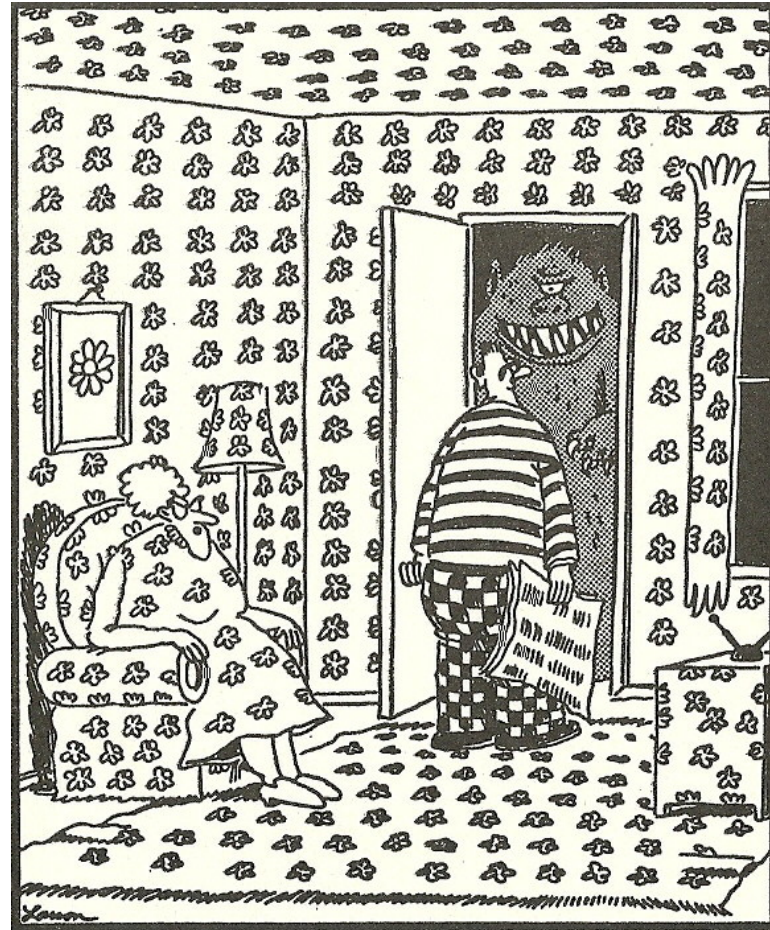


Evolution unterrichten

Ergebnisse aus einer Schweizer Online-Befragung
Projekt On-Evol

Judith Lanka & Pitt Hild
SWiSE Innovationstag 11.3.23

Gefördert durch
the **cogito** foundation

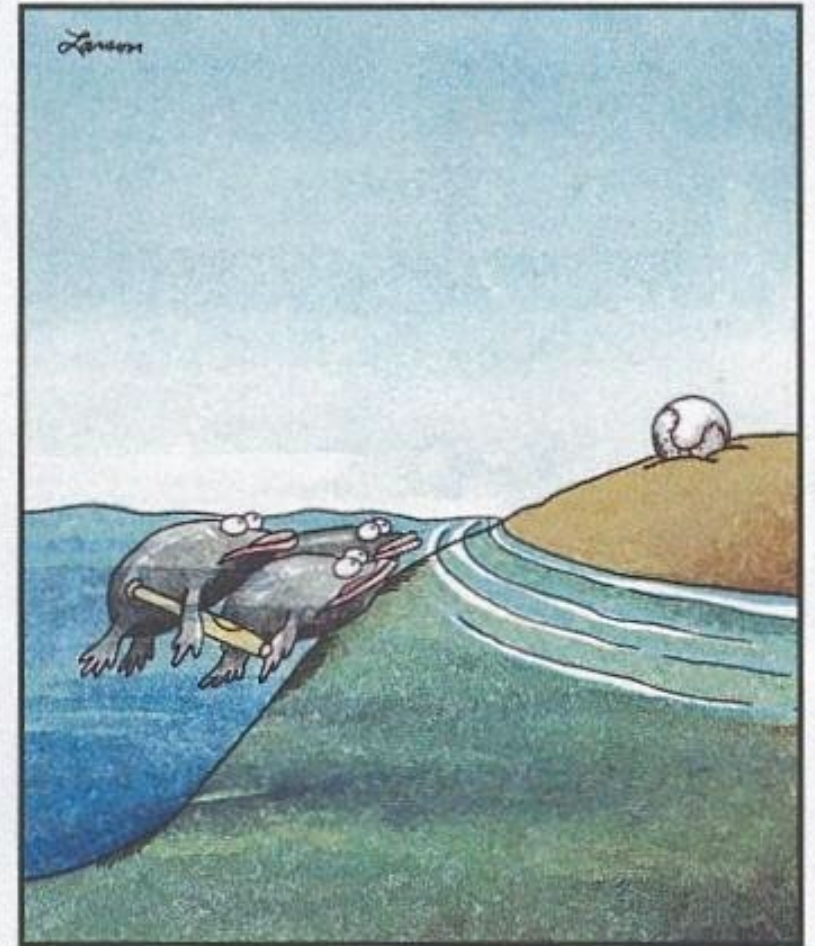


When the monster came, Lola, like the peppered moth and the arctic hare, remained motionless and undetected. Harold, of course, was immediately devoured. (Mayr, 1982: 309)

Inhalt

-
1. Evolutionsbezogene Konzepte
 2. Schweizer Querschnittsstudie On-Evol
 3. Ergebnisse zu Evolutionswissen und Akzeptanz von Evolution
 4. Diskussion

