

Gemeinsame Abituraufgabenpools der Länder

Beispielaufgaben

Aufgabe für das Fach Biologie

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Freilandexperimente mit <i>Anolis</i>
Anforderungsniveau	grundlegend
Inhaltsbereiche	♦ Vielfalt des Lebens ♦ Entstehung und Entwicklung des Lebens ♦ Grundlegende Prinzipien der Evolution
Materialien	♦ M 1 Langzeitexperiment mit Echsen der Gattung <i>Anolis</i> ♦ M 2 Einfluss von Beutegreifern
Quellenangaben	♦ M 1, Abb. 1: [onkelramirez1] (2015). Rotkehl-Anolis. Pixabay. Verfügbar unter: https://pixabay.com/de/photos/rotkehlanolis-anolis-m%C3%A4nnchen-2068957/ (Zugriff am: 28.05.2021) ♦ M 1, Abb. 2: Stuart, Y. E. (2014). Foto eines Eidechsenfußes. In Airhart, M. G. (2014). Florida Lizards Evolve Rapidly, Within 15 Years and 20 Generations. College of Natural Science. Verfügbar unter: https://cns.utexas.edu/news/florida-lizards-evolve-rapidly (Zugriff am 08.05.2020) ♦ M 1, Abb. 3, 4, 5: In Anlehnung an Stuart, Y. E. et al. (2014). Rapid evolution of a native species following invasion by a congener. Science, 346, S. 463-466. Verfügbar unter: https://science.sciencemag.org/content/346/6208/463.full (Zugriff am: 08.05.2020) ♦ M 2, Abb. 6: In Anlehnung an Schoener, T. W., Spiller, D. A. & Losos, J. (2002). Predation on a common <i>Anolis</i> lizard: can the food-web effects of a devastating predator be reversed? Ecological Monographs, 72(3), S. 383-407. Verfügbar unter: http://lososlab.oeb.harvard.edu/files/lososlab/files/schoener2002.pdf?m=1429884422 (Zugriff am: 20.11.2019)
fachpraktischer Anteil	ja ☐ nein ☒ Zeitzuschlag: -

1 Aufgabe

Freilandexperimente mit *Anolis*

Echsen der Gattung *Anolis* kommen mit zahlreichen Arten in der Karibik vor. Mit ihnen gelang Wissenschaftler*innen, was vorher kaum möglich schien: Evolution in Freilandexperimenten zu untersuchen.

	BE
1 Formulieren Sie eine mögliche Fragestellung, die der Untersuchung von Stuart und Mitarbeitern zugrunde lag, und begründen Sie das von den Wissenschaftler*innen gewählte Vorgehen: Untersuchungsdesign und -zeitraum (M 1, Abb. 1-5).	6
2 Werten Sie die im Rahmen der Untersuchung erhaltenen Daten im Hinblick auf Evolutionsaspekte aus (M 1, Abb. 1-5).	7
3 Erläutern Sie die Wirkung der im Langzeitexperiment auftretenden Selektion auf die Merkmalsverteilung in der Population von <i>Anolis carolinensis</i> mit Hilfe einer geeigneten graphischen Darstellung (M 1, Abb. 1-5).	6
4 Beschreiben Sie die in Abb. 6 dargestellten Untersuchungsergebnisse und begründen Sie, ob aus diesen Ergebnissen Rückschlüsse auf Evolutionsprozesse gezogen werden können (M 2, Abb. 6).	5
5 Bewerten Sie das Vorgehen der Wissenschaftler*innen bei dieser Untersuchung aus ethischer Perspektive (M 2, Abb. 6).	6

2 Material

Material 1

Langzeitexperimente mit Echsen der Gattung *Anolis*

Als Rotkehl-Anolis (*Anolis carolinensis*, s. Abb. 1) wird eine Echsenart bezeichnet, die im Süden der USA (v. a. in Florida) und in der Karibik vorkommt.



Abb. 1: Rotkehl-Anolis, Pixabay, 2015.

Rotkehl-Anolis sind tagaktiv und leben am Boden sowie auf Bäumen. Als Rast- und Sonnenplätze bevorzugen sie meist mittelhohe, dicke Äste: Beim Überwinden von Hindernissen ermöglichen u. a. Fußlamellen, also Reihen von kleinen Hautlappen an den Fußsohlen, eine starke Haftung der Füße am Untergrund (s. Abb. 2). So kann *A. carolinensis* problemlos auf senkrechten Flächen und sogar kopfüber, beispielsweise an waagerechten Ästen, entlanglaufen. Je mehr Lamellen ein solches Tier an den Füßen aufweist, desto mehr Halt hat es z. B. auf wackeligen Ästen.



