Janina Jördens,
Roman Asshoff und
Harald Kullmann

14.3 Unterrichtsmaterialien

14.3.1 Unterrichtsmaterialien für die Unterstufe (Klasse 5–6)

Material 1: Stammbäume lesen

Abbildung 14.9 gibt die Verwandtschaftsverhältnisse verschiedener Tiere wieder.

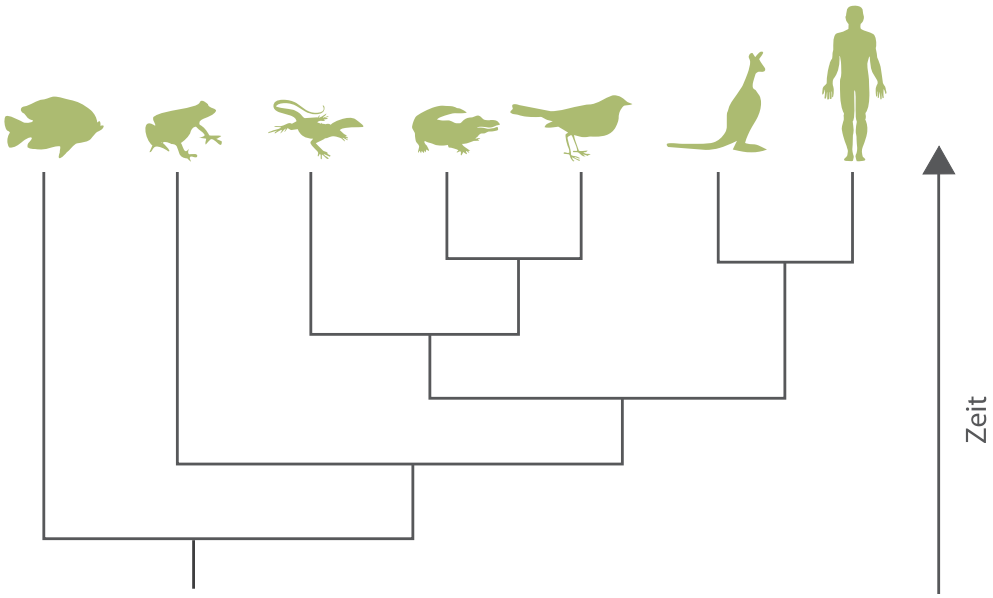


Abb. 14.9 Stammbäume lesen

Aufgabe 1

Wer ist näher miteinander verwandt? Begründe deine Antwort anhand des Stammbaums.

a Ist der Vogel näher mit der Eidechse oder näher mit dem Känguru verwandt?

b Ist die Eidechse näher mit dem Vogel oder näher mit dem Menschen verwandt?

c Ist die Eidechse näher mit dem Krokodil oder näher mit dem Vogel verwandt?

Aufgabe 2

Sind die Lurche mit den Eidechsen und dem Menschen gleich nah verwandt? Begründe deine Antwort anhand des Stammbaums.

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht.
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Aufgabe 3

Ein Wissenschaftler gräbt nach Fossilien. Schau dir den abgebildeten Stammbaum genau an.

a Der Wissenschaftler entdeckt in einer der Schichten Fossilien von sehr urtümlichen Fischen. Wie wahrscheinlich ist es, dass er in derselben Schicht auch Fossilien von Kängurus findet?

b Der Wissenschaftler entdeckt in einer der Schichten Fossilien von Krokodilen. Wie wahrscheinlich ist es, dass er in derselben Schicht auch Fossilien von Fischen findet?

Material 2: Einen Stammbaum rekonstruieren 1 – Haarige Probleme …

Aufgabe 4

Säugetiere besitzen zahlreiche gemeinsame Merkmale und doch kommen Unterschiede in den verschiedenen Untergruppen vor. Geparde und Pferde besitzen beispielsweise ein dichtes Fell, wohingegen Elefanten fast keine Haare tragen. Ein Wissenschaftler möchte nun herausfinden, ob Haare (Fell) ein ursprüngliches („altes“) Merkmal von Säugetieren sind oder ob die Haarlosigkeit der Elefanten ursprünglich ist. Ein Kollege hat ihm den folgenden Stammbaum zur Verfügung gestellt, mit dessen Hilfe er seine Frage beantworten kann (Abb. 14.10).