Evolutionsbezogene Konzepte

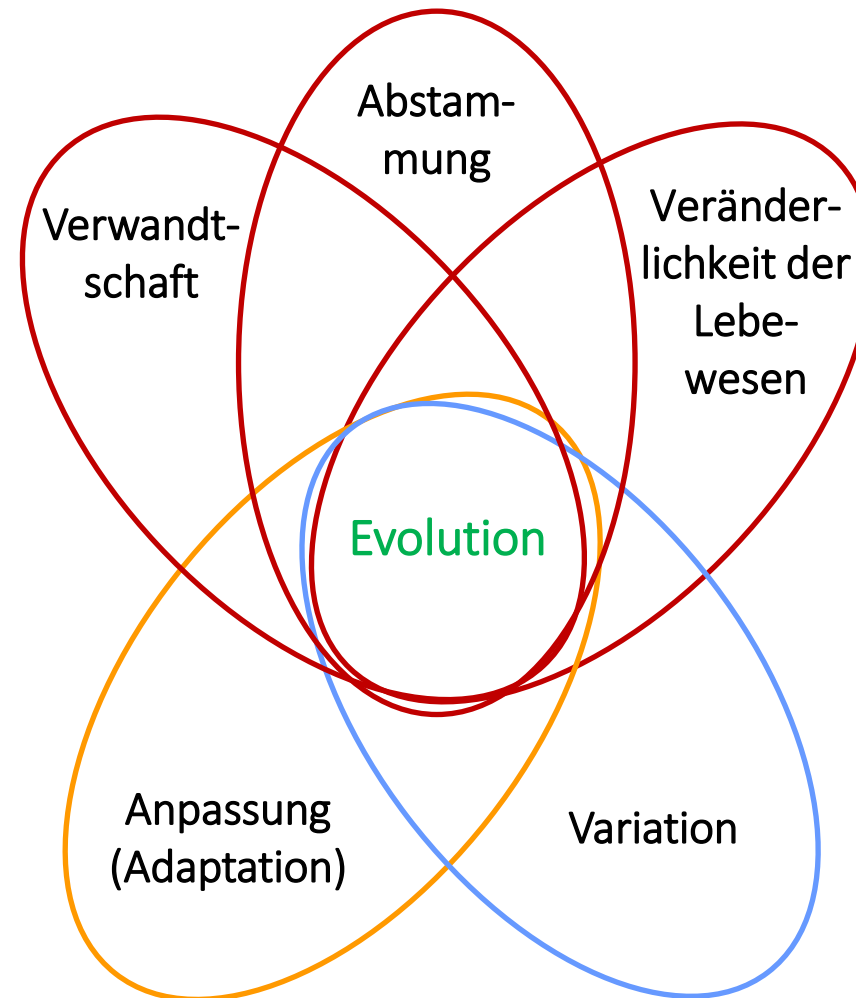


Great moments in evolution

Find More @
NerdTests.com

<https://www.pinterest.de/pin/423971752398737661/>

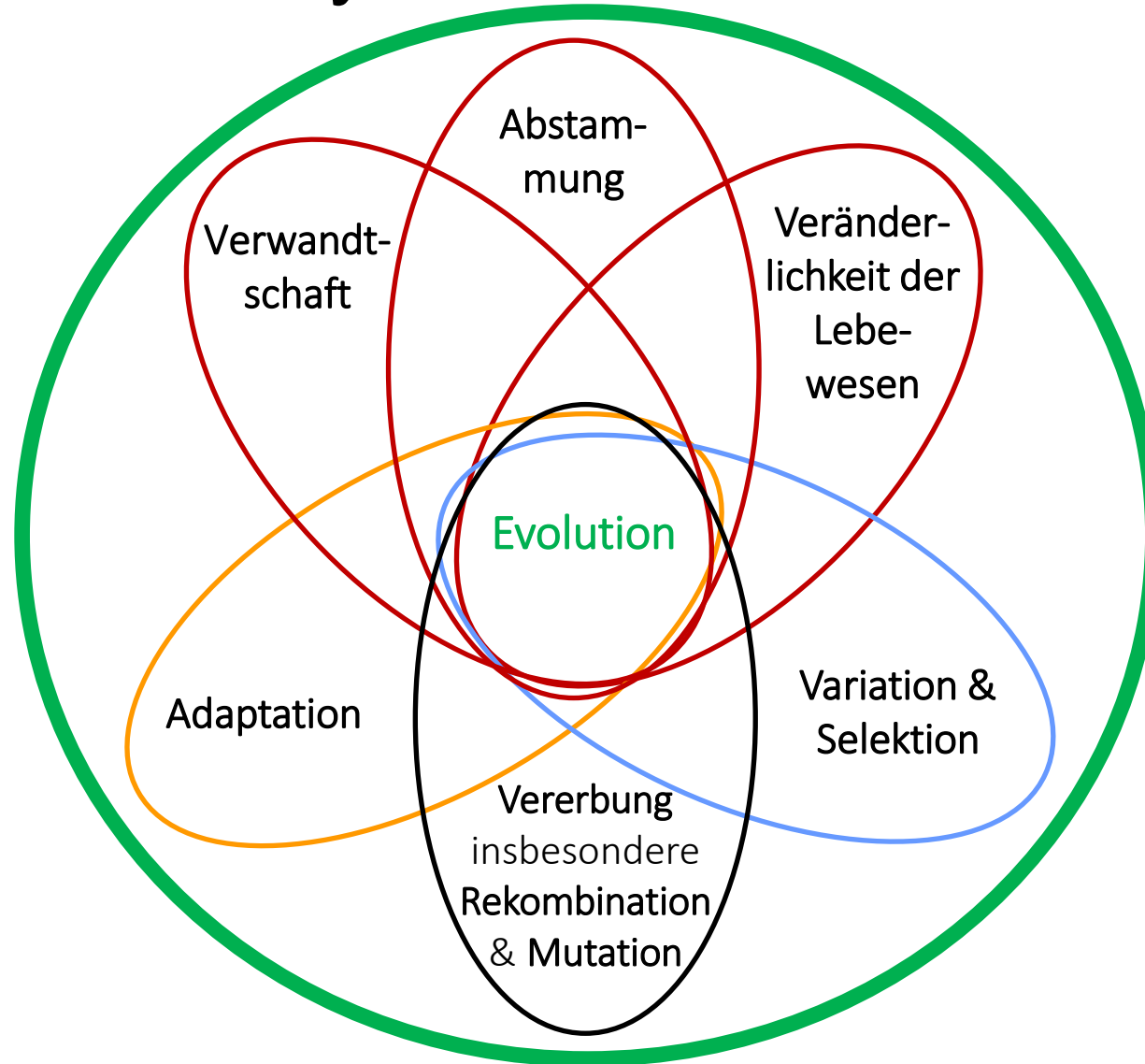
Evolutionenbiologische Themen – ein möglicher Konzeptaufbau in den Zyklen 1 und 2



Evolutionenbiologische Themen – ein möglicher Konzeptaufbau in Zyklus 3

Belege für Evolution:

z.B.
Fossilien
Homologien
Stammbäume
biol. Ordnungssysteme
Züchtungen
Kontinentaldrift und verwandte Arten
Evolution heute



Evolutionenfaktoren:

Faktoren, die die Genvarianten in einer Population verändern und damit die Ursache für **Variation** sind

- **Mutation**
- **Rekombination**
- **Selektion**
- Gendrift

Artkonzept & Artbildung

Evolutionstheorie:
Erklärung der biologischen Vielfalt

Schweizer Querschnittsstudie zu Evolution

Projekt On-Evol

Ziel: Erhebung von Wissensselementen und Akzeptanz in einer landesweiten Umfrage (D/F/I) bei angehenden und praktizierenden Volksschullehrpersonen

Messinstrument: *Evolution Education Questionnaire* (Beniermann et al., 2021)



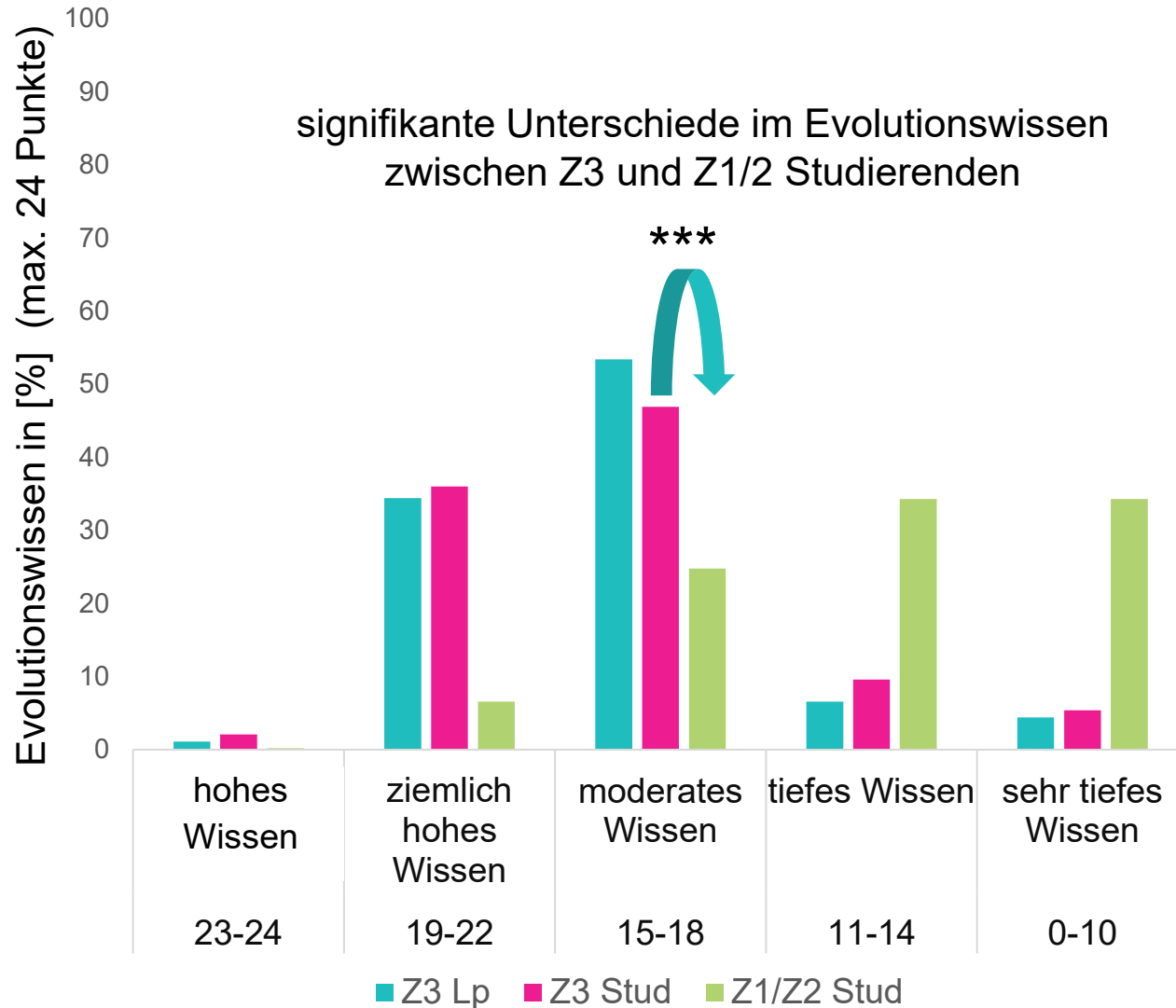
Messzeitraum: Dezember 2021 bis Mai 2022

