

Sekundarstufe II - Evolution

Wie sich die Systematik unter dem Blickwinkel der Deszendenztheorie verändert

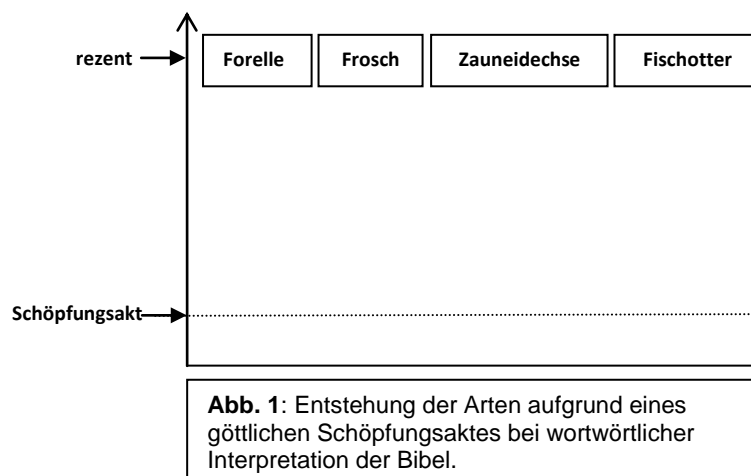
Die **Systematik** ist ein Fachgebiet der Biologie. In der Systematik werden Organismen klassifiziert, indem sie in ihrer Vielfalt beschrieben und auf Grund definierter Merkmale zu Gruppen zusammengefasst und diese Gruppen (Taxa, Singular: Taxon) in einem hierarchischen System angeordnet werden.

In der vordarwinistischen Zeit ging man davon aus, dass alle Organismen durch einen einzigen Schöpfungsakt erschaffen worden waren. Vor allem die Stellung des Menschen innerhalb der Schöpfung, als Ebenbild Gottes, war ein durch kirchliche Autorität gestütztes Dogma. Als konsequenter Naturwissenschaftler hatte CARL VON LINNÉ den Menschen ebenfalls in das Tierreich eingeordnet und zwar innerhalb der Mammalia (Säugetiere) in eine Gruppe, welche er **Anthropomorpha** nannte. An die Stelle der sonst üblichen Gattungsmerkmale setzte LINNÉ hinter *Homo* lediglich: *Nosce te ipsum* („erkenne dich selbst“). Dies führte schon zu Kontroversen, wie sie 100 Jahre später nach der Veröffentlichung von DARWINS „Origin of species“ (1859) erneut und heftiger aufflammen sollten. LINNÉ selbst war der festen Überzeugung, dass der Mensch aufgrund seines Körperbaus in die Gattung der Affen gehörte, meinte aber:

„...hätte ich den Menschen einen Affen genannt oder umgekehrt, so hätte ich sämtliche Theologen hinter mir her, nach kunstgerechter Methode hätte ich es wohl eigentlich gemusst.“

Trotzdem war seine Sichtweise der Systematik eine statische. Auch für LINNÉ waren die rezenten Arten aus einem einzigen Schöpfungsakt heraus entstanden und damit konstant. Sie waren also in unveränderter Form seit der Schöpfung vorhanden. Veranschaulichen lässt sich dies in folgender Abbildung:

Aufgabe: Vervollständigen Sie die unten stehende Abbildung 1, indem Sie die Konstanz und Unveränderlichkeit der dargestellten Arten durch Pfeile darstellen.



