

Gemeinsame Abituraufgabenpools der Länder

Beispielaufgaben

Aufgabe für das Fach Biologie

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Evolution und Stammesgeschichte der Sauropsida
Anforderungsniveau	erhöht
Inhaltsbereiche	♦ Vielfalt des Lebens ♦ Entstehung und Entwicklung des Lebens ♦ Stammbäume ♦ Lebewesen in ihrer Umwelt ♦ Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen ♦ Einfluss abiotischer Faktoren auf Organismen ♦ Leben und Energie ♦ Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen ♦ Zusammenhang zwischen aufbauendem und abbauendem Stoffwechsel
Materialien	♦ M 1 Merkmale der Echsen ♦ M 2 Stammesgeschichte der Sauropsida ♦ M 3 Entstehung des Schildkrötenpanzers ♦ M 4 Meeresechsen auf Galapagos
Quellenangaben	♦ M 2, Abb. 1: Einzelabbildungen nach http://spinops.blogspot.com, © N. Tamura, CCBY-NC3.0 Informationen unter: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/de/ ♦ M 4, Abb. 2, 3: In Anlehnung an Spieler, M., Skiba, F. (2004). Groß ist sexy, klein aber effektiv. In: <i>Unterricht Biologie</i>, 296, S. 41-46. Hannover: Friedrich Verlag. ♦ Alle weiteren Materialien und Abbildungen wurden im Auftrag des IQB erstellt.
Hilfsmittel	-
fachpraktischer Anteil	ja ☐ nein ☒ Zeitzuschlag: -

1 Aufgabe

Evolution und Stammesgeschichte der Sauropsida

Die stammesgeschichtliche Entwicklung der Sauropsida ist weitestgehend erforscht. Insbesondere die Einordnung der rezenten Schildkröten in den Stammbaum der Sauropsida wird diskutiert.

	BE
1 Erläutern Sie an zwei Merkmalen die Anpasstheit der Echsen an das Leben auf dem Land (M 1, Tab. 1).	6
2 Beschreiben Sie die verwandtschaftlichen Beziehungen der rezenten Gruppen der Sauropsida (M 2, Abb. 1).	8
3 Leiten Sie eine Fragestellung zu den verwandtschaftlichen Beziehungen der Schildkröten ab, die sich aus dem im Material dargestellten Sachverhalt ergibt.	2
4 Stellen Sie einen hypothetischen Stammbaum der beschriebenen fossilen Schildkrötenarten dar (M 3). Geben Sie auf den Stammbaumästen jeweils die neu entwickelten Merkmale an.	6
5 Leiten Sie begründet eine mögliche Einordnung der Schildkröten im Stammbaum aus M 2, Abb. 1 ab.	4
6 Beschreiben und interpretieren Sie die dargestellten Untersuchungsergebnisse (M 4, Abb. 2 und 3).	10
7 Stellen Sie eine mögliche Hypothese für die zu erwartenden evolutionären Veränderungen in den Populationen der Meerechsen infolge der globalen Erderwärmung auf.	4

2 Material

Material 1

Merkmale der Echsen

Bis vor etwa 300 Millionen Jahren waren die Wirbeltiere an das Leben im oder am Wasser gebunden. Erst danach traten die ersten Wirbeltiere auf, die vom Leben im Wasser unabhängig waren. Wenig später kam es zur Auftrennung in die Gruppen der Säugetiere und Sauropsida. Die Sauropsida umfassen die ausgestorbenen Saurierformen, die Vögel und die rezente Gruppe der Echsen, Schlangen, Brückenechsen, Schildkröten und Krokodile. Unter den gegenwärtig existierenden Gruppen haben die Echsen (z. B. Warane, Leguane, Eidechsen) viele ursprüngliche Merkmale früherer Sauropsiden bewahrt. Daher werden sie als „Modell“ für die Anpassungen der Sauropsida an das Landleben betrachtet. Die nachfolgende Tabelle beschreibt einige Merkmale der Echsen.