Abb. 2: Linker Hinterfuß eines Rotkehl-Anolis (*A. carolinensis*), Ansicht von unten, in Anlehnung an Stuart, 2014.

Die dem Rotkehl-Anolis eng verwandte Art des Bahama-Anolis (*Anolis sagrei*) wurde in den 1950er-Jahren aus Kuba nach Florida eingeschleppt. Seitdem besiedelt *A. sagrei* immer mehr Inseln dieses amerikanischen Bundesstaates. Beide Arten ähneln sich in ihrer Lebensweise stark: Auch der Bahama-Anolis ist tagaktiv, verbringt die meiste Zeit am Boden und auf unteren Ästen von Bäumen und Sträuchern, kann aber auch sehr gut klettern.

Anolis-Echsen sind seit einigen Jahren beliebte Forschungsobjekte der Evolutionsbiolog*innen. Ihre Vorkommen auf abgegrenzten Inseln bieten relativ stabile und überschaubare Umweltbedingungen, sodass Freiland-Experimente verhältnismäßig gut zu kontrollieren und zu

dokumentieren sind. Forscher*innen um den Evolutionsbiologen Yoel Stuart untersuchen seit dem Jahr 1995 die Populationen von Echsen auf einer Inselkette im Bundesstaat Florida. Dabei beobachteten sie insbesondere die Echsenart *A. carolinensis*: Die Forscher*innen verglichen im Laufe von 15 Jahren die *A. carolinensis*-Populationen der Inselgruppe 1 mit denen der Inselgruppe 2 (s. Abb. 3).

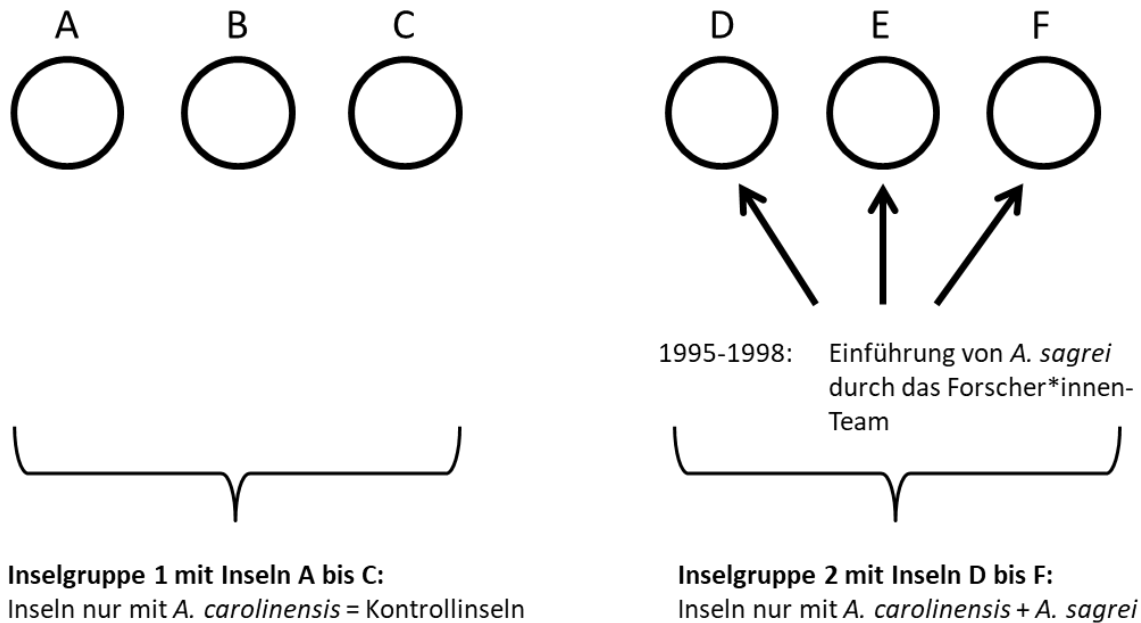


Abb. 3: Untersuchungsdesign des Experiments von Stuart et al., in Anlehnung an Stuart et al., 2014, S. 463 ff.

