

## Evolute Grundbildung im Sachunterricht

*A solid understanding of evolution is important for comprehending biological relationships and for making more sustainable decisions regarding evolutionary contexts in everyday life (e.g., climate crisis, biodiversity crisis, sixth mass extinction, antibiotic crisis, pandemics). According to Swiss curricula, students are to learn evolution-related concepts from preschool on (ages 4 to 12). A key curricular focus in science education is introducing the concept of diversity. Children are encouraged to organize and classify native species while understanding their adaptations to their environments. This raises the question of what specific knowledge of evolution pre- and primary school teachers need to effectively teach concepts such as adaptation, kinship and common ancestry, and the variability of organisms in a manner that aligns with educational objectives and is appropriate for young learners. This article first identifies and describes the biological concepts that underpin an understanding of evolution, along with scientific terms and alternative conceptions that may impede learning these key concepts. Then, the article presents the results of a study analysing pre-service pre- and primary school teachers' knowledge of evolution (n = 1063). Results show that their knowledge of evolution is low and that they exhibit a range of alternative conceptions. The alternative concepts identified in the study reinforce the demand to promote future teachers' understanding of evolution as a core concept. Finally, we discuss suggestions for teachers who teach evolution-related concepts to young students.*

### 1 Einleitung

Die Herausforderungen der Gegenwart und Zukunft wie bspw. Artensterben, Klimawandel, Entwicklung von Antibiotikaresistenzen, sind faktisch und ethisch komplex und geprägt durch fachliche und moralische Kontroversen (z.B. Ohl, 2013). Bürger\*innen sollten in der Lage sein, «wissenschaftliche» Behauptungen und Argumente aus den Medien kritisch zu hinterfragen, da Expert\*innen und zertifizierte Behörden umgangen werden und sich Fehlinformationen über soziale Medien schnell und weit verbreiten können (Höttecke & Allchin, 2020). Viele der Herausforderungen hängen mit der Überschreitung planetärer und/oder sozialer Grenzen zusammen (siehe das Donut-Modell, Raworth, 2017). Als Folge fühlen sich Menschen verunsichert: “La nature menacée devient menaçante” [Die bedrohte Natur wird bedrohlich] (Hamant, 2023). Insbesondere bei jüngeren Generationen führt diese Bedrohung zu Ängsten (Brophy, Olson & Paul, 2023; Léger-Goodes et al. 2023).

Im Sinne einer emanzipatorischen, transformativen Bildung (Rieckmann, 2017; Scott & Vare, 2018) sollten Lehrkräfte die Ängste der Lernenden ernst nehmen, die damit verbundenen Herausforderungen im Unterricht thematisieren und eine offene, motivierende Vision für die Zukunft schaffen. Herausforderungen wie z. B. der Klimawandel und die damit verbundenen

Veränderungen in der Landschaft, Konsumententscheidungen und deren Einfluss auf den Rückgang der Biodiversität, ethische Fragen zu Tierhaltung, zum Einsatz von Antibiotika in der Humanmedizin, zum Pandemiegeschehen oder zur Impfbereitschaft sind Teil der Lebensrealität vieler Grundschüler\*innen und werden teilweise bereits in der Grundschule angesprochen. Dabei verbindet diese scheinbar isolierten Herausforderungen unserer Zeit, dass sie mit Evolutionswissen besser verstanden und bearbeitet werden können (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, 2017). Kampourakis (2020; 2022) schärft die Notwendigkeit einer Grundbildung im Bereich Evolution aus, indem er zwischen einem engen Verständnis einer evolutiven Grundbildung (*evolution literacy*) unterscheidet, mit dem für den Unterricht relevante Aspekte von Evolution bearbeitet werden können, und einem breiteren Verständnis (*evolutionary literacy*), damit Schüler\*innen *socioscientific issues* wie die oben genannten verstehen und beantworten können (s. Abb. 1).

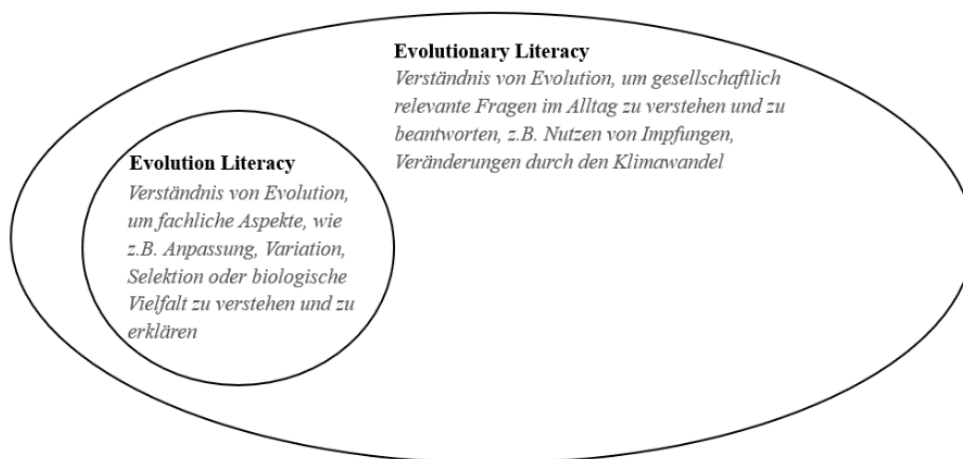


Abbildung 1: Evolutive Grundbildung nach Kampourakis (2022)

Für die Bearbeitung dieser Themen benötigen Grundschullehrkräfte (GLK) fundiertes Professionswissen (siehe PK und PCK bei Gess-Newsome, 2015) und die damit verbundene professionelle Handlungskompetenz (Colberg et al., 2024), auch im Bereich Evolution (Lanka, Hild & Beniermann, 2024). Der Sachunterricht kann erste Grundlagen für den Aufbau einer solchen evolutiven Grundbildung liefern - in der Schweiz werden Lebewesen und Anpassung sowie Verwandtschaft von Lebewesen und zeitliche Dimensionen von Naturgeschichte thematisiert. Obwohl das Schlüsselkonzept Evolution und seine dazugehörige Theorie in deutschen Sachunterrichtslehrplänen noch nicht explizit thematisiert werden, können erste für ein Verständnis des Schlüsselkonzepts nötigen biologischen Konzepte eingeführt werden (Beniermann, 2024).

Im folgenden Beitrag werden Kompetenzen und Kontexte aus dem Schweizer NMG-Unterricht (basierend auf dem Lehrplan 21; siehe D-EDK, 2016) vorgestellt, die ein Verständnis evolutionsbezogener Konzepte (z. B. Variation, Anpassung) unterstützen (Kap. 2.1). Im Kapitel 2.2 werden alternative Vorstellungen zu evolutionsbezogenen Konzepten von Lernenden beschrieben, welche beim Unterrichten berücksichtigt werden sollten. Der methodische Teil dieses Beitrags (Kap. 3) stellt die Ergebnisse einer Befragung zum Evolutionswissen bei 1063 angehenden GLK aus der Schweiz vor. Anhand der Daten wird aufgezeigt, über welches Evolutionswissen die angehenden Lehrkräfte verfügen und welche alternativen Vorstellungen auch bei ihnen vorkommen. Diese können in fachdidaktischen Aus- und Weiterbildungskursen von GLK thematisiert werden (Kap. 4). Am Ende des Beitrags werden einige konkrete Vorschläge gemacht, wie das Unterrichten von evolutionsbezogenen Konzepten gelingen kann (Kap. 5).

## 2 Das Schlüsselkonzept Evolution

### 2.1 Evolutionsbezogene Konzepte im NMG-Unterricht

Ein breites Wissen zum Schlüsselkonzept Evolution (siehe Dobzhansky, 1973; Harms & Reiss, 2019) ermöglicht es, informierte Entscheidungen über biologische Phänomene im Alltag zu fällen (Kampourakis, 2020). In der Biologie wird Evolution als verbindendes Element für scheinbar isolierte Einzelphänomene genutzt (Harms & Reiss, 2019; Kattmann, 1995). Bereits in der Grundschule können folgende vier evolutionsbezogene Konzepte eingeführt und vertieft werden: Variation, Anpassung, Veränderlichkeit, Verwandtschaft und Abstammung (Tab. 1; siehe Auseinandersetzung mit evolutionsbezogenen Konzepten in der Grundschule bei Beniermann, 2024 und Lanka, Hild, Milani & Letouzey-Pasquier, 2022).

Im Lehrplan für die deutschsprachige Schweiz (Lehrplan 21, siehe D-EDK, 2016) befinden sich diese Konzepte für die Grundschuljahre (Vorschule bis Klasse 6) vor allem im Fach *Natur-Mensch-Gesellschaft (NMG)*. Der transversale Lehrplanbereich *Bildung für nachhaltige Entwicklung* enthält weitere Hinweise zum Umgang mit Komplexität und der Förderung einer kritischen Reflexivität. Die evolutiven Konzepte werden im Sinne eines Spiralcurriculums unterrichtet und über die Jahre an unterschiedlichen Kontexten vertieft: In den beiden Kompetenzbereichen *Tiere, Pflanzen, Lebensräume* und *Natürliche Grundlagen für Lebewesen* geht es um das Erkunden von Lebensräumen und deren Lebewesen, sowie um Anpassungen von heimischen Tieren und Pflanzen an die natürlichen Grundlagen. Im Bereich *Artenvielfalt und Ordnungssysteme* sollen Schüler\*innen heimische Arten kennenlernen, Merkmale beschreiben,

Angepasstheiten erkennen und kriteriengeleitet ordnen. Im Bereich *Erdgeschichte* sollen Vorstellungen zur Geschichte der Erde und der Entwicklung der Lebewesen entwickelt und explizit ein Verständnis für geologische Zeitdimensionen, in denen evolutionäre Prozesse stattfinden (Tiefenzeit), gefördert werden.

Von den vier evolutionsbezogenen Konzepten aus Tabelle 1 wird Variation als einziges Konzept nicht explizit im NMG-Lehrplan erwähnt. Ein Verständnis von Variation ist jedoch entscheidend, um den Prozess der natürlichen Selektion zu verstehen, denn Variation in einer Population ist die Grundvoraussetzung dafür, dass Evolution stattfinden kann. Zabel & Gropengießer (2011) konnten in einer Studie zeigen, dass das Konzept Variation nach einer umfangreichen Intervention nur von wenigen Schüler\*innen in ihren Erklärungen genutzt wurde.

## 2.2 Alternative Vorstellungen zu evolutionsbezogenen Konzepten

Das Verständnis der vier evolutionsbezogenen Konzepte wird erschwert durch alternative Vorstellungen und Lernhürden (siehe Zabel & Gropengießer, 2010). Zudem sind die evolutionsbiologischen Prinzipien hinter den Konzepten meist kontraintuitiv (siehe Diskussionen bei Beniermann, 2024; Beniermann & Graf, 2021; Coley & Tanner, 2012; Graf & Hamdorf, 2011; Hammann & Asshoff, 2014; Kelemen, 2019; Klös, 2020; Nehm & Reilly, 2007). Alternative Vorstellungen beruhen häufig auf essentialistischen, teleologischen und/oder anthropomorphen Denkweisen (s. Tab. 2, Diskussion bei Beniermann, 2024).

**Tabelle 1:** Evolutionsbezogene Konzepte aus dem Fach Natur-Mensch-Gesellschaft und Hinweise zur Umsetzung im Unterricht.

Konzept	Erläuterung	Unterrichtsbeispiel
Variation	Die Unterschiedlichkeit der Individuen einer Art / Population in Bezug auf ein Merkmal. Variation kann genetisch oder durch die Umwelt bedingt sein.	Unterschiede zwischen Individuen einer Art erkennen und benennen, z. B. bei Bänderschnecken, Löwenzahn, Feuerwanzen, Tieren auf dem Bauernhof oder bei den Schüler*innen selbst in Ich-Steckbriefen; die Erblichkeit von Merkmalen thematisieren
Anpassung <sup>1</sup>	Evolutionprozess, bei dem Lebewesen bedingt durch genetische Veränderungen und Selektion an ihre Umweltgegebenheiten angepasst werden. Das Ergebnis der Anpassung ist ein angepasstes Merkmal. Der Zustand der Angepasstheit bezeichnet die Fähigkeit, in einer gegebenen Umgebung zu überleben und sich fortzupflanzen.	Merkmale als Anpassung an einen bestimmten Lebensraum oder eine Lebensweise erkennen, z. B. Strategien von heimischen Arten im Sommer und Winter gegenüberstellen; Grenzen der Anpassung und Nicht-Anpassung thematisieren, z. B. Igel und Mähroboter, Nachtfalter und Kunstlicht
Veränderlichkeit	Organismen und ihre Lebensräume sind veränderlich.	Veränderungen von Lebewesen an konkreten Beispielen nachvollziehen, z. B. Archaeopteryx und moderne Vögel, Wölfe und Haushunde, Urhuhn und moderne Hühner, Zuchtformen von Kohl oder anderen Kulturpflanzen <sup>2</sup> ; Spuren der Entwicklung von Lebensräumen in der Wohnregion erkunden, z. B. der Eiszeit, eines Erdbebens oder von Bruchflächen
Verwandtschaft und Abstammung	Alle Lebewesen stammen von einem gemeinsamen Vorfahren ab. Durch gemeinsame Abstammung sind alle Lebewesen miteinander verwandt.	Pflanzen, Tiere, Pilze sammeln und ordnen: geeignete Kriterien für ein Ordnungssystem wählen und begründen; Wirbeltiere vergleichen und typische Merkmale dieser identifizieren, Verwandtschaftsverhältnisse und letzte gemeinsame Vorfahren kennenlernen

1 Der Begriff der evolutiven Adaptation wird unscharf verwendet und kann sich auf den Prozess, das Produkt (angepasstes Merkmal, auch Anpassung) und den Zustand (Angepasstheit) beziehen. Immer jedoch sind evolutive Prozesse ursächlich für Adaptation (Zrzavý, Burda & Begall, 2013). Mehr zu Schüler\*innenvorstellungen zu Anpassung in Baalman, Frerichs, Weitzel, Gropengießer & Kattmann (2004).

2 Das Thema Züchtung kann bei unreflektiertem Umgang zum Aufbau von lernhinderlichen Vorstellungen, insbesondere teleologische Vorstellungen, führen. Hier gilt es, künstliche und natürliche Selektion zu kontrastieren: Bei natürlichen Evolutionsprozessen handelt nicht die Natur und es gibt auch kein Zuchtziel.

**Tabelle 2:** Drei alternative Vorstellungen (zusammengestellt aus Klös, 2020).

<b>Vorstellung</b>	<b>Beschreibung</b>
Essentialistisch	Alle Dinge, auch Lebewesen, zeichnen sich durch unveränderliche, wesensbestimmende „Essenzen“ aus. Die Essenz selbst ist verborgen.
teleologisch	Organismische Systeme haben eine zweckbestimmte und zielgerichtete Funktion. Nicht die wirkenden Ursachen dienen als Begründung für evolutive Veränderung, sondern die Zweckmäßigkeit selbst wird als Ursache für die Entwicklung angesehen.
anthropomorph	Menschliche Attribute wie Denken, Fühlen und Erkennen werden auf nicht menschliche Lebensformen übertragen. Die Lebewesen besitzen ein Bewusstsein für ihre Unangepasstheit.

Bei essentialistischen Denkweisen teilen Individuen einer Art bestimmte unsichtbare Merkmale, die unveränderbar sind und das Wesen eines Lebewesens ausmachen (Hamman & Asshoff, 2014). Diese Denkweisen behindern ein evolutionsbiologisches Verständnis, u. a. deshalb, weil von Artkonstanz ausgegangen wird. Variation wird negiert, da die Individuen einer Population scheinbar alle gleich sind (Typus) und sich alle gleichartig verändern. Sie ist bereits bei Vorschulkindern vorhanden (Evans, 2000).

Teleologische Denkweisen beruhen auf der Idee, dass hinter allen Entwicklungen eine Zweckmäßigkeit steckt. Nach einem «Start-Ziel-Schema» wird der Natur selbst oder Organismen zielgerichtetes Handeln unterstellt. Solche Vorstellungen beinhalten externale Faktoren wie einen „Designer“ oder eine personifizierte Natur und internale Faktoren wie ein inneres Bedürfnis für Veränderung. Teleologische Denkweisen verhindern die Einsicht, dass Anpassung kein zielgerichtetes Handeln von Lebewesen darstellt, sondern evolutiv zu erklären ist. Sie sind eng mit lamarckistischen Vorstellungen (Vererbung im Laufe des Lebens erworbener Eigenschaften - die eigenen Nachkommen weisen die modifizierten Merkmale auf; siehe bspw. Graf, 2024) verbunden, entwickeln sich im Kleinkindalter, werden jedoch häufig auch noch bei älteren Kindern und Erwachsenen vorgefunden (Evans, 2000).

Bei anthropomorphen Denkweisen werden menschliche Attribute auf nicht menschliche Lebensformen übertragen. Alle Lebewesen besitzen demzufolge ein Bewusstsein. In Studien konnte gezeigt werden, dass Landkinder im Gegensatz zu Stadtkindern kaum anthropomorphe Vorstellungen besitzen (Evans, 2008). Auch diese Denkweisen bilden sich bereits im Kleinkindalter aus. Sie sind lernhinderlich, da sie evolutionäre Anpassungsprozesse als intentional verstehen und die Lebewesen selbst als Akteure gesehen werden. Die Verwendung von

anthropomorpher Sprache fördert solche Denkweisen (z. B. *Regenwürmer sind im Kopfbereich dunkel gefärbt, weil sie sich vor UV-Strahlen schützen wollen*). Evans (2000; 2001) konnte zeigen, dass Grundschul Kinder bis zum Alter von etwa 8-10 Jahren stark zu kreationistischen<sup>3</sup>, d. h. essentialistischen und teleologischen Vorstellungen tendieren. Ältere Grundschul Kinder im Alter von 11-13 Jahren übernehmen eher die Vorstellungen ihres jeweiligen kulturellen Umfelds, d. h. Evolutionsvorstellungen oder kreationistische Vorstellungen (Klős, 2020, S.48). Eine Erklärung hierfür könnte das zunehmende naturgeschichtliche Wissen und die kognitive Entwicklung sein.

Nebst diesen alternativen Vorstellungen erschweren einige Fachbegriffe das Verstehen evolutionsbezogener Konzepte. Tabelle 3 zeigt exemplarisch Begriffe, welche alltagssprachlich anders konnotiert sind und darum den Konzeptaufbau behindern können.

**Tabelle 3:** Lernhinderliche Begriffe (adaptiert aus Gregory, 2009).

<b>Begriff</b>	<b>alltagssprachliche Bedeutung</b>	<b>biologische Bedeutung</b>
Fitness	körperliche Verfassung, Durchhaltevermögen, Kraft	Anzahl der fertilen Nachkommen eines Individuums, d. h. der Reproduktionserfolg gemessen in der Verteilung von Genotypen in der Folgegeneration.
Survival of the Fittest	der Stärkste überlebt	Nicht das Überleben eines Individuums ist entscheidend, sondern die Anzahl der Nachkommen, die überleben. Die besser angepassten Individuen produzieren mehr Nachkommen.
Anpassung	sich oder etwas bewusst / willentlich an die Umgebung anpassen	Ein evolutiver Prozess, in dem bei Lebewesen neue Merkmale entstehen oder vorhandene ausdifferenziert werden.

Inwiefern lernhinderliche Vorstellungen im Bereich Evolution bei Lehrkräften selbst vorhanden sind, wurde in Studien erhoben, jedoch beziehen sich die meisten Daten auf diejenigen von Sekundar- und Gymnasiallehrkräften. Für angehende GLK können folgende Ergebnisse erwähnt werden: In Slowenien und Griechenland wurde bei angehenden GLK ein geringes respektiv sehr geringes Evolutionswissen gemessen (Athanasidou & Papadopoulou, 2011; Athanasidou & Mavriki, 2013; Torkar & Šorgo, 2020). Am häufigsten wählten Teilnehmende

<sup>3</sup> Kreationistische Vorstellungen beruhen auf der Idee, dass alle Lebewesen sowie das gesamte Universum in ihrer heutigen Form im Wesentlichen durch Eingriffe eines Schöpfergottes entstanden sind (Beniermann, 2019, 42).

teleologische Erklärungen aus. In Grossbritannien konnte Buchan (2019) bei angehenden GLK ein moderates Evolutionswissen nachweisen. In Deutschland zeigten Großschedl, Seredszus und Harms (2018), dass das angestrebte Lehramt mit dem Evolutionswissen angehender Lehrkräfte korreliert: angehende Gymnasiallehrkräfte hatten im Vergleich mit Real-, Haupt- und Grundschullehrkräften ein höheres Evolutionswissen. In einer weiteren deutschen Studie konnten Hartelt, Martens und Minkley (2022) nachweisen, dass die Unterrichtserfahrung einen Einfluss auf das Evolutionswissen der Lehrkräfte hat. Zum Evolutionswissen von GLK fehlen weitere Daten, vor allem bezüglich der für den Sachunterricht relevanten evolutionsbezogenen Konzepte.

### 3 Evolutionswissen angehender Grundschullehrkräfte

Evolutionswissen wird in der folgenden Studie als das Ausmaß, in dem eine Person wissenschaftlichen Positionen zu evolutionären Konzepten und Prozessen zustimmt und nicht möglichen alternativen Konzepten, definiert (Beniermann, 2019). Die beiden Forschungsfragen, welche hier im Zentrum stehen, lauten:

- (1) Wie hoch ist das Evolutionswissen bei angehenden GLK?
- (2) Bei welchen für den Sachunterricht (hier NMG-Unterricht) relevanten evolutionsbezogenen Konzepten lassen sich bei angehenden GLK alternative Vorstellungen identifizieren?

Das Evolutionswissen angehender GLK wurde schweizweit zwischen Dezember 2021 und Mai 2022 an elf pädagogischen Hochschulen erhoben. Das für die drei Schweizer Lehrpläne leicht modifizierte Testinstrument Knowledge About EVolution (KAEVO 2.0; Kuschmierz, Beniermann & Graf, 2020) eignet sich zur Messung des Evolutionswissens angehender Lehrkräfte und wird an anderer Stelle beschrieben (Lanka, Hild & Beniermann, 2024). Es besteht aus 23 Items zu Evolutionswissen<sup>4</sup> (siehe Reliabilitäts- und Validitätsprüfungen bei Kuschmierz et al., 2020) und deckt mit Ausnahme von Verwandtschaft und Abstammung die für den Schweizer NMG-Unterricht relevanten evolutionsbezogenen Konzepte ab. Kuschmierz et al. (2020) liefern ein Kategoriensystem zur Interpretation des Wissensstands (*hoch: 22-23 Punkte, ziemlich hoch: 19-21, moderat: 15-18; tief: 11-14 und sehr tief: 0-10 Punkte*). Insgesamt nahmen 1352 Personen an der Befragung teil. Die hier vorgestellte Teilstichprobe besteht aus 1063 angehenden GLK, welche das Fach NMG unterrichten werden. Von den 1063 Studierenden

---

<sup>4</sup> Evolutionswissen bei Kuschmierz et al., 2020 verteilt sich auf die Konzepte Adaptation, Vererbung, Stammesgeschichte und Variation sowie Vererbung.

befanden sich 344 im ersten, 306 im zweiten und 408 im dritten Studienjahr<sup>5</sup>. Die Teilnehmenden stammten zur Hälfte aus der deutschsprachigen Schweiz, die andere Hälfte setzte sich zusammen aus Studierenden französisch- und italienischsprachiger pädagogischer Hochschulen (insgesamt nahmen Personen aus 15 Hochschulen teil). Die pädagogischen Hochschulen unterscheiden sich in ihrer Anzahl an Unterrichtspraktika und an der Anzahl fachdidaktischer Module im Bereich Natur-Mensch-Gesellschaft. In der Schweiz studieren angehende GLK kein universitäres Fach, wie z. B. Biologie, Mathematik oder Sport. Fachwissen im Bereich Evolution wird dementsprechend während des Studiums an keiner der Hochschulen explizit gelehrt.

## 4 Wissen und alternative Vorstellungen angehender Grundschullehrkräfte

### 4.1 Evolutionswissen angehender Schweizer Grundschullehrkräfte

Im Durchschnitt ist das Evolutionswissen der untersuchten angehenden GLK mit 11.85 Punkten (von maximal 23 Punkten) tief (s. Abb. 2). Nur 564 (53 %) der 1063 Teilnehmenden konnten mehr als die Hälfte der Fragen wissenschaftlich korrekt beantworten. Studierende zeigten in höheren Studiensemestern kein höheres Wissen (1. Studienjahr:  $M = 11,94$ ,  $SD = 3.95$ ; 2. Studienjahr:  $M = 11,79$ ,  $SD = 4.25$ ; 3. Studienjahr:  $M = 11,79$ ,  $SD = 4.27$ ).

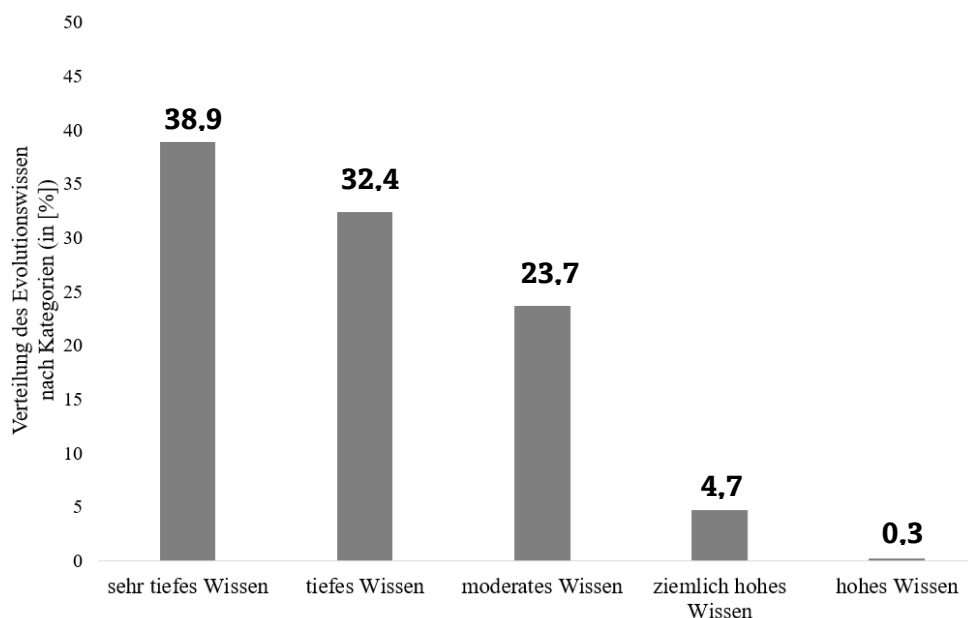


Abbildung 2: Evolutionswissen angehender Grundschullehrkräfte ( $n = 1063$ ). Kategorien nach Kuschmierz et al. (2020).

<sup>5</sup> Schweizer GLK schliessen ihr dreijähriges berufsintegriertes Studium mit einem Bachelor für alle Unterrichtsfächer ab (siehe Besprechung des Schweizer Bildungssystems bei Lanka et al., 2025).

## 4.2 Alternative Vorstellungen bei GLK

Das niedrige Evolutionswissen der untersuchten GLK deutet auf eine Reihe von alternativen Vorstellungen hin. Es folgen Ergebnisse zu den für die Grundschule relevanten Konzepten Variation, Anpasstheit und Veränderlichkeit, sowie zum Fitnessbegriff.

### 4.2.1 Alternative Vorstellungen zum Konzept Adaptation

Vorhandene alternative Vorstellungen zum Konzept der evolutiven Anpassung wurden mit vier Items an unterschiedlichen Kontexten, zwei zoologischen und zwei botanischen, untersucht. Die Items fragen nach einer Erklärung für die Entwicklung bzw. das Verschwinden eines Merkmals. Itemstamm und Antwortmöglichkeiten sind jeweils so ähnlich formuliert, dass eine Vergleichbarkeit der vier Kontexte möglich ist. Bei den zoologischen Kontexten wurde den angehenden GLK eine weitere Antwortmöglichkeit (anthropomorph und lamarckistisch) angeboten (s. Abb. 3).

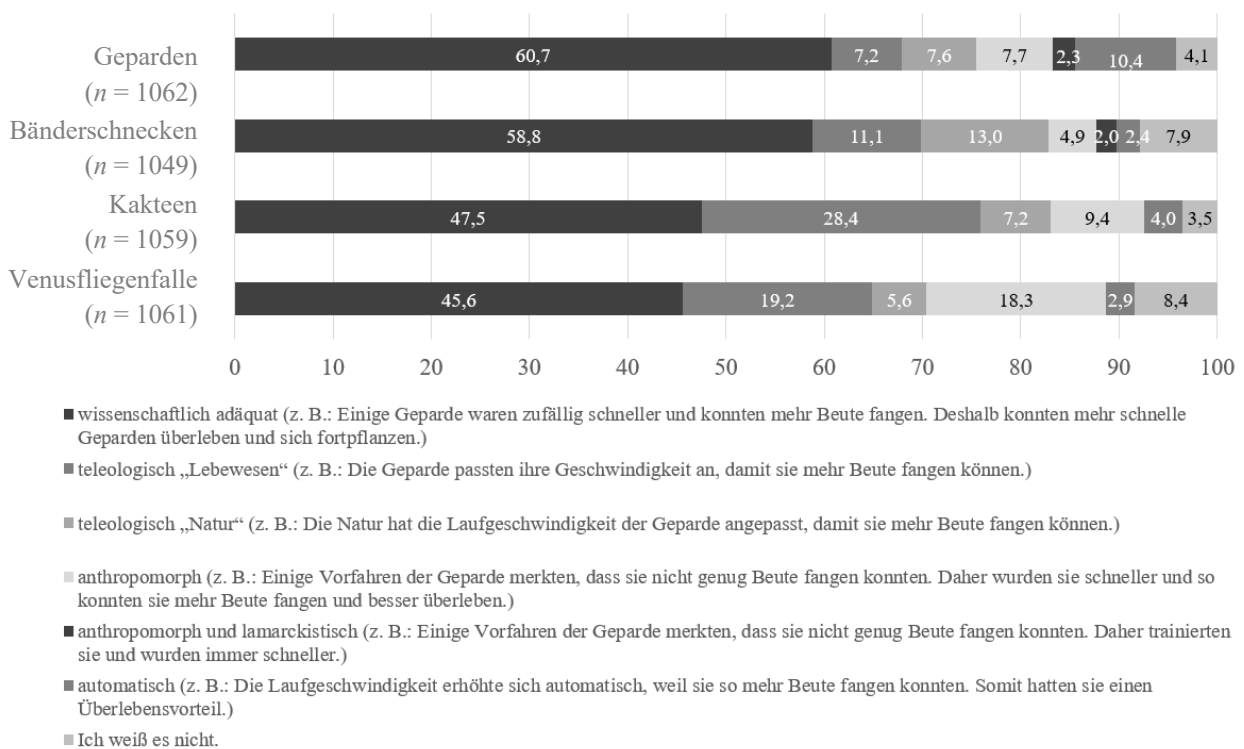


Abbildung 3: Alternative Vorstellungen zu Anpassung. Verteilung nach Antworthäufigkeiten (in [%]). Items A3, A5, A6 & A1 aus KAEVO 2.0 (Kuschmierz et al., 2020).

Die Ergebnisse zeigen, dass angehende GLK bei zoologischen Kontexten (Geparden, Bänderschnecken) häufiger die wissenschaftlich adäquate Antwort auswählten. Bei botanischen Kontexten (Kakteen, Venusfliegenfalle) wurden häufiger alternative Vorstellungen ausgewählt. In sämtlichen untersuchten Kontexten fanden sich wiederholt teleologische oder

anthropomorphe Erklärungsansätze als Alternative zur wissenschaftlich korrekten Darstellung. Beim Säugetier Gepard wählten 10,4 % der Teilnehmenden „automatisch“ aus. Es zeigt sich also hier, dass nicht nur viele alternative Vorstellungen vorhanden sind, sondern dass diese, je nach Kontext, flexibel genutzt werden.

#### 4.2.2 Alternative Vorstellungen zum Konzept Veränderlichkeit

Bei einem Item zum Konzept Veränderlichkeit der Lebewesen schätzte der größte Teil der angehenden GLK den Einfluss des Lebensraums auf die Entwicklung zweier geographisch getrennten Populationen von Eidechsen falsch ein. Nur 21,5 % wählten die korrekte Antwort, dass eine Aussage über eine mögliche Entwicklung und die Bedingungen nicht möglich wäre (s. Abb. 4). Fast 70 % aller Befragten gaben an, dass eine unterschiedliche Entwicklung stattfinden würde. Sie gehen fälschlicherweise davon aus, dass nur die Umwelt evolutive Veränderungen bewirkt, und berücksichtigen die genetische Zusammensetzung einer Population nicht.

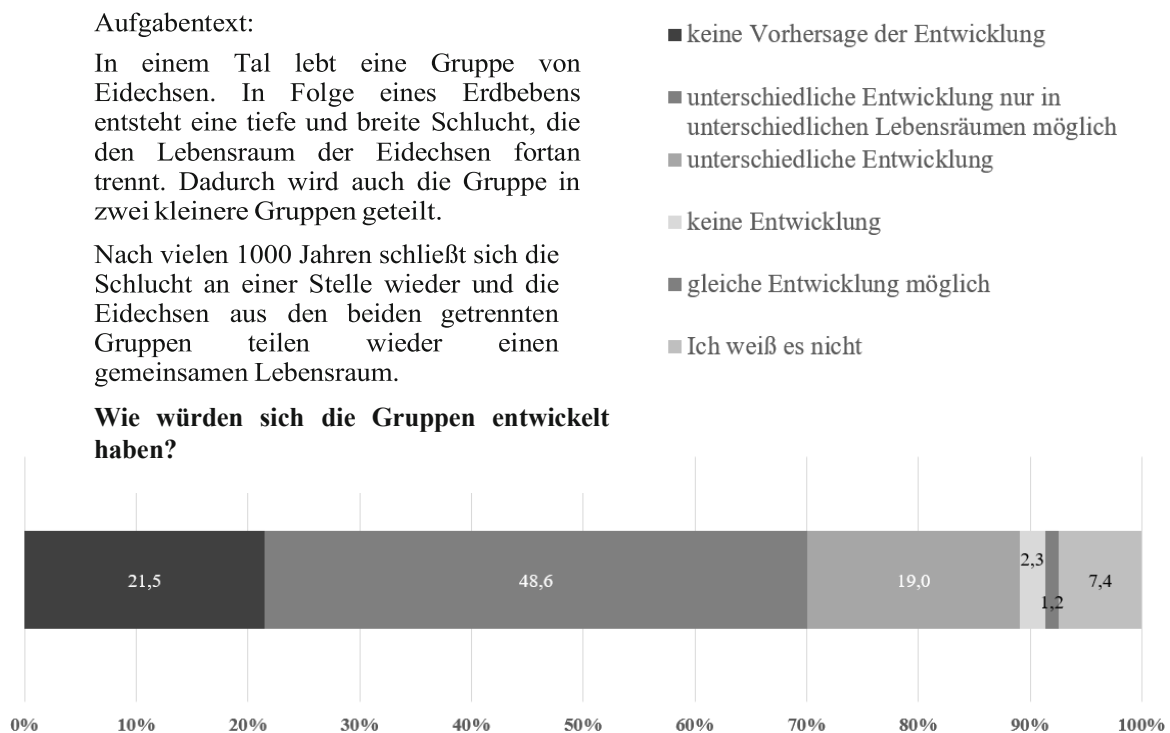


Abbildung 4: Alternative Vorstellungen zur Veränderlichkeit der Lebewesen: Geografische Separation von Eidechsen. Verteilung nach Antworthäufigkeiten ( $n = 1063$ , in [%]). Item A4 aus KAEVO 2.0 (Kuschmierz et al., 2020).

### 4.2.3 Alternative Vorstellungen zum Konzept Variation

Bei einem Item zum Konzept Variation (s. Abb. 5) erkennen knapp zwei Drittel der angehenden GLK, dass Variation innerhalb einer Population die Voraussetzung für evolutiven Wandel ist.

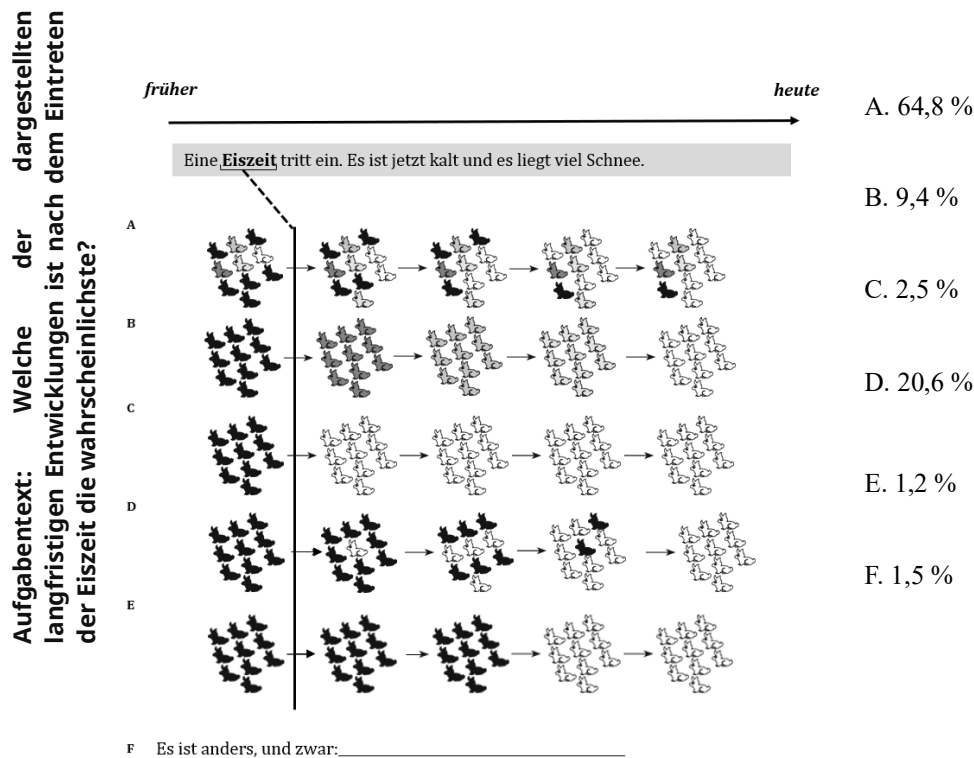


Abbildung 5: Variation innerhalb einer Art. Verteilung nach Antworthäufigkeiten ( $n = 1056$ , in [%]). Item A10 aus KAEVO 2.0 (Kuschmierz et al., 2020).

Alle Distraktoren im Item enthalten essentialistische Vorstellungen. Auf die Frage, welche der dargestellten langfristigen Entwicklungen nach dem Eintreten der Eiszeit die wahrscheinlichste sei, wählten 64,8 % der Teilnehmenden (684 Personen) die wissenschaftlich korrekte Antwort A. Antwort D, welche von 20,6 % (218 Personen) gewählt wurde, zeigt zwar Variation in verkürzter Weise, diese basiert jedoch auf Typen, tritt erst als Folge der Eiszeit auf und verschwindet im Endzustand wieder.

### 4.2.4 Alternative Vorstellung zu Fitness

Beim Single-Choice Item «Was bedeutet survival of the fittest?» zeigten über 60% der Teilnehmenden ein alltagssprachliches Verständnis vom Fitness-Begriff und wählten die Antwort «die Stärksten überleben».

Auch bei einem weiteren Item (s. Tab. 4) zum Fitnesskonzept bei Löwen wussten nur 15,9 % ( $n = 169$ ) der angehenden GLK, dass die Anzahl erwachsener Nachkommen ein Maß für Fitness ist und sie demzufolge den Löwen John als den «fittesten» angeben müssten. Deutlich häufiger wurden die Löwen Spot (39,5 %), welcher sich mühelos an neue Umgebungen anpassen konnte und Ben (27,6 %), welcher die grösste Anzahl an Weibchen in seinem Harem hatte, ausgewählt.

**Tabelle 4:** Fitnesskonzept. Item A2 aus KAEVO 2.0 (Kuschmierz et al., 2020).

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?** Bitte unten in der Tabelle ankreuzen.

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 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	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.

## 5 Evolution lehren – Evolution unterrichten

Die Ergebnisse der Erhebung des Evolutionswissens bei angehenden Schweizer GLK zeigen, dass ihr Evolutionswissen gering ist und eine Vielzahl alternativer Vorstellungen vorhanden sind. Diese können einen fachlich adäquaten Konzeptaufbau bei Lernenden im NMG-Unterricht verhindern (Colberg et al., 2024; Labudde & Möller, 2012). Inwiefern sich die angehenden GLK dessen bewusst sind, müsste in einer weiteren Studie erhoben werden. Zudem würde eine Unterfütterung der Ergebnisse mit qualitativen Daten ein strukturreicheres Bild zu den alternativen Vorstellungen von angehenden GLK liefern.

Im Folgenden sind zentrale Befunde der Studie nochmals zusammengefasst. Für einige Befunde werden Hinweise für den Sachunterricht erstellt. Unterrichtsvorschläge für den Bereich

Evolution können GLK im frei erhältlichen Lehrmittel Evokids (Graf & Schmidt-Salomon, 2017) erhalten.

- Bei mehr als zwei Drittel der Teilnehmenden muss von einem geringen Fachwissen im Bereich Evolution ausgegangen werden. Dieses Wissen bleibt über die drei Ausbildungsjahre unverändert.
- Zum evolutionsbezogenen Konzept Adaptation (siehe Abb. 3) nutzen die Teilnehmenden wiederholt alternative, meist teleologische Erklärungsmuster. Bei zoologischen Kontexten wird die wissenschaftlich korrekte Erklärung häufiger gewählt als bei botanischen.
- Teleologische (zielgerichtet und aktiv) Formulierungen zur Erklärung evolutiver Prozesse scheinen sehr attraktiv. Diese sollten im Unterricht nicht noch verstärkt werden. Der Satz „Lebewesen passen sich (nicht) an“ sollte im Passiv formuliert werden, sprich „Lebewesen werden (nicht) angepasst“ (u.a. beim Thema Tarnung/Nachtfalter und/oder Warnung/Feuerwanzen). So beinhaltet auch der Auftrag „Mal einen Fisch, der an seine Umgebung angepasst ist!“ ein bewusstes Planen von Merkmalen und verstärkt dabei teleologische (wie auch typologische) Vorstellungen.
- Bezüglich der Konzepte Veränderlichkeit und Variation scheinen über die Hälfte der Teilnehmenden die Vorstellung zu haben, dass Evolutionsprozesse ausschliesslich der vor allem durch Umweltveränderungen getrieben werden (d.h. nur die Umwelt bestimmt, wie und ob sich Lebewesen verändern) (siehe Abb.4). Genetische Grundlagen, konkret Variation in einer Population, die die Basis für evolutionären Wandel ist, scheint für GLK ein schwer verständliches Konzept zu sein. Bei einem Drittel der Teilnehmenden scheint kein Verständnis für Variation als Grundlage für evolutive Veränderung vorhanden zu sein (Abb.5). Dass diese letzte Frage von zwei Drittel der Teilnehmenden richtig beantwortet wurde, könnte dem Design der Items verschuldet sein, denn die Distraktoren sind deutlich anders als die richtige Antwort. Nur die richtige Antwort bildet Variation in allen Generationen ab.
- Im Unterricht gilt es zu betonen, dass evolutive Prozesse über viele Generationen, d. h. sehr lange Zeiträume stattfinden. Lernende sollen in diesem Zusammenhang verstehen, dass das zufällige Auftreten oder Verschwinden neuer Merkmale selektive Prozesse auslösen kann (siehe auch Kelemen, 2019).
- Ein Verständnis für den Zusammenhang zwischen der Veränderlichkeit von Lebewesen und Variation als Tatsache in Populationen scheint entscheidend dafür zu sein, dass

Lernende Evolution verstehen (Zabel & Gropengießer, 2011). Es würde sich deshalb lohnen im Unterricht bewusst mit Lebewesen zu arbeiten, bei welchen die Variation auch äußerlich sichtbar ist, wie bspw. bei Bänderschnecken, Feuerwanzen oder Sonnenblumenkernen. Auch die Verwendung des Plurals (die Igel statt der Igel) und die Betonung individueller Unterschiede könnte das Konzept der Variation sprachlich unterstützen.

- Der Fitnessbegriff wird von der Mehrheit der Teilnehmenden alltagssprachlich verstanden. Bei der Aufgabe „Fitnesskonzept“ (Tab.4) erkennen nur etwa 16 Prozent der Teilnehmenden, dass der Löwe mit den meisten fertilen Nachkommen evolutionsbiologisch der fitteste ist.
- Auf lernhinderliche Begriffe sollte im Unterricht hingewiesen und in der Unterrichtsplanung eingegangen werden (Metzger, 2023).

## 6 Fazit

In den Ausbildungsmodulen angehender GLK an unseren Hochschulen sollten wir uns mit den für den Sachunterricht relevanten evolutionsbezogenen Konzepten auseinandersetzen und Studierende darin unterstützen wissenschaftlich adäquate Erklärungsmuster zu nutzen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Studierenden sich ihrer eigenen alternativen Konzepte bewusstwerden. Gerade in Feinplanungen, welche sich mit der Tiefenstruktur vom Sachunterricht auseinandersetzen und auf einer didaktischen Rekonstruktion beruhen, sollten „typische“ alternativen Vorstellungen der Schüler\*innen miteinbezogen und lernhinderliche Begriffe adäquat definiert werden können. Dass dies gelingen kann, zeigt eine Schweizer Langzeitstudie mit angehenden Sekundarlehrkräften: Lanka, Hild & Beniermann (2025) konnten zeigen, dass die eine fachdidaktische Auseinandersetzung mit alternativen Vorstellungen zu einem leichten, signifikanten Zuwachs geführt hat.

## Literatur

- Athanasiou, K. & Mavrikaki, E. (2013): Conceptual Inventory of Natural Selection as a Tool for Measuring Greek University Students' Evolution Knowledge: Differences between novice and advanced students. In: *International Journal of Science Education*, 36, 8, 1262-1285.
- Athanasiou, K. & Papadopoulou, P. (2011): Conceptual Ecology of the Evolution Acceptance among Greek Education Students: Knowledge, religious practices and social influences. In: *International Journal of Science Education*, 34, 6, 903-924.
- Baalmann, W.; Frerichs, V.; Weitzel, H.; Gropengießer, H. & Kattmann, U. (2004): Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung–Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 1, 7-28.
- Beniermann, A. (2024): Evolution in der Grundschule. In: Gemballa, S. & Kattmann, U. (Hrsg.): *Didaktik der Evolutionsbiologie*. Berlin, 397-414.

- Beniermann, A. & Graf, D. (2021): Vorstellungen zu zentralen Begriffen zur Evolution - Eine Untersuchung bei Schüler:innen, Studierenden und Biologie-Referendar:innen. In: *MNU Journal*, 74, 6, 456-462.
- Beniermann, A. (2019): *Evolution – Von Akzeptanz und Zweifeln*. Berlin.
- Brophy, H.; Olson, J. & Paul, P. (2023): Eco-anxiety in youth: an integrative literature review. In: *International Journal of Mental Health Nursing*, 32, 3, 633-661.
- Buchan, L. (2019). *Development and evaluation of resources for teaching evolution in primary schools*. Dissertation University of Bath.
- Colberg, C.; Müller, A.; Tardent Kuster, J.; Thoms, L.-J., & von Arx, M. (2024): Positionspapier zu naturwissenschaftlicher Bildung und Lehrpersonenausbildung: DiNat - Verband Fachdidaktik Naturwissenschaften Schweiz. In: *Progress in Science Education*, 7, 2, 31-63.
- Coley, J. D. & Tanner, K. D. (2012): Common origins of diverse misconceptions: cognitive principles and the development of biology thinking. In: *CBE life sciences education*, 11, 3, 209-215.
- D-EDK - Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (2016): *Lehrplan 21*.
- Dobzhansky, T. (1973): Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. In: *The American Biology Teacher*, 35, 3, 125-129.
- Evans, E. M. (2008): Conceptual change and evolutionary biology: a developmental analysis. In: *International Handbook of Research on Conceptual Change*, 263-294.
- Evans, E. M. (2001): Cognitive and contextual factors in the emergence of diverse belief systems: creation versus evolution. In: *Cognitive Psychology*, 42, 3, 217-266.
- Evans, E. M. (2000): The emergence of beliefs about the origins of species in school-age children. In: *Merrill-Palmer Quarterly*, 46, 2, 221-254.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: results of the thinking from the PCK Summit. In: Berry, A.; Friedrichsen, P. & Loughran, J. (Hrsg.): *Reexamining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*. Routledge, 28-42.
- Graf, D. (2024): *Lehren und Lernen der Evolutionsbiologie in der Sekundarstufe I*. In: Gemballa, S. & Kattmann, U. (Hrsg.): *Didaktik der Evolutionsbiologie*. Berlin.
- Graf, D. & Schmidt-Salomon, M. (2017) (Hrsg.): *Evokids – Evolution in der Grundschule*. Gießen.
- Graf, D. & Hamdorf, E. (2011): Evolution. Verbreitete Fehlvorstellungen zu einem zentralen Thema. In: *Evolutionsbiologie*. Heidelberg, 25-41.
- Gregory, T. R. (2009): Understanding natural selection: essential concepts and common misconceptions. In: *Evolution: Education and Outreach*, 2, 2, 156.
- Großschedl, J.; Seredszus, F. & Harms, U. (2018): Angehende Biologielehrkräfte: evolutionsbezogenes Wissen und Akzeptanz der Evolutionstheorie. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24, 1, 51-70.
- Hamant, O. (2023): Antidote au culte de la performance. La robustesse du vivant. In: *Éditions Gallimard*, tracts n°50.
- Hammann, M. & Asshoff, R. (2014) (Hrsg.): *Schülervorstellungen im Biologieunterricht*. Hannover, 228-255.
- Harms, U. & Reiss, M. J. (2019) (Hrsg.): *Evolution education re-considered: understanding what works*. Berlin.
- Hartelt, T.; Martens, H. & Minkley, N. (2022): Teachers' ability to diagnose and deal with alternative student conceptions of evolution. In: *Science Education*, 106, 3, 706-738.
- Höttecke, D. & Allchin, D. (2020): Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. In: *Science Education*, 104, 641-666.
- Kampourakis, K. (2022): Reconsidering the goals of evolution education: defining evolution and evolutionary literacy. In: *NARST Webinar 10/2/2022*.
- Kampourakis, K. (2020): *Understanding evolution*. Cambridge University Press, 2<sup>te</sup> Ausgabe.
- Kattmann, U. (2017): *Geschichte und Verwandtschaft der Lebewesen*. In: *Unterricht Biologie*, 41, 421, 2-11.
- Kattmann, U. (1995): *Konzeption eines naturgeschichtlichen Biologieunterrichts: Wie Evolution Sinn macht*. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1, 1, 29-42.
- Kelemen, D. (2019): The magic of mechanism: explanation-based instruction on counterintuitive concepts in early childhood. In: *Perspectives on Psychological Science*, 14, 4, 510-522.
- Klöß, 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 an der Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- Kuschmierz, P.; Beniermann, A. & Graf, D. (2020): Development and evaluation of the knowledge about evolution 2.0 instrument (KAEVO 2.0). In: *International Journal of Science Education*, 42, 15, 2601-2629.

- Labudde, P. & Möller, K. (2012): Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 15(1), 11-36.
- Lanka, J.; Hild, P. & Beniermann, A. (2025): Moderate knowledge is not enough – a longitudinal study on knowledge and acceptance of evolution among pre-service science teachers. In: Zeitschrift für Didaktik der Biologie - Biologie Lehren und Lernen, 30, 2, 1-24.
- Lanka, J.; Hild, P. & Beniermann, A. (2024): Fit to teach evolution? Assessing knowledge and acceptance of evolution among Swiss science teachers. In: International Journal of Science Education.
- Lanka, J.; Hild, P., Milani, D. & Letouzey-Pasquier, J. (2022): Evolution in Schweizer Lehrplänen. In: Progress in Science Education, 6, 1, 43-55.
- Léger-Goodes et al. (2023): How children make sense of climate change: a descriptive qualitative study of eco-anxiety in parent-child dyads. In: PLoS One, 18, 4, e0284774.
- Metzger, S. (2023) Sprachbewusster naturwissenschaftlicher Unterricht. Umsetzung in «Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG)» und «Natur und Technik (NT)». In: leseforum.ch, 1, 1-22.
- Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2017): Evolutionsbiologische Bildung in Schule und Universität. Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V. Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle.
- Nehm, R. H. & Reilly, L. (2007): Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. In: BioScience, 57, 3, 263-272.
- Ohl, U. (2013): Komplexität und Kontroversität. Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. In: Praxis Geographie, 3, 4-8.
- Raworth, K. (2017): Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist. Chelsea Green Publishing.
- Rieckmann, M. (2017): Education for sustainable development goals: learning objectives. UNESCO publishing.
- Torkar, G. & Šorgo, A. (2020): Evolutionary Content Knowledge, Religiosity and Educational Background of Slovene Preschool and Primary School Pre-Service Teachers. In: Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 16, 7, em1855.
- Scott, B. & Vare, P. (2018) (Hrsg.): The world we'll leave behind: grasping the sustainability challenge. Routledge.
- Zabel J. & Gropengiesser, H. (2011): Learning progress in evolution theory: climbing a ladder or roaming a landscape? In: Journal of Biological Education, 45, 3, 143-149.
- Zabel, J., & Gropengießler, H. (2010): Darwins konzeptuelle Landkarte: Lernfortschritt im Evolutionsunterricht. In: U. Harms & I. Mackensen-Friedrichs (Hrsg.), Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik (Band 4), „Heterogenität erfassen – individuell fördern im Biologieunterricht“, Innsbruck, 209-224.
- Zrzavý, J., Burda, H., Storch, D., Begall, S. & Mihulka, S. (2013) (Hrsg.): Evolution: Ein Lese-Lehrbuch. Berlin.