Tabelle 1: Merkmale der Echsen

Merkmal	Beschreibung
Körperbedeckung	trockene, drüsenarme Haut mit Hornschuppen bedeckt
Atmung	Lungenatmung, gekammerte und gefaltete Lunge mit größerer innerer Oberfläche als bei den Amphibien, keine Hautatmung
Körpertemperatur	wechselwarm
Fortpflanzung	geschlechtlich, Entwicklung an Land, Jungtiere schlüpfen aus Eiern mit dünner, kalkiger Schale oder kommen lebend zur Welt

Quelle: IQB

Material 2

Stammesgeschichte der Sauropsida

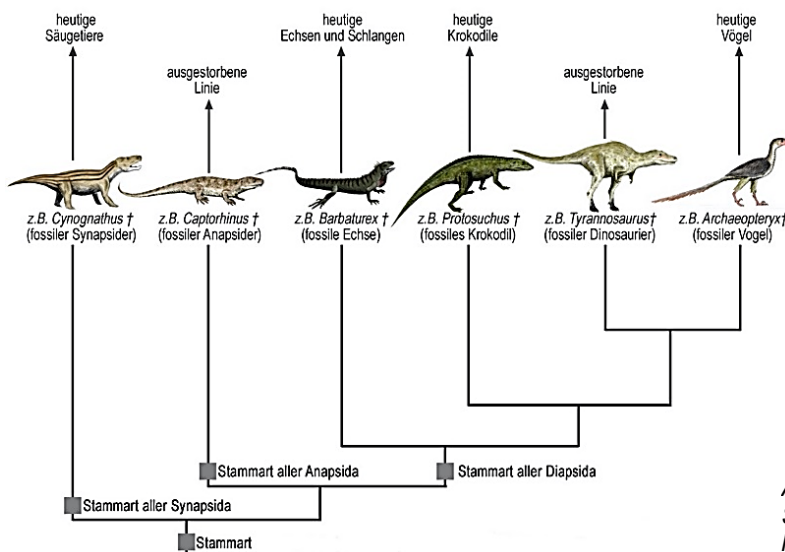


Abb. 1: Hypothetischer Stammbaum der Sauropsida Einzelabbildungen nach <http://spinops.blogspot.com>, © N. Tamura, CCBY-NC3.0

Alle ausgestorbenen und rezenten Reptilien, Vögel und Säuger gehen auf einen gemeinsamen Vorfahren zurück. Diese drei Gruppen unterscheiden sich grundlegend im Schädelbau; es gibt Anapsida, Synapsida und Diapsida. Die ursprünglichen Vertreter der Sauropsida hatten eine geschlossene Schädelkapsel mit wenig Platz für die Kaumuskulatur. Während der Evolution entstanden mehrfach und unabhängig voneinander Schläfenfenster, kleine Schädelöffnungen, die sich oberhalb der Augen befinden und durch die die Kaumuskulatur vom Unterkiefer auf die Schädeloberseite zieht. Damit gab es eine deutlich verbreiterte Muskelansatzfläche für die Kaumuskulatur. Anapsida haben kein Schläfenfenster, nur die Nasen- und Augenhöhle als Öffnung. Synapsida besitzen ein Schädelfenster und Diapsida zwei Schädelfenster.

Material 3

Entstehung des Schildkrötenpanzers

Die Evolution des Schildkrötenpanzers ist in der Tierwelt etwas Besonderes; zum unbeweglichen Schutzpanzer gehören umgeformte Rumpfwirbel und Rippen.

1882, nach Funden in Südafrika, wurde *Eunotosaurus africanus* erstmals beschrieben, aber erst 1914 als Vorfahr der Schildkröten betrachtet, da beispielsweise die Anzahl, Größe und der Aufbau der Wirbel fast identisch ist mit dem einiger rezenter Schildkrötenarten.

Eunotosaurus lebte in einer sehr trockenen Umwelt. Sein Panzer war mit einem versteiften Brustkorb in Ansätzen verbunden. Diese verhärtete Basis ermöglichte es den Tieren vermutlich, kräftiger und effektiver zu graben. Die für Schildkröten charakteristischen T-förmig verbreiterten Rippen und die paarigen Bauchrippen waren bereits vorhanden. Daraus schlussfolgern die Forscher, dass *Eunotosaurus africanus* bereits eine Art Rückenschild besaß.