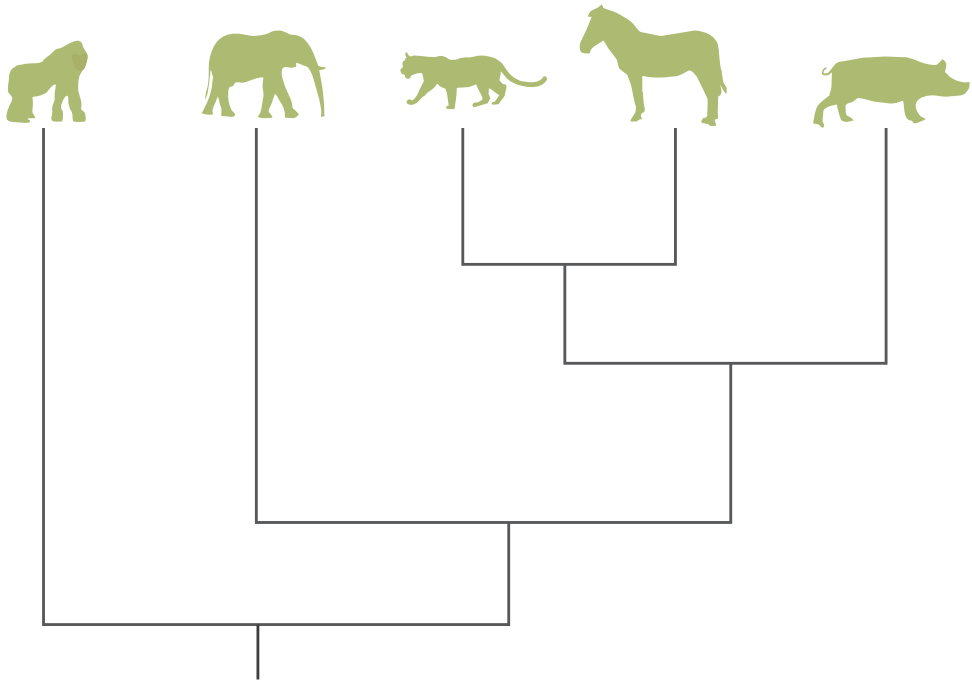


Abb. 14.10 Einen Stammbaum rekonstruieren 1 – Haarige Probleme …

Mit welcher Gruppe muss der Wissenschaftler Pferde und Elefanten vergleichen, um herauszufinden, ob Fell oder Haarlosigkeit ursprünglich sind? Zu welchem Ergebnis kommt er? Begründe deine Antwort.

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht.
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

14.3.2 Unterrichtsmaterialien für die Unterstufe bis Mittelstufe (Klasse 5–9)

Material 3: Einen Stammbaum rekonstruieren 2 – Auf die Füße geschaut …

Aufgabe 5

Säugetiere gehören zu den Tetrapoden (Vierfüßern), daher besitzen alle Säugetiere vier Extremitäten. Einige Arten haben jedoch eine ganz unterschiedliche Zehenanzahl an den Füßen. So haben Kamele zwei Zehen, während Hunde fünf Zehen an jeder Pfote besitzen. Durch einen Vergleich kann man ermitteln (Abb. 14.11), ob das Merkmal „fünf Zehen“

- ein altes, ursprüngliches Merkmal ist, das im Verlauf der Evolution früher entstand als die geringere Zehenanzahl, oder
- ein jüngeres, abgeleitetes Merkmal darstellt, das sich erst später aus Vorfahren mit weniger Zehen entwickelt hat.