Teilnehmende: 1433 angehende und praktizierende Lehrpersonen

Z3 Lehrpersonen	Z3 Studierende	Z1/Z2 Studierende
90	147	803

Ergebnisse zu Evolutionswissen und Akzeptanz

Evolutionswissen

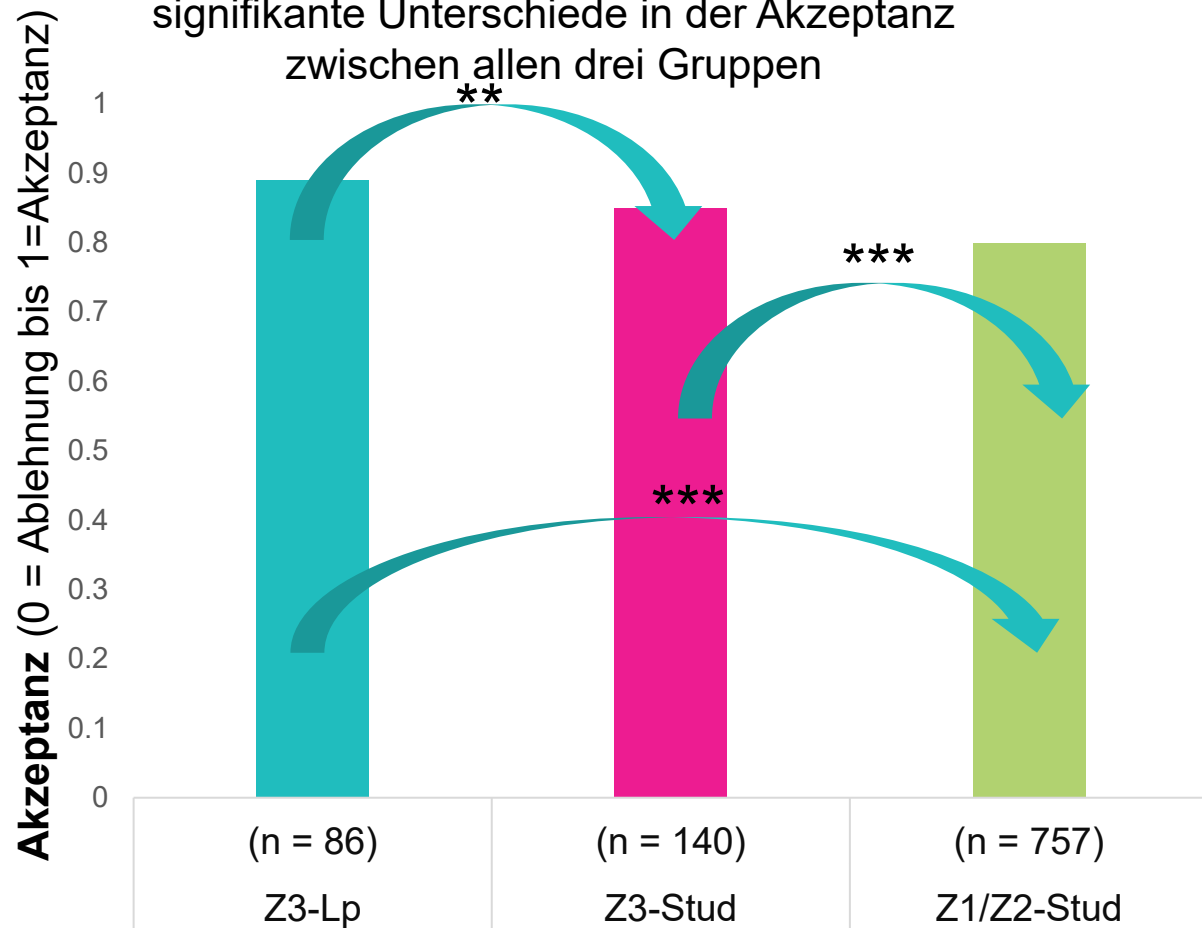


	1 ^{tes} Studienjahr	2 ^{tes} Studienjahr	3 ^{tes} Studienjahr
Z3-Studis SS (SDev)	16.35 (2.97)	17.31 (2.95)	18.49 (2.10)
Median (n)	17.00 (51)	18.00 (48)	19.00 (41)

signifikanter Unterschied zwischen erstem und dritten Studienjahr

Z1/2 Studis SS (SDev)	12.45 (3.92)	12.60 (4.12)	12.37 (4.13)
Median (n)	12.00 (230)	13.00 (238)	13.00 (281)

Akzeptanz



	1tes Studienjahr	2tes Studienjahr	3tes Studienjahr
Z3 Studis			
Akzeptanz (SDev)	39.98 (4.34)	39.15 (5.55)	38.95 (4.91)
Median (n)	41.00 (51)	40.00 (48)	40.00 (41)
Z1/2 Studis			
Akzeptanz (SDev)	37.48 (5.47)	37.24 (5.73)	37.51 (6.14)
Median (n)	38.00 (230)	38.00 (238)	39.00 (281)

keine signifikanten Unterschiede



Vorstellungen zur Artbildung



In einem Tal lebt eine Gruppe von Eidechsen. In Folge eines Erdbebens entsteht eine tiefe und breite Schlucht, die den Lebensraum der Eidechsen fortan trennt. Dadurch wird auch die Gruppe in zwei kleinere Gruppen geteilt.

Nach vielen 1000 Jahren schliesst sich die Schlucht an einer Stelle wieder und die Eidechsen aus den beiden getrennten Gruppen teilen wieder einen gemeinsamen Lebensraum.

Wie würden sich die Gruppen entwickelt haben?

- A Die beiden Gruppen hätten sich in die gleiche Richtung entwickelt - man könnte sie nicht voneinander unterscheiden.
- B Eine unterschiedliche Entwicklung der beiden Gruppen wäre nur möglich, wenn die beiden getrennten Lebensräume sehr unterschiedlich waren.
- C Es ist nicht vorhersehbar, auf welche Weise sich die Gruppen entwickelt hätten.
- D Die beiden Gruppen hätten sich auf keinen Fall in irgendeiner Art und Weise entwickelt, alles ist wie vorher.
- E Die beiden Gruppen hätten sich in verschiedene Richtungen entwickelt, man könnte sie gut voneinander unterscheiden.
- F Ich weiss nicht.

Vorstellungen zur Artbildung



In einem Tal lebt eine Gruppe von Eidechsen. In Folge eines Erdbebens entsteht eine tiefe und breite Schlucht, die den Lebensraum der Eidechsen fortan trennt. Dadurch wird auch die Gruppe in zwei kleinere Gruppen geteilt.

Nach vielen 1000 Jahren schliesst sich die Schlucht an einer Stelle wieder und die Eidechsen aus den beiden getrennten Gruppen teilen wieder einen gemeinsamen Lebensraum.

Wie würden sich die Gruppen entwickelt haben?

- A Die beiden Gruppen hätten sich in die gleiche Richtung entwickelt - man könnte sie nicht voneinander unterscheiden.
- B Eine unterschiedliche Entwicklung der beiden Gruppen wäre nur möglich, wenn die beiden getrennten Lebensräume sehr unterschiedlich waren.
- C Es ist nicht vorhersehbar, auf welche Weise sich die Gruppen entwickelt hätten.**
- D Die beiden Gruppen hätten sich auf keinen Fall in irgendeiner Art und Weise entwickelt, alles ist wie vorher.

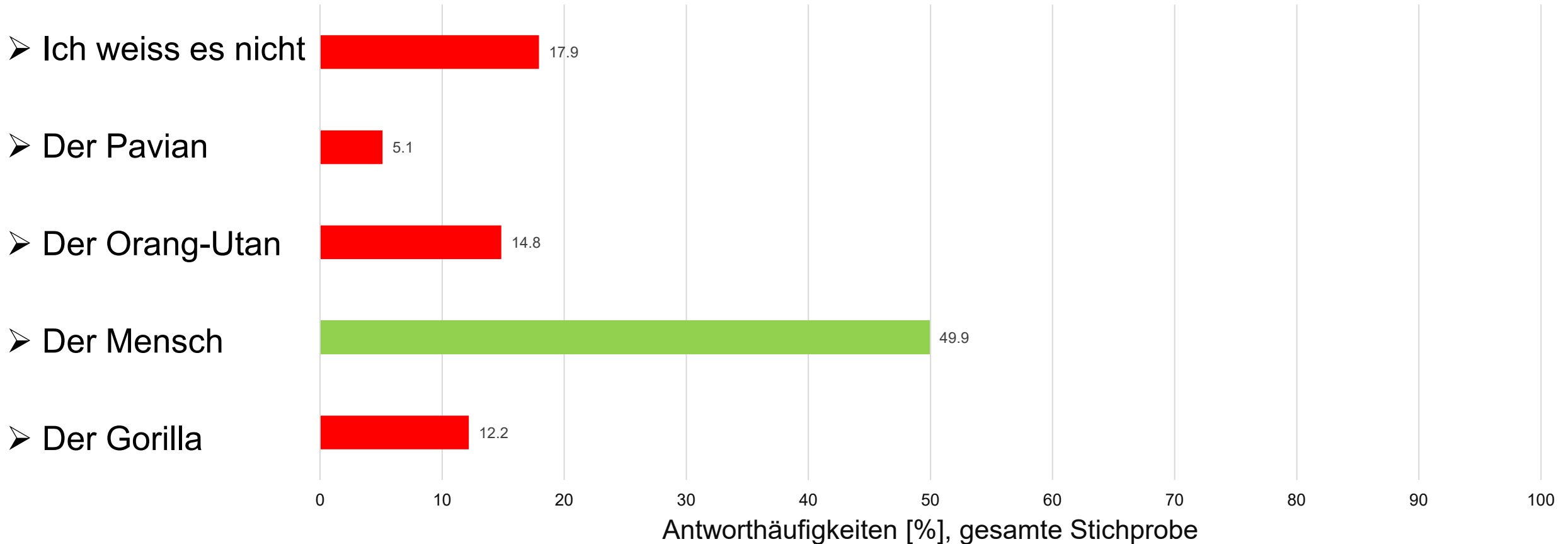
Anzahl richtiger Antworten in % (Anzahl Personen):