2008 wurde in China ein fast vollständig erhaltenes Fossil von *Odontochelys semitestacea* gefunden. Der Bauchpanzer dieses Fossils war bereits vollständig verknöchert und der Rückenpanzer bestand aus verbreiterten Rippen. Schläfenöffnungen waren nicht vorhanden.

2015 fand man in Seeablagerungen in Deutschland Überreste eines weiteren Urahnen der Schildkröten, *Pappochelys rosinae*. Seine Bauchrippen sind schon wesentlich stärker ausgeprägt als bei *Eunotosaurus*, aber noch nicht zu einem Bauchpanzer verschmolzen, wie bei *Odontochelys*. Bei *Pappochelys* wurden zwei Schädelöffnungen auf jeder Schädelseite gefunden, eine kleinere obere und eine größere untere Öffnung.

Material 4

Meerechsen auf Galapagos

Meerechsen gehören zur Verwandtschaftsgruppe der Echsen, insbesondere zu den Leguanen. Eine Art, die nur auf Galapagos lebt, ist die Meerechse *Amblyrhynchus cristatus*.

Die Galapagos-Inseln liegen im Ostpazifik, etwa tausend Kilometer vom südamerikanischen Festland entfernt. Zwei Inseln des Archipels sind die Inseln Santa Fe und Genovesa. Kalte Wasserströme umspülen die Inseln.

Meerechsen weiden in der Brandungszone oder unter Wasser Algen von den Lavafelsen ab. Dabei tauchen sie bis zu 15 Metern tief. Da sie im kalten Wasser abkühlen, wärmen sie sich auf den Felsen auf. Große Beutegreifer gibt es auf Galapagos nicht.

Meerechsen sind gute Schwimmer, dennoch gibt es kaum einen Austausch zwischen den Populationen einzelner Inseln. Sie unterscheiden sich in Farbe, Größe und Körperbau. Die Durchschnittswerte z. B. der Kopf-Rumpf-Längen innerhalb aller Inselpopulationen variieren: Auf Santa Fe messen die größten Meerechsen 40 cm, auf Genovesa sind sie nicht länger als 30 cm.

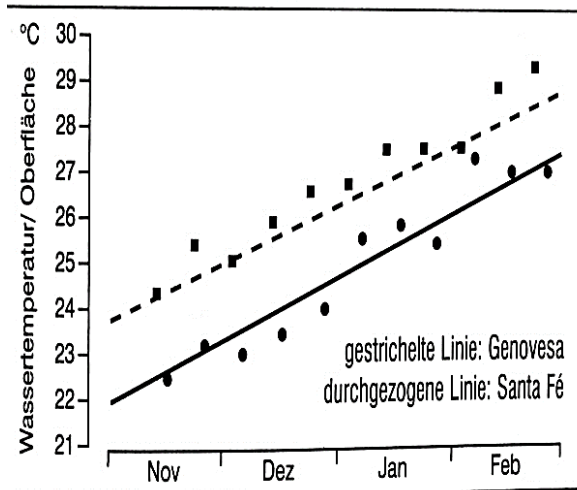


Abb. 2: Durchschnittliche Wassertemperatur an der Oberfläche in den Wintermonaten des Jahres 1992/93, Spieler, Skiba, 2004, S. 43.