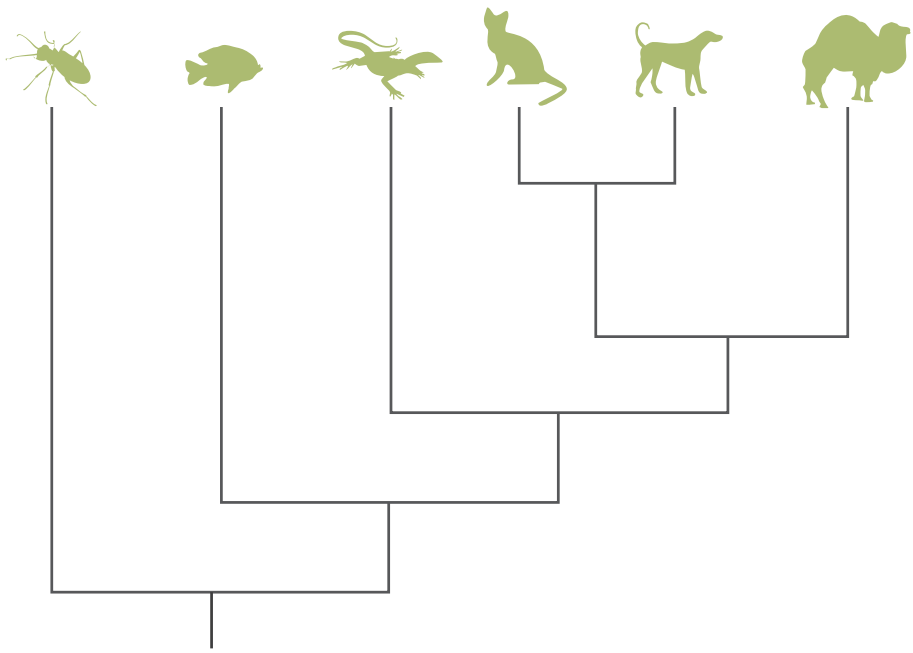


Abb. 14.11 Einen Stammbaum rekonstruieren 2 – Auf die Füße geschaut …

Mit welcher Tiergruppe müsste man das Merkmal „Anzahl der Zehen“ bei Hunden und Kamelen vergleichen, um dieses Problem zu lösen? Zu welchem Ergebnis kommst du? Begründe deine Auswahl.

14.3.3 Unterrichtsmaterialien für die Mittelstufe (Klasse 7–9)

Material 4: Abstammungsgemeinschaften

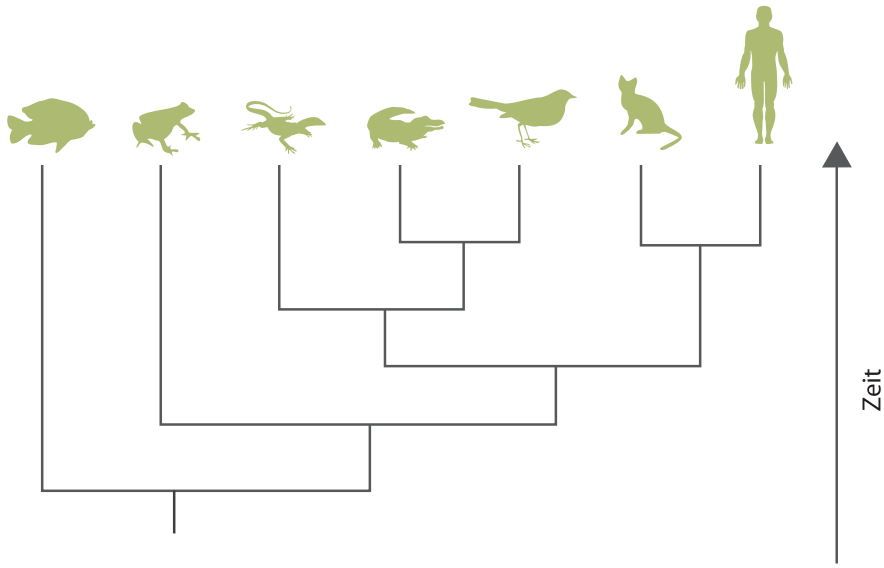


Abb. 14.12 Abstammungsgemeinschaften

Aufgabe 6

In diesem Stammbaum stellen Katzen und Menschen eine geschlossene Abstammungsgemeinschaft (Monophylum) dar, da sie auf einen gemeinsamen Vorfahren zurückzuführen sind, den sie mit keiner der anderen Gruppen teilen (Abb. 14.12).

a Erarbeite alle weiteren Abstammungsgemeinschaften aus dem abgebildeten Stammbaum.

b Zeichne mindestens eine unvollständige Abstammungsgemeinschaft (Paraphylum) im abgebildeten Stammbaum ein. Welche Problematik verbirgt sich in einer solchen Gruppierung für die Interpretation von Verwandtschaft?

c Wie bezeichnet man eine Gruppe, die nur Katzen und Vögel umfasst? Ein Tipp: Denke an Stammarten und Verwandtschaft. Benenne eine weitere Gruppierung, die dieser entsprechen würde.

Aufgabe 7

Innerhalb der geschlossenen Abstammungsgemeinschaft (des Monophylums) stehen sich Katzen und Menschen als Schwestertaxa gegenüber.

a Welche Gruppe ist Schwestertaxon zum Taxon Vögel?

b Benenne das Schwestertaxon der Lurche.

c Welche Gruppen umfassen in diesem Stammbaum die Tetrapoda und welches Schwestertaxon steht diesen gegenüber?