Sekundarstufe II - Evolution

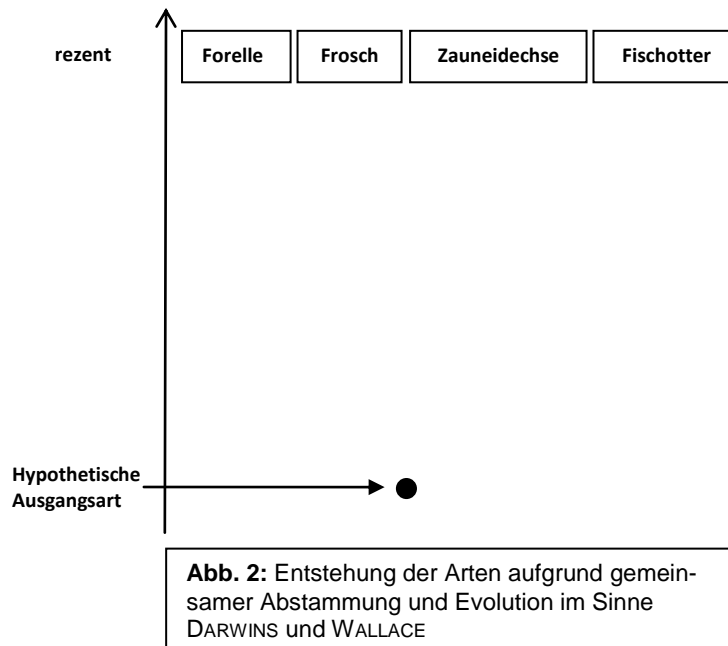
Die **Deszendenztheorie (Theorie der gemeinsamen Abstammung)** nach DARWIN und WALLACE geht von etwas anderem aus. Systematik vor dem Hintergrund der Deszendenztheorie bekommt einen dynamischen Charakter. Ihre Kernaussage kann wie folgt formuliert werden:

Die heutige Vielzahl der Arten von Tieren und Pflanzen hat sich aus einer geringen Zahl von Arten, vielleicht nur einer einzigen, entwickelt. Alle heute lebenden Organismen stellen eine über Vorfahren-Nachfahrenbeziehungen verbundene Abstammungsgemeinschaft dar. Über lange Zeiträume hinweg kommt es durch Artaufspaltungen zur einer Vervielfältigung und Veränderung von Arten.

Evolutionforschung im Sinne der Deszendenztheorie versucht also Fragen zu beantworten, die nach dem historischen Verlauf der Evolution auf unserem Planeten fragen. Ausdruck finden diese Antworten unter anderem in den Versuchen Verwandtschaftsverhältnisse zu rekonstruieren.

Wie ändert sich der Blickwinkel, unter dem man nun die Entstehung der einzelnen Arten und ihre Beziehungen zueinander betrachten muss?

Aufgabe: Vervollständigen Sie die unten stehende Abbildung 2, indem Sie, ausgehend von der hypothetischen Ausgangsart, die heute lebenden Arten über Vorfahren-Nachfahrenbeziehungen miteinander verbinden.



Lösungen:

Abb. 1:

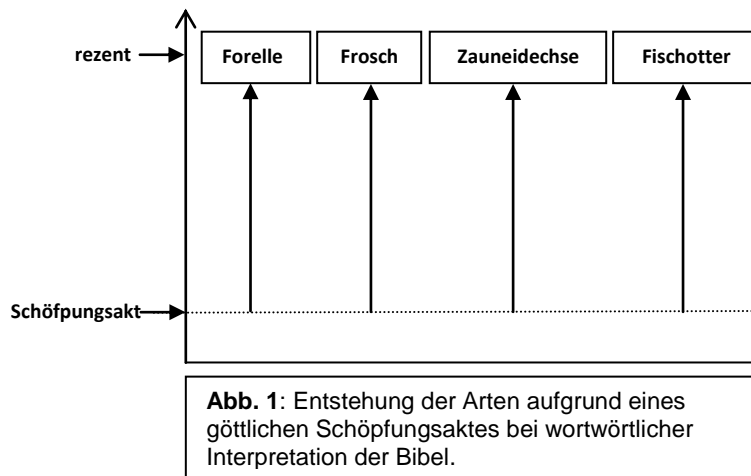
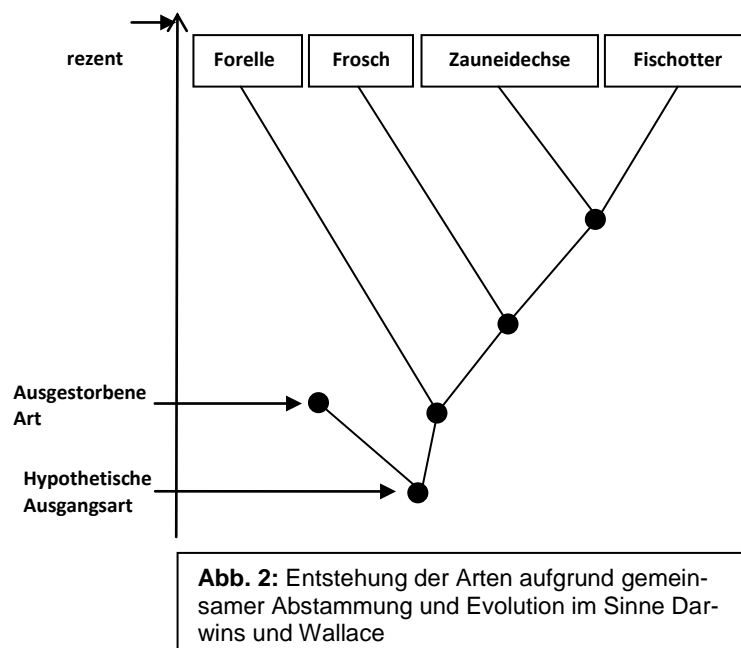