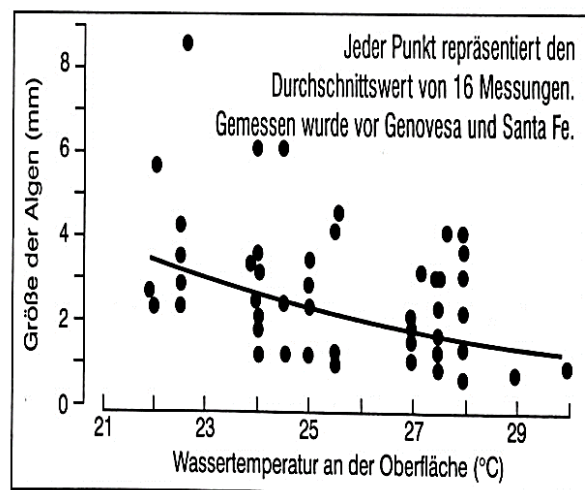
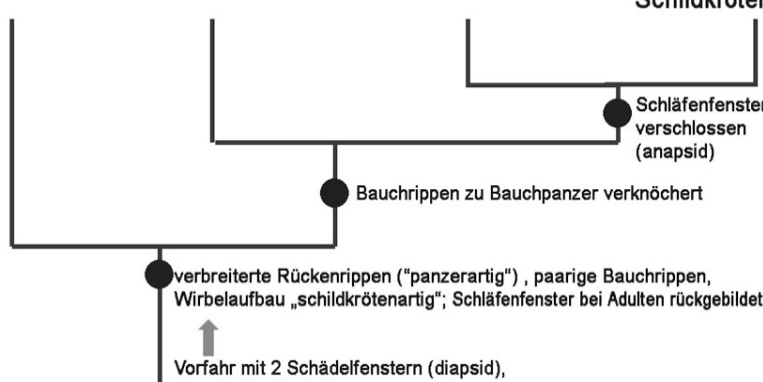


Abb. 3: Algenwachstum in Abhängigkeit von der Wassertemperatur, Spieler, Skiba, 2004, S. 43.

3 Erwartungshorizont

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<i>Erläutern Sie an zwei Merkmalen die Angepasstheit der Echsen an das Leben auf dem Land (M 1, Tab. 1).</i> Die Lernenden ... S 3 erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen [...]. Erläuterung der Angepasstheit der Echsen an das Leben auf dem Land anhand von Merkmalen, indem der Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion und/oder die Wechselwirkung zwischen Stoff- und Energieumwandlung und Umwelt verdeutlicht wird, z. B.: ♦ Die trockene, mit Hornschuppen bedeckte Haut ermöglicht das Leben in trockenen Lebensräumen und schützt u. a. vor Austrocknung. ♦ Die verhornte Oberhaut ermöglicht die Hautatmung nicht und deshalb erfolgt die Sauerstoffaufnahme meist vollständig über die Lunge. Die Lungen sind gekammert sowie gefaltet und haben eine große innere Oberfläche, die den erforderlichen Gasaustausch und die Sauerstoffversorgung des Blutes ermöglicht.	3	3	
2	<i>Beschreiben Sie die verwandtschaftlichen Beziehungen der rezenten Gruppen der Sauropsida (M 2, Abb. 1).</i> Die Lernenden ... S 1 beschreiben biologische Sachverhalte [...] sachgerecht. Beschreibung des Stammbaums, indem u. a. die phylogenetische Entwicklung der rezenten Gruppen mit abgestuften verwandtschaftlichen Beziehungen dargestellt wird, z. B.: ♦ Alle rezenten Gruppen (Echsen, Schlangen, Krokodile, Vögel, Säugetiere) gehen auf einen gemeinsamen Vorfahren zurück und sind als heute lebende Gruppen der Sauropsida miteinander verwandt. ♦ Echsen, Schlangen, Krokodile und Vögel gehören zu den Diapsida. ♦ Zwischen Echsen und Schlangen bestehen engere verwandtschaftliche Beziehungen als zu den Krokodilen, die u. a. näher mit den Dinosauriern und Vögeln verwandt sind. ♦ Zu den Anapsida gehören u. a. fossile Echsen.	4	4	
3	<i>Leiten Sie eine Fragestellung zu den verwandtschaftlichen Beziehungen der Schildkröten ab, die sich aus dem im Material dargestellten Sachverhalt ergibt.</i>			