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht.
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Material 5: Abstammungsgemeinschaften in der Forschung 1 – Die Verwandtschaft der Seevögel

Abbildung 14.13 zeigt die Verwandtschaft der Schwarzschnabelsturmtaucher, zu denen Sturmtaucher, Sturmvögel, Albatrosse und Sturmschwalben gehören. Der Stammbaum basiert auf molekularen Daten (Nukleotidsequenzen des Cytochrom-b-Gens).

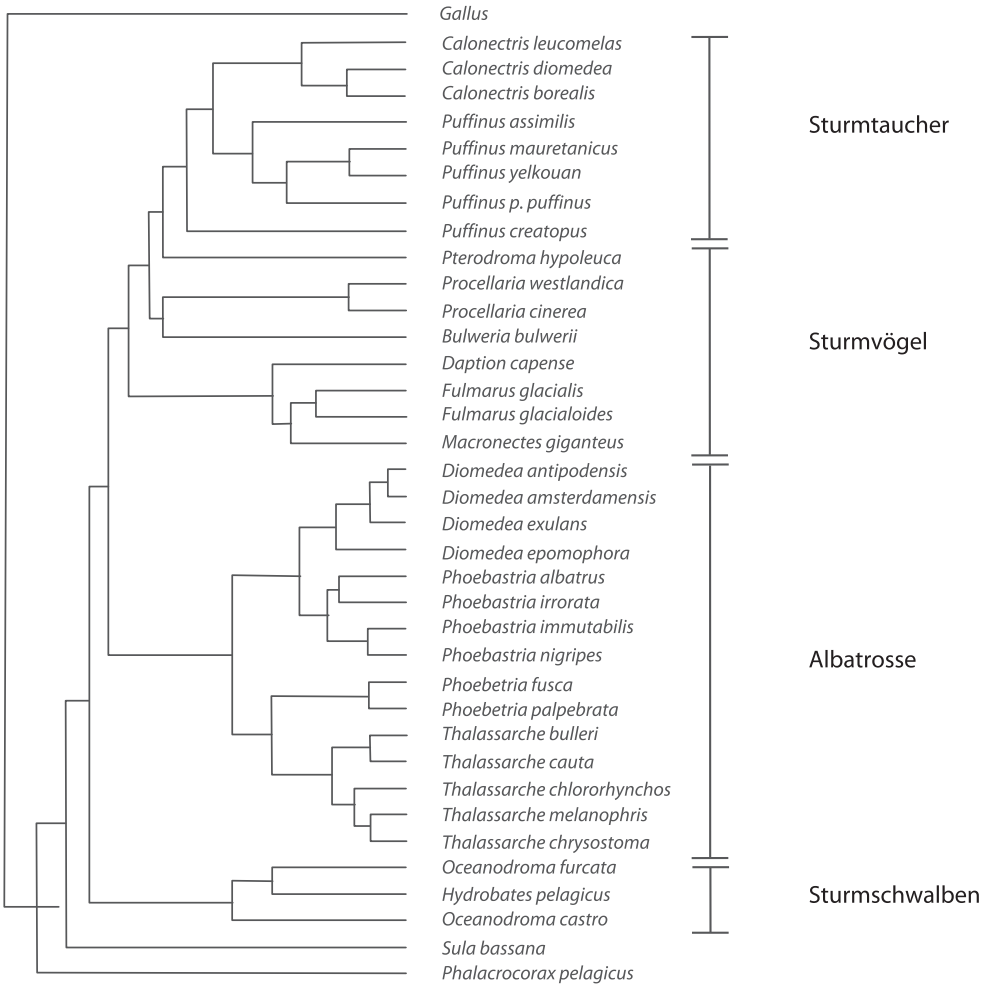


Abb. 14.13 Stammbaum der Schwarzschnabelsturmtaucher-Gruppe, basierend auf Nukleotidsequenzen des Cytochrom-b-Gens (nach Storch et al. 2007)

Aufgabe 8

Bei welchen der Gruppen (Sturmtaucher, Sturmvögel, Albatrosse und Sturmschwalben) handelt es sich um eine geschlossene Abstammungsgemeinschaft (Monophylum), bei welchen um eine unvollständige Abstammungsgemeinschaft (Paraphylum)? Begründe deine Zuordnung.

Aufgabe 9

Innerhalb der Sturmtaucher gibt es die Gattung *Puffinus*. Stellt dieses Taxon ein Monophylum oder ein Paraphylum dar? Begründe deine Zuordnung.

