



Co-funded by
the European Union

Die Evolution des Menschen: Von den frühen Hominiden bis zum modernen Menschen



BIO4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



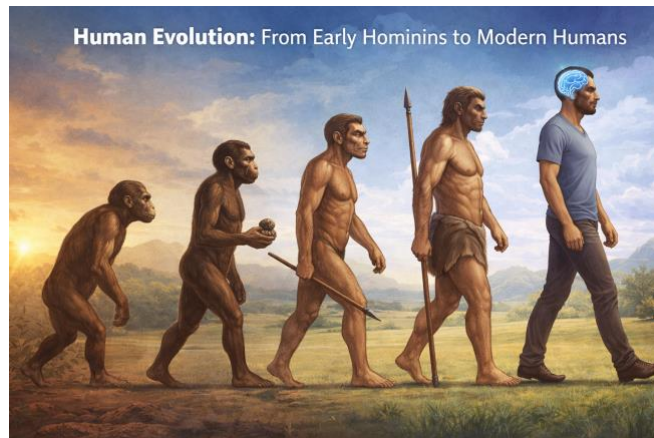


INHALTSVERZEICHNIS

INHALT

Einleitung	3
Entdecken	3
1.1 Was ist die menschliche Evolution?	3
1.2 Frühe Hominiden: Die ersten Schritte	3
1.3 Die Gattung Homo: Werkzeuge, Feuer und Migration	4
1.4 Neandertaler und moderne Menschen	4
1.5 Fossilien als Beweis für die Evolution	4
1.6 Warum die menschliche Evolution schwer vorstellbar ist	5
Ausführen	5
2.1 Von der Theorie zur Praxis: Von der Natur lernen	5
2.2 Wie Augmented Reality das Lernziel unterstützt	6
2.3 Praktische AR-Übung: Die Evolution durch Bio-Inspiration erkunden	6
2.4 Weltweit eingesetzte bioinspirierte Lernaufgaben	7
2.5 Kollaboratives und forschungsbasiertes Lernen	7
Verbessern	8
3.1 Warum Augmented Reality das Lernen über die menschliche Evolution verbessert	8
3.2 Unsichtbare Prozesse sichtbar machen	9
3.3 Verbesserung des kognitiven und forschungsbasierten Lernens	9
3.4 AR als Werkzeug für Vergleiche und kritisches Denken	9
3.5 Steigerung des Engagements und der Motivation	9
3.6 Unterstützung von inklusivem und multimodalem Lernen	10
3.7 Praktische Vorschläge für die Integration in den Unterricht	10
Fazit	10







Allgemeines Thema des Lernpfads	Evolutionsbiologie und bioinspirierte Anpassung
Spezifischer Name der Lerneinheit	Die Evolution des Menschen: Von den frühen Hominiden zum modernen Menschen
Alter der Zielgruppe	14–18 Jahre
Voraussetzungen für die Lernenden	Grundkenntnisse in Biologie, einschließlich Konzepten wie Anpassung, Ökosysteme und Evolution. Vertrautheit mit der Nutzung von Smartphones oder Tablets für Bildungszwecke wird empfohlen. Vorkenntnisse im Bereich Augmented Reality sind nicht erforderlich.
Beschreibung der Lerneinheit	Diese Lerneinheit befasst sich mit der menschlichen Evolution als einem von Umweltbedingungen und natürlicher Selektion geprägten, biologisch inspirierten Prozess. Die Schüler untersuchen, wie sich frühe Hominiden an veränderte Umweltbedingungen angepasst haben und wie diese Anpassungen zur Entstehung des modernen Menschen geführt haben. Mithilfe von Augmented Reality interagieren die Lernenden mit 3D-Modellen, evolutionären Zeitachsen und Skelettvergleichen, wodurch abstrakte Evolutionskonzepte in greifbare und spannende Lernerfahrungen umgewandelt werden.
Thema: Beteiligte Parteien	Biologie (Evolutionsbiologie und Ursprünge des Menschen), MINT-basiertes Lernen und Augmented-Reality-gestützte Bildung
Stichworte	Menschliche Evolution, Hominiden, Bio-Inspiration, Anpassung, Fossilien, natürliche Selektion, Augmented Reality, 3D-Modelle, evolutionäre Zeitachse
Wichtige Qualifikationen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die erworben werden können	Verständnis der menschlichen Evolutionsprozesse und wichtiger Evolutionsstadien Fähigkeit zur Analyse anatomischer Anpassungen im Zusammenhang mit Umweltherausforderungen Entwicklung von kritischem Denken und vergleichenden Analysefähigkeiten Verbessertes räumliches und visuelles Denkvermögen durch 3D-Erkundung Erfahrung mit AR-basierter wissenschaftlicher Forschung und forschungsbasiertem Lernen
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	Augmented-Reality-Anwendungen und -Plattformen (z. B. Delightex); 3D-Evolutionsmodelle (einschließlich Modelle der menschlichen Evolution von Sketchfab); visuelle Zeitachsen und Fossilienrekonstruktionen; mobile Geräte oder Tablets mit AR-Fähigkeiten; von Lehrern geleitete Diskussions- und Reflexionsaktivitäten
Bewertungskriterien und Evaluation	Das Lernen der Schüler wird durch die Teilnahme an AR-basierten Aktivitäten, die Bearbeitung interaktiver Erkundungsaufgaben und die





Beteiligung an Diskussionen und Gruppenarbeiten bewertet. Die Bewertung konzentriert sich auf die Fähigkeit der Schüler, evolutionäre Anpassungen zu erkennen, Zusammenhänge zwischen Umwelt und Anatomie zu erklären und bioinspiriertes Denken anzuwenden. AR-basierte Bewertungen unterstützen die formative Bewertung, während reflektierende Aufgaben Einblicke in das konzeptionelle Verständnis geben.





Co-funded by
the European Union

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.





Einführung

Die menschliche Evolution ist ein langer und komplexer Prozess, der sich über Millionen von Jahren erstreckt. Das Verständnis, wie sich frühe Hominiden allmählich zu modernen Menschen entwickelten, hilft zu erklären, wer wir heute sind, wie wir uns an veränderte Umweltbedingungen angepasst haben und warum unser Körper, unser Gehirn und unser Verhalten unter den lebenden Spezies einzigartig sind. Dieser Abschnitt stellt die wichtigsten Phasen der menschlichen Evolution vor und konzentriert sich dabei auf körperliche Anpassungen, Umweltbelastungen und technologische Entwicklungen, die unsere Spezies geprägt haben.

Entdecken Sie – Die menschliche Evolution als bioinspirierter Prozess verstehen

1.1 Was ist die menschliche Evolution?

Die menschliche Evolution bezieht sich auf die allmählichen biologischen und kulturellen Veränderungen, die von den frühen Hominiden-Vorfahren zum Homo sapiens führten. Diese Veränderungen erfolgten nicht plötzlich, sondern durch kleine Anpassungen, die sich über lange Zeiträume hinweg angesammelt haben. Fossile Funde, vergleichende Anatomie und genetische Studien ermöglichen es Wissenschaftlern, diesen Evolutionsweg zu rekonstruieren und die Beziehungen zwischen verschiedenen Hominidenarten zu verstehen.



Die menschliche Evolution ([Bildquelle](#))

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





1.2 Frühe Hominiden: Die ersten Schritte

Die frühesten Hominiden lebten in Afrika und zeigten die ersten deutlichen Anzeichen von **Bipedalismus** – dem aufrechten Gehen auf zwei Beinen. Diese Anpassung machte die Hände frei, um Gegenstände zu tragen und einfache Werkzeuge zu benutzen, und ermöglichte gleichzeitig eine effizientere Fortbewegung in offenem Gelände.

Zu den wichtigsten Merkmalen der frühen Hominiden gehören:

- Aufrechte Körperhaltung und zweibeiniges Gehen
- Im Vergleich zu modernen Menschen kleinere Gehirngröße
- Starke Kiefer und große Zähne, die an eine abwechslungsreiche Ernährung angepasst waren
- Überleben eng verbunden mit den Umweltbedingungen

1.3 Die Gattung *Homo*: Werkzeuge, Feuer und Migration

Mit dem Aufkommen der Gattung *Homo* trat die menschliche Evolution in eine neue Phase ein. Arten wie *Homo habilis* und *Homo erectus* entwickelten fortschrittlichere Steinwerkzeuge, ein größeres Gehirn und bessere kognitive Fähigkeiten. Diese Innovationen ermöglichten es den frühen Menschen, effektiver zu jagen, Feuer zu kontrollieren und über Afrika hinaus in neue und herausfordernde Umgebungen zu migrieren.

Wichtige evolutionäre Entwicklungen sind unter anderem:

- Zunahme des Gehirnvolumens und der Problemlösungsfähigkeiten
- Systematische Werkzeugherstellung
- Nutzung von Feuer zum Wärmen, zum Schutz und zum Kochen
- Ausbreitung nach Europa und Asien

1.4 Neandertaler und moderne Menschen

Neandertaler (*Homo neanderthalensis*) und frühe moderne Menschen (*Homo sapiens*) hatten viele Gemeinsamkeiten, aber auch wichtige Unterschiede. Neandertaler waren mit ihren robusten Körpern und kräftigen Muskeln gut an kalte Klimazonen angepasst, während moderne Menschen leichtere Skelette, komplexere soziale Strukturen, symbolisches Denken und fortgeschrittene Kommunikationsfähigkeiten entwickelten.

Vergleichende Studien zeigen:

- Unterschiede in der Schädelform und der Organisation des Gehirns
- Unterschiedliche Werkzeugkulturen und Überlebensstrategien
- Hinweise auf Interaktion und Kreuzung zwischen den Arten





1.5 Fossilien als Beweis für die Evolution

Fossilien sind eine der wichtigsten Informationsquellen über die menschliche Evolution. Durch den Vergleich versteinelter Knochen – insbesondere Schädel und Gliedmaßen – können Wissenschaftler evolutionäre Trends wie Veränderungen der Körperhaltung, der Gehirngröße und der Gesichtsstruktur identifizieren. Fossile Funde ermöglichen es Forschern der Evolutionsbiologie, Arten auf einer Zeitachse einzuordnen und zu verstehen, wie sich anatomische Merkmale Schritt für Schritt entwickelt haben.

1.6 Warum die menschliche Evolution schwer vorstellbar ist

Die menschliche Evolution ist oft schwer zu verstehen, weil sie Folgendes beinhaltet:

- Extrem lange Zeiträume
- Arten, die nicht mehr existieren
- Allmähliche Veränderungen, die schwer vorstellbar sind

Aus diesem Grund sind **visuelle Hilfsmittel wie Zeitachsen, 3D-Modelle und Skelettvergleiche** unerlässlich, um ein klares und aussagekräftiges Verständnis der Evolutionsprozesse zu entwickeln.

Im nächsten Abschnitt werden die Lernenden die menschliche Evolution anhand interaktiver 3D-Modelle und einer visuellen Zeitleiste erkunden. Mithilfe von Augmented Reality können die Schüler die Skelettstrukturen verschiedener Hominidenarten beobachten, vergleichen und analysieren, wodurch die Evolutionstheorie zu einer praktischen Untersuchungserfahrung wird.

Ausführen – Anwendung bioinspirierten Denkens durch AR-basierte Erkundung

2.1 Von der Theorie zur Praxis: Von der Natur lernen





Die Ursprünge des Menschen: 3D-Modelle ([Quelle](#))

Die menschliche Evolution ist ein eindrucksvolles Beispiel für **Bio-Inspiration in Aktion**. Über Millionen von Jahren hinweg formte die natürliche Selektion den menschlichen Körper, das Gehirn und das Verhalten als Reaktion auf ökologische Herausforderungen. In diesem Abschnitt gehen die Schüler vom theoretischen Verständnis zur **praktischen Erforschung** über und analysieren, wie die Natur Lösungen für das Überleben und die Anpassung „entworfen“ hat.

Anstatt die Evolution als eine Abfolge von Namen und Daten zu lernen, untersuchen die Lernenden, **wie natürliche Einschränkungen (Klima, Nahrungsangebot, Bewegung)** die physischen Strukturen und Verhaltensweisen beeinflusst haben – eine Denkweise, die widerspiegelt, wie bioinspirierte Lösungen in der modernen Technik, Architektur und im Design angewendet werden.

2.2 Wie Augmented Reality das Lernziel unterstützt

Das Hauptziel dieser Einheit ist es, den Schülern **zu vermitteln, dass Evolution ein dynamischer, adaptiver Prozess ist** und keine statische historische Auflistung. Augmented Reality (AR) unterstützt dieses Ziel, indem sie abstrakte evolutionäre Veränderungen in **beobachtbare, vergleichbare und interaktive Elemente** umwandelt.

Mithilfe einer AR-Anwendung können die Schüler:

- eine **3D-Evolutionstafel** von den frühen Hominiden bis *zum Homo sapiens* erkunden
- **3D-Modelle von Skeletten und Schädeln** beobachten und manipulieren
- anatomische Anpassungen verschiedener Arten in Echtzeit vergleichen
- Umweltbelastungen mit biologischen Veränderungen in Verbindung bringen

Vorgeschlagene AR-Funktionen umfassen:





- Interaktive 3D-Modelle (Schädel, Skelette, Körperproportionen)
- Zeitleistenbasierte Navigation (Scrollen durch Evolutionsstadien)
- Hotspots, die wichtige Anpassungen aufzeigen (Gehirngröße, Kieferform, Körperhaltung)
- Modus zum direkten Vergleich verschiedener Hominidenarten

Diese Funktionen ermöglichen es den Schülern, sich aktiv Wissen anzueignen, anstatt Informationen passiv aufzunehmen.

2.3 Praktische AR-Übung: Erforschung der Evolution durch Bio-Inspiration

Beispiel für eine Aktivität: „Evolution als Designprozess“

Die Schüler verwenden eine AR-Szene mit einem **3D-Modell der menschlichen Evolution** (z. B. das bereitgestellte Sketchfab-Modell), das auf einem Tisch oder dem Boden im Klassenzimmer platziert wird. Das Modell zeigt mehrere Hominidenarten, die entlang einer Zeitachse angeordnet sind.

Die Schüler werden gebeten

1. zwei verschiedene Hominidenarten auszuwählen und deren Skelettstrukturen zu vergleichen
2. mindestens drei anatomische Unterschiede zu identifizieren (z. B. Schädelform, Länge der Gliedmaßen, Körperhaltung)
3. Jeden Unterschied mit einer Herausforderung in Bezug auf die Umwelt oder das Überleben in Verbindung zu bringen
4. zu diskutieren, wie diese natürlichen Anpassungen den späteren Erfolg des Menschen beeinflusst haben

Diese Übung unterstreicht die Idee, dass **die Natur „Entwürfe“ kontinuierlich testet und verbessert**, ein Kernprinzip der bioinspirierten Problemlösung.

2.4 Weltweit eingesetzte bioinspirierte Lernaufgaben

Ähnliche AR-basierte Ansätze werden bereits weltweit in der naturwissenschaftlichen Bildung eingesetzt, insbesondere in:

- **Virtuellen Anthropologielabors**, in denen Schüler Fossilienrepliken ohne physische Exemplare untersuchen (weitere Informationen: <https://hominin.anthropology.wisc.edu/virtual-labs.html>)
- **AR-Ausstellungen in Museen**, in denen Besucher ausgestorbene und moderne Arten vergleichen können (Weitere Informationen: <https://www.museumoftheearth.org/human-origins/3d-models>)





- **Biologie- und Anatomiekursen**, in denen 3D-Modelle zum Verständnis von Struktur-Funktions-Beziehungen eingesetzt werden

In diesen Kontexten hat sich AR als effektiv erwiesen für:

- Visualisierung großer Zeitskalen
- Verständnis allmählicher struktureller Veränderungen
- Unterstützung des forschungsbasierten und vergleichenden Lernens

Diese Einheit passt diese bewährten Praktiken an eine schulfreundliche, klassenraumgestützte AR-Erfahrung an.

2.5 Kollaboratives und forschungsbasiertes Lernen

Die Schüler können arbeiten:

- Einzel (geführte Erkundung) oder
- in kleinen Gruppen (Vergleichs- und Diskussionsaufgaben)

Gruppenaktivitäten können Folgendes umfassen:

- Debatten darüber, welche Anpassung für das Überleben der Menschheit am wichtigsten war
- Vorhersagen, wie sich der Mensch unter zukünftigen Umweltbelastungen entwickeln könnte
- Reflexion darüber, wie die natürliche Evolution moderne technologische Lösungen inspiriert