Die folgenden Diagramme (Abb. 4 und 5) zeigen Ergebnisse der Studie, die am Ende des Untersuchungszeitraums im Jahr 2010 gewonnen wurden. Bezüglich der untersuchten Merkmale ließen sich zu Beginn des Untersuchungszeitraums zwischen den beiden Inselgruppen keine nennenswerten Unterschiede beobachten, auf Inselgruppe 1 traten während des Untersuchungszeitraums keine nennenswerten Veränderungen auf.

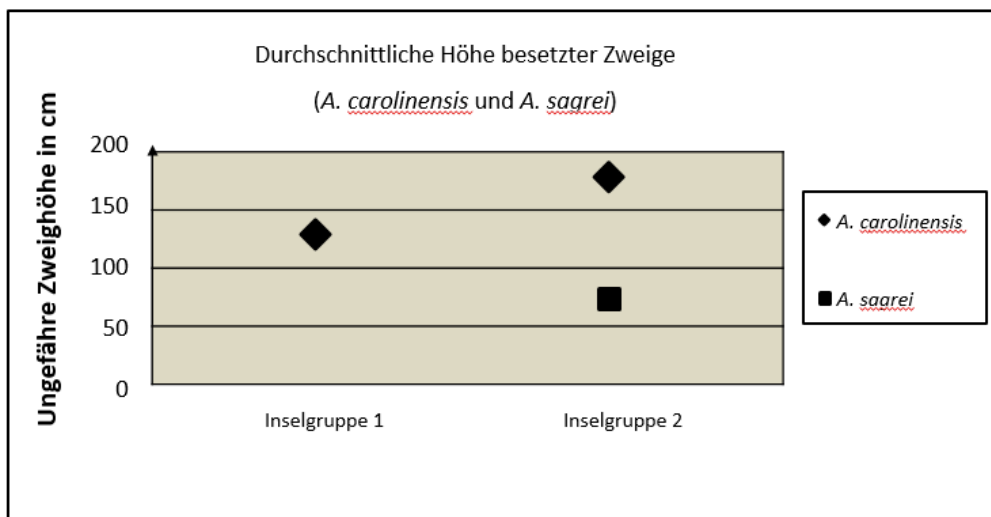


Abb. 4: Durchschnittliche Höhe besetzter Zweige (*A. carolinensis* und *A. sagrei*), in Anlehnung an Stuart et al., 2014, S. 465.

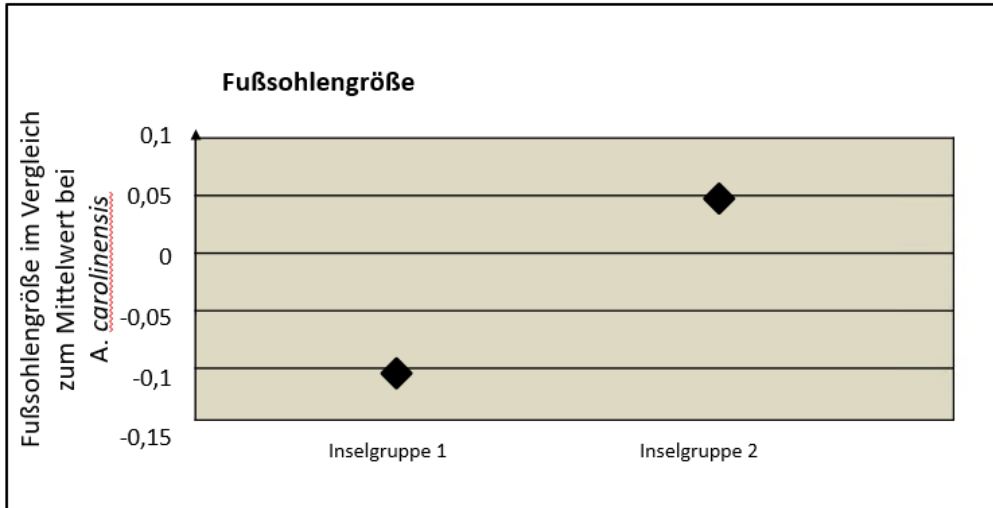


Abb. 5: Relative Fußsohlengröße von *A. carolinensis* (Wildfänge) im Vergleich zum Mittelwert. (Die Fußsohlengröße ist in Relation zur Körpergröße der Tiere angegeben. Der 0-Wert auf der y-Achse gibt den Mittelwert für alle gemessenen Tiere (Anzahl n) an, also $0 = (\text{Inselgruppe 1} + \text{Inselgruppe 2}) : n$, in Anlehnung an Stuart et al., 2014, S. 465.