Z3-Lp	Z3-Stud	Z1/Z2-Stud
21.1 (19)	24.5 (36)	12.1 (97)

Verwandtschaft & Abstammung Mensch

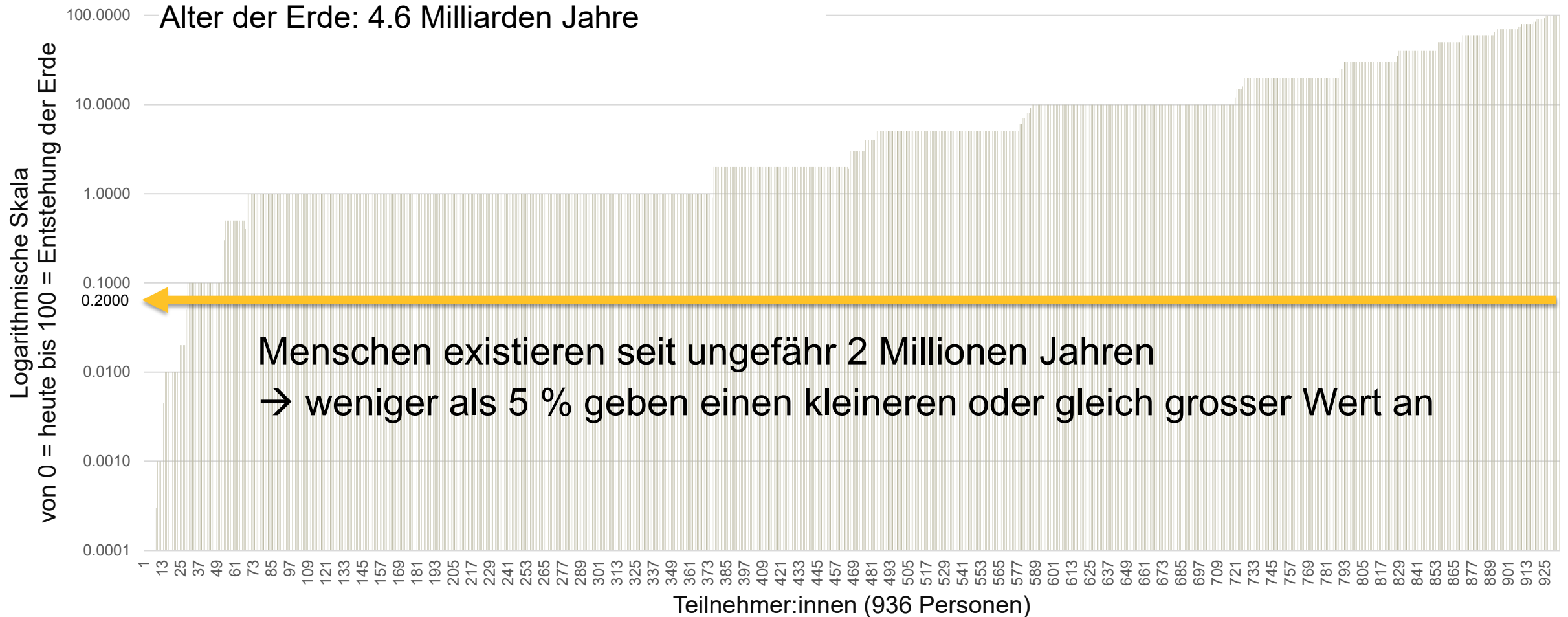


Welche der aufgeführten Arten ist am nächsten mit dem Schimpansen verwandt?



Verwandtschaft & Abstammung Mensch

Seit wann besiedelten Menschen die Erde?



Alternative Erklärungsmuster



Geparde

Geparde können bis zu 104 km/h laufen, wenn sie ihre Beute jagen. Ihre Vorfahren konnten dagegen nur eine Geschwindigkeit von 32 km/h erreichen.

Wie hat sich die schnellere Laufgeschwindigkeit entwickelt?

- A Die Geparde passten ihre Geschwindigkeit an, damit sie mehr Beute fangen können.
- B Einige Geparde waren zufällig schneller und konnten mehr Beute fangen. Deshalb konnten mehr schnelle Geparden überleben und sich fortpflanzen .
- C Die Natur hat die Laufgeschwindigkeit der Geparde angepasst, damit sie mehr Beute fangen können.
- D Einige Vorfahren der Geparde merkten, dass sie nicht genug Beute fangen konnten. Daher wurden sie schneller und sie konnten sie mehr Beute fangen und besser überleben.
- E Die Laufgeschwindigkeit erhöhte sich automatisch, weil sie so mehr Beute fangen konnten. Somit hatten sie einen Überlebensvorteil.
- F Einige Vorfahren der Geparde merkten, dass sie nicht genug Beute fangen konnten. Daher trainierten sie und wurden immer schneller.
- G Ich weiss nicht.

Alternative Erklärungsmuster



Antwortmöglichkeit

- A **Die Geparde** passten ihre Geschwindigkeit an, **damit** sie mehr Beute fangen können.
- B Einige Geparde waren **zufällig** schneller und konnten **mehr Beute** fangen. Deshalb konnten mehr schnelle Geparden **überleben** und sich **fortpflanzen**.
- C **Die Natur** hat die Laufgeschwindigkeit der Geparde angepasst, **damit** sie mehr Beute fangen können.
- D Einige Vorfahren der Geparde **merkten**, dass sie nicht genug Beute fangen konnten. Daher wurden sie schneller und sie konnten sie mehr Beute fangen und besser überleben.
- E Die Laufgeschwindigkeit erhöhte sich **automatisch**, weil sie so mehr Beute fangen konnten. Somit hatten sie einen Überlebensvorteil.
- F Einige Vorfahren der Geparde **merkten**, dass sie nicht genug Beute fangen konnten. Daher **trainierten** sie und wurden immer schneller.

Erklärungsmuster

teleologisch: „Start-Ziel-Schema“, zweckbestimmte und zielgerichtete Funktion von Systemen; Organismus als Akteur; Zufall, Variation und dynamischer Endzustand fehlen

wissenschaftlich korrekt: Variation in Ausgangspopulation, höhere Reproduktionsrate, durch Selektion anteilig mehr Gene in der Folgegeneration

teleologisch (s.o.): Natur als Akteur

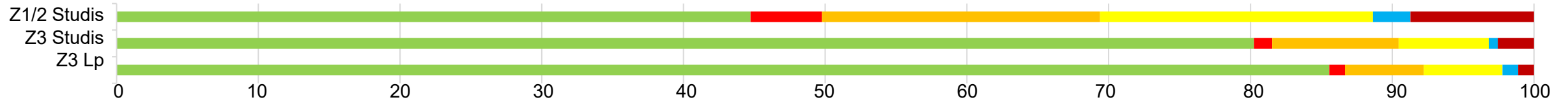
anthropomorph: Lebewesen verfolgen eine bewusste Absicht; Anpassung als Lösung oder Erfindung; Bewusstsein für Unangepasstheit

automatisch: kein Akteur

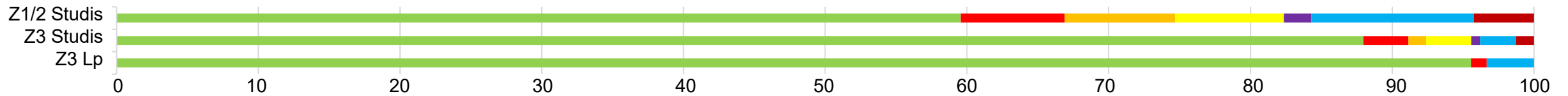
anthropomorph (s.o.) und **lamarckistisch:** Training durch Gebrauch von Organen

