Entwicklung der Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den Naturwissenschaften

Lernaufgabe für das Fach Biologie

Kurzbeschreibung

Blinddarm des Koalas

Diese Aufgabe wurde von Fachexpertinnen und Fachexperten der Länder, überwiegend Lehrkräften, entwickelt. Die Aufgabenentwicklergruppe wurde von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Fachdidaktik der Biologie beraten. Das Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen hat den Prozess koordiniert.

Zusammenfassung

Anhand des Phänomens des verlängerten Blinddarms des Koalas lernen die Lernenden den Unterschied zwischen kausalen und funktionalen Erklärungen.

Anforderungsniveau	grundlegend ☒	erhöht ☒
Kompetenzbereiche und relevante Standards	**Sachkompetenz** Die Lernenden … S 1 beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht. **Kommunikationskompetenz** Die Lernenden … **K 7 erklären Sachverhalte aus ultimater und proximater Sicht, ohne dabei unangemessene finale Begründungen zu nutzen;** **K 8 unterscheiden zwischen funktionalen und kausalen Erklärungen**.	
Basiskonzepte		
Inhaltsbereich	♦ Leben und Energie ♦ Abbauender Stoffwechsel	
konkrete Inhalte	kausale und funktionale Erklärungen anhand der Verdauungsleistung des Blinddarms des Koalas unterscheiden	
Materialien	♦ M 0: Visualisierung der Rotkäppchen-Szene ♦ M 1: sachfachliche Informationen zu Koala und Caecum	

	♦ M 2: Informationen zu kausalen und funktionalen Erklärungen ♦ M 3: Material zur Funktion des Caecums beim Koala; Informationen zu Cellulose
Bearbeitungszeit	30 - 45 Minuten
Hilfsmittel	keine
Differenzierungsmöglichkeit	keine
experimenteller Anteil	ja ☐ nein ☒
Lernvoraussetzungen	♦ Makromoleküle ♦ Verdauung ♦ Glykolyse ♦ Wissen um die Unangemessenheit finaler Begründungen in biologischen Erklärungszusammenhängen

1 Hinweise zur Durchführung

Fragen nach der Kausalität eines Phänomens sind von Fragen nach seinem Zweck zu unterscheiden, je nachdem ob man wissen möchte, wie es zu einem Phänomen kam (proximate und ultimate Erklärungen) oder ob man wissen möchte, wozu dieses dient (funktionale Erklärung).

Die vorliegende Aufgabe ist derart konzipiert, dass M 0 als einfacher, plakativer Einstieg dient, der im Plenum besprochen werden **muss**. Die Teilaufgabe 1 kann hierbei als Impuls gesehen werden und muss von den Lernenden nicht schriftlich beantwortet werden. Wichtig ist es, transparent zu machen, dass Rotkäppchen mit ihrer Frage die Ursache für die äußerlichen Veränderungen der vermeintlichen Großmutter erfahren möchte – die kommunikative Absicht ist die Forderung nach einer kausalen Erklärung, da sie sich Sorgen macht. Der Wolf antwortet aber zweckgebunden, funktional. Die Merkmale (große Hände und Zähne) helfen ihm dabei, sie gleich fangen und fressen zu können. Die Lernenden werden dazu angehalten, Rotkäppchens Frage zu präzisieren. Alternativ könnte man den Wolf eine kausale Erklärung auf Rotkäppchens Frage verbalisieren lassen.

Im darauffolgenden Materialteil wird den Lernenden anhand des verlängerten Blinddarms des Koalas bewusst gemacht, dass „warum“ in der Biologie auf drei unterschiedliche Sachverhalte abzielt und je nach Art der Beantwortung unterschiedliche Erkenntnisse liefert.

Mithilfe von Material 2 formulieren die Lernenden eine eigene funktionale Erklärung zum Zweck des Blinddarms.

2 Aufgabenstellung

Teilaufgabe 1 (Material 0)

Was will Rotkäppchen genau vom Wolf wissen? Formulieren Sie eine geeignete Frage.

Teilaufgabe 2 (Material 1, 2 und 3)

Geben Sie eine funktionale Erklärung zur Frage « Warum hat der Koala einen stark verlängerten Blinddarm? », indem Sie den Zweck des verlängerten Blinddarms des Koalas beschreiben.

Teilaufgabe 3

Stellen Sie begründet dar, dass die Frage « Warum hat der Koala einen stark verlängerten Blinddarm? » aus wissenschaftlicher Sicht ungeeignet ist.