Aufgabe 10

Woraus setzt sich die Schwestergruppe der Albatrosse zusammen?

Aufgabe 11

Welche Außengruppe wurde gewählt, um den Stammbaum zu „wurzeln"?

Material 6: Der Außengruppenvergleich – Die Evolution der Säugetiere

Aufgabe 12

Säugetiere sind durch eine Vielzahl von gemeinsamen, homologen Merkmalen gekennzeichnet, die unter anderem in der Homoiothermie, dem Besitz eines Haarkleids und dem Vorhandensein von Milchdrüsen bestehen. Trotz der Abstammung von einem gemeinsamen Vorfahren sind innerhalb der Säugetiere ganz unterschiedliche Vertreter zu finden, die sich in der Ausprägung einiger homologer Merkmale unterscheiden (z. B. Schnabeltier und Hund). Die Unterscheidung ursprünglicher und abgeleiteter Merkmalsausprägungen ist Grundlage für die Rekonstruktion der Abstammung und die Erstellung eines Stammbaums.

Tab. 14.1: Merkmale vom Schnabeltier, Hund und der Zauneidechse

Merkmal	Schnabeltier	Hund	Zauneidechse
Haarkleid			
Milchdrüsen			
Fortpflanzungsart lebendgebärend oder eierlegend)			

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

a Fülle die Tabelle aus, indem du entscheidest, ob das jeweilige Merkmal vorliegt. Verwende hierfür die Symbole + und – beziehungsweise trage die Begriffe ein.

b Bestimme durch den Vergleich der Merkmalsausprägungen die Entwicklungsrichtung der Merkmale und erstelle einen Stammbaum. Welches Merkmal ist innerhalb der Säugetiere ursprünglich? Lebendgebärend oder eierlegend?

Material 7: Der Außengruppenvergleich 2 – Zeigt her eure Füße …

Aufgabe 13

Alle Schmetterlinge gehen auf einen gemeinsamen Vorfahren zurück und bilden demnach eine monophyletische Gruppe. Die Zugehörigkeit zu einer monophyletischen Gruppe bringt es mit sich, dass die Organismen zahlreiche gemeinsame abgeleitete Merkmale aufweisen. Innerhalb dieser Gruppe lassen sich jedoch auch gravierende Unterschiede feststellen, zum Beispiel bezüglich des Merkmals „Anzahl der Laufbeine". So besitzen Vertreter der Schmetterlingsgruppen Fleckenfalter (Nymphalinae, Abb. 14.14) und Monarchfalter (→ Danainae, Abb. 14.15) neben vier funktionsfähigen Laufbeinen zwei stark verkürzte Laufbeine. Die Vertreter der Gruppen Ritterfalter (Papilionidae, Abb. 14.16) und Weißlinge (Pieridae, Abb. 14.17) weisen dagegen sechs funktionsfähige Laufbeine auf.



Abb. 14.14 Tagpfauenauge
(Nymphalinae, 4 Laufbeine + 2; Friedrich Böhringer)



Abb. 14.15 Monarchfalter
(Danainae, 4 Laufbeine + 2; Derek Ramsey)



Abb. 14.16 Schwalbenschwanz (Papilionidae, 6 funktionsfähige Laufbeine; Christel Kessler)



Abb. 14.17 Großer Kohlweißling (Pieridae, 6 funktionsfähige Laufbeine; Juergen Wagner)

Einer dieser Merkmalszustände ist ursprünglich, also auch bei zahlreichen anderen Verwandten zu finden. Der abgeleitete Merkmalszustand charakterisiert dagegen seine Merkmalsträger als eine Gruppe innerhalb der Schmetterlinge, die auf einen jüngeren gemeinsamen Vorfahren zurückgehen.

a Bestimme eine geeignete Außengruppe für den Vergleich. Hierfür kannst du den abgebildeten Stammbaum (Abb. 14.18) als Hilfestellung nutzen.

b Ist das Merkmal „6 funktionsfähige Laufbeine" innerhalb der Gruppe der Schmetterlinge ein ursprünglicher oder ein abgeleiteter Merkmalszustand? Begründe deine Antwort.