Alternative Erklärungsmuster

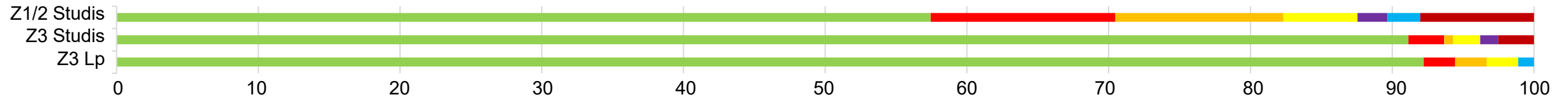
Venusfliegenfallen



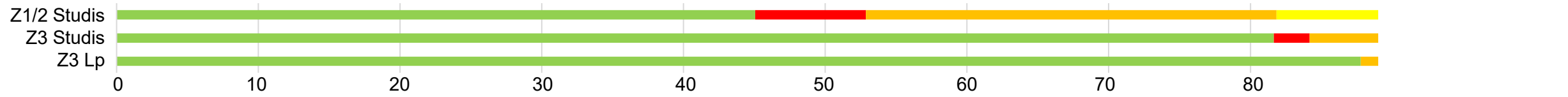
Geparde



Schnecken



Kakteen



correct teleologic (nature) teleologic (organism) antropomorph antropomorph + lamarck automatic I do

Biologisches Fitnesskonzept



Biolog*innen verwenden oft den Begriff „Fitness“, wenn sie von Evolution sprechen. In der folgenden Tabelle werden Ihnen vier männliche Löwen vorgestellt.

Welcher Löwe ist der fitteste?
Kreuzen Sie an.

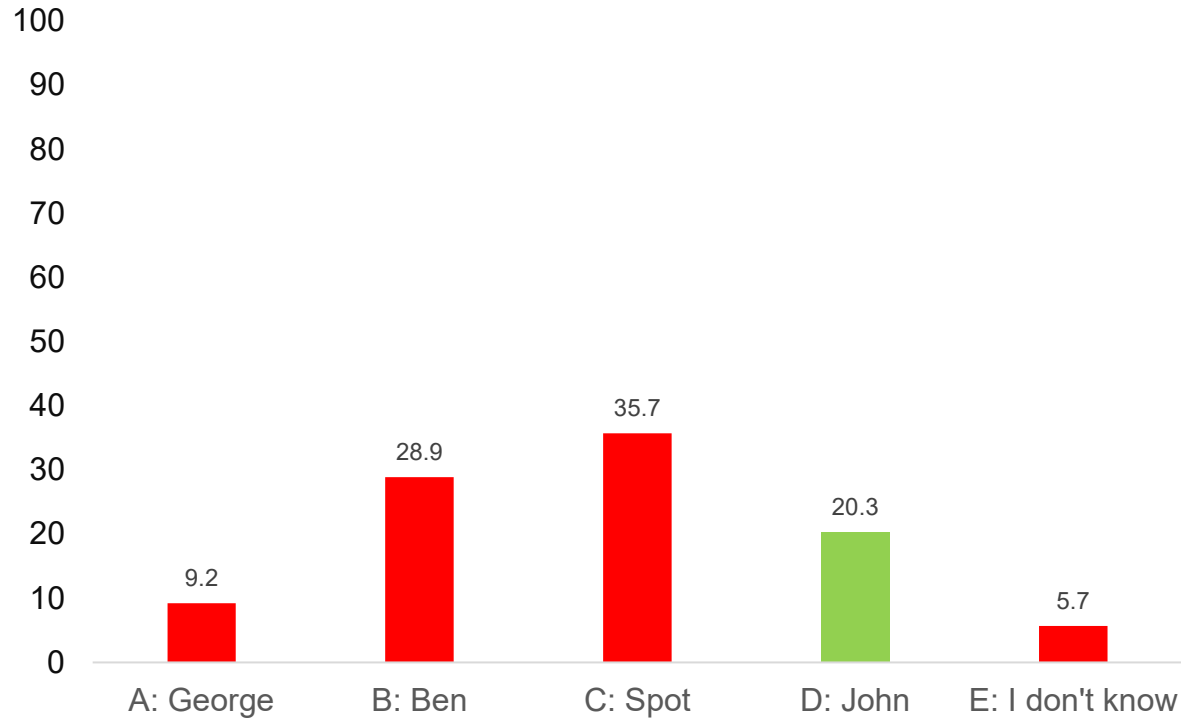


John ist der fitteste Löwe.
Er hat die grösste Anzahl Nachkommen, welche erwachsen geworden sind.

Name	George	Ben	Spot	John	
Länge mit Schwanz	3 m	2.55 m	2.7 m	2.7 m	
Gewicht	173 kg	160 kg	162 kg	160 kg	
Anzahl der Nachkommen	19	25	20	20	
Todesalter	13 Jahre	16 Jahre	12 Jahre	9 Jahre	
Anzahl der Nachkommen, die erwachsen geworden sind.	13	14	14	19	
Kommentare	... war sehr gross, sehr gesund, der stärkste Löwe.	... hatte die grösste Anzahl Weibchen in seinem Harem	... war in der Lage in eine neue Umgebung zu ziehen und seine Fressgewohnheiten zu ändern.	... starb an einer Infektion, die durch einen Schnitt an seinem Fuss ausgelöst wurde.	Ich weiss es nicht.
Der fitteste Löwe ist	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

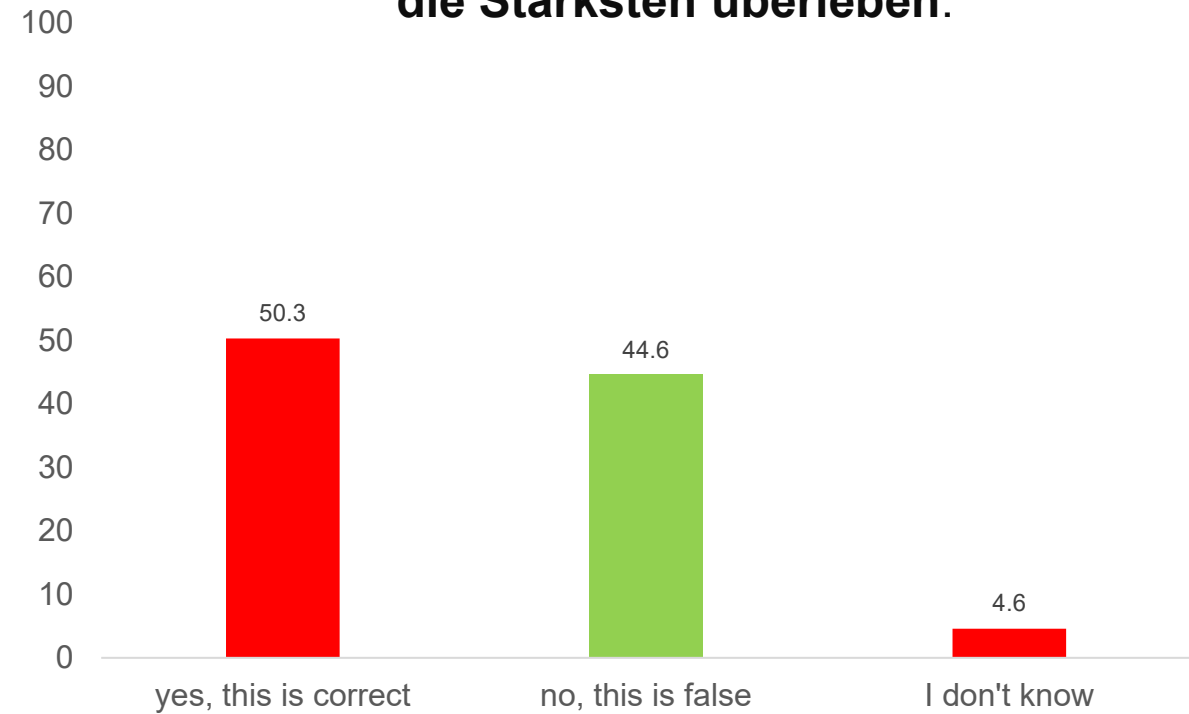
Biologisches Fitnesskonzept

Welcher Löwe ist der «fitteste»?



gesamte Stichprobe

Survival of the fittest bedeutet, dass **die Stärksten überleben.**



gesamte Stichprobe

Veränderung einer Art

Welche der dargestellten langfristigen Entwicklungen ist nach dem Eintreten der Eiszeit die wahrscheinlichste?

Anzahl richtiger Antworten in % (Anzahl Personen):

Z3-Lp	Z3-Stud	Z1/Z2-Stud
75.6 (68)	69.4 (68)	64.2 (513)

früher heute

Eine **Eiszeit** ist eingetreten. Es ist jetzt kalt und es liegt viel Schnee.

A.

B.

C.

