

Tierische Flugpioniere – Lösungen Arbeitsblatt 1

Gleiches Recht für alle

1a. Könnt Ihr euch noch an die verschiedenen Tiergruppen – in der richtigen Reihenfolge mit ungefähre Zeitangabe erinnern?

Urinsekten vor ca. 300 Millionen Jahren - Flugsaurier vor ca. 200 Millionen Jahren - Vögel (Archäopteryx) vor ca. 120 Millionen Jahren - fliegende Säuger vor zirka 65 Millionen Jahren

1b. Welche Vorteile nannte der Film für die Tiere, die den Luftraum eroberten?

Neue Nahrungsquellen (in den Bäumen oder durch Jagd aus der Luft) - Schutz oder bessere Flucht vor Feinden - als Gleiter oder Segler energiesparend weite Strecken zurücklegen

Um fliegen zu können, muss man im einfachsten Fall nur von erhöhter Stelle abwärts gleiten. Oder man kann, wenn man in aufsteigender Warmluft (Thermik) gleitet, segeln. Das spart Energie und ist für lange Strecken super geeignet.

Die meisten fliegenden Tiere, egal ob Insekten, Vögel oder Fledertiere sind aktive Flieger, das heißt sie schlagen mit ihren Flügeln. Diese Flugform ist sehr anstrengend.

1.c Welche besonderen Anpassungen zeigen alle fliegenden Tiere an diese besondere Fortbewegung?

- Hauptbedingung: Gewichtersparnis (Chitin ist leichter als Knochen/ hohle Knochen mit Verstrebungen/ Eiablage/...)
 - bewegliche, flexible, stabile und leichte Tragflächen: Chitinhaut bzw. Feder aus Keratin oder dünne Flughaut (Kollagen)
 - Körperform aerodynamisch, Energie- und Sauerstoffversorgung optimiert, auffallend gute Sinnesleistungen (Raumlage)
-

2a. Der Film versucht eine knifflige Frage zu lösen, nämlich

Wie lernten die Vögel das Fliegen?

Dabei geht er von Beobachtungen und Untersuchungen an den anderen Tieren aus, die ebenfalls fliegen. Der Grundgedanke ist dabei ganz einfach: Was in der Evolution (Entwicklung) bei Insekten geklappt hat oder Flugsauriern bzw. Fledertieren, sollte doch dann auch bei den Vögeln in „bewährter Weise“ erfolgt sein.

Die beiden Abbildungen stammen aus dem Film und stehen für die unterschiedlichen Hypothesen.

2.b Beschreibe jeweils, was die Hypothese aussagt und wodurch man glaubt sie beweisen zu können.

Baumkletterer-Hypothese:

mit den drei Krallen an seinen Fingern war Archäopteryx in der Lage Bäume zu erklettern. Das war von Vorteil für Nahrungserwerb oder Flucht (eventuell Nest im Baum?) Rezentere Hoatzinküken haben diese Krallen und klettern damit.

Bodenläufer-Hypothese:

Vom Lauf über Sprung zum Flug: Um im Geäst zu sitzen oder sich Kletternd festhalten zu können, muss eine Kralle an den Füßen nach hinten gerichtet sein, das ist an den Fossilien nicht nachweisbar. Rezentere Steinhühnerküken flattern, um Hindernisse im Lauf zu erklimmen

2c. Welche der beiden Hypothesen ist für den aktuellen Stand der Wissenschaft die richtigere?

Die Anatomie der Archäopteryx-Fossilien, das heißt die fehlende Rückwärtskralle, deutet auf die Läufer-Hypothese.

Tierische Flugpioniere – Lösungen Arbeitsblatt 2

1a. Welche Tierklassen gehören zum Stamm der Wirbeltiere? Was kannst du über die Anzahl der Zehen der Vogelfüße im Vergleich zu den allgemeinen Wirbeltierkennzeichen sagen?

FISCHE – AMPHIBIEN – REPTILIEN – VÖGEL – SÄUGER

Ein allgemeines Wirbeltierkennzeichen heißt 5 Zehen / 5 Finger je Extremität; Reptilien haben das so, bei Vögeln reduziert.