Abb. 2:



Phylogenetische Systematik – Homologien begründen Verwandtschaft

(Phylogenese = Stammesgeschichte)

Die heute weit verbreitete Darstellung der Stammesgeschichte der Organismen in dichotom verzweigten Stammbäumen (siehe auch Infobox) erfüllt konsequent die Forderung an eine Systematik der Organismen im Sinne der Theorie der gemeinsamen Abstammung nach DARWIN und WALLACE.

Seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts war bekannt und akzeptiert, dass nur Homologien phylogenetische, d.h. stammesgeschichtliche Verwandtschaft anzeigen können. Es gab aber damals weder allgemein akzeptierte Kriterien zur Ermittlung von Homologien noch eine wissenschaftliche Methode zur Rekonstruktion phylogenetischer/stammesgeschichtlicher Beziehungen. Dieses Dilemma wurde durch die von **WILLI HENNIG** (1913-1976) begründete **phylogenetische Systematik** gelöst.

Eine **Grundforderung** HENNIGS an eine Stammbaumdarstellung im phylogenetischen Sinne ist, dass nur in sich geschlossene Abstammungsgemeinschaften darin enthalten sein dürfen. Kennzeichen einer so genannten **monophyletische Gruppe** (Abb. a) ist, dass sie ...

- ... nur auf **einen einzigen gemeinsamen Vorfahren**, eine so genannte **Stammart**, zurückzuführen ist und
- ... **alle Nachfahren** dieser Stammart in dieser Gruppe enthalten sein müssen.

Unzulässige Klassifikationen sind demnach systematische Gruppen, die zum einen nicht alle Nachkommen einer Stammart beinhalten (**paraphyletische Gruppen**, Abb. b) oder Taxa miteinander gruppieren, die auf verschiedene Stammarten zurückzuführen sind (**polyphyletische Gruppen**, Abb. c).

Infobox

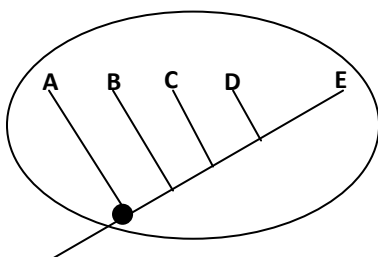
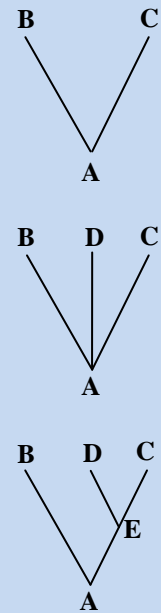
Eine Art A spaltet sich mindestens in zwei weitere Arten B und C auf. Eine Identifizierung der beiden Schwesterarten B und C erfolgt über gemeinsame Merkmale, welche die beiden Arten B und C nur von dem gemeinsamen Vorfahren A geerbt haben können.

Möglich wäre auch noch ein weiteres Artspaltungsereignis, welches eine dritte Art D von dem gemeinsamen Vorfahren A absplattet.

