



Scuola universitaria professionale  
della Svizzera italiana

**SUPSI**



---

# Projekt On-Evol

Akzeptanz und Wissensselemente von  
Volksschullehrpersonen im Bereich Evolution

Judith Lanka, Pitt Hild und Daniele Milani  
SWiSE Innovationstag 26.3.22

Gefördert durch  
the **cogito** foundation

Lagerstrasse 2 8090 Zürich [phzh.ch](http://phzh.ch)

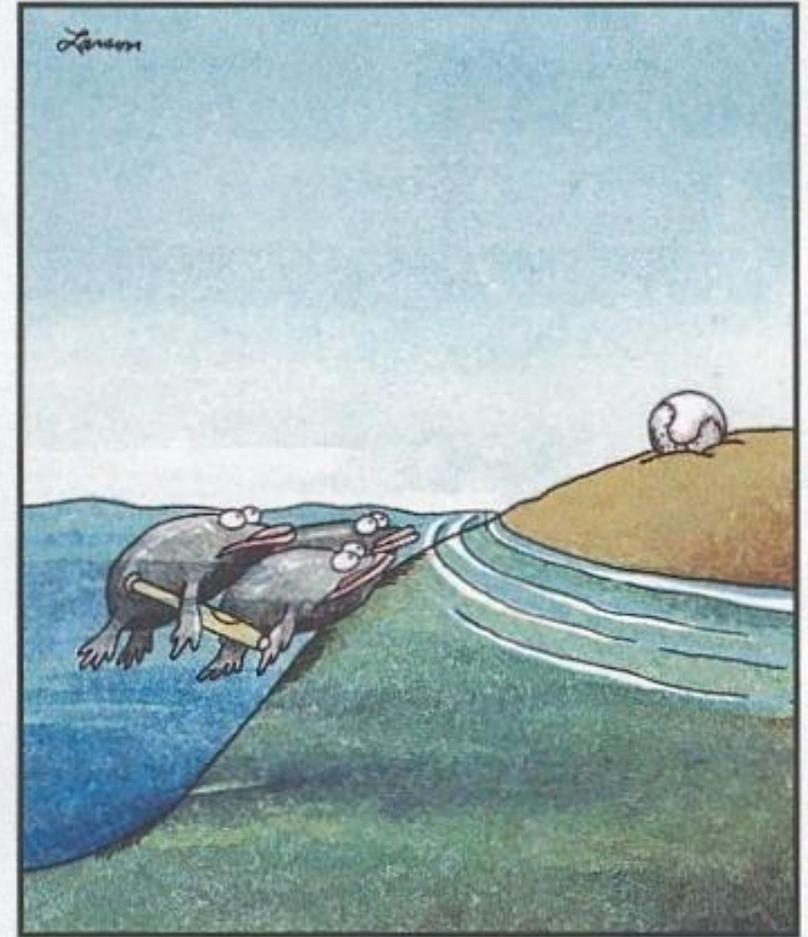
**Evolution, in a way, contradicts common sense.**

(Mayr, 1982: 309)

# Inhalt

- 
1. Schulrelevante Wissensselemente im Bereich Evolution
  2. Evolution im Lehrplan 21
  3. Alltagsvorstellungen zu Evolution
  4. Projekt On-Evol und erste Forschungsergebnisse zu Evolutionswissen
  5. Diskussion

# Schulrelevante Wissenselemente im Bereich Evolution

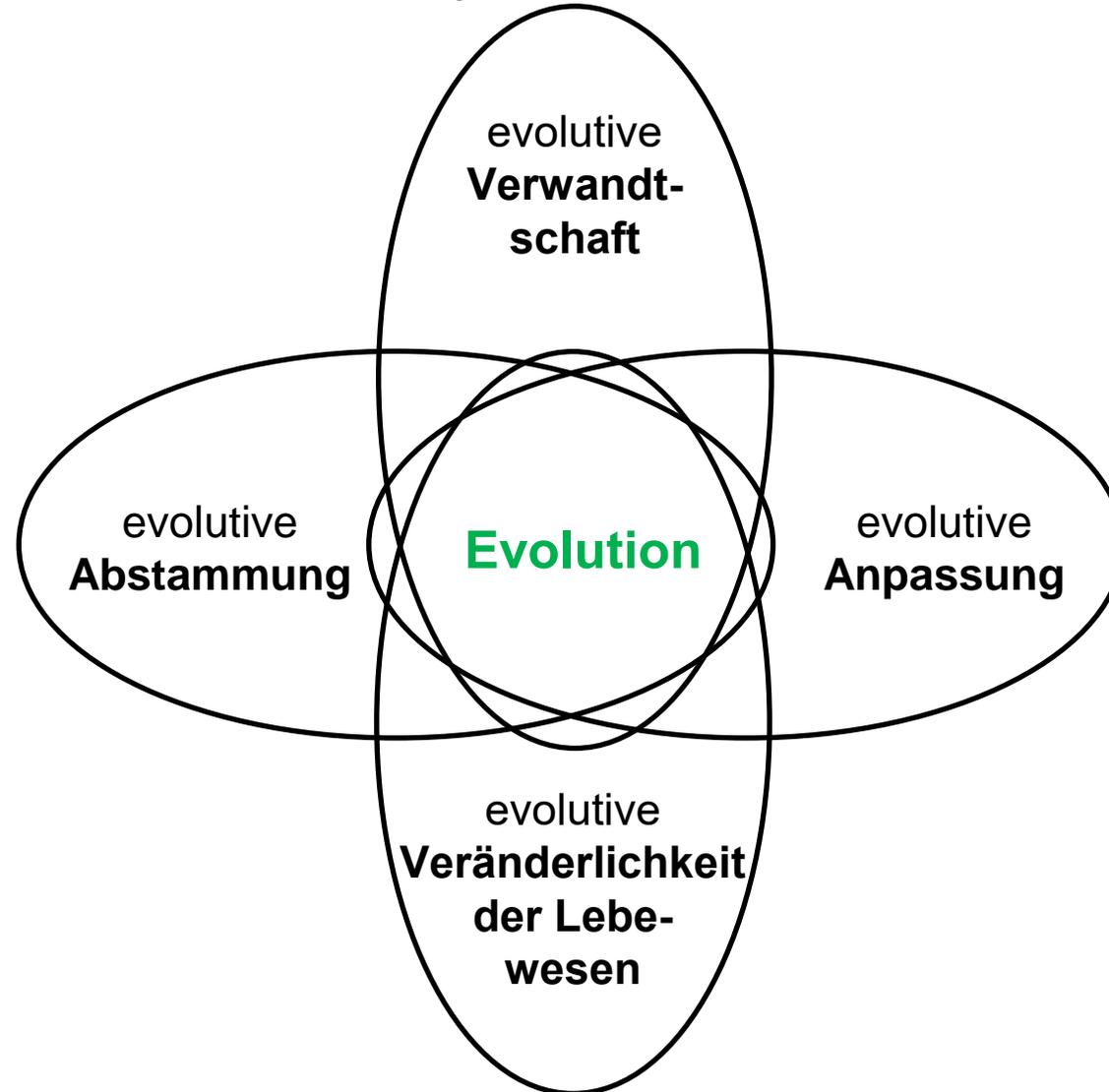


Great moments in evolution

Find More @  
NerdTests.com

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

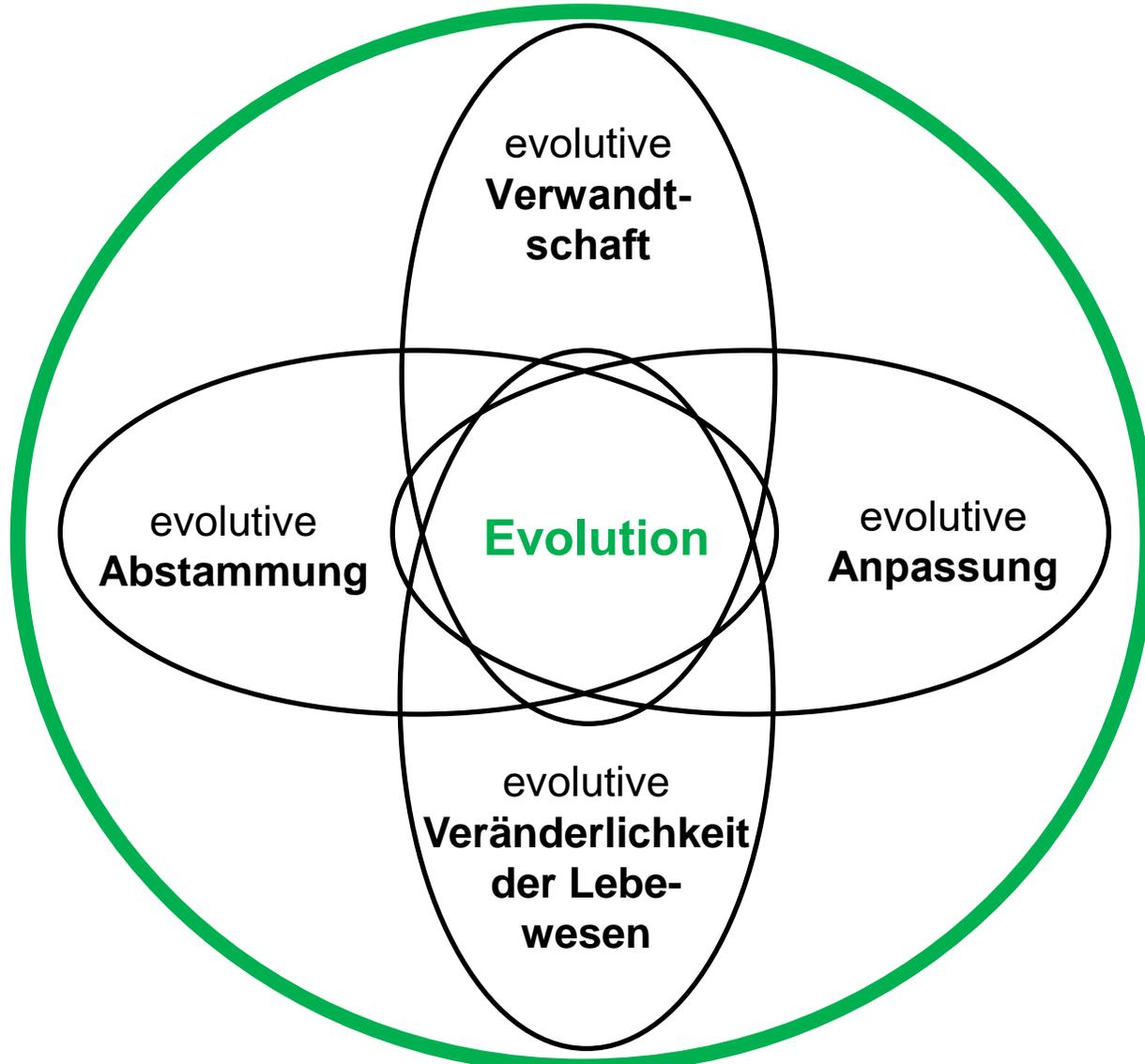
# Evolutionenbiologische Themen – ein möglicher Konzeptaufbau in den Zyklen 1 und 2



# 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

# Evolutionstheorie

## Fakten Ökologie

- 1 Populationen haben das Potential zu **exponentiellem Wachstum** (Überproduktion).
- 2 Die **Populationsgrösse** von Populationen bleibt i.d.R. **stabil**, sobald sie eine bestimmte Grösse erreicht haben.
- 3 Die **natürlichen Ressourcen** sind begrenzt.



## Fakten Genetik

- 4 Individuen einer Population sind nicht identisch, sondern **variieren** in vielen Merkmalen.
- 5 Viele **Merkmale** sind **erblich**, d.h. die entsprechenden Erbinformationen werden von den Eltern an die Nachkommen weitergegeben.



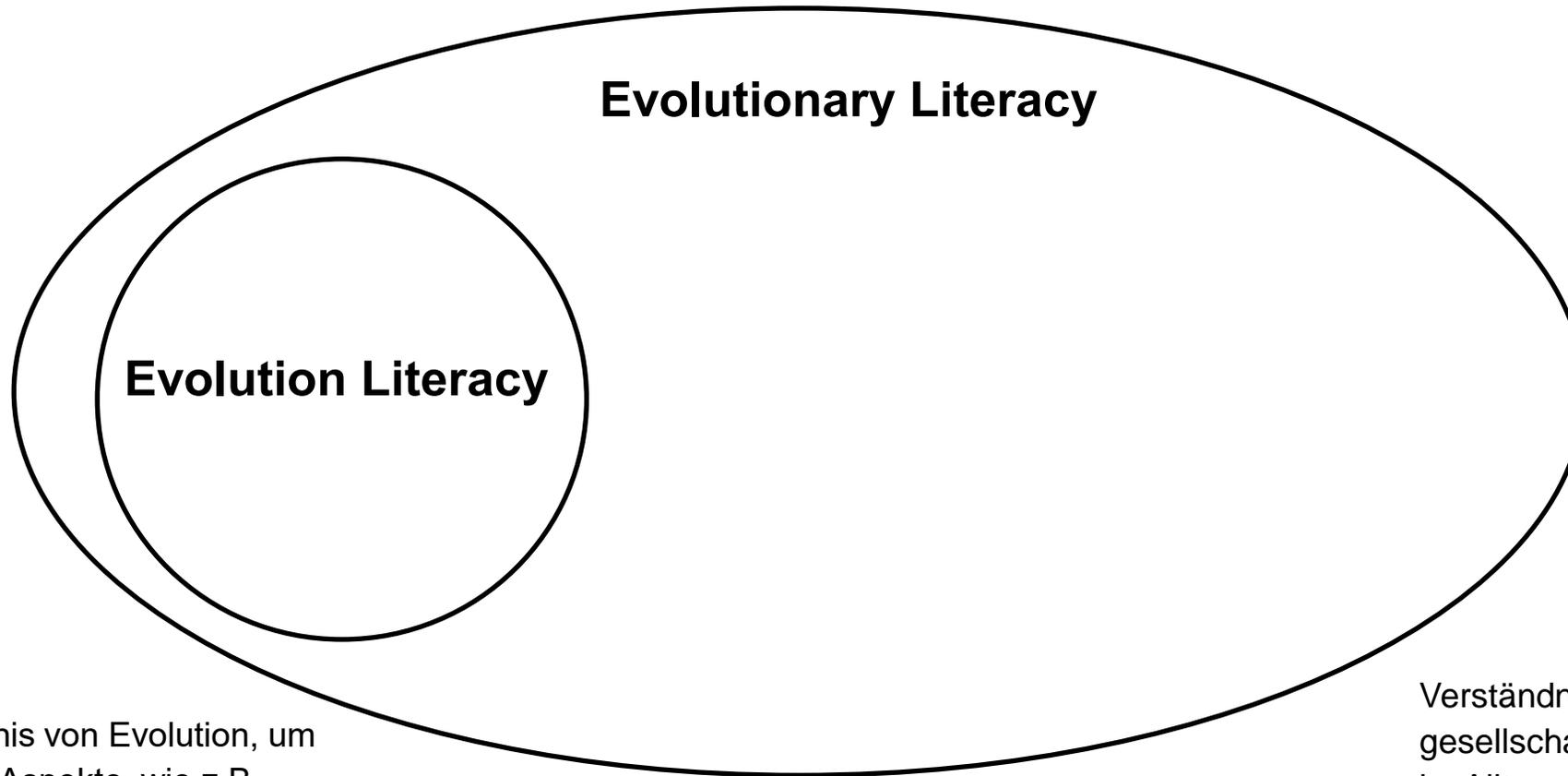
## Schlussfolgerungen

- 1 **Nicht alle Nachkommen überleben** und pflanzen sich fort, da die **Ressourcen begrenzt** sind.
- 2 Einige Individuen haben aufgrund ihrer erblichen Merkmale eine höhere Wahrscheinlichkeit zu überleben und sich erfolgreich fortzupflanzen. Fachbegriff: **höhere Fitness**.



- 3 Die Unterschiede im Überleben und in der Fortpflanzungsrate von Individuen sind **nicht zufällig**. Die Gene (→ Merkmale) der fitteren Individuen werden häufiger von einer Generation zur nächsten weitergegeben.

# Evolution Literacy vs. Evolutionary Literacy



Verständnis von Evolution, um fachliche Aspekte, wie z.B. Anpassung, Variation, Selektion oder biologische Vielfalt zu verstehen und zu erklären

Verständnis von Evolution, um gesellschaftlich relevante Fragen im Alltag zu verstehen und zu beantworten, z.B. Nutzen von Impfungen, Veränderungen durch den Klimawandel

# Evolution im Lehrplan 21

# Evolution im LP21: 1. und 2. Zyklus

NMG.2 | Tiere, Pflanzen und ihre Lebensräume erkunden, Natur erhalten und gestalten

4. **Die Schülerinnen und Schüler können die Artenvielfalt von Pflanzen und Tieren erkennen und sie kategorisieren.**

Artenvielfalt und Ordnungssysteme

NMG.2.4

Die Schülerinnen und Schüler ...

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | a | » können ausgewählte <u>Pflanzen- oder Tiergruppen auf ihre Eigenschaften untersuchen</u> sowie <u>Gemeinsamkeiten und Unterschiede beschreiben</u> (z.B. Vögel haben ein Gefieder, Reptilien eine Haut aus Hornschuppen).  |
|   | b | » können ausgewählte <u>Zuordnungen von Pflanzen und Tieren mithilfe ihrer Merkmale</u> vornehmen. <small>☐ Nadelbäume/Laubbäume; Wildtiere/Nutztiere/ Heimtiere</small>  |
|   | c | » können <u>Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Pflanzen und Tieren</u> (z.B. Singvögel, Wasservögel, Greifvögel, Eulen; Zugvögel/Standvögel) mit geeigneten Instrumenten untersuchen (z.B. Lupe, Feldstecher, Bestimmungsbuch), Vergleiche anstellen sowie Informationen dazu suchen und wiedergeben. |
| 2 | d | » können <u>Merkmale von Pflanzen und Tieren beschreiben</u> , die diesen erlauben, in einem bestimmten Lebensraum zu leben (z.B. Fell des Maulwurfs ist an das Leben in Grabgängen angepasst).   |
|   | e | » können <u>Pflanzen, Pilze oder Tiere eigenen Ordnungssystemen zuordnen</u> und die verwendeten Kriterien begründen. <small>☐ Kriterien von Ordnungssystemen; Merkmale von Pflanzen: Blattformen, Blütenaufbau, Wuchsformen; anatomische Merkmale von Tieren</small>                                   |

Tiere und Pflanzen untersuchen, vergleichen, bestimmen und Ordnungssystemen zuordnen (kriteriengeleitetes Kategorisieren).

# Evolution im LP21: 1. und 2. Zyklus

NMG.2 | Tiere, Pflanzen und ihre Lebensräume erkunden, Natur erhalten und gestalten

5. Die Schülerinnen und Schüler können Vorstellungen zur Geschichte der Erde und der Entwicklung von Pflanzen, Tieren und Menschen entwickeln.

Erdgeschichte

NMG.2.5 Die Schülerinnen und Schüler ...

1	↓		
	a	» können <u>ihre Vorstellungen zur Geschichte der Erde und von Lebewesen nacherzählen</u> (z.B. aus Geschichten, Berichten, Bilderbüchern) und in eigene zeitliche Vorstellungen einordnen.	MI.1.2.a
2	c	» können <u>eigene Vorstellungen zur Geschichte der Erde und von Lebewesen den Darlegungen und Darstellungen gegenüberstellen</u> (z.B. in Sachbüchern, in Museen) und Erkenntnisse daraus sowie <u>zeitliche Dimensionen</u> dazu beschreiben und erläutern.	MI.1.3.e
	d	» können <u>reale und fiktionale Darlegungen zur Geschichte der Erde und von Lebewesen</u> (z.B. in Sachbüchern, Filmen, Comics) <u>anhand von vorgegebenen Kriterien vergleichen</u> und unterscheiden sowie dabei über die Herkunft und Verlässlichkeit von Informationen nachdenken.	MI.1.2.e MI - Recherche und Lernunterstützung
	e	» können Informationen zu Entwicklungen und Veränderungen der Erde und der Lebewesen zeitlich einordnen und <u>modellartig Vorstellungen zu zeitlichen Dimensionen</u> sowie zu <u>Prozessen strukturieren</u> . <span style="color: red;">■</span> Epochen der <u>Erdgeschichte</u> , Entwicklung und Veränderung von Lebewesen	BNE - Natürliche Umwelt und Ressourcen
	f	» können Spuren der Entwicklung der Landschaft und von Lebewesen in der Wohnregion erkunden sowie diese räumlich und zeitlich einordnen (z.B. Prozess, Veränderung, Abfolge).	

Vorstellungen zur Geschichte der Erde und der Entwicklung der Lebewesen entwickeln

# Evolution im LP21: 3. Zyklus

## NT.8 | Fortpflanzung und Entwicklung analysieren

◀ Vorgehende Kompetenzen: NMG.2.4, NMG.2.5

1. Die Schülerinnen und Schüler können Artenvielfalt in Beziehung zur **Evolutionstheorie** setzen.

*Biologie: Evolutionstheorie*

NT.8.1

Die Schülerinnen und Schüler ...

3		
	a	» können <u>Ordnungssysteme der Lebewesen hinterfragen und als Modelle erkennen</u> (z.B. Stammbäume). <small>≡ Biologische Ordnungssysteme</small>
	b	» können <u>zentrale Prinzipien der Evolutionstheorie an Beispielen erkennen und Gesetzmässigkeiten nachvollziehen</u> . <small>≡ Evolutionstheorie: Mutation, Rekombination, Selektion</small>
c	» können die <u>Veränderlichkeit der Arten erfassen</u> , auftretende Probleme benennen und begründete Vermutungen äussern (z.B. Was spricht dafür, dass Teichfrosch, Wasserfrosch und Seefrosch verschiedene Arten sind, was dagegen?). <small>≡ Artkonzept</small>	

### Neu im LP 21:

Biologische  
Ordnungssysteme &  
Stammbäume

**Evolutionstheorie** mit  
den Evolutionsfaktoren  
Mutation, Selektion,  
Rekombination

Veränderlichkeit von  
Arten und Artkonzept

# Evolution im LP21: 3. Zyklus

## NT.8 | Fortpflanzung und Entwicklung analysieren

3. Die Schülerinnen und Schüler können Grundlagen der Genetik analysieren und erklären.

*Biologie: Genetik und Gentechnik*

NT.8.3

Die Schülerinnen und Schüler ...

3		↓
	a	» können den Zusammenhang von DNS, Genen, Proteinen und Merkmalsausprägungen darstellen. <small>≡ Molekulare Genetik: DNS, Gene, Proteine, Phäne</small>
	b	» können Ursachen und Wirkungen von Mutationen beschreiben und zur Erklärung von Merkmalsveränderungen herbeiziehen. <small>≡ Mutationen, gentechnische Veränderung, gentechnisch veränderte Organismen</small> » können aus dem Grundverständnis der molekularen Genetik das Prinzip der Gentechnik ableiten.
c	» können die Gesetzmässigkeiten der Vererbung erkennen und zur Erklärung von Phänomenen herbeiziehen. <small>≡ Klassische Genetik: Wahrscheinlichkeit, Mendelsche Regel</small>	

Betrachtung mit einer evolutiven Brille ist auch bei anderen Themen sinnvoll!

Genetik mit Evolution vernetzen!

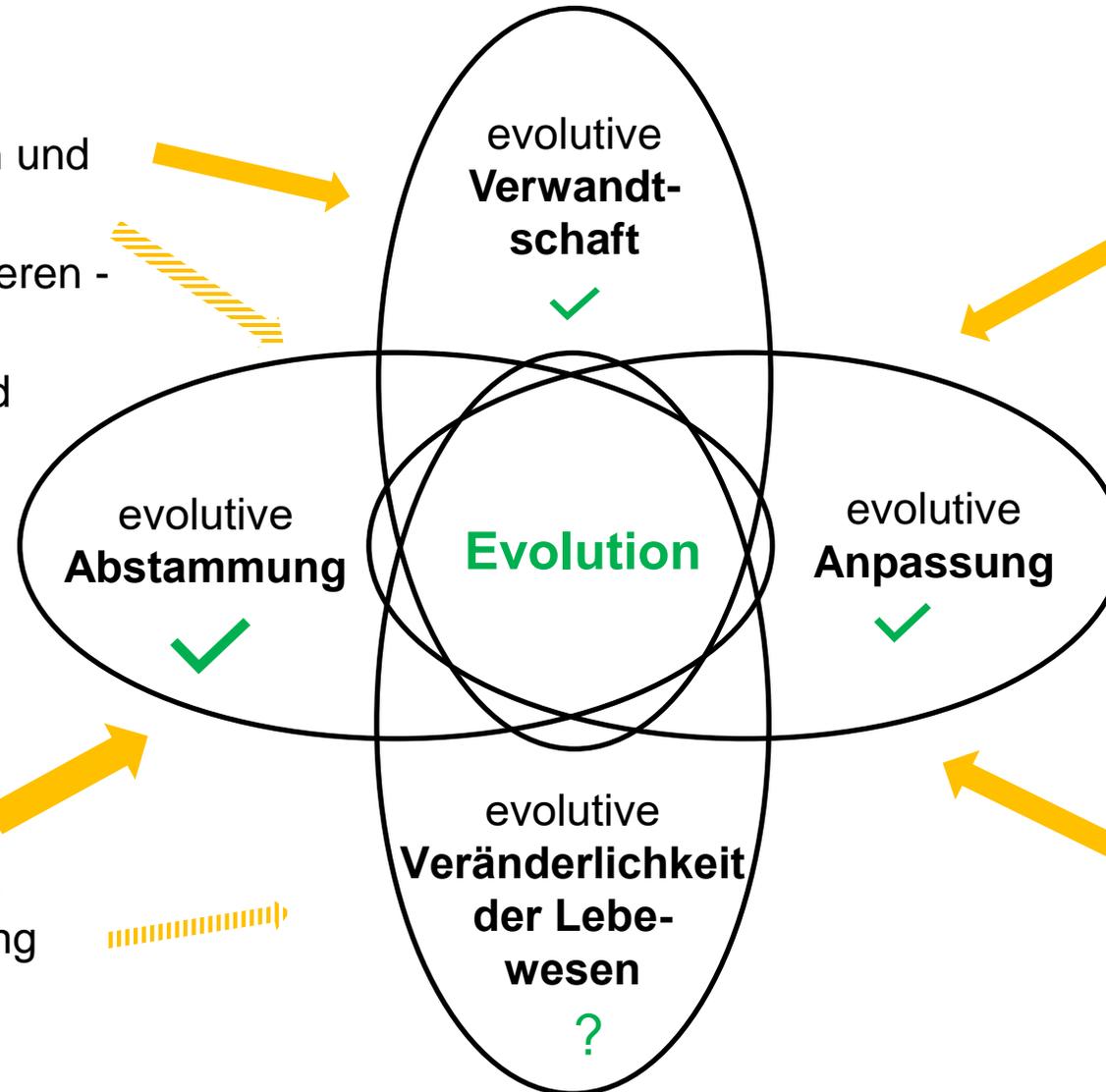
# Evolutionenbiologische Themen im Lehrplan 21: Zyklus 1 & 2

## Verwandtschaft:

Pflanzen, Tiere, Pilze ordnen und Verwandtschaften erkennen  
kriteriengeleitetes Kategorisieren - geeignete Kriterien für ein Ordnungssystem wählen und begründen

## Erd- und Stammesgeschichte:

Epochen der Erdgeschichte, Entwicklung und Veränderung der Lebewesen



## Artenvielfalt:

Merkmale von Pflanzen und Tieren beschreiben und vergleichen

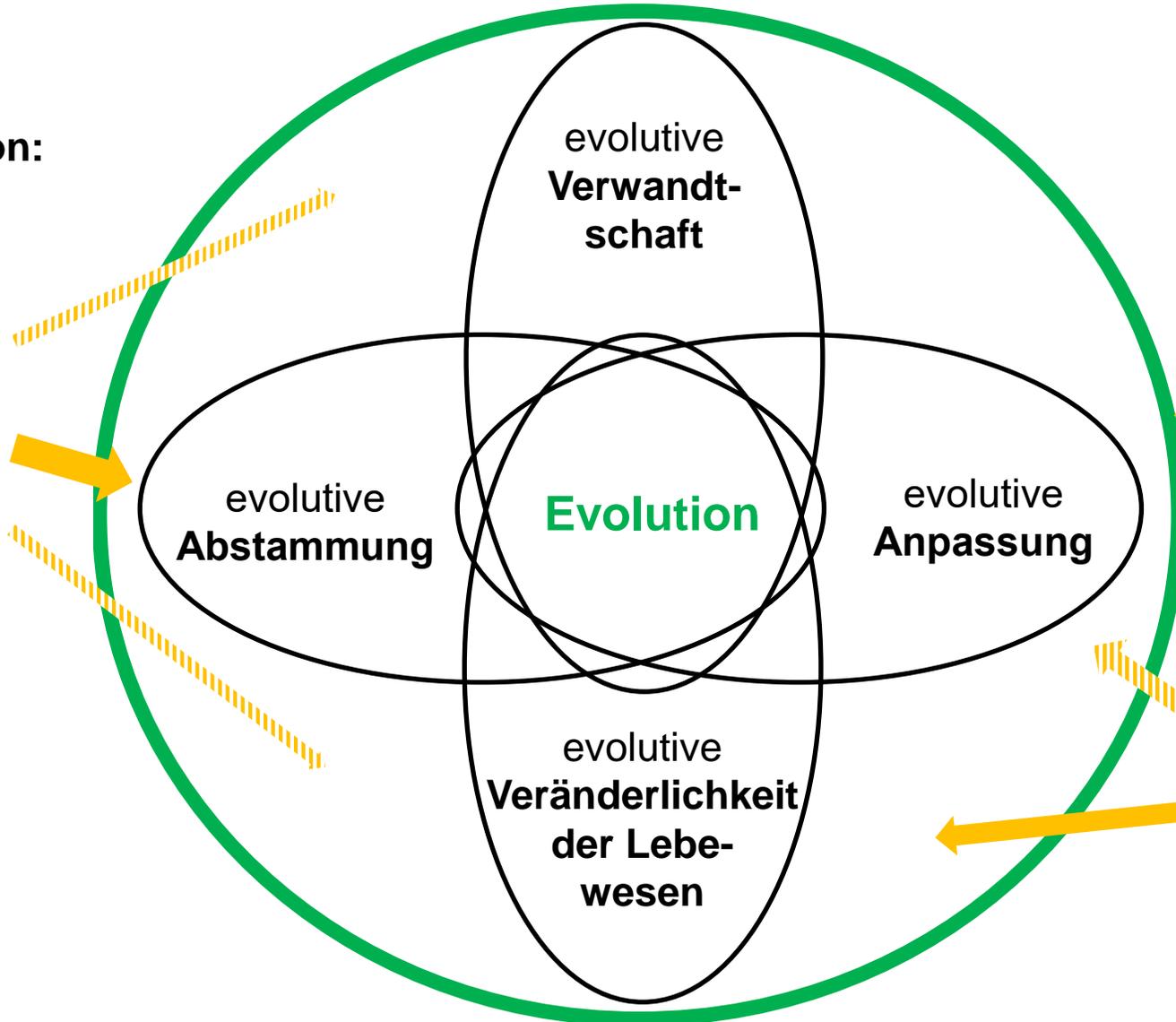
## Anpassung:

Merkmale als Anpassung an einen bestimmten Lebensraum oder eine Lebensweise erkennen

# Evolutionenbiologische Themen im Lehrplan 21: Zyklus 3

## Belege für Evolution:

z.B.  
Fossilien  
Homologien  
**Stammbäume**  
**biol.**  
**Ordnungssysteme**  
Züchtungen  
Kontinentaldrift  
**Verwandte Arten**  
Evolution heute



## Evolutionenfaktoren:

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

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

## Evolutionstheorie:

Erklärung der biol. Vielfalt

**Artkonzept & Artbildung**

# Alltagsvorstellungen zu Evolution

- ➔ Denkweisen
- ➔ Alternative Erklärungsmuster
- ➔ Begriffe



# Denkweisen: Kindervorstellungen zur Evolution

Denkweisen	Beschreibung	Altersstufe
<b>essentialistisch</b>	Alle Dinge, auch Lebewesen, zeichnen sich durch unveränderliche, wesensbestimmende „Essenzen“ aus. Die Essenz selbst ist verborgen.	bereits bei Vorschulkindern vorhanden
<b>teleologisch</b>	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
<b>anthropomorph</b>	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

# Illustration von alternativen Erklärungsmustern an einer bewährten Diagnoseaufgabe



## Geparden

Geparden besitzen die Fähigkeit, schnell zu laufen, ca. 100 km/h, wenn sie Beute jagen.

## Aufgabe

Wie würde ein Biologe erklären, wie sich die Fähigkeit des schnellen Laufens bei Geparden entwickelt hat, wenn die Vorfahren der Geparden lediglich 30 km/h laufen konnten?

(Aufgabe nach Bishop und Anderson 1990, u.a. eingesetzt von Nehm & Reilly 2007, Graf & Soran 2010)

## Essentialistische / typologische Vorstellungen:

Arten werden als uniform angesehen, Variation innerhalb von Populationen existiert praktisch nicht

## Teleologische Vorstellungen:

(gr. telos – Ziel) nach einem „Start-Ziel-Schema“, die Zufall, Variation und dynamischen Endzustand negieren; Anpassungsnotwendigkeit

## Anthropomorphe Vorstellungen:

Lebewesen besitzen ein Bewusstsein für ihre Unangepasstheit

## Lamarckistische Vorstellungen:

Gebrauch von Organen & Vererbung erworbener Eigenschaften

Graf, D., & Hamdorf, E. (2011). Evolution Verbreitete Fehlvorstellungen zu einem zentralen Thema. In *Evolutionsbiologie* (pp. 25-41). Spektrum Akademischer Verlag.

Gregory, T. R. (2009). Understanding natural selection: essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 2 (2), 156.

Hammann, M. & Asshoff, R. (2014). Schülervorstellungen zur Evolution. In *Schülervorstellungen im Biologieunterricht: Ursachen für Lernschwierigkeiten* (1. Aufl.).

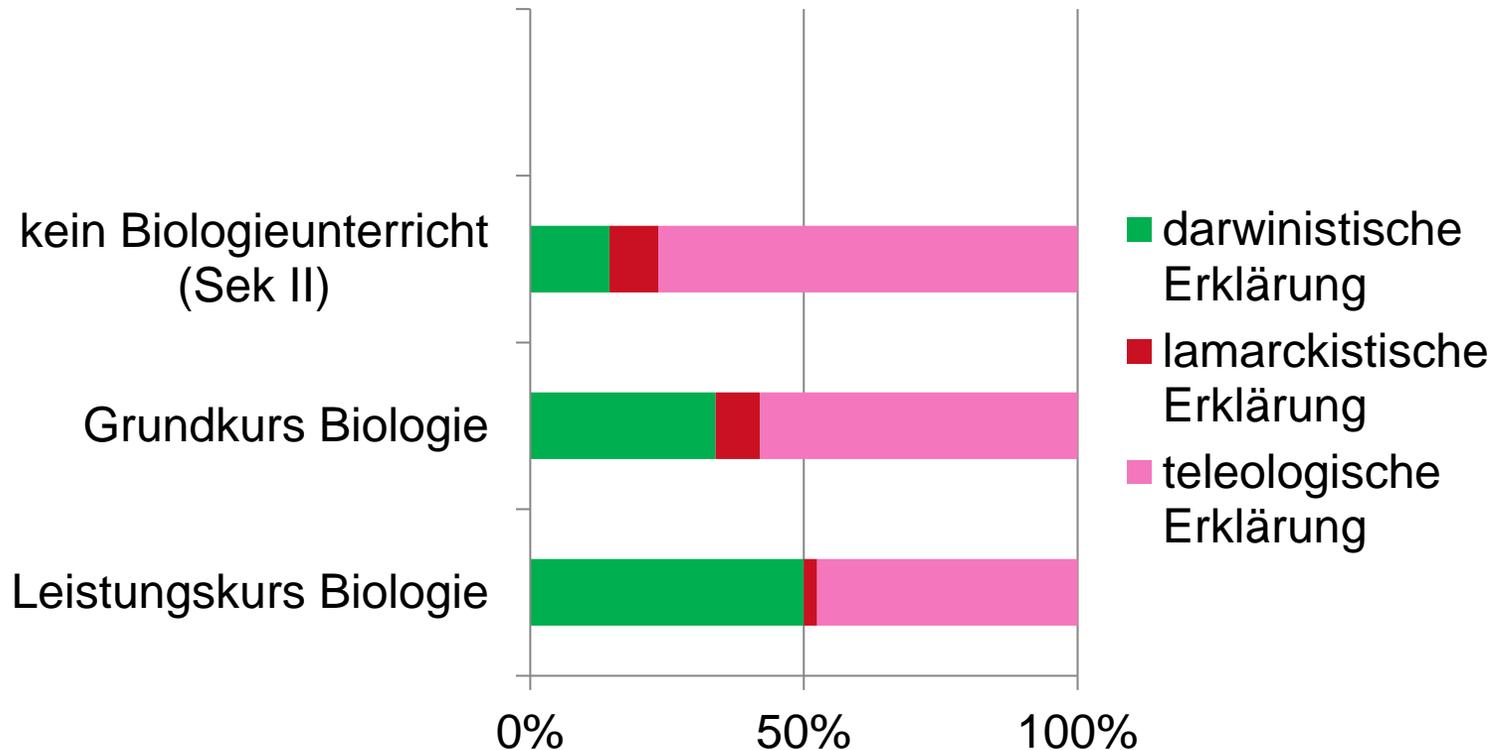
Seelze: Friedrich Verlag.