1b. Lösungsvorschlag:

Bild							
Fußart	Laufvogelfuß	Sitzfuß	Schwimmfuß	Allroundfuß	Kletterfuß	Greifvogelfuß	Zwischen
Beispiel	Nur: Strauße (Emu, Nandu sind 3-zehig)	Allg. Singvögel	Hier spezial: Bläshuhn / allg. Ente, Schwan...	Krähe, Elster, Rabe,	Specht	Sperber, Falke, Adler	Archäopteryx
Lebensraum	Freie Graslandschaft	Gärten, Hecken,...	Teiche, Sumpf, Feuchtgebiete	Garten, Wald, Feld,...	Wald, Baumbestand	Garten, Wald, Feld	Vermtl. Übergang Wald - Grasland
Ernährungsweisen	Pflanzenfresser, nur gelegentl. Insekten oder Kleintiere	Pflanzen (Körner, Früchte) oder Insekten	Wasserpflanzen und kleine Insekten	Allesfresser	Insekten unter der Baumrinde (manche auch Baumsaft)	Jäger	Vermutl. Allesfresser, Zähne deuten auf Fleischkost
Angepasstheit	Als Pflanzenfresser ist der Strauß ein typisches Beutetier. Durch Flucht oder gezielte Tritte verteidigt er sich, auch der Zusammenschluss in Herden dient diesem Zweck. Für das schnelle und ausdauernde Laufen auf trockenem hartem Boden bei der Flucht o. Nahrungssuche sind seine großen stark verhornten Zehen von Vorteil. Etwas Festhalten (klammern) muss er nicht können.	Der Lebensraum Waldrand, Hecken oder Garten die Lebensweise als Beutetier (Hauskatze, Marder, Greifvogel,..) das Suchen sicherer Nistplätze sowie der Hauptfundort der Nahrung verlangen kleine, wendige Vögel, die sich gut im Geäst festhalten können. Diese Vögel haben zierliche zum Greifen geeignete Füße.	Der Lebensraum Wasser und die Suche nach Nahrung im Wasser führt zur Anpasstheit Füße mit Hautlappen, also flossenartig. Als Pflanzenfresser ist der Aufenthalt im freien Wasser natürlich auch Schutz vor Räubern – den Räubern aus der Luft oder dem Wasser können sie allerdings nur schwer ausweichen. (Küken z.B. als Beute von Hechten)	Da Raben, Krähen, Elstern.. auch vor Jungtieren nicht Halt machen, haben sie mitunter sich wehrende zumindest aber schwerer Beute zu transportieren. Ein kräftiger klammerfähiger Fuß ist nötig.	Das Suchen der Nahrung, kletternd an den Baumstämmen, das Bauen der Nisthöhle... Spechte verbringen viel Zeit am Stamm von Bäumen, ihr Fuß ist mit je 2 Zehen nach vorne und hinten ein zum Klettern optimierter Fuß.	Der schnelle und sichere Griff auf Beute im Sturzflug verlangt lange scharfe Krallen, kräftige Zehen und mindestens eine nach hinten gerichtete Zehe.	Der mehr seitlich abgespreizte recht kleine 1. Zehe gibt dem Fuß eine auffallende Ähnlichkeit zum Laufvogelfuß, Archäopteryx war sicher mehrheitlich am Boden zu finden, wie man es für einen Nachfahren kleiner Raub-saurier erwarten kann.

Tierische Flugpioniere – Lösungen Arbeitsblatt 3

1a. Mit dem Kiwi taucht natürlich ein kleiner und relativ leichter Vogel auf. Die Flugunfähigkeit ist mit Größe und Gewicht alleine nicht vollständig erklärbar. Zumal Albatros, Kondor u.a. beachtlich groß und schwer sind. Die Größe der Straußen-artigen ist wohl eher die Folge des Nichtfliegens. Wer nicht durch die Luft fliehen oder in der Luft jagen kann, muss eben groß und kräftig zu Fuß sein.

Auch die systematisch nicht eindeutig zu geordneten Steißhühner sind nur huhn groß und wie der Kiwi vornehmlich im Dickicht geschützt unterwegs. Kiwis sind zu dem noch nachtaktiv, sie beschreiten offensichtlich den Weg „unauffällig“ zu sein.




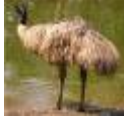


1b. Natürlich ist der „Roadrunner“ kein Laufvogel. Ihm fehlt das typische Kennzeichen eines flachen Brustbeins. Systematisch gehört er zu den Rennkuckucken. Er ist knapp 60 Zentimeter groß und wird bis zu 30 km/h schnell. Wegen seiner äußerst kurzen Flügel kann er nur kurzzeitig und kurze Strecken fliegen. In der Regel jagt oder flüchtet er rennend.