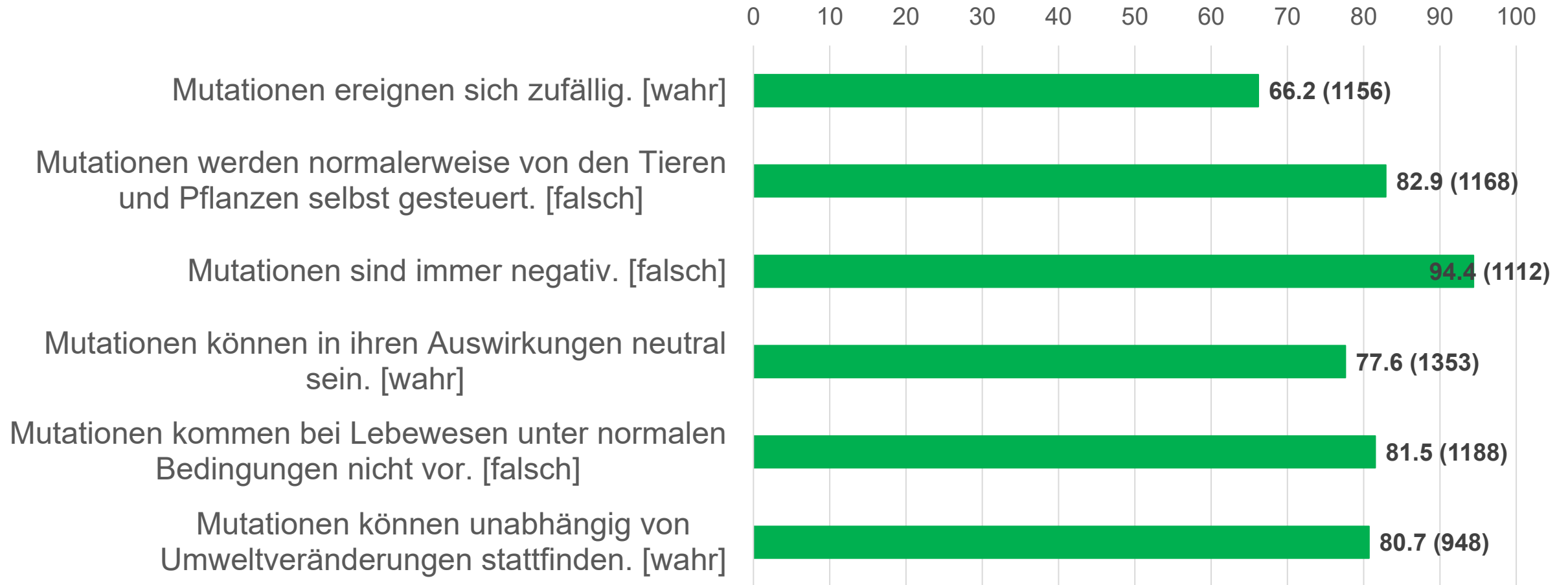
D.

E.

F. Es ist anders, und zwar:

Mutationen

Häufigkeiten richtiger Antworten in [%] (Gesamtstichprobe)



Vererbung

Vererbung erworbener Eigenschaften

Ihre Schwänze wären im Durchschnitt etwas kürzer als die Schwänze der Eltern.

Sie hätten noch einen Schwanz, der aber nicht mehr benutzt wird.

Sie hätten gar keinen Schwanz.

Das Abschneiden hätte keinen Effekt auf die Schwanzlänge der Kinder.

Ich weiss nicht.

Ende des 19. Jahrhunderts führte der Zoologe August Weismann folgendes Experiment durch: Er schnitt Mäusen die Schwänze komplett ab, um festzustellen, welche Auswirkungen dies auf die direkten Nachkommen haben würde.

Wie müssten die Kinder dieser Mäuse aussehen?

0 20 40 60 80 100

2.9

5.7

0.4

88.1

2.9

Nehmen wir an, H... auch den Nachkom... Schwänze abgesch... Nachkommen auch... insgesamt 20 Gene...

Wie müssten die M... Generation aussehen?

0 20 40 60 80 100

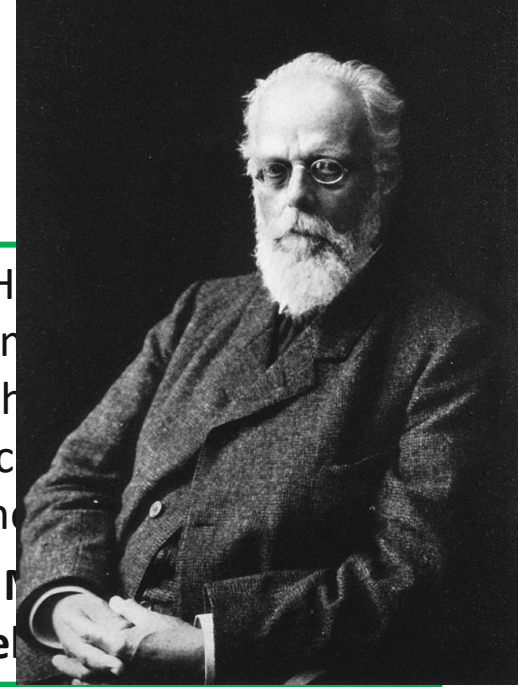
15.8

22.8

5.1

49.0

7.3



Diskussion

Denkweisen: Kindervorstellungen zur Evolution

Denkweisen	Beschreibung	Altersstufe
essentialistisch	Alle Dinge, auch Lebewesen, zeichnen sich durch unveränderliche, wesensbestimmende „Essenzen“ aus. Die Essenz selbst ist verborgen.	bereits bei Vorschulkindern vorhanden
teleologisch	Organismische Systeme haben eine zweckbestimmte und zielgerichtete Funktion. Nicht die wirkenden Ursachen dienen der Begründung, sondern lediglich die Funktion an sich.	Kleinkindalter, aber auch noch Kinder im Alter von 7-8 Jahren
anthropomorph	Menschliche Attribute wie Denken, Fühlen und Erkennen werden auf nicht menschliche Lebensformen übertragen; ein Bewusstsein für eine Unangepasstheit ist vorhanden.	entwickelt sich bei Kleinkindern zw. 3-5 Jahren und ist v.a. bei Stadtkindern verbreitet

Sprache als Lernhindernis

- Wir denken und sprechen in **Kategorien**:
der Hund, die Kartoffel, der Wal
- LP **verstärken** Fokus auf
Gemeinsamkeiten von Lebewesen und
wirken so Konzeptaufbau «Variation»
entgegen
- LP nutzen teleologische Formulierungen:
Klärung von **Funktionszusammenhängen**
(Wieso? Wozu?)
- LP nutzen Teleologie zur Erhöhung der
Motivation

«Der Regenwurm ist so dunkel gefärbt, damit er
keinen Sonnenbrand bekommt.»

(Äusserung Eric Wyss, 2022)

«Wieso hat der Eisbär weisse Haare und eine
schwarze Haut?»