	Die Lernenden ... E 2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten. Ableitung einer Fragestellung, die sich aus dem im Stammbaum dargestellten Sachverhalt ergibt, die u. a. Erkenntnislücken aufdeckt und für die Forschung relevant ist, z. B.: Die rezente Gruppe der Schildkröten fehlt im Stammbaum. ♦ An welcher Stelle des Stammbaums könnten die Schildkröten abzweigen? ♦ Sind die heutigen Schildkröten Nachfahren der Anapsida, der Diapsida oder der Synapsida?			2
4	<i>Stellen Sie einen hypothetischen Stammbaum der beschriebenen fossilen Schildkrötenarten dar (M 3). Geben Sie auf den Stammbaumästen jeweils die neu entwickelten Merkmale an.</i> Die Lernenden ... K 9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander. Darstellung eines Stammbaums der beschriebenen fossilen Schildkrötenarten, indem die Informationen aus dem analysierten Text strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache in eine Zeichnung (Stammbaum) übertragen und die jeweils neu entwickelten Merkmale auf den Stammbaumästen angegeben werden, z. B.: Eunotosaurus Pappochelys Odontochelys heutige Schildkröten 		3	3
5	<i>Leiten Sie begründet eine mögliche Einordnung der Schildkröten im Stammbaum aus M 2, Abb. 1 ab.</i> Die Lernenden ... K 5 [...] interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab. Begründete Einordnung der Schildkröten in den Stammbaum, indem ausgewählte Informationen aus dem Material genutzt werden, z. B.: Entsprechend der Informationen aus M 3 hatten die ältesten Schildkröten bereits zwei Schädelfenster. Damit ist eine Einordnung in die Gruppe der			

	Diapsida wahrscheinlich, die genaue Position (nach M 2, Abb. 1 b) innerhalb der Diapsida lässt sich jedoch nicht ableiten. Denkbar wäre beispielsweise eine Abzweigung von der Basis der Diapsida, aber auch von der Linie der Echsen und Schlangen. Selbst eine spätere Abzweigung von der Linie der Dinosaurier oder der Linie der Vögel ist denkbar.		2	2
6	<i>Beschreiben und interpretieren Sie die dargestellten Untersuchungsergebnisse (M 4, Abb. 2 und 3).</i> Die Lernenden . . . S 1 beschreiben biologische Sachverhalte [...] sachgerecht; K 5 [...] interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab. Beschreibung des Zusammenhangs zwischen der durchschnittlichen Wassertemperatur in den Wintermonaten und der Abhängigkeit des Algenwachstums von der Wassertemperatur, z. B.: Die durchschnittliche Wassertemperatur an der Oberfläche in den Wintermonaten des Jahres 1992/93 steigt vor Santa Fe und Genovesa kontinuierlich an. Vor Genovesa ist sie jeweils etwa 2 Grad höher als vor Santa Fe. Mit steigender Wassertemperatur nimmt die Größe der Algen vor beiden Inseln ab, z. B. bei 22 °C: 3,8 mm, bei 30 °C: 1 mm. Interpretation des Zusammenhangs zwischen Algenwachstum und Wassertemperatur, z. B.: Echsen auf Santa Fe werden größer, weil Algen, ihre Hauptnahrung, in kühlerem Wasser aufgrund besserer Wachstumsbedingungen größer werden; folglich gibt es für die Echsen auf Santa Fe mehr Nahrung; damit stehen für den Stoff- und Energiewechsel mehr Stoffe/Energie zur Verfügung und folglich wird das Wachstum der Meerechsen gefördert.	4	6	
7	<i>Stellen Sie eine mögliche Hypothese für die zu erwartenden evolutionären Veränderungen in den Populationen der Meerechsen infolge der globalen Erderwärmung auf.</i> Die Lernenden . . . E 3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf. Erstellen einer theoriegeleiteten Hypothese zu den möglichen Veränderungen in der Population der Meerechsen durch den Anstieg der Wassertemperatur infolge der globalen Erwärmung, indem bekannte Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten genutzt werden, z. B.: In beiden Populationen variieren die Durchschnittsgrößen und es könnten sich Tiere mittlerer Größe durchsetzen (stabilisierende Selektion). Begründung: In Folge der globalen Erwärmung steigt die Wassertemperatur an und die Algen bleiben kleiner. Damit könnte es zu einer Nahrungsknappheit für die Meerechsen kommen und insbesondere größere Tiere könnten schnell an Masse verlieren und sterben, weil für eine positive		2	

	Energiebilanz eine angemessene Relation zwischen Körpergröße und Energiebedarf/ zwischen Volumen und Oberfläche erforderlich ist.			2
	Summe	11	20	9
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	27,5	50	22,5

4 Standardbezug

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	3			
2	1			
3		2		
4			9	
5			5	
6	1		5	
7		3		

5 Bewertungshinweise

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist ein Bewertungsraster¹ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

¹ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.