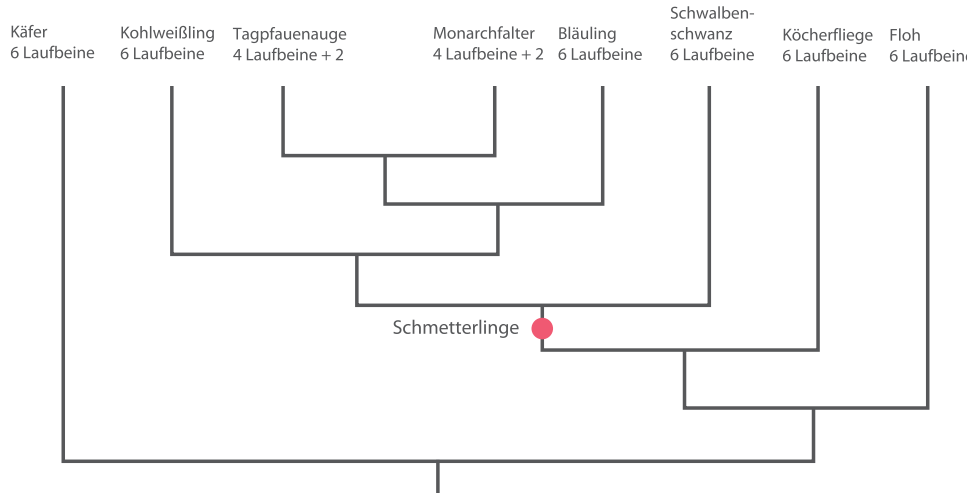


Abb. 14.18 Auszug aus einem Insekten-Stammbaum

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

14.3.4 Unterrichtsmaterialien für die Oberstufe (Klasse 10–12)

Material 8: Abstammungsgemeinschaften in der Forschung 2 – Die Verwandtschaft der Geier

Bis heute wurden über 230 verschiedene Greifvogelarten beschrieben, die 5 Familien zugeordnet werden (Falken [Falconidae]; Adler, Bussarde, Weihen, Habichte [Accipitridae]; Fischadler [Pandionidae]; Sekretäre [Sagittaridae]; Neuweltgeier [Cathartidae]). Da sie äußerlich ähnlich aussehen und viele gemeinsame Merkmale aufweisen, werden sie traditionell als Ordnung „Falconiformes" zusammengefasst. Vögel dieser Ordnung sind daran angepasst, entweder lebende Beute zu erlegen oder Aas zu fressen und besitzen dementsprechend morphologische Angepasstheiten (z.B. kräftige hakenförmige Schnäbel, kräftige Greiffüße mit starken Krallen, exzellentes Sehvermögen, sehr gut entwickelte Flugfähigkeit). Aus einer Studie ergab sich aus Analysen der Nukleotidsequenzen des Cytochrom-b-Gens beispielsweise der unten abgebildete Stammbaum (Abb. 14.19; verkürzt dargestellt aus Storch et al. 2007).