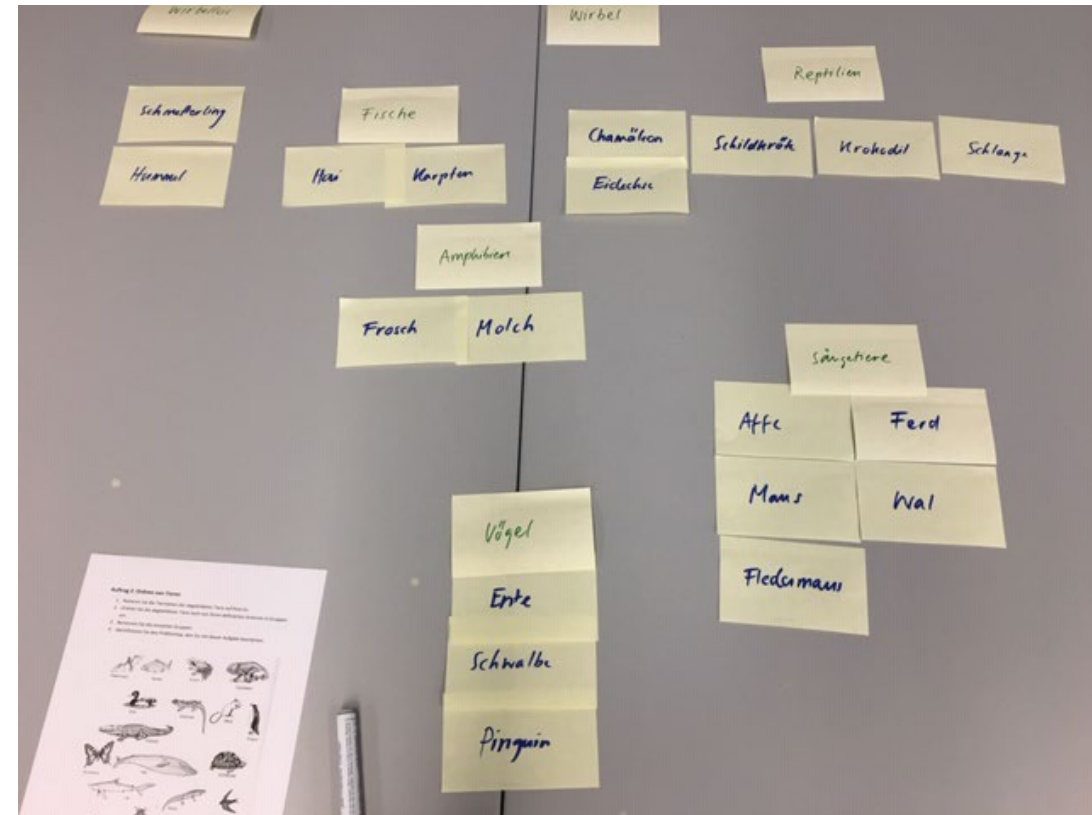
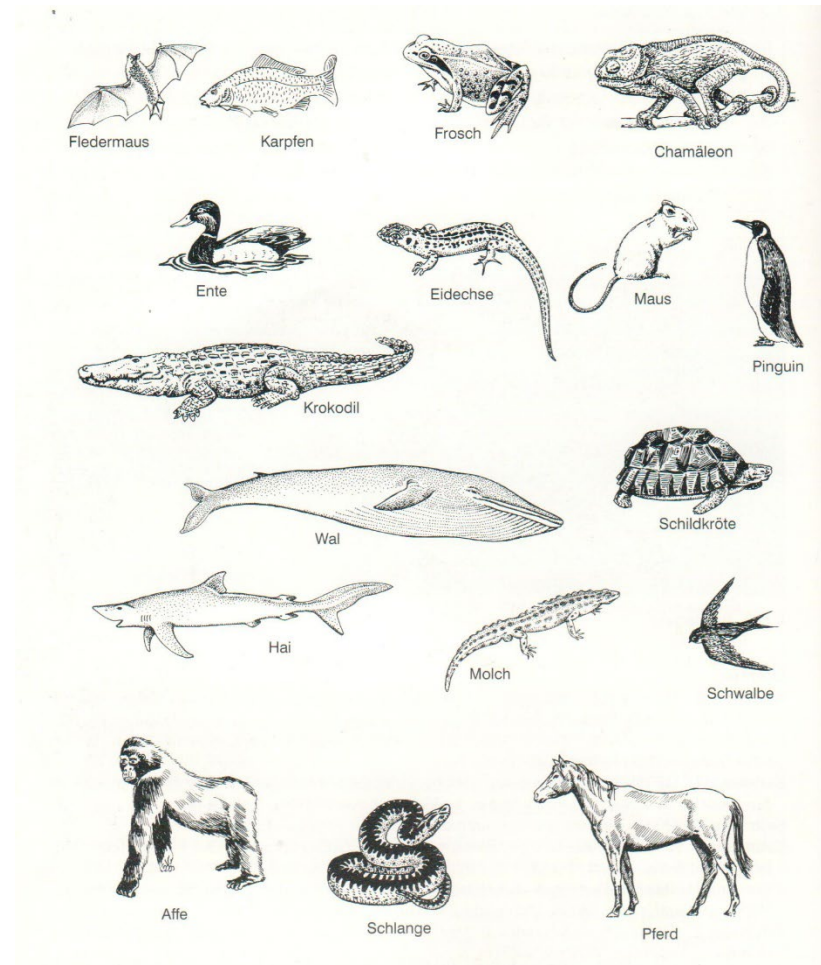
«Welche Gründe könnten der Vorfahre vom Wal
gehabt haben, ein anderes Habitat zu suchen?
Er war doch ganz glücklich an Land.» (Gresch, 2020)

«Malt einen Fisch, der perfekt an seinen
Lebensraum angepasst ist.» (nach Gresch, 2020)

«Ordnen und Systematisieren» fördert typologisches Denken

Arbeitsauftrag: Ordnet die Tiere.

– fördert typologisches Denken ohne
Nebenbemerkung «Variation»



Variation

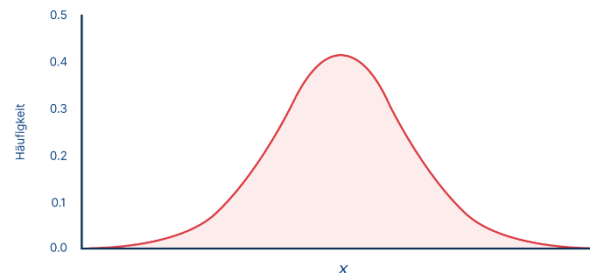
- **Unterschiedlichkeit** der Individuen innerhalb oder zwischen Populationen oder Arten in Bezug auf **ein Merkmal**
- **genetisch** bedingte vs. **umweltbedingte** Variation
- einheitliche Population (**Klone**): praktisch keine Evolution
- Ursachen genetisch bedingter Variation: Rekombination, zufällige Mutationen und Migration



<http://www.herbula.ch/bilder/schnecken/schneckenhaeuser-hainbaenderschnecke.jpg>



<https://www.plantura.garden/wp-content/uploads/2018/05/t-Kartoffeln-mit-Spaten-1024x683.jpg?x17461>



Konzeptaufbau Variation – Zyklus 1

- Ausgangspunkt: Variation bei uns, z. B. Thema «Wir wachsen»
- Konzept an verschiedenen Beispielen schrittweise aufbauen:
 - Lebewesen unterscheiden sich.*
 - Lebewesen einer Art unterscheiden sich.*



Konzeptaufbau Variation – Zyklus 2



Bänderschnecken: geeignete Untersuchungsobjekte mit auffälliger Variation

Konzeptaufbau Variation – Sekundarschule

- Variation an passender Stelle thematisieren, z.B. bei Knochen, Fortpflanzung und Entwicklung, Lebewesen in einem Ökosystem
- in Genetik: erbliche Merkmale
Zungenrollen, Ohrläppchen, Witwenspitze
- Genetik vor Evolution unterrichten



https://t3.ftcdn.net/jpg/00/09/75/98/360_F_9759650_a8988x0DNuYlqPsiysGUWSP0Sw68Yz.jpg



https://www.1.wdr.de/verbraucher/gesundheitsdoc-esser-knochenarbeit-108-_v-fullhd.jpg

Ohrläppchen verblüffen die Genetiker

Hinter freien oder angewachsenen Ohrläppchen steckt mehr als nur ein Gen



Hängt das Ohrläppchen frei (links) oder ist es angewachsen?
© SStephan Bormotov, Kwangmooza/ iStock.com

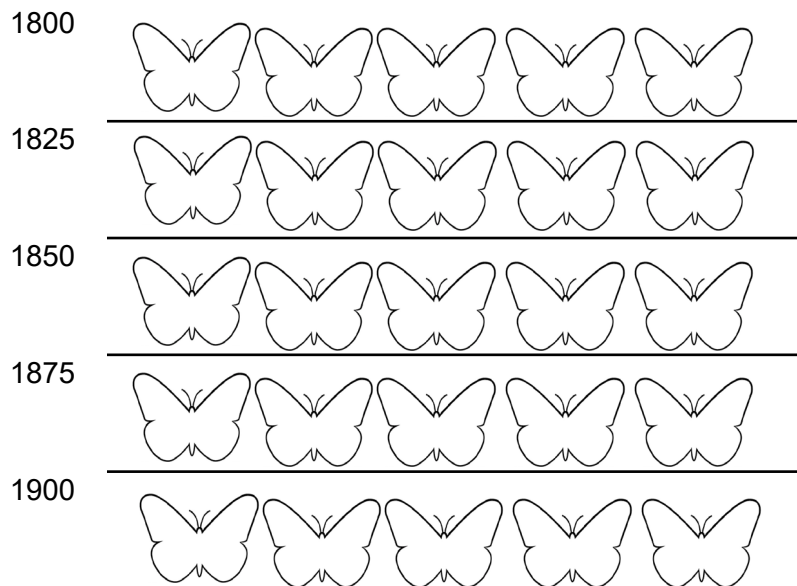
www.scinexx.de

Konzeptaufbau Variation – Sekundarschule

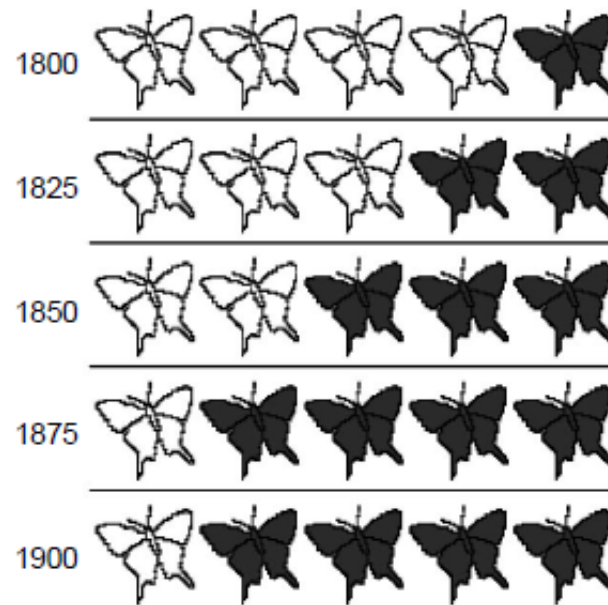


Wie haben sich die Birkenspanner in England im Laufe der Jahrzehnte entwickelt?

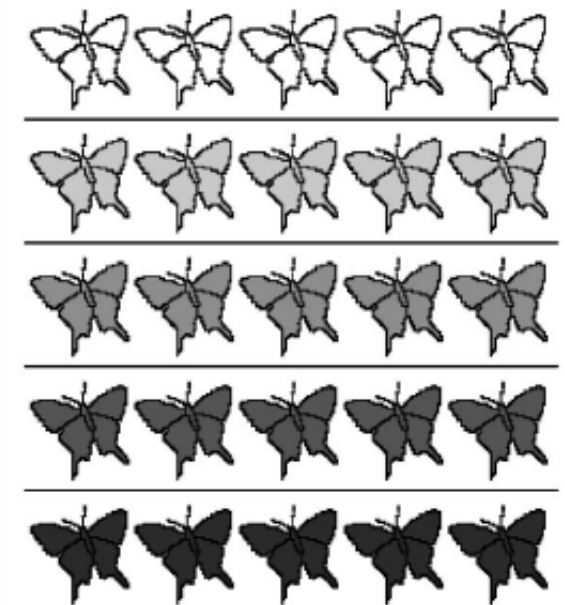
Schraffiere die Grautöne, die du bei jeweils fünf zufällig gefangenen Birkenspannern erwartest.



Variation innerhalb der Population
(korrekt)



keine Variation: die Population wird als **uniform** angesehen; schrittweise Evolution von **Typen**



Variation wird erzeugt durch zwei aufeinanderfolgende Prozesse: 1. Mutation und Rekombination; 2. Selektion

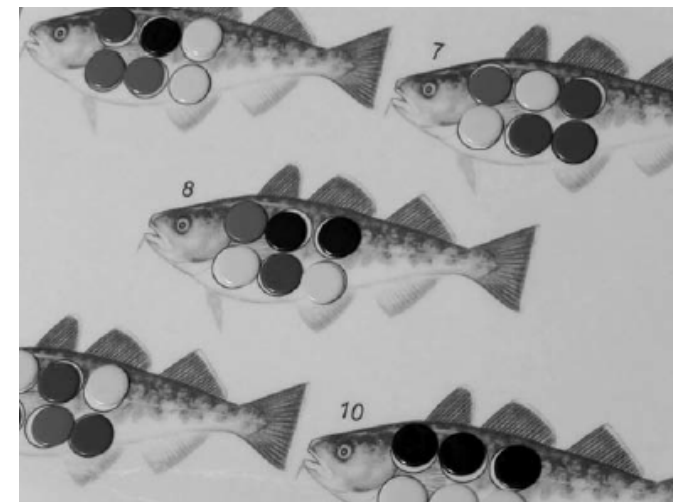
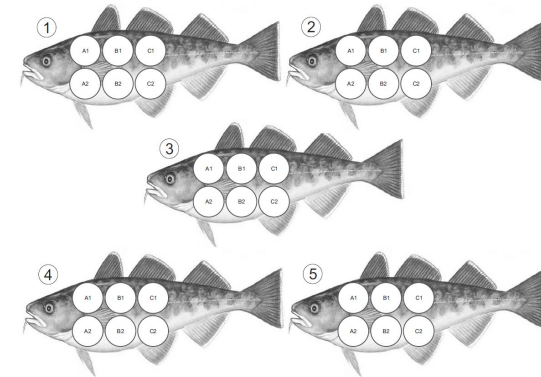
Konzeptaufbau Variation – Sekundarschule

Was passiert mit einer Fischpopulation über Generationen, wenn immer die grössten Fische herausgefischt werden?



Problemstellung:

Wie verändert sich die Grösse und die Allelverteilung über die Generationen?



Fazit

Grundsätze beim Unterrichten von Evolution

- Sprache bewusst verwenden
- Alltagsbezug herstellen und Variation herausarbeiten
- Selbsttätigkeit ermöglichen (z.B. Pflanzen züchten, Simulationsspiele)
- genetisches Grundwissen in evolutionären Kontexten erarbeiten
- komplexere Inhalte nicht zum Schluss unterrichten → Konzeptwechsel ermöglichen
- Schüler:innenvorstellungen einbeziehen
- möglichst früh Evolutionsthemen mit anderen Themen vernetzen



Lanka, J., Hild, P., Milani, D., & Letouzey-Pasquier, J. (2023). Evolution in Schweizer Lehrplänen. Progress in Science Education (PriSE), 6(1), 43-55.

Danke.

Quellen I

- Beniermann, A., Kuschmierz, P., Pinxten, A., Aivelo, T., Bohlin, G., Brennecke, J. S., Cebesoy, U. B., Cvetković, D., Đorđević, M., Dvořáková, R. M., Futo, M., Geamana, N., Korfiatis, K., Lendvai, A., Mogias, A., Paolucci, S., Petersson, M., Pietrzak, B., Porozovs, J., ... & Graf, D. (2021). Evolution Education Questionnaire on Acceptance and Knowledge (EEQ) - Standardised and ready-to-use protocols to measure acceptance of evolution and knowledge about evolution in an international context. Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4554742>
- Beniermann, A. & Graf, D. (2021). Vorstellungen zu zentralen Begriffen zur Evolution - Eine Untersuchung bei Schüler/inne/n, Studierenden und Biologie-Referendar/inn/en. MNU Journal 74(6), 456-462 .
- Graf, D., & Hamdorf, E. (2011). Evolution Verbreitete Fehlvorstellungen zu einem zentralen Thema. In *Evolutionsbiologie* (pp. 25-41). Spektrum Akademischer Verlag.
- Graf, D., & Soran, H. (2010). Einstellung und Wissen von Lehramtsstudierenden zur Evolution–ein Vergleich zwischen Deutschland und der Türkei. In *Evolutionstheorie-Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich* (pp. 141-161). Springer Berlin Heidelberg.
- Gregory, T. R. (2009). Understanding natural selection: essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 2 (2), 156.
- Hamann, M. & Asshoff, R. (2014). Schülervorstellungen zur Evolution. In *Schülervorstellungen im Biologieunterricht: Ursachen für Lernschwierigkeiten* (1. Aufl.). Seelze: Friedrich Verlag.
- Institut für Demoskopie Allensbach (2009). Allensbacher Berichte Nr. 5: Weitläufig verwandt. http://www.ifd-allensbach.de/pdf/prd_0905.pdf (Zugriff 14.2.18)
- Kampourakis, K. (2022). Reconsidering the Goals of Evolution Education: Defining Evolution and Evolutionary Literacy. Webinar 10/2/2022. NARST.
- Klös, T. (2020). Qualitative Erhebungen von Schülervorstellungen von Grundschulkindern zur Evolution sowie die Konzeption und Evaluation einer Unterrichtseinheit zur Humanevolution im Rahmen des Evokids-Projekts. Dissertation.
- Kuschmierz, P., Beniermann, A., & Graf, D. (2020). Development and evaluation of the knowledge about evolution 2.0 instrument (KAEVO 2.0). *International Journal of Science Education*, 42(15), 2601-2629.
- Kuntze, M. (2017). Das Schnabeltier – ein eierlegendes Säugetier. *Unterricht Biologie*, 41 (421), S. 18-23.
- Kuschmierz, P., Beniermann, A., Bergmann, A., Pinxten, R., Aivelo, T., Berniak-Woźny, J., ... & Graf, D. (2021). European first-year university students accept evolution but lack substantial knowledge about it: a standardized European cross-country assessment. *Evolution: Education and Outreach*, 14(1), 1-22.
- Mayr, E. (1982). The growth of biological thought: Diversity, evolution, and inheritance. Harvard University Press.
- Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2017): Evolutionsbiologische Bildung in Schule und Universität. Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V. Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale).
- Nehm, R. H., & Reilly, L. (2007). Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. *BioScience*, 57(3), 263-272.
- van Dijk, E. M. (2009). Teachers' views on understanding evolutionary theory: A PCK-study in the framework of the ERTE-model. *Teaching and Teacher Education*, 25 (2), 259-267.
- Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2010). Evolution im Unterricht: Eine Studie über fachdidaktisches Wissen von Lehrerinnen und Lehrern. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 7-21.