2a.

Definition: Die Ordnung der Laufvögel (Struthioniformes) umfasst alle Vogelarten, denen der Brustbeinkamm fehlt. Entsprechend haben sie eine relativ schwache Brustmuskulatur und kümmerlich ausgelegte Flügel. Sie sind nicht in der Lage zu fliegen. Ihr Gefieder dient der Temperaturregulation, der Balz oder Tarnung vielleicht auch zur Drohgebärde.

Weiterhin fehlen ihnen die Luftsäcke, die sich bei allen flugfähigen Vögeln finden.






Man zählt die afrikanischen Strauße, die südamerikanischen Nandus, die australischen Emus und Kasuare und die neuseeländischen Kiwis zur Kerngruppe. Oft werden die südamerikanischen Steißhühner, die nie fliegen, aber einen (wenn auch kleinen) Brustbeinkamm haben, als Nebengruppe den Laufvögeln zugeordnet.

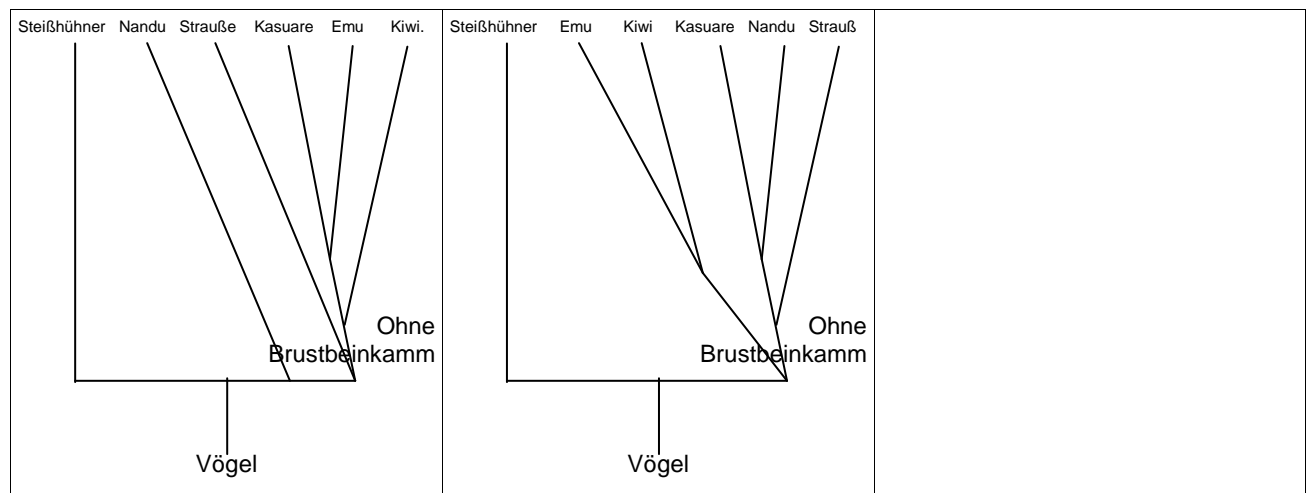
						
Name	Vogel Strauß	Nandu	Kasuar	Emu	Kiwi	Steißhuhn
nat. Lebensraum	Süd/Mitt. Afrika	Süd-Amerika	Neuguinea	Australien	Neuseeland	Süd-Amerika
Flügel	Noch relativ groß	Noch relativ groß	Dtl. reduziert	Dtl. reduziert	Dtl. reduziert	
Federn	Hauptschaft und Afterschaft	Hauptschaft und Afterschaft	Hauptschaft und Afterschaft	Hauptschaft und Afterschaft	Hauptschaft und Afterschaft	Hauptschaft und Afterschaft
Federn	Bogenstrahlen u. Hakenstrahlen ineffektiv	Bogenstrahlen u. Hakenstrahlen ineffektiv	Bogenstrahlen u. Hakenstrahlen ineffektiv	Bogenstrahlen u. Hakenstrahlen ineffektiv	Bogenstrahlen u. Hakenstrahlen ineffektiv	Bogenstrahlen u. Hakenstrahlen ineffektiv
Verdauung	Langsam und effektiv	Langsam und effektiv	Langsam und effektiv	Langsam und effektiv	Langsam und effektiv	Langsam und effektiv
Größe	M: bis 2,5 m hoch W bis 1,9 m	1,4 m hoch	1,7 m hoch	Bis 1,9 m hoch	Bis 60 cm lang ca 35 cm hoch	14 – 50 cm je nach Art
