden, weiss ich nicht.

Man scheint nicht zu wissen, ob diese Fledermäuse schwimmen können. Von den Fischerfledermäusen, *Noctilio,* weiss man aber, dass sie zum grossen Teil von kleinen Fischen leben, die sie selbst fangen. Man hat sie Fische fangen sehen, sie riechen nach Fisch, und man hat mehrere Male Fische in ihrem Magen gefunden (3 S. 419). Es ist dann auch wahrscheinlich, dass sie schwimmen können, aber das ist einstweilen nur eine Annahme.

Ich glaube aber, dass man für diese Annahme Stütze finden kann. Ich habe letzten Sommer häufig einige Exemplare einer Fledermaus beobachtet, die fast nur über Wasser fliegt und also *Myotis Daubentonii* KUHL sein dürfte. Sie fliegen dicht über der Wasserfläche, und binnen einiger Minuten kann man mehrmals beobachten, dass sie mit den Flügeln und wahrscheinlich auch mit dem Schwanzpatagium die Wasserfläche berühren, so dass Wellenringe entstehen. Ich hoffte nämlich, dass sie einmal z. B. mit einem Flügel so stark in das Wasser einschneiden sollten, dass sie hineinfielen und schwimmen mussten, aber das traf nicht ein.

In dem Gedanken, dass Fledermäuse doch mitunter ins Wasser kommen müssen, habe ich in der Literatur nach schwimmenden Fledermäusen gesucht, was sich aber als wenig lohnend gezeigt hat. Das einzige, was ich gefunden habe, ist eine Angabe bei BREHM über die Silberhaar-Fledermaus, *Lasionycteris noctivagus* LE CONTE. BREHM schreibt (3 S. 464): »Mehrere, die verwundet ins Wasser gefallen waren in einer Entfernung von 12 oder 15 Fuss vom Ufer, schwammen ans Land: kräftig und flink; denn der Strom ist dort sehr stark und würde sie sonst eine ganze Strecke abwärts gerissen haben.» Wie aber das Schwimmen vorsichgeht, bekommt man nicht zu wissen. Die Originalarbeit, aus welcher die Angabe wahrscheinlich geholt ist: C. H. MERRIAM, Mammals of the Adirondack Region, New York 1884, findet sich in keiner öffentlichen schwedischen Bibliothek.



Vespertilio murinus L. in Schwimmstellung. Der Pfeil gibt die Richtung und etwaige Grösse der Flügelbewegung an. Verkleinert zu 1/2.

Ich habe deshalb im zoologischen Institut zusammen mit dem Docenten IVAR ARWIDSSON ein Experiment angestellt. Ein Exemplar von *Vespertilio murinus* L. wurde ins Wasser gelegt und schwamm ausge-

zeichnet, rasch und behende und mit hoch getragenem Kopfe. Man bekam den bestimmten Eindruck, dass das Tier seine Sache konnte, es war keinen Augenblick ratlos, sondern fing augenblicklich an zu schwimmen. Das Uropatagium breitete sich von selbst aus. Nur die zusammengelegten Flügel arbeiteten. Das Tier schien seine gewöhnlichen Bewegungen auszuführen, die aber in dem dichten Medium anders ausfielen. Es flog so zu sagen mit zusammengelegten Flügeln. Ich konnte keine Rotation der Flügel beobachten, sondern die Treibkraft schien dadurch zu entstehen, dass die Bewegung nach innen bedeutend rascher vorsichging als das Zurückführen des Flügels in die abgebildete Ausgangslage. Aus dieser Bewegung entsteht eine Resultante, die das Tier rasch vorwärts führt.

Das Gerücht von dem Experiment verbreitete sich unter den Zoologen, und noch am selben Abend teilte mir Direktor KJELL KOLTHOFF mit, dass er drei andere Arten hatte schwimmen sehen. Diese waren: *Myotis Daubentonii* KUHL, *Pipistrellus pipistrellus* SCHREBER und *P. Nilssonii* KEYSERLING et BLASIUS. *Myotis Daubentonii* konnte sich, nachdem er 2—3 Meter geschwommen war, von der Wasserfläche wieder erheben. Alle drei Arten waren künstlich ins Wasser gebracht worden. Hieraus geht mit einem gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit hervor, dass Fledermäuse im allgemeinen schwimmen können, wenn sie ins Wasser fallen. Es ist aber möglich, dass sie, wie viele andere Landtiere, diese Fähigkeit besitzen, ohne dass das anzudeuten braucht, dass sie die Gewohnheit haben sich im Wasser aufzuhalten oder zu baden.

Diese Art des Schwimmens könnte den Flugsauriern gepasst haben, aber dann dürften sie keine solche Körperbedeckung gehabt haben, die nass werden konnte. Es finden sich ja auch Vögel, die im Wasser fliegen, wie Alken, *Alcedo-* und *Cinclus*-Arten. Die Pinguine erwähne ich hier nicht, weil sie keine Flugflügel haben, sondern ganz wie Meeresschildkröten schwimmen.

Ich bin mir vollkommen bewusst, dass ich mich hier in Misslichkeiten eingelassen habe, aber ich glaube doch, dass die Methode allmählich zum Ziele führen wird, etwas vom Leben der Flugsaurier zu verstehen.

Literatur.

1. ABEL, O. Neue Rekonstruktion der Flugsauriergattungen Pterodactylus und Rhamphorhynchus. Die Naturwissenschaften. Jahrg. 7. S. 661. Berlin 1919.
2. BOULENGER, E. G. Reptiles and Batrachians. London, New York. 1915.
3. BREHM. Tierleben. Säugetiere. Band 1. 1912.
4. ——, Tierleben. Lurche und Kriechtiere. 1912 und 1913.
5. ——, Djurens lif. Bd 5. Stockholm 1923.
6. DAVY, JOHN. On the temperature of some fishes of the genus Thynnus. Researches, physiological and anatomical, Vol. 1. London 1839.
7. MEYER, H. v. Zur Fauna der Vorwelt. Fossile Säugethiere, Vögel und Reptilien . . . Oeningen, Frankfurt a. M. 1845.
8. NOPCSA, F. Zur Körpertemperatur der Pterosaurier. Centralblatt für Mineralogie etc. Jahrg. 1916. S. 418. Stuttgart 1916.
9. ——, Bemerkungen und Ergänzungen zu G. v. ARTHABER's Arbeit über Entwicklung und Absterben der Pterosaurier. Palæontologische Zeitschrift. Bd 6. Heft 1. Berlin 1924.
10. SCHULZE, F. E. Über die Luftsäcke der Vögel. Verh. des VIII Internationalen Zoologen-Kongresses zu Graz 1910. Jena 1912.
11. SEELEY, H. G. Dragons of the Air. Metuen et Co. London 1901.
12. TIGERSTEDT, R. Die Produktion von Wärme und der Wärmehaushalt. Handbuch der vergleichenden Physiologie . . . herausgegeben von Hans Winterstein. Bd 3, Heft 2. Jena 1910—1914.
13. WILLISTON, S. W. On the Osteology of Nyctosaurus etc. Field Columbian Museum. Publication 78. Geological Series. Vol. 2. N:o 3.

Gedruckt 2/4 1924.