# Begriffe, die ein Verständnis der Evolution erschweren

Begriff	Alltagssprachliche Bedeutung	Biologische Bedeutung
<b>Fitness</b>	körperliche Verfassung, Durchhaltevermögen, Kraft	Anzahl der Nachkommen eines Individuums, d.h. der Reproduktionserfolg gemessen in der Verteilung von Genotypen in der Folgegeneration
<b>Survival of the Fittest</b>	der Stärkste überlebt	nicht das Überleben eines Individuums ist entscheidend, sondern die Anzahl der Nachkommen, die überleben
<b>Natürliche Selektion</b>	die Natur wählt die Stärksten aus (alle anderen haben keine Chance)	im Durchschnitt gelangen Genotypen mit günstigen Eigenschaften häufiger in die Folgegeneration einer Population

# Biologieunterricht und alternative Erklärungsmuster

## Verständnis von Evolutionsmechanismen in Abhängigkeit von Biologieunterricht (Sek II)



n = 1748

1228 LA-Stud. Dortmund  
(520 LA-Stud. Ankara)

2006/2007

108 geschlossene Fragen zu

- Überzeugungen zur Evolution,
- Glaubensüberzeugungen,
- Vertrauen in NW,
- Wissen und

**Verständnis von Evolutionsmechanismen**

Erste

Forschungsergebnisse zu

Evolutionswissen bei angehenden  
und praktizierenden Lehrpersonen

# Projekt On-Evol

- Kompetenzformulierungen zu Evolution in den Schweizer Lehrplänen enthalten
- praktisch keine Daten zum Wissen über Evolution und Akzeptanz der Evolution bei Schweizer Lehrpersonen
- 1. Phase: Erhebung von Wissens-elementen und Akzeptanz in einer landesweiten Umfrage mit dem *Evolution Education Questionnaire* (Beniermann et al. 2021)
- 2. Phase: Anpassung von Ausbildungsmodulen und Entwicklung von gezielten Weiterbildungsangeboten für Lehrpersonen im Bereich Evolution

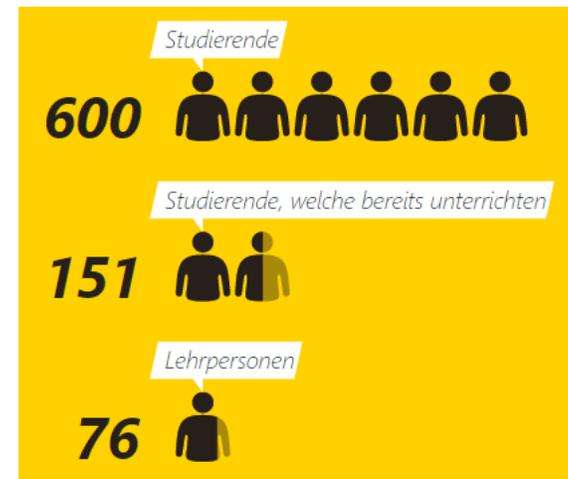
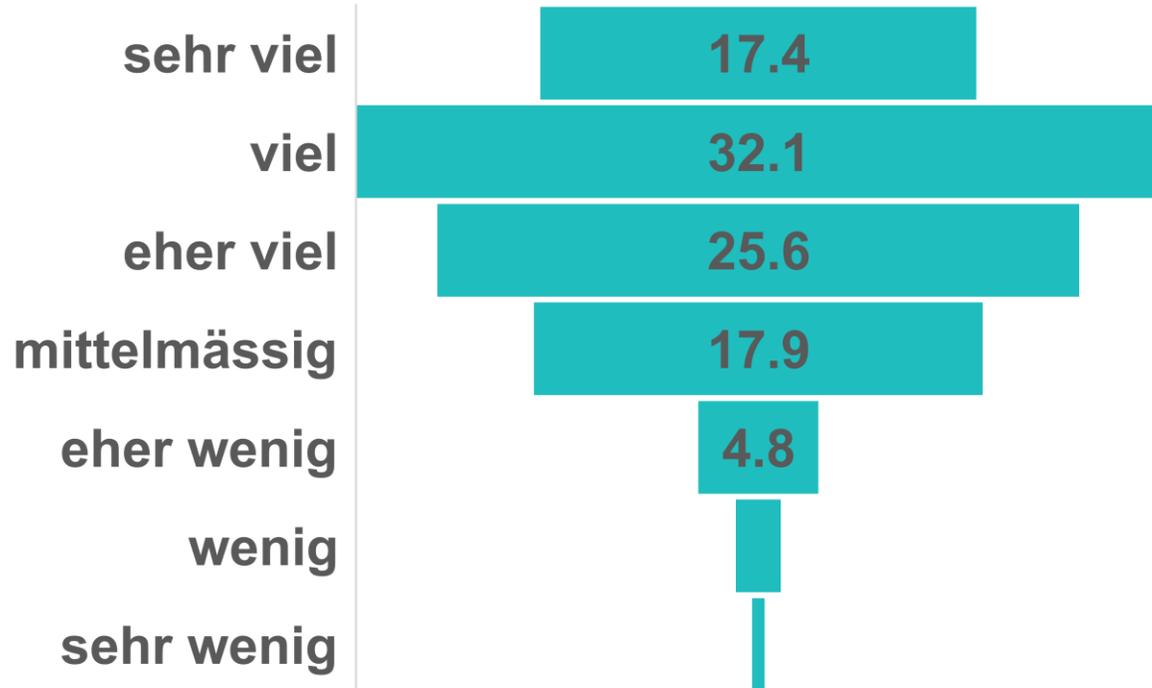


## Evolution Education Questionnaire on Acceptance and Knowledge (EEQ)

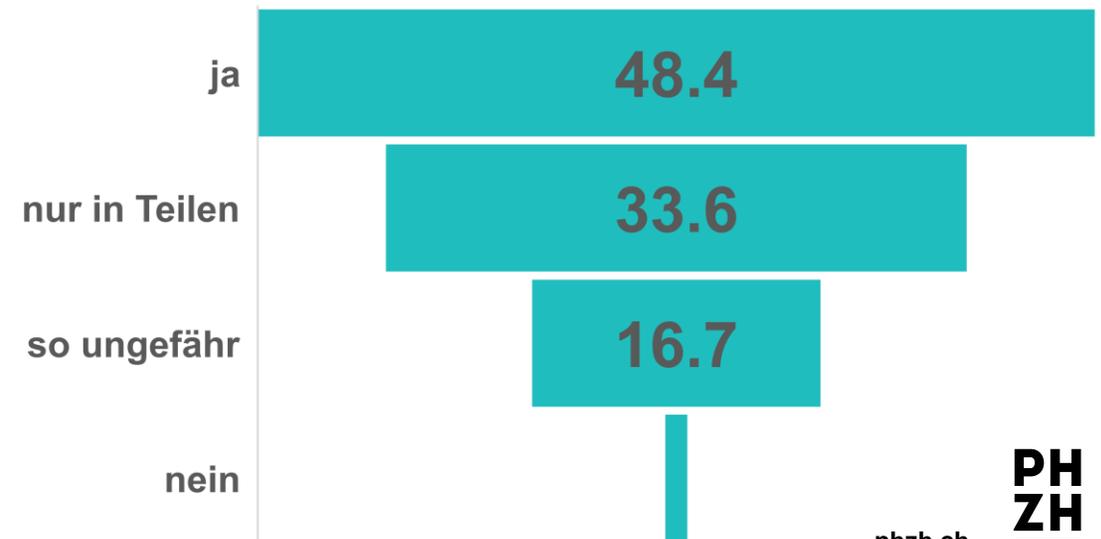
Standardised and ready-to-use protocols to measure acceptance of evolution and knowledge about evolution in an international context

# Erste Ergebnisse

Wie sehr interessieren Sie sich für biologische Themen? [%]



Glauben Sie zu wissen, was Evolution (in der Biologie) bedeutet? [%]



# Schwieriges Item: Welcher Löwe ist der fitteste?



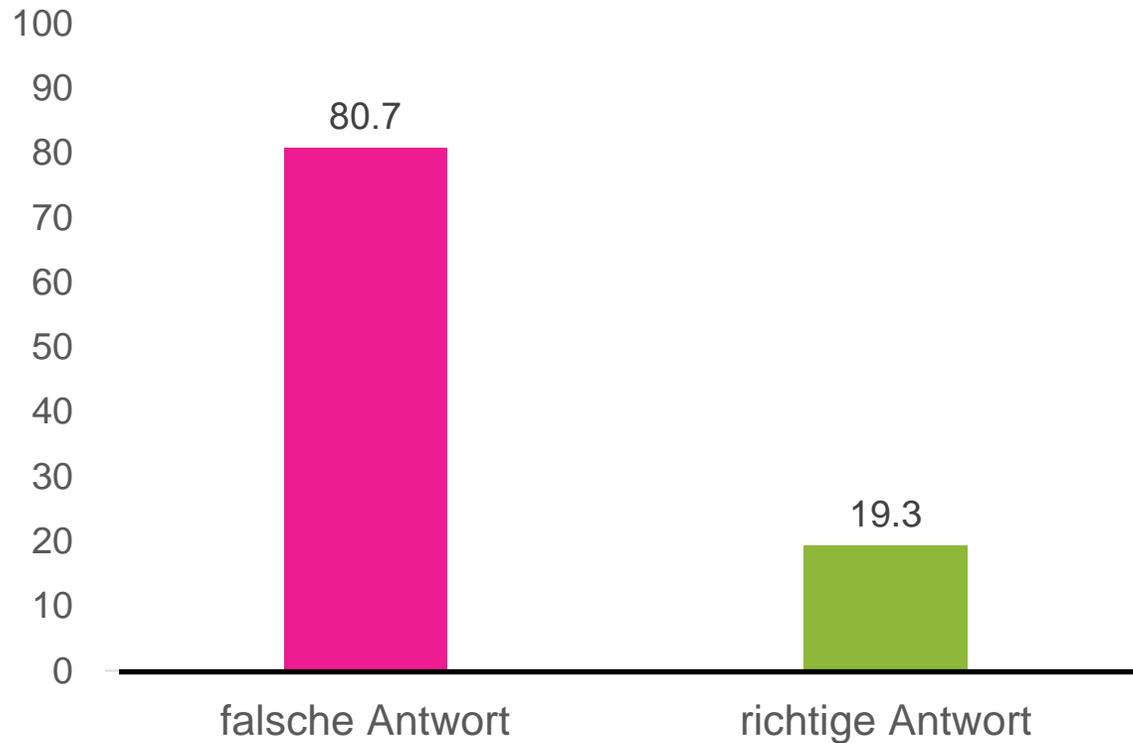
*John ist der fitteste Löwe.*  
Er hat die grösste Anzahl  
Nachkommen, welche erwachsen  
geworden sind.

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	
Kommentar	George war sehr groß, sehr gesund, der stärkste Löwe	Ben hatte die größte Anzahl an Weibchen in seinem Harem	Als die Gegend, in der Spot lebte, durch Feuer zerstört wurde, war er in der Lage, in eine neue Umgebung zu ziehen und seine Fressgewohnheiten zu ändern	John starb an einer Infektion, die durch einen Schnitt an seinem Fuß ausgelöst wurde	
Der fitteste Löwe ist:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E

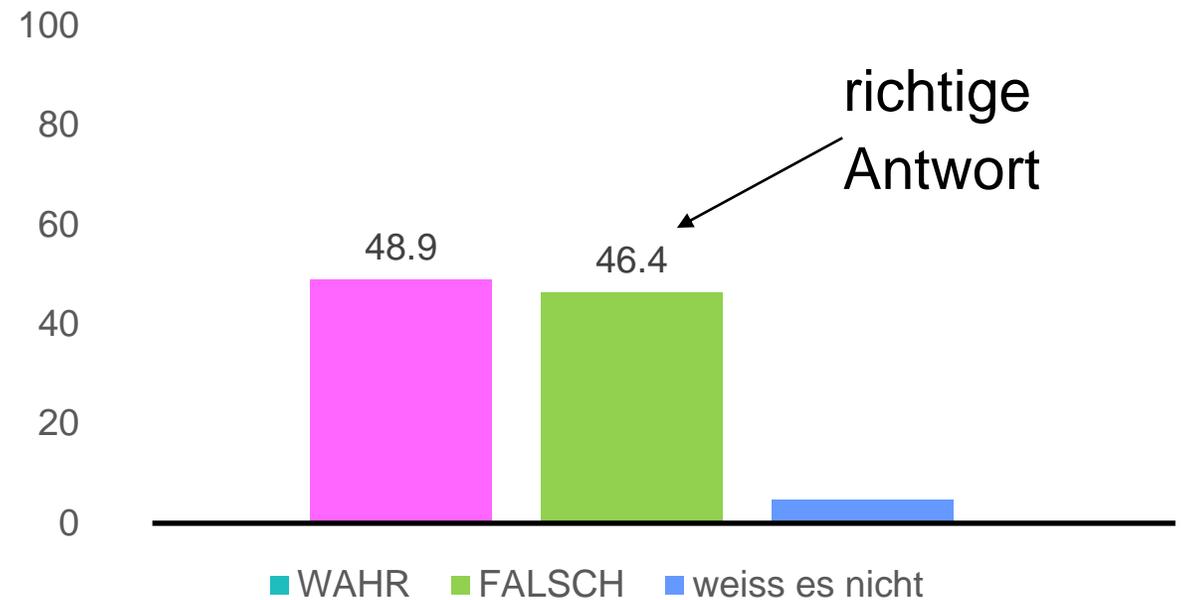
Ich weiß es nicht.

# Zum Konzept «Survival of the Fittest»

Welche Löwe ist der fitteste? [%]



«Survival of the Fittest»  
wird gedeutet als  
«die Stärksten überleben»! [%]



# Alternative Erklärungsmuster

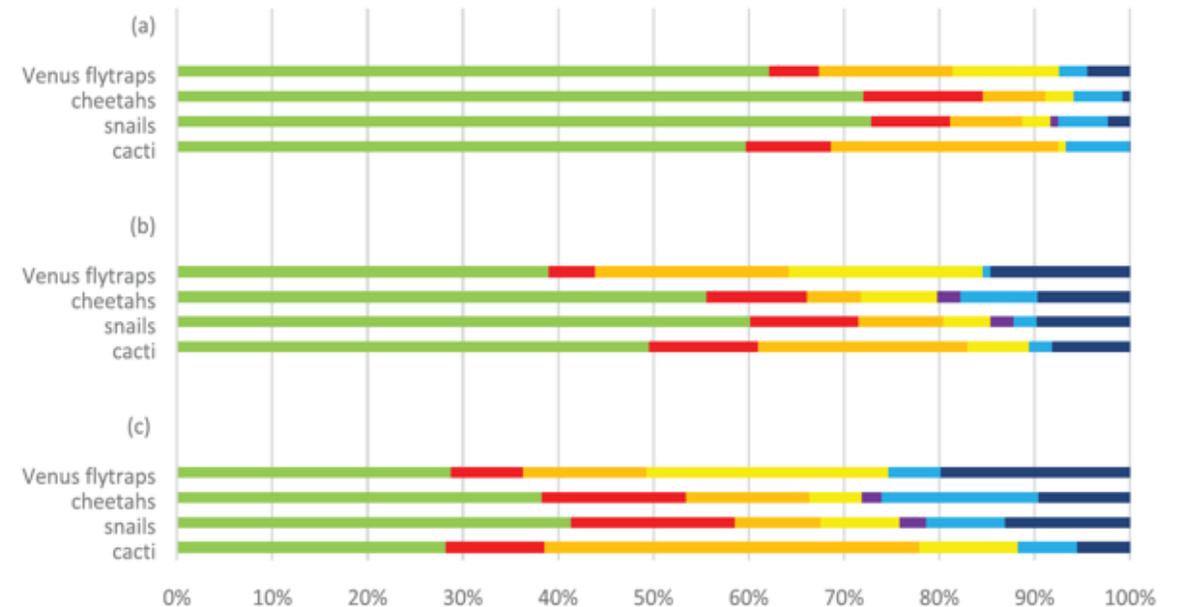
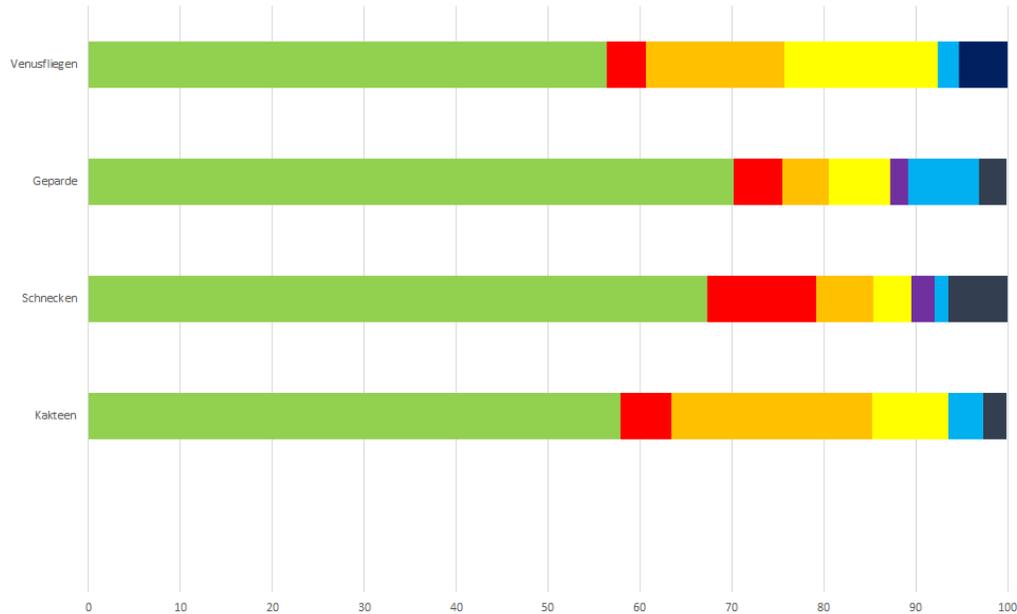
n = 833 Studierende & Lehrpersonen CH

n = 406 Studierende & Schüler\*innen D

(a) 136 Biologie-Studierende (Bachelor)

(b) 124 Nicht-Biologie-Studierende (Bachelor)

(c) 146 Gymnasialschüler\*innen (10. – 12. Klasse)

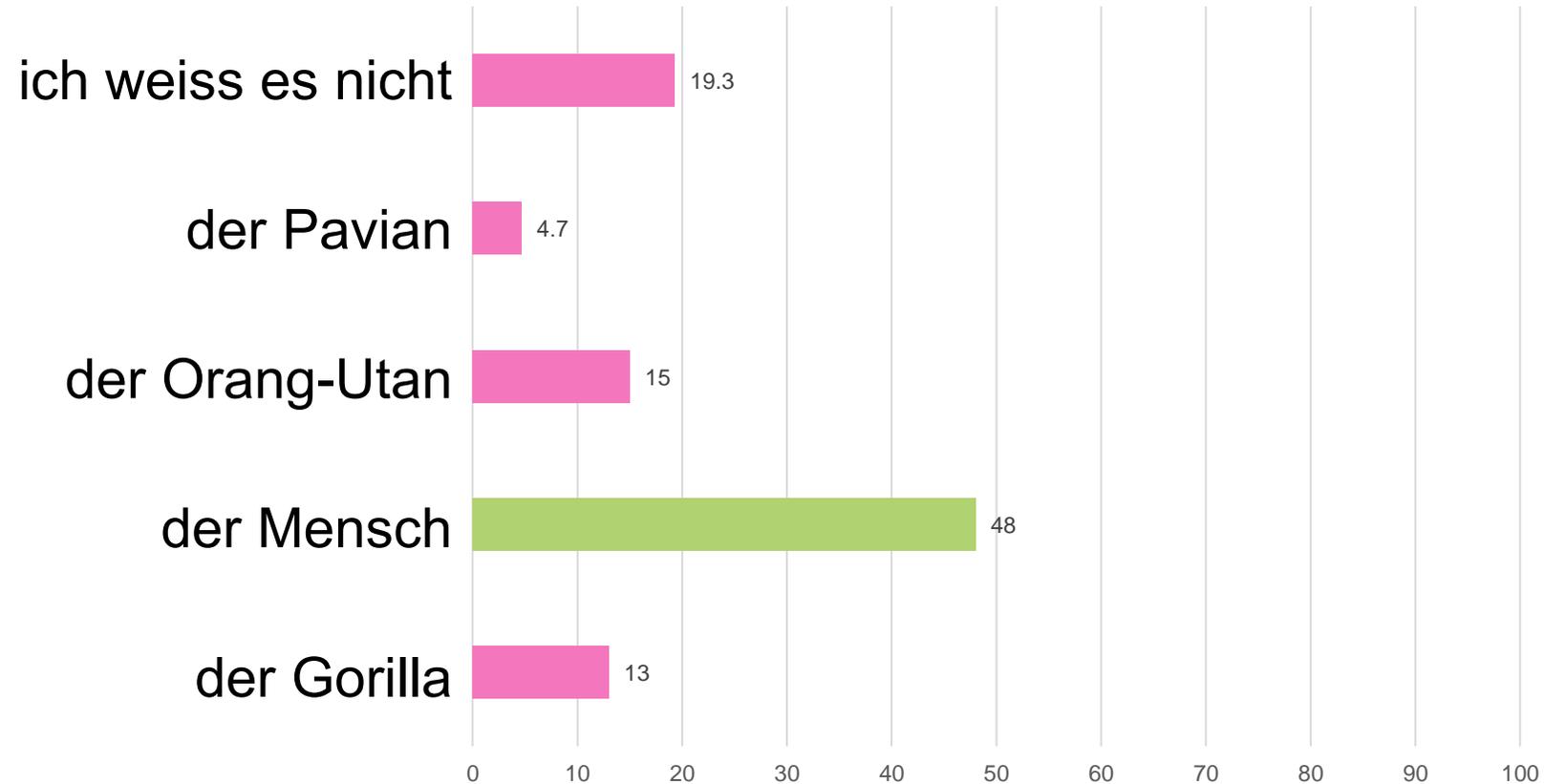


Kuschmierz, P., Beniermann, A., & Graf, D. (2020). Development and evaluation of the knowledge about evolution 2.0 instrument (KAEVO 2.0). *International Journal of Science Education*, 42(15), 2601-2629.

- wissenschaftlich korrekt
- teleologisch (natur)
- teleologisch (organismus)
- anthropomorph
- anthropomorph + lamarkistisch
- automatisch
- ich weiss nicht

# Verwandtschaften

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



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 .
- D-EDK (2013): Lehrplan 21. Natur, Mensch, Gesellschaft. Kompetenzaufbau 2. Zyklus.
- D-EDK (2016): Lehrplan 21. Natur und Technik mit Physik, Chemie und Biologie. Kompetenzaufbau 3. Zyklus.
- 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.
- Hammann, M. & Asshoff, R. (2014). Schülervorstellungen zur Evolution. In *Schülervorstellungen im Biologieunterricht: Ursachen für Lernschwierigkeiten* (1. Aufl.). Seelze: Friedrich Verlag.
- 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.
- Nehm, R. H., & Reilly, L. (2007). Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. *BioScience*, 57(3), 263-272.