Gewicht	M bis 130 kg W bis 110 kg	Max. 50 kg	60 kg	Bis 45 kg	1 – 4 kg	50g <-> 1,8 kg
Km/h	Spitze: 70 km/h Dauer: 50 km/h	Spitze: 60 km/h	Spitze: 50 km/h	Spitze = Dauer: 50 km/h		
bedroht	Regional bedroht insgesamt nicht	Einzäunung von Landwirtschaften, Sportjagd..eingeschränkt bedroht	Sehr scheu deshalb wenig klare Angaben, Regenwaldproblematik	Nur regionale Splittergruppen bedroht, sonst starke Population	Eingeschleppte Raubtiere jagen Kiwi - bedroht	Regenwaldrodung und Jagd durch Mensch - bedroht
Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Augen 5cm Durchmesser • Alle 3 Finger mit Krallen • Wasser aus Nahrung -> trinken nicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Super Schwimmer • In freier Wildbahn gemeinsame Herden mit Pampa-Hirschen und Guanakos, Schutz vor Feinden 	<ul style="list-style-type: none"> • helmartiges Horngewebe auf dem Kopf (Zweck?) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lebt in ganz Australien außer trop. Regenwald, dort lebt Helmkasuar • Kann massige Fettpolster anlegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hört und riecht gut, sieht schlecht • Körpertemperatur ca. 38°C (~Säuger) (Vögel 40-42°C) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wartet regungslos und flieht erst im letzten Augenblick laut schreiend und „knallend losflatternd“

Die möglichen Inhalte sind je nach der benutzten Quelle leicht anders, aber sehr umfangreich. Hier war Wikipedia Hauptquelle.

Tierische Flugpioniere – Lösungen Arbeitsblatt 4

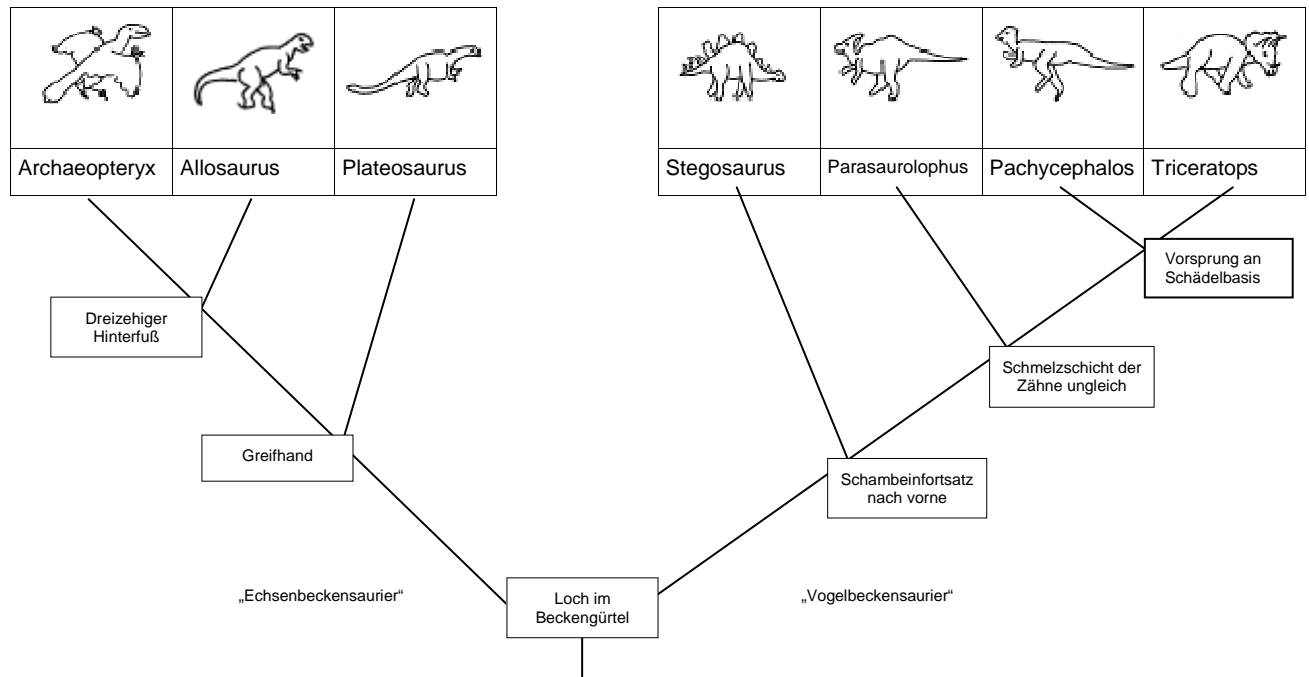
b. die angebotenen Stammbäume zu überprüfen und einen alternativen Stammbaum mit Hilfe des Infotextes zu erstellen.