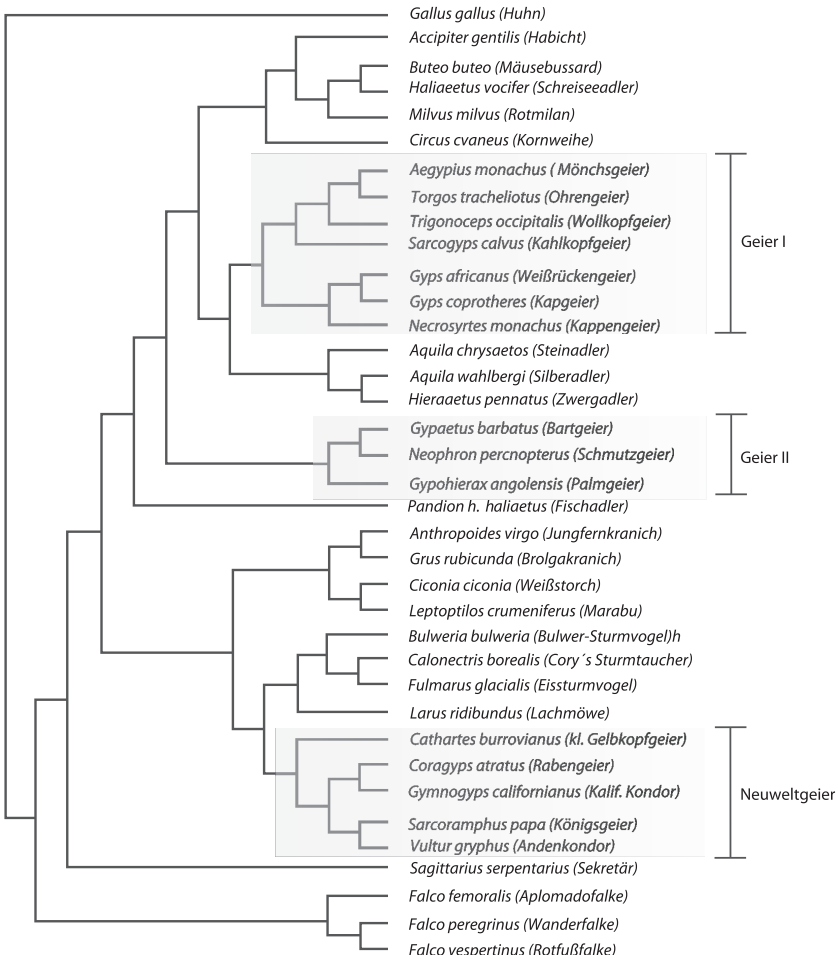


Abb. 14.19 Auszug aus dem Stammbaum der Greifvögel, basierend auf Nukleotidsequenzen des Cytochrom-b-Gens (verändert nach Storch et al. 2007)

Aufgabe 14

Die im Stammbaum grau unterlegten Vögel werden im allgemeinen Sprachgebrauch oft als „Geier" zusammengefasst und teilen neben den morphologischen Merkmalen auch die Ernährung als Aasfresser.

a Handelt es sich bei der Gruppierung „Geier" um ein Monophylum, ein Paraphylum oder ein Polyphylum?

b Alle Geier ernähren sich ausschließlich als Aasfresser. Ist diese Eigenschaft aufgrund des Stammbaums als homologes oder als analoges Merkmal zu bewerten? Begründe deine Annahme.

Aufgabe 15

Welche Schwestergruppe steht hier den Neuweltgeiern gegenüber? Mit welcher Gruppe teilen sie also einen gemeinsamen Vorfahren?

Aufgabe 16

a Kennzeichne in Abbildung 14.19 die im Text beschriebene Ordnung Falconiformes (z. B. indem du alle Vertreter der Gruppe einkreist).

b Erläutere, ob es sich um ein Monophylum, ein Paraphylum oder ein Polyphylum handelt.

c Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Bezeichnung Falconiformes?

Material 9: Zuordnung phylogenetischer Begriffe

Aufgabe 17

Bestimme die „umgangssprachlichen" Begriffe für die wissenschaftlichen Bezeichnungen in Abbildung 14.20.

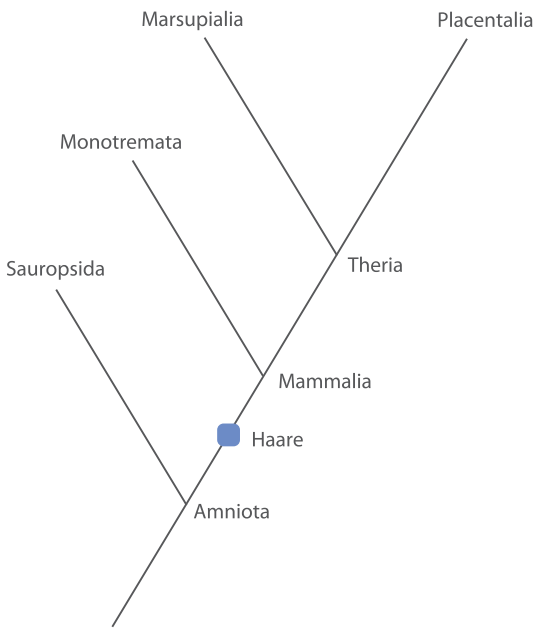


Abb. 14.20 Stammbaum einiger Tiergruppen

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Aufgabe 18

Bestimme die folgenden Merkmalszugehörigkeiten in Abbildung 14.20 und begründe deine Antwort.

a Für welches Taxon ist das Merkmal „Haare“ eine Autapomorphie?

b Für welche beiden Taxa ist das Merkmal „Haare“ eine Synapomorphie?

c Nenne ein Taxon, für das das Merkmal „Haare“ eine Plesiomorphie ist.