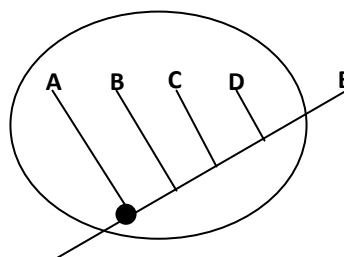
Solche Aufspaltungen einer Art in mehrere Arten (Polytomie) scheinen in der Natur zwar vorzukommen, in der Praxis hat sich aber gezeigt, dass in den meisten Fällen in denen es so erschien, eine der Folgearten (in unserem Beispiel also die nicht identifizierte Art E) sich sehr schnell ebenfalls in zwei neue Arten (D und C aufgespalten hatte).

Insofern stellt das **Dichotomie-Prinzip** mehr eine methodische Forderung an den Wissenschaftler dar, nicht eher damit aufzuhören nach gemeinsamen Ähnlichkeiten zwischen Organismen zu suchen, bis kein weiteres Auflösen der Verwandtschaftsverhältnisse mehr möglich ist. Meistens ist dies Ziel eben erst bei dichotomen Verzweigungen erreicht.

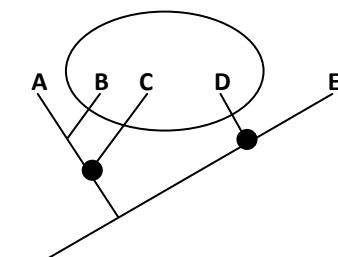
Der Vorgang der Artaufspaltung, wie er in unserem Schema dargestellt ist, bezeichnet die realen Prozesse in der Natur, welche im Laufe der Stammesgeschichte der Organismen zur heute herrschenden Vielfalt geführt haben. Dieser reale Vorgang in der Natur findet sich dementsprechend in der dichotomen Verzweigung von Stammbäumen wieder.



a) Monophyletische Gruppe



b) Paraphyletische Gruppe



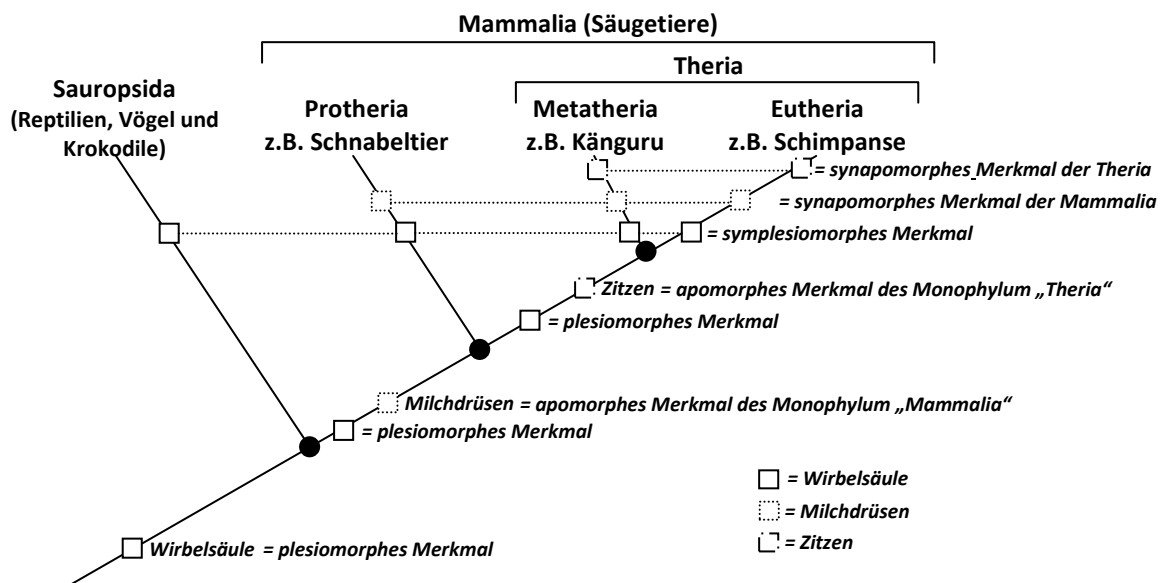
c) Polyphyletische Gruppe

Sekundarstufe II - Evolution

Monophyletischen Gruppen lassen sich nur über **besondere homologe Merkmale** identifizieren. Dabei handelt es sich um homologe Merkmale, die nur in dieser einen monophyletischen Gruppe, also „**Stammart und alle Nachkommen**“, zu finden sind. Um Homologien zu identifizieren werden Merkmale unter Berücksichtigung folgender Homologiekriterien beurteilt: Kriterium der Lage, Kriterium der spezifischen Qualität und Kriterium der Stetigkeit. Nur wenn sichergestellt werden kann, dass es sich bei Ähnlichkeiten zwischen Organismen um Homologien handelt und nicht um Analogien, können diese Merkmale für Verwandtschaftsanalysen verwendet werden.

Diese Merkmale nennt man **abgeleitete homologe Merkmale oder apomorphe Merkmale**. Ein abgeleitetes Merkmal kann als „**evolutiver Neuerwerb**“ einer monophyletischen Gruppe bezeichnet werden. So stellen z.B. Milchdrüsen bei Säugetieren (Abb. d) ein apomorphes Merkmal dar, welches bei allen Säugetieren als **gemeinsames abgeleitetes Merkmal oder Synapomorphie** vorhanden ist und auch nur bei dem gemeinsamen Vorfahren aller Säugetiere vorhanden war. **Nur durch den Nachweis von Synapomorphien lassen sich monophyletische Gruppen bilden.**

Dem gegenüber stehen homologe Merkmale, die bei der Stammart des Monophylums oder einer noch älteren, noch weiter zurückliegenden Stammarten schon vorhanden waren, also keinen „Neuerwerb“ des Monophylums darstellen. Solche Merkmale werden als **ursprüngliche Merkmale oder plesiomorphe Merkmale** bezeichnet. **Plesiomorphien** sind lediglich Anzeiger für eine nähere Verwandtschaft einer Gruppe innerhalb eines noch größeren Abstammungsverhältnisses. Das Vorhandensein einer Wirbelsäule als gemeinsames Merkmal der Sauropsida und Mammalia stellt ein **gemeinsames plesiomorphes Merkmal oder Symplesiomorphie** dar, mit dem ein Schwestergruppenverhältnis zwischen Protheria und Theria oder Metatheria und Eutheria nicht zu begründen wäre, da dieses Merkmal auch außerhalb des jeweils betrachteten Monophylums vorkommt.



d) Verteilung apomorpher und plesiomorpher Merkmale

Jeder Organismus besteht also aus einem Mosaik ursprünglicher und abgeleiteter Merkmale. Ziel einer wissenschaftlichen Ordnung im Sinne der phylogenetischen Systematik der Organismen ist daher die Identifizierung von monophyletischen Gruppen über Synapomorphien.

Sekundarstufe II - Evolution

Der Außengruppenvergleich als methodisches Hilfsmittel zur Identifizierung abgeleiteter/apomorpher und ursprünglicher/plesiomorpher Merkmale

Es stellt sich nun die Frage, wie man zwischen apomorphen und plesiomorphen Merkmalen im Einzelfall unterscheiden kann. Hier hilft die Methode des „**Außengruppenvergleichs**“:

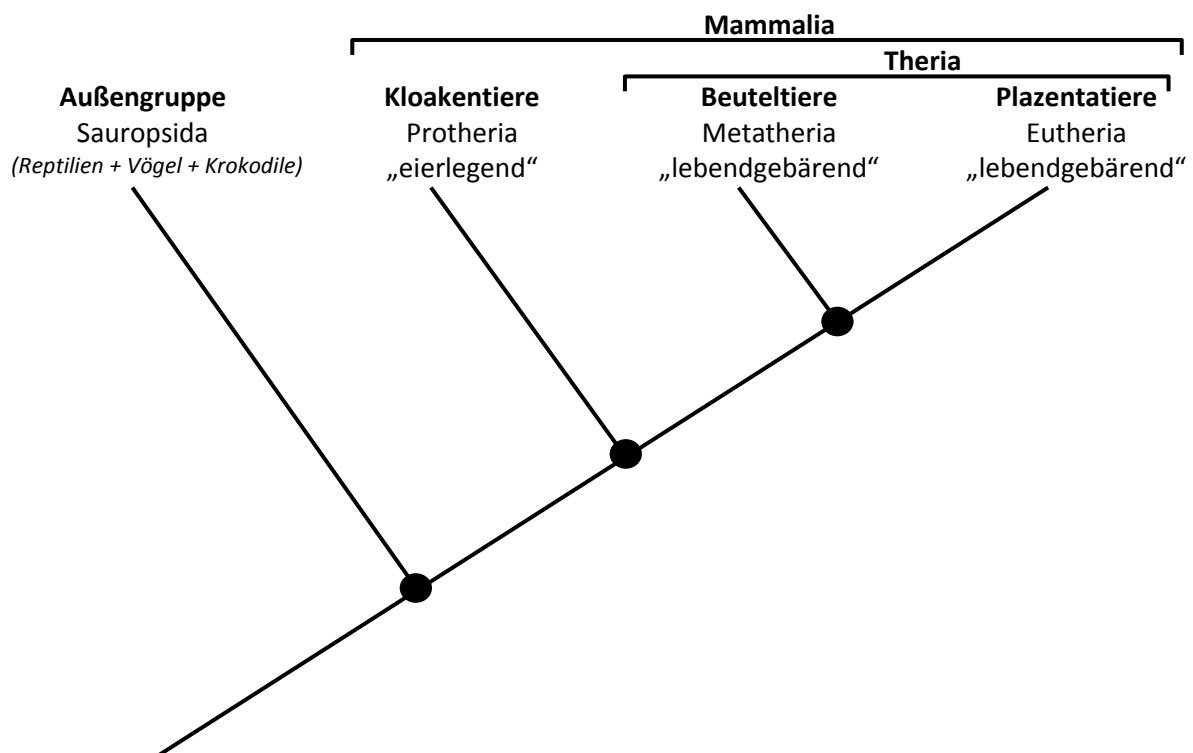
- Tritt ein Merkmal in einer monophyletischen Gruppe (Innengruppe) in Alternativen auf, so ist mit großer Wahrscheinlichkeit derjenige Zustand als ursprünglich/plesiomorph anzusehen, welcher auch in der weiteren Verwandtschaft (Außengruppe) vorhanden ist.
- Um mit dem Außengruppenvergleich sinnvoll arbeiten zu können muss gewährleistet sein, dass die gewählte Außengruppe auch mit der Innengruppe auf einen gemeinsamen Vorfahren zurückzuführen ist.

Innerhalb der rezenten Säugetiere (Mammalia) lassen sich 3 Taxa unterscheiden. Die eierlegenden Kloakentiere (Protheria), die Beuteltiere (Metatheria) und die Plazentatiere (Eutheria), zu denen auch der Mensch gehört. Hinsichtlich ihrer Fortpflanzung unterscheiden sich die 3 Taxa in einem wesentlichen Punkt. Beuteltiere und Plazentatiere sind vivipar, d.h. die Weibchen bringen lebende Junge zur Welt. Im Gegensatz dazu legen die Kloakentiere kleine, dotterreiche, mit einer ledrigen Schale umhüllte Eier und werden daher als ovipar („eierlegend“) bezeichnet.

Es stellt sich nun die Frage welcher der beiden Merkmalszustände, „eierlegend“ oder „lebendgebärend“ den plesiomorphen bzw. apomorphen Merkmalszustand darstellt.

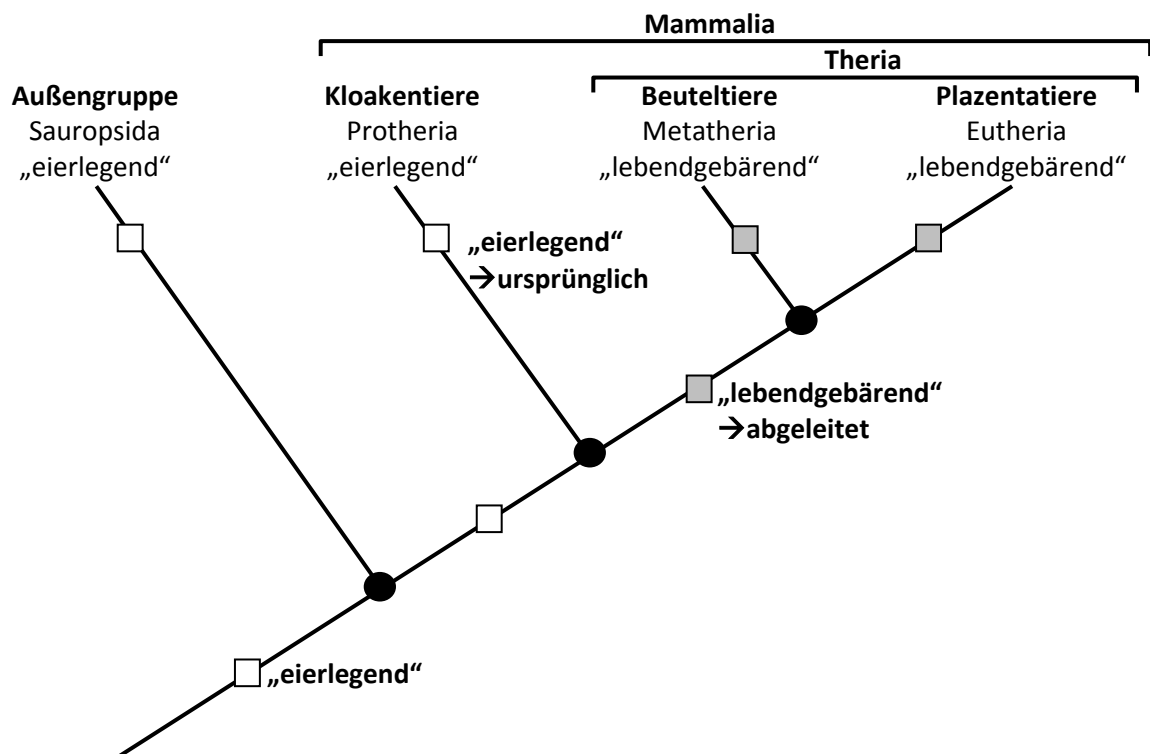
Aufgaben:

- a) Begründen Sie die Entscheidung, warum die Sauropsida als Außengruppe herangezogen werden.
- b) Bestimmen Sie nun, welcher der beiden oben genannten Merkmalszustände abgeleitet/apomorph bzw. ursprünglich/plesiomorph ist und tragen Sie die Merkmale in den unten stehenden Stammbaum ein.



Lösung:

- a) Als Außengruppe wird die Gruppe der Sauropsiden (Reptilien + Vögel + Krokodile) genutzt. Sauropsiden und Mammalia gehen auf einen gemeinsamen Vorfahren zurück.
- b) Die Außengruppe weist sehr einheitlich den Merkmalszustand „eierlegend“ auf. In allen Teilgruppen der Sauropsiden werden fast ausschließlich beschalte, dotterreiche Eier gelegt. Daher ist der Merkmalszustand „eierlegend“ innerhalb der Mammalia ein plesiomorpher Merkmalszustand wohingegen der Merkmalszustand „lebendgebärend“ als evolutiver Neuerwerb des Monophylums Theria darstellt und daher den apomorphen Zustand repräsentiert.



Sekundarstufe II - Evolution

Quellen:

AX, P. (1988): Systematik in der Biologie: Darstellung der stammesgeschichtlichen Ordnung in der lebenden Natur. UTB für Wissenschaft. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.

AX, P. (1995, 2001): Das System der Metazoa I; III: Ein Lehrbuch der Phylogenetischen Systematik. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.

HAMMANN, M. & SCHEFFEL, L. (2005): Stammbaumtraining durch Vergleichen. Unterricht Biologie 29 (310), s. 38-44.

HENNIG, W. & HENNIG, W. (HRSG.) (1982): Phylogenetische Systematik. Pareys Studentexte, Nr. 34. Parey. Berlin, Hamburg.

JUNKER, T. & HOßFELD, U. (2009): Die Entdeckung der Evolution: Eine revolutionäre Theorie und ihre Geschichte. 2. Durchgesehene und akt. Auflage. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt.

MICKOLEIT, G. (2004): Phylogenetische Systematik der Wirbeltiere. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. München.

NEUKAMM, M. (HRSG.) (2009): Evolution im Fadenkreuz des Kreationismus. Darwins religiöse Gegner und ihre Argumentation. Vandenhoeck & Ruprecht. Göttingen

WÄGELE, J.-W. (2001): Grundlagen der Phylogenetischen Systematik. 2. Überarbeitete Auflage. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. München.