Verschiedene Tiergruppen zum Vergleich	Periode	Erd- epoche	Vor Millionen Jahren	Laufvögel und ihre Fundorte
heutige Tiere 	Quartär	Holozän	Heute – 0,01 J	Afrikan. Strauß
moderne Menschen		Pleistozän	0,01 – 1,8	
Vorfahren des Menschen	Tertiär	Pliozän	1,8 - 5,3	Nandu S-Amerika
Vielfalt der Säugetiere nimmt zu 		Miozän	5,3 - 23	Strauße Asien
Säuger und Vögel erobern die Welt		Oligozän	23 - 33,9	Ur-Nandu S-Amerika
		Eozän	33,9 - 55,8	Urstrauß M-Europa
		Paläozän	55,8 - 65,5	Ur-Ur-Nandu S-Amerika
Dinos sterben aus	Kreide	Oberkreide	65,5 - 99,5	Diese Übersicht zeigt, dass die Laufvögel wohl erst vor 60 Mio Jahren, als die Dinos ausstarben, durch den Vorgang einer umfangreichen Radiation, diese nun freie ökologische Nische besetzten. Damit stammen sie wohl von fliegenden, befiederten Vorfahren ab.
Hauptzeit der Dinosaurier erste Vögel 		Malm	145,5 - 162	
	Dogger	162 - 175,5		
	Lias	175,5 - 202,5		
Erste Ursäugetiere 	Trias	Keuper	202,5 - 228,5	kleinen Flügeln (aber flugermöglichend) sowie einer 4. nach hinten gerichteter Zehe - dafür aber auch mit anderen zu den Laufvögeln gehörenden Merkmalen bieten eine verwandtschaftliche Anbindung zu den fliegenden Vögeln.
Beginn Dinosaurier 		Muschel- kalk	228,5 - 245,9	
		Bunt- sandstein	245,9 - 251	



Tierische Fluggioniere – Lösungen Arbeitsblatt 5

1. **Teamaufgabe:** Beratet euch und erstellt aufgrund dieser Tabelle ein mögliches Kladogramm.



2. **Einzelaufgabe:** Informiere dich über einen der genannten Saurier und stelle ihn deinem Kurs vor (max. 5 min)

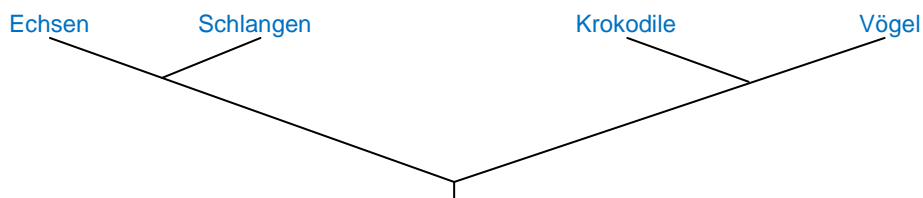
<http://www.leute.server.de/frankmuster/files/Frameseite.htm>

3. Welche Vermutungen ergeben sich aus Aufgabe 1 und 2 über das Fliegenlernen von Archäopteryx?

Wenn die Verwandtschaft von Archäopteryx laufende Sauriere mit ausgeprägten Hinterbeinen waren, dann sollte diese körperliche Grundeigenschaft/-tendenz auch bei ihm genetisch angelegt gewesen sein. Es steht heute außer Frage, dass seine Vorfahren und die nächste mit ihm lebende Saurierverwandtschaft kleine, auf den Hinterbeinen laufende Raubsaurier waren, die ihre erjagte Beute mit den bekrallten und zum Greifen fähigen Vorderextremitäten festhielten.