Material 2

Einfluss von Beutegreifern

Wissenschaftler*innen untersuchten die Auswirkungen, die das Einbringen eines Beutegreifers auf *Anolis*-Populationen auf einer Gruppe kleiner Inseln in den Bahamas hat. Sie wählten zwölf kleine Inseln aus, auf denen nur *Anolis sagrei* als einziger Vertreter der Gattung *Anolis* vorkam. Am Anfang der Untersuchung, im April 1996, zählten die Forscher*innen alle Individuen und vermerkten sowohl die Höhe als auch den Durchmesser der Äste, auf denen die Echsen gefunden wurden.

Leiocephalus carinatus ist eine größere, räuberische Echsenart, zu deren Beute auch bodenbewohnende *Anolis*-Arten gehören. Die Wissenschaftler*innen planten im darauffolgenden Jahr, auf sechs der zwölf Inseln diese Echsenart einzuführen und ihre Auswirkungen auf *Anolis sagrei* zu untersuchen. Als sie jedoch im April 1997 zurückkehrten, war eine der Inseln (Z3) bereits auf natürlichem Weg von *L. carinatus* besiedelt worden, so dass sie *L. carinatus* nur auf weiteren fünf Inseln einführten. Die übrigen sechs Inseln blieben unberührt. Bis 1999 sammelten die Wissenschaftler*innen Daten über die Echsenpopulation auf jeder Insel, auch auf Z3. Die Graphiken (Abb. 6) zeigen die Durchschnittshöhe und den Durchschnittsdurchmesser der Äste, auf denen die *Anolis*-Individuen auf Z3 in den angegebenen Jahren gefunden wurden. Die Populationsdichte von *L. carinatus* auf Z3 nahm bis zum Ende der Untersuchung im April 1999 Stück für Stück ab.

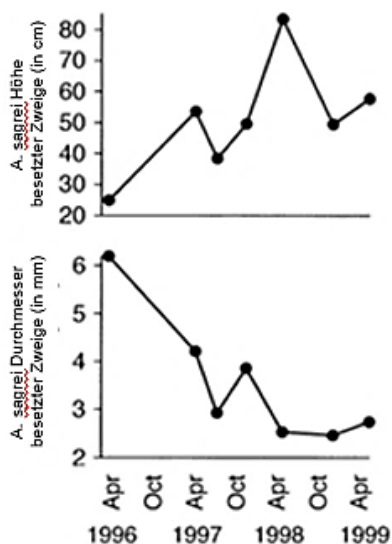


Abb. 6: Durchschnittsmaße der von *A. sagrei*-Individuen besetzten Zweige im angegebenen Untersuchungszeitraum, in Anlehnung an Schoener, T. W., Spiller, D. A. & Losos, J., 2002, S. 399.

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>Formulieren Sie eine mögliche Fragestellung, die der Untersuchung von Stuart und Mitarbeitern zugrunde lag, und begründen Sie das von den Wissenschaftler*innen gewählte Vorgehen: Untersuchungsdesign und -zeitraum (M 1, Abb. 1-5).</i> Die Lernenden ... E 2 [...] entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten; E 5 berücksichtigen bei der Planung von [...] Experimenten [...] das jeweilige Variablengefüge. Die erwarteten Fragestellungen könnten sich auf ♦ den Einfluss der Art <i>A. sagrei</i> auf <i>A. carolinensis</i>, ♦ oder die Veränderung der phänotypischen Ausprägung der <i>A. carolinensis</i>-Individuen durch die Besiedlung von <i>A. sagrei</i> beziehen. Das Vorgehen der Untersuchung bezieht sich z. B. auf ♦ die Inseln A bis C als Kontrollinseln, um den Einfluss zusätzlicher Faktoren auf mögliche phänotypische Veränderungen abschätzen zu können, ♦ einen Untersuchungszeitraum von mehreren Generationszeiten, um mögliche evolutive Veränderungen auch beobachtbar machen zu können.		2	
2	<i>Werten Sie die im Rahmen der Untersuchung erhaltenen Daten im Hinblick auf Evolutionsaspekte aus (M 1, Abb. 1-5).</i> Die Lernenden ... S 1 beschreiben biologische Sachverhalte [...] der Biologie sachgerecht; E 9 finden in [...] Daten Strukturen, Beziehungen [...], erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen; K 7 erklären Sachverhalte aus ultimer [...] Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen; K 9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander. Darstellung der Ergebnisse im Zusammenhang: Zu beobachten sind ♦ unterschiedlich besetzte Zweighöhen von <i>A. carolinensis</i>-Individuen, ♦ sowie Unterschiede in der Fußsohlengröße der <i>A. carolinensis</i>-Individuen.	4		