Material 10: Einen Stammbaum erstellen – Wie der Leopard zu seinen Flecken kam …

Aufgabe 19

Viele Katzenarten weisen charakteristische Fellzeichnungen auf, die von einfarbigem Fell über Flecken, Rosetten bis hin zu Streifen variieren. Wissenschaftler stellen sich die Frage, wie die ursprüngliche Fellzeichnung des letzten gemeinsamen Vorfahren dieser Gruppe ausgesehen haben könnte. Bezüglich der Evolution des Fellmusters behaupten einige Forscher, dass das ursprüngliche Muster aus relativ großen Flecken besteht, die sich mit der Zeit in kleinere Flecken, Sprenkeln oder Rosetten aufgelöst haben.

Da die Fellzeichnung bei Fossilien nicht erhalten bleibt, sind keine konkreten Hinweise auf die Ausprägung zu finden. Man kann jedoch Stammbäume, die auf der Untersuchung anderer Daten beruhen, nutzen, um die Entstehung der heutigen Fellzeichnungen nachzuvollziehen. So kann man das mögliche Farbmuster des letzten gemeinsamen Vorfahren dieser Gruppe ermitteln.

In Abbildung 14.21 ist ein Ausschnitt aus einem Stammbaum für neun rezente (heute noch lebende) Katzenarten beschrieben. Die in diesem Stammbaum dargestellten Verwandtschaftsbeziehungen sind das Ergebnis der Analyse molekularbiologischer Daten (DNA) und morphologischer Daten von rezenten Arten und Fossilien (z. B. Skelette, Schädel, Zähne).

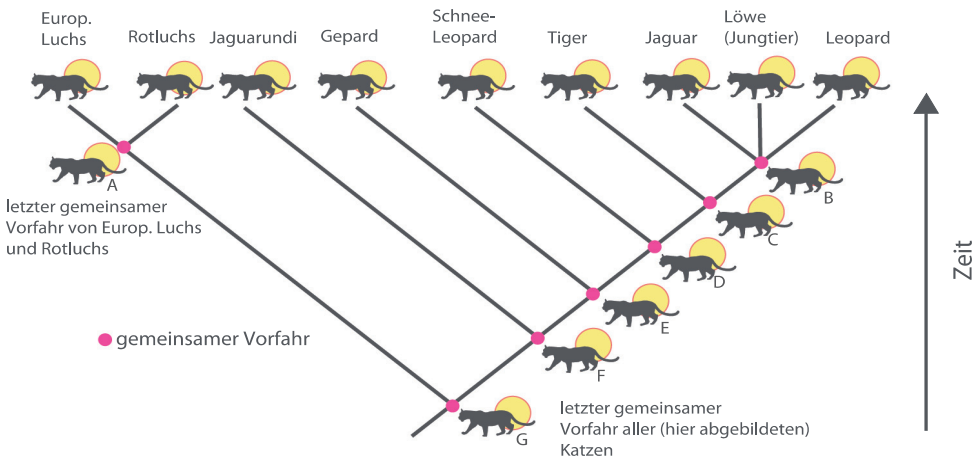


Abb. 14.21 Stammbaum von neun rezenten Katzenarten (verändert nach Freeman und Herron 2007)

a Recherchiere das Fellmuster der in Abbildung 14.21 dargestellten rezenten Arten und benenne die Musterung nach folgenden Kategorien: einfarbig, Flecken, Rosetten, Streifen. Nutze Abbildung 14.22 als Hilfestellung bei der Bestimmung.

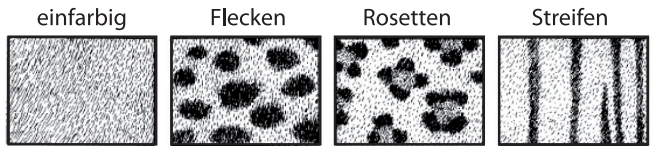


Abb. 14.22 Fellzeichnungen (nach Werdelin und Olsson 1997)

b Skizziere in Abbildung 14.21 das jeweilige Fellmuster in den dafür vorgesehenen Kreisen. Versuche Schritt für Schritt nachzuvollziehen, welches Fellmuster der jeweils letzte gemeinsame Vorfahr (an den jeweils nächsten Knotenpunkten) gehabt haben könnte. Beginne mit Knotenpunkt A und rekonstruiere dann das Merkmal für die Knotenpunkte B, C, D, E und F. Berücksichtige dabei das Parsimonie-Prinzip!

c Welches Fellmuster ist bei dem letzten gemeinsamen Vorfahren aller dargestellten Katzen anzunehmen?

d Welche Katzenart(en) zeigt/zeigen auch heute noch die ursprüngliche Fellzeichnung?

e Handelt es sich bei den Streifen um ein ursprüngliches oder ein abgeleitetes Merkmal?

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg