

Molekulare Uhren

Methodisch-didaktische Hinweise

Schülerinnen und Schüler (SuS) haben oft keine angemessene Vorstellung der zeitlichen Dimensionen, in denen Evolution abläuft. Korrektes Wissen über die Zeitdimensionen ist aber notwendig, um naturwissenschaftliche Vorstellungen über den chronologischen Ablauf der Evolution zu entwickeln. Besonders schwer fällt es SuS zu verstehen, dass der Mensch, im Vergleich zur Erdgeschichte, erst seit kurzer Zeit existiert. Es erscheint daher wichtig, dass eine intensive Auseinandersetzung mit der geologischen Zeitskala der Erdgeschichte und der Zuordnung von Organismengruppen erfolgt. Verschiedene Datierungsmethoden sollten behandelt und an interessanten Kontexten praktisch eingeübt werden. Kompetenzen zur praktischen Anwendung von Datierungsmethoden sind dann auch der Leistungsmessung zugänglich.

Die Erstellung molekularer Uhren ist möglich, weil sich evolutionäre Verwandtschaftsverhältnisse auf der Ebene des Erbguts feststellen lassen. Molekulare Uhren basieren auf der Annahme von konstanten Mutationsraten. Durch Sequenzvergleiche von Proteinen, RNA oder DNA ist es möglich, Verwandtschaftsbeziehungen zu bestimmen. Aus den Unterschieden homologer Nukleotid- oder Aminosäuresequenzen lässt sich der Zeitpunkt der evolutionären Trennung von Schwestergruppen erschließen. Grundannahme ist, dass es einen gemeinsamen Vorfahren gab.

Molekulare Uhren gelten als relativ zuverlässig. Sie sind jedoch bezüglich ihrer Messgenauigkeit von einer exakten zeitlichen Kalibrierung abhängig. Trotzdem weichen die Daten von Altersbestimmungen, die durch molekulare Uhren ermittelt werden, zuweilen von denen, die durch radiometrische Datierung von Fossilien erhalten werden, ab. Diese Abweichungen sind Gegenstand aktueller Diskurse der Forschung. Ein prominentes Beispiel ist der Streit um den Ursprung der Säuger bzw. der zu den Säugern gehörenden Gruppe der Plazentatiere. Während molekulare Daten ergeben haben, dass Plazentatiere

bereits vor 100 Millionen Jahren entstanden, weist die Fossilienlage auf eine Entstehung vor 60 Millionen Jahren hin.

Aufgabe	1	2	3	4
Rohpunkte	15	18	16	18
AFB	I/II	I/II	II/III	I-III

Vorausgesetztes Fachwissen

Die SuS benötigen zum Bearbeiten dieser Leistungsaufgabe Kompetenzen über die genetischen Grundlagen zu molekularen Uhren, ihre Einsatzmöglichkeiten und Grenzen. Sie benötigen darüber hinaus Fachwissen über weitere Methoden der Altersdatierung und die Bedeutung von Fossilien als Belege für evolutive Prozesse.

VORSCHAU

M 3 Streit um den Ursprung der Säuger

In vielen Fällen stützen molekulare Daten bestimmte Hypothesen zur Phylogenie, die sich z. B. aus der Fossilienlage ergeben. In der Frage nach dem Ursprung der großen Säugetiergruppen (Ordnungen) stehen molekulare Daten mit den Fossilienbelegen nicht in Einklang. Die ältesten Säugerfossilien sind ungefähr 220 Millionen Jahre alt, während die Fossilien, die den Ursprung der großen Säugetierordnungen dokumentieren, wesentlich jünger sind. Letztere werden einer Zeit vor 60 Millionen Jahren zugeordnet.

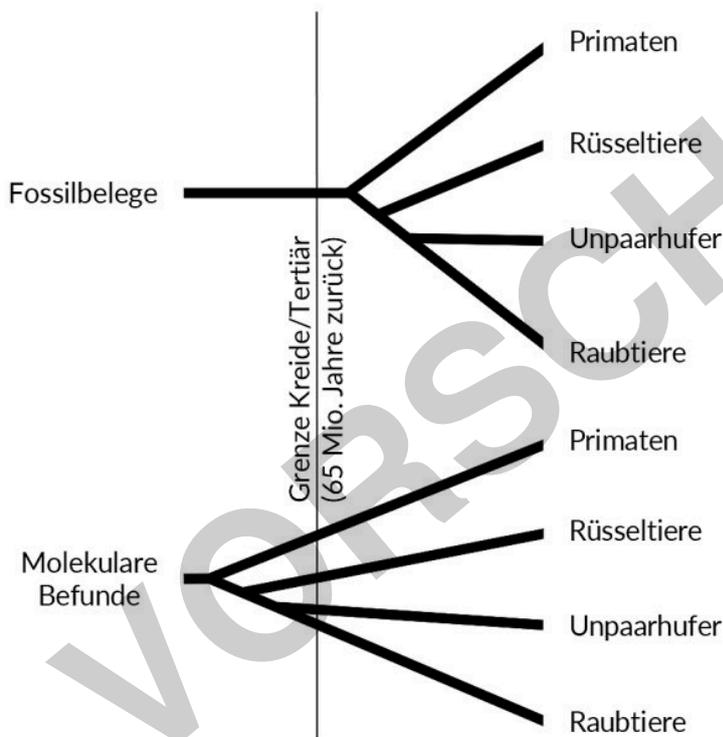


Abb. 2: Fossilbelege und molekulare Befunde zum Ursprung der Säuger

Die molekularen Daten stehen in einem deutlichen Widerspruch zu den Fossilbelegen. Die molekularen Befunde datieren den Ursprung der Säugetierordnungen vor ungefähr 100 Millionen Jahren. Dazu wurden Genabschnitte aller rezenten 4554 Säugetierarten verglichen und ein Stammbaum entwickelt. Da entsprechende Fossilbelege für diesen Zeitraum fehlen, mussten die erhobenen Daten statistisch hochgerechnet werden. Forscher streiten daher darüber, in welchem Zeitraum der Ursprung der Säuger anzusiedeln ist.