	Schlussfolgerungen aus diesen Daten sind: ♦ die Bedeutung einer größeren Fußsohlenfläche für eine verbesserte Kletterfähigkeit und damit z. B. die Erschließung höher gelegener Baumregionen als Habitat, ♦ Konkurrenzvermeidung durch Erschließen modifizierter ökologischer Nischen, ♦ die Auswirkungen auf den Genpool sowie den daraus resultierenden Phänotypendurchschnitt.		3	
3	<i>Erläutern Sie die Wirkung der im Langzeitexperiment auftretenden Selektion auf die Merkmalsverteilung in der Population von Anolis carolinensis mit Hilfe einer geeigneten graphischen Darstellung (M 1, Abb. 1-5).</i> Die Lernenden ... S 3 erläutern biologische Sachverhalte [...]; K 9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander. Erläuterung der (transformierenden) Selektion: einseitige Verschiebung des Mittelwerts des beobachteten Merkmals (Fußsohlengröße) durch den Selektionsfaktor <i>A. sagrei</i>. Darstellung in Form eines oder mehrerer beschrifteter Diagramme, um die Häufigkeitsverteilung der Phänotypen für Individuen unterschiedlicher Fußsohlengrößen zu veranschaulichen.		3	3
4	<i>Beschreiben Sie die in Abb. 6 dargestellten Untersuchungsergebnisse und begründen Sie, ob aus diesen Ergebnissen Rückschlüsse auf Evolutionsprozesse gezogen werden können (M 2, Abb.6).</i> Die Lernenden ... S 1 beschreiben biologische Sachverhalte [...] der Biologie sachgerecht; E 9 finden in [...] Daten Strukturen, Beziehungen [...], erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen; K 9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander. Beschreibung der Untersuchungsergebnisse: ♦ Veränderungen der besetzten Zweige ♦ Veränderungen des durchschnittlichen Durchmessers besetzter Zweige. Begründung, dass Daten allein nicht ausreichen, um Aussagen zur Evolution zu treffen, da diese z. B. auf Verhaltensveränderungen und nicht auf Veränderungen im Genpool beruhen können.	3		2

5	<i>Bewerten Sie das Vorgehen der Wissenschaftler*innen bei dieser Untersuchung aus ethischer Perspektive (M2, Abb. 6).</i> Die Lernenden ... B 1 analysieren Sachverhalte im Hinblick auf ihre Bewertungsrelevanz; B 7 stellen Bewertungskriterien auf [...]; B 9 bilden sich kriteriengeleitet Meinungen [...]. Der Konflikt, der sich z. B. aus wissenschaftlichem Interesse und den Folgen anthropogener Arteneinfuhr auf ein Ökosystem ergeben könnte, wird beschrieben. Formulieren von Pro- und Contra-Argumenten, die sowohl eine deskriptive als auch normative Prämisse beinhalten, z. B.: ♦ Aus Freilandexperimenten lassen sich Daten erhalten, die durch Laborexperimente nicht abgeleitet werden können. Wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn ist für Umweltschutz eine wichtige Grundlage. Deshalb ist das Vorgehen der Wissenschaftler ethisch vertretbar. ♦ Durch die Einfuhr neuer Arten in zuvor unberührte Lebensräume können nicht absehbare ökologische Folgen auftreten. Diese Lebensräume sollten zum Erhalt der Biodiversität geschützt werden. Deshalb ist das Vorgehen der Wissenschaftler ethisch nicht vertretbar. Ausweisen einer Hierarchisierung der tangierten Werte (z. B. Wissen, Bildung und Fortschritt bzw. Umweltschutz, Unversehrtheit von Lebensräumen) und eigene Schlussfolgerung auf dieser Grundlage.			6
	Summe	7	17	6
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	23	57	20

4 Standardbezug

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

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 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.