4. **Hausaufgabe:** Durch den Vergleich mitochondrialer DNA sind sich die meisten Tiersystematiker darin einig, dass die Krokodile in Wirklichkeit näher mit den Vögeln als mit Echsen und Schlangen verwandt sind.

a. Erstelle einen Stammbaum, der dies schematisch zeigt.



b. Erkläre die erwähnte Untersuchungsmethode (DNA-Vergleich).

Hier zu erklären ist die Methode der DNA-DNA-Hybridisierung. Sie ist als Standard-Methode in jedem gängigen Biologiebuch der Sek II ausführlich beschrieben.

c. Warum betrachtet man dennoch die Vögel als eigenständige Klasse?

Vögel sind die einzigen Lebewesen mit dem anatomischen Merkmal der FEDER. Dieses exklusive Merkmal führt dazu, dass man Vögel als Spezialgruppe zusammenfasst und nicht mit den ihnen genetisch nahestehenden Krokodilen. Diese wiederum verbleiben systematisch bei den Reptilien (trotz genetischer Nähe zu den Vögeln).

Tierische Flugpioniere – Lösungen Arbeitsblatt 6

1. Klären Sie folgende Begriffe: Gastralrippen, Gabelbein, Brustbeinkamm, Rabenbein, Pygostyl.

Gastralrippen (=Bauchrippen) = Bei Sauriern typisch vorkommende kleine Rippen über dem Brustkorb beginnend und oft den Bauchraum bedeckend. Archäopteryx besitzt noch Gastralrippen, bei den modernen Vögeln fehlen diese.

Gabelbein (Furcula) = die beiden Schlüsselbeine sind miteinander verwachsen, es entsteht das Y-förmige Gabelbein.

Brustbeinkamm, das breite Brustbein (Sternum) hat eine stark vorspringende Leiste (Carina). Beide Sternum und Carina sind Ansatzfläche für die mächtigen Brustmuskeln (Flugmuskulatur).

Raben(schnabel)bein (=Coracoid) = ist bei den flugfähigen Vögeln der stärkste Knochen des Schultergürtels. Er ist gelenkig verspannt ventral zum Brustbein und dorsal zu Schlüsselbein, Oberarmknochen und Schulterblatt. Damit ist er Stütze im Brustkorb und Teil des Schultergelenkes.

Pygostyl = die letzten Schwanzwirbel (nach dem Becken) sind miteinander verwachsen. An diesem „Pygostyl“ sitzen die Schwanzfedern.

2. Welche ursprünglichen Aufgaben kann das Gefieder gehabt haben?

Wärmeerhalt – Balz – Tarnung – Drohgebärde -

3. Informieren Sie sich über die modernen Federtypen (Konturfedern, Steuerfedern, Schwungfedern und Dunen) Konturfedern, sie verleihen dem Vogel seine stromlinienförmige Gestalt, das dichtgeschlossene Gefieder um den Körper. Die Federn sind eher klein, am Ansatz flauschig und am Ende mit normaler Fahne.

Steuerfedern, sie dienen zum Manövrieren in der Luft. Es sind meist lange schlanke Federn mit stabiler Fahne.

Schwungfedern, sie sind die großen stabilen Federn an den Armschwingen.

Dunen (Daunen), das sind kleine sehr weiche Federn, die mit ihren vielen feinen wirren Ästchen eine Luftschicht am Körper binden und so für den Wärmeerhalt sorgen.

4. Bewerten Sie Archäopteryx als „Brückentier“.

a. unter der Annahme, Federn traten nur in der Stammeslinie von Archäopteryx auf

b. unter der Annahme, Federn traten sowohl bei Echtenbecken- als auch Vogelbeckensauriern auf

Ein Brückentier steht am Fuße der Entwicklung zweier Linien, es zeigt also Merkmale beider systematischer Reihen. Das trifft auf Archäopteryx als Bindeglied zwischen Saurier und Vogel zu. Wenn Federn nur und erstmals bei Archäopteryx auftreten, dann wären sie wohl ein ursprünglich „Vogelmerkmal“, das würde aber die Stellung Brückentier nicht verändern.

Wenn Federn schon vor Archäopteryx und auch in der entfernt verwandten Linie der Vogelbeckensaurier auftraten, dann sind Federn (s.o.) nicht urspr. zum Fliegen entstanden. Aber auch das würde die Brückentierfrage nicht verändern. Entscheidend ändern könnte nur ein anderes Fossil mit ebenfalls modernen Armschwingen, das systematisch nicht mit Archäopteryx verwandt ist, dann müsste man die Frage nach der Vogelabstammung neu bedenken.