3 Material für Lernende

Material 0

Einstieg

Abbildung 1: Dialog zwischen Rotkäppchen und dem Wolf, Pixabay, 2016.

Material 1

Der Blinddarm des Koalas

Abbildung 2: Koala, IQB

Der Koala (Phascolarctos cinereus) (Abb. 2) ist ein Nahrungsspezialist, da er nur Blätter weniger Eukalyptusarten frisst, die durch ihren Cellulosegehalt und viele sekundäre Pflanzenstoffe schwer verdaulich sind. Als Angepasstheit an diese Ernährungsweise besitzt er mit ca. 200 cm den längsten Blinddarm (Caecum) unter den Säugetieren (siehe L in Abb. 3).

Der Blinddarm ist eine sackartige, blind endende Ausstülpung am Übergang des Dünndarms in den Dickdarm. An seinem Ende befindet sich der Wurmfortsatz (Appendix).

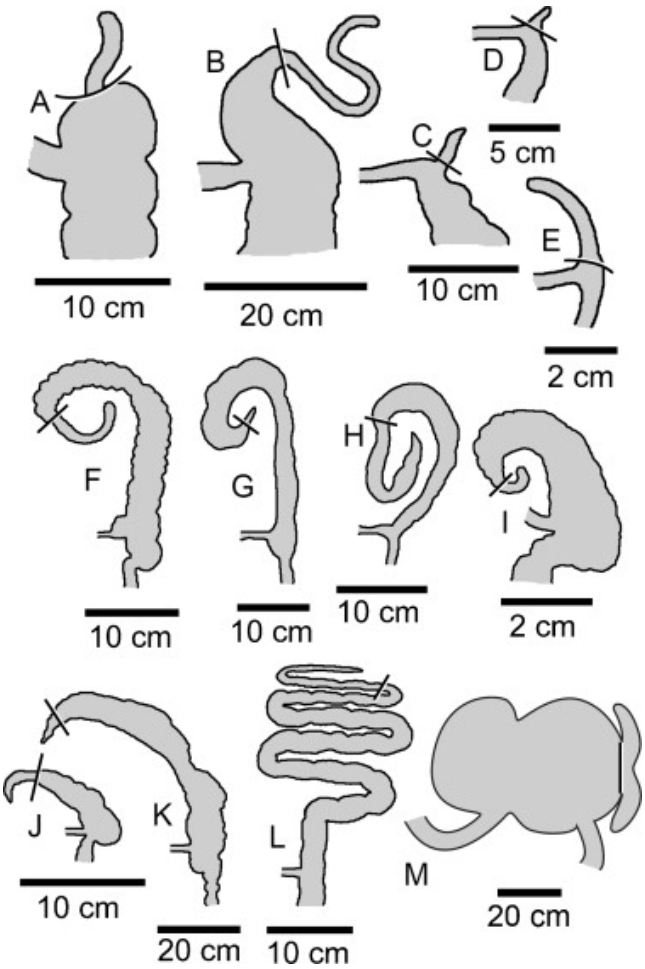


Abbildung 3: schematische Darstellung der Morphologie der Blinddärme bei verschiedenen Säugetierarten mit Angabe des jeweiligen Längenmaßstabs. Der Appendix ist jeweils durch einen Strich gekennzeichnet. A Mensch, B Orang-Utan, C Wombat, D Ameisenigel, E Schnabel-tier, F Kaninchen, G Bodencuscus, H Opossum, I Kap-Standgräber (Graumull), J Stachelschwein, K Biber, L Koala, M Seekuh. Smith et al., 2013, S 344 / CC BY-NC-ND 4.0.

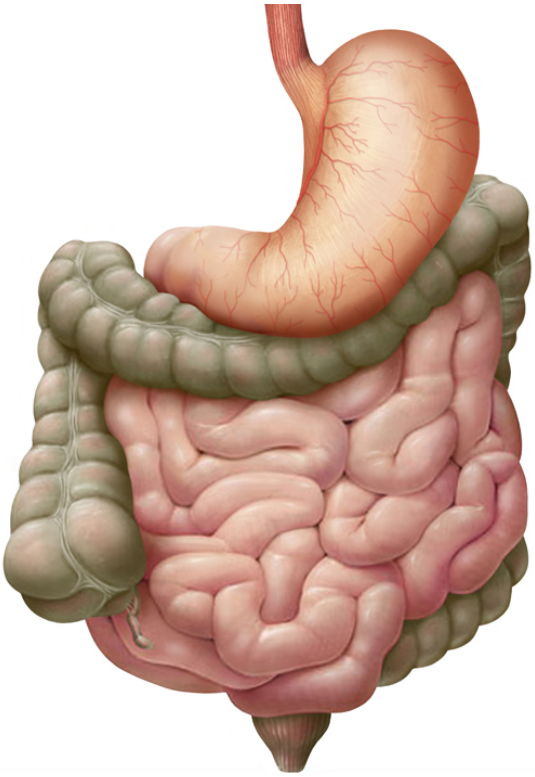


Abbildung 4: Verdauungstrakt des Menschen, Geisler, 2020.

Material 2

Warum hat der Koala einen verlängerten Blinddarm?

Sowohl im alltäglichen Sprachgebrauch als auch bei Fragen zu Hintergründen biologischer Phänomene, ist uns oftmals nicht bewusst, dass das Fragewort „Warum?“ sehr ungenau ist und je nach dem, was wir wissen wollen, eine andere Frage präziser wäre.

So gibt es drei unterschiedliche Bedeutungsebenen, auf die die Frage „warum“ in diesem Beispiel abzielt:

1. Wie kam es in der Stammesentwicklung zu dem verlängerten Blinddarm des Koalas?
2. Wie entsteht der verlängerte Blinddarm des Koalas im Lauf der Morphogenese?
3. Wozu dient der verlängerte Blinddarm des Koalas?

Fragen nach den Ursachen (Kausalität)

Frage nach dem Zweck (Funktionalität)

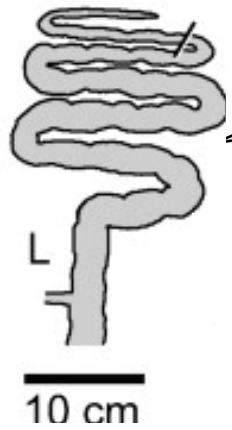
Tab. 1: kausale Erklärungen zur Entstehung des Blinddarms beim Koala

Kausale Erklärungen verdeutlichen den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung	
Proximate Erklärungen geben die Nahursachen an *Wie entsteht der verlängerte Blinddarm des Koalas im Laufe der Morphogenese?*	**Ultimate Erklärungen** geben die Fernursachen an *Wie kam es in der Stammesentwicklung zum verlängerten Blinddarm des Koalas?*
Im Laufe der Morphogenese (Gesamtheit der Entwicklungsprozessen, die zur Ausbildung der charakteristischen Gestalt eines Organismus führen) des Koalas entwickelt sich aufgrund des der Art eigenen genetischen Programms aus dem inneren Keimblatt der Blastocyste der Darm mit seinen Anhangsorganen. Dabei entsteht auch der Blinddarm.	Ein verlängerter Blinddarm, vermutlich verursacht durch Mutationen, in dem sich bestimmte Bakterien ansiedelten, stellte für einen der Urahnen des Koalas einen Vorteil dar, da damit Eukalyptus als neuartige Nahrungsquelle erschlossen wurde. Dieser Selektionsvorteil führte zu einer derartigen Anhäufung der Allele für das Merkmal „verlängerter Blinddarm“ im Genpool, dass irgendwann alle Individuen der Art dieses Merkmal trugen.
Nahursache: genetisch bestimmte Organentwicklung.	**Fernursache: In der Vergangenheit durch Mutationen erworbene Strukturen haben sich als Selektionsvorteil erwiesen.**

Quelle: IQB

Material 3

Wozu dient der verlängerte Blinddarm des Koalas?



Eine Vielzahl anaerober Bakterienarten, die Zellulose und sekundäre Pflanzenstoffe aufspalten, besiedeln den Blinddarm. Z.B. spaltet *Lonepinella koalarum* Tannine, welche die Verdauung behindern.

Abbildung 5: Der Blinddarm des Koalas enthält viele Bakterienstämme, Smith et al., 2013, S 344 / CC BY-NC-ND 4.0.

Aufbau Cellulose

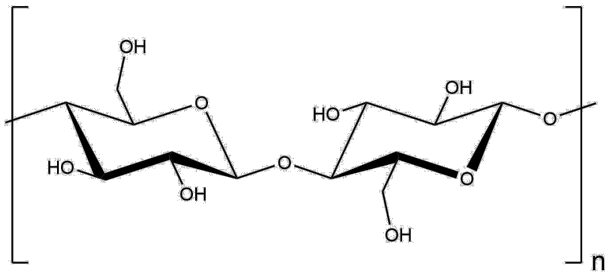


Abbildung: 6: Cellulose besteht aus Cellobioseeinheiten, welche Glukosedimere sind, IQB

Wie Stärke besteht Cellulose auch aus Glukosemolekülen, die allerdings derart verbunden sind, dass es kaum Tierarten gibt, die Verdauungsenzyme besitzen, die diese Bindung spalten können. Einige anaerobe Bakterien sind in der Lage, Cellulose in verschiedenste Abbauprodukte aufzuspalten und damit für Tiere verwertbar zu machen. Deshalb kommen sie oft als Endosymbionten im Verdauungstrakt von Tieren vor.

4 Lösungshinweise und Bezug zu den Standards

Es werden folgende Abkürzungen verwandt:

- S 1 – 8 Standards der Sachkompetenz (erste Spalte)
- E 1 – 17 Standards der Erkenntnisgewinnungskompetenz (zweite Spalte),
- K 1 – 14 Standards der Kommunikationskompetenz (dritte Spalte),
- B 1 – 12 Standards der Bewertungskompetenz (vierte Spalte).

1	Was will Rotkäppchen genau vom Wolf wissen? Formulieren Sie eine geeignete Frage.	S	E 2	K	B

Rotkäppchen möchte wissen, wie es zu den sichtbaren Veränderungen der vermeintlichen Großmutter kommt/kam.

Geeignete Fragen:

- Was ist passiert, dass du auf einmal große Augen, Hände, Zähne etc. hast ?
- Wie kam es zur Vergrößerung deiner Zähne?

2	Geben Sie eine funktionale Erklärung zur Frage « Warum hat der Koala einen stark verlängerten Blinddarm? », indem Sie den Zweck des verlängerten Blinddarms des Koalas beschreiben.	S 1	E	K 7 8	B

Der Koala ernährt sich von Blättern verschiedener Eukalyptusarten, deren hoher Anteil an sekundären Pflanzenstoffen und ihr Hauptbestandteil Cellulose sie schwer verdaulich machen. Der relativ lange Blinddarm des Koalas ist mit einer Vielzahl unterschiedlicher Bakterien besiedelt, die ihm ermöglichen die Nahrung verwertbar zu machen. Die Bakterien (u.a. *Lonepinella koalarum*), verstoffwechseln diese sekundären Pflanzenstoffe und helfen dem Koala, seine Nahrung zu verdauen. Andere Blinddarmbakterien können Cellulose zu Glukose abbauen, was den Koala mit einer Energiequelle versorgt.

3	Stellen Sie begründet dar, dass die Frage « Warum hat der Koala einen stark verlängerten Blinddarm? » aus wissenschaftlicher Sicht ungeeignet ist.	S	E	K 7 8	B

Eine «warum»-Frage kann sowohl kausal als auch funktional gemeint sein, d .h. sie kann in diesem Beispiel sowohl nach den Ursachen als auch dem Zweck des Blinddarms fragen. Da selbst bei der Frage nach der Kausalität zwischen Nah- und Fernursachen unterschieden werden muss, ist «warum» ungeeignet, da nicht klar ist, auf welchen Sachverhalt die Frage genau abzielt.

5 Quellenangaben

- Material 0, Abbildung 1:
  [Prawny] (2016). Pixabay. Verfügbar unter: https://pixabay.com/de/illustrations/m%C3%A4rchen-verzauberte-fantasie-1735406/ (Zugriff am 29.04.2020)
- Material 1, Abbildung 4:
  Geisler, F. (2019). Anatomie Gastrointestinaltrakt [Grafik]. MediDesign Frank Geisler. Verfügbar unter: https://www.medical-pictures.de/bilder/Anatomie-Gastrointestinaltrakt-Magen-Darm-Trakt-mit-Magen-Duenndarm-und-Dickdarm-2140.html (Zugriff am 29.04.2020)
- Material 1, Abbildung 3; Material 3, Abbildung 5:
  Smith, H. F., Parker, W., Kotzé, S. H., & Laurin, M. (2013). Multiple independent appearances of the cecal appendix in mammalian evolution and an investigation of related ecological and anatomical factors. *Comptes Rendus Palevol, 12*(6), S. 339-354. doi: 10.1016/j.crpv.2012.12.001. Creative Commons BY-NC-ND 4.0 Informationen unter: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.
- Alle weiteren Materialien und Abbildungen wurden im Auftrag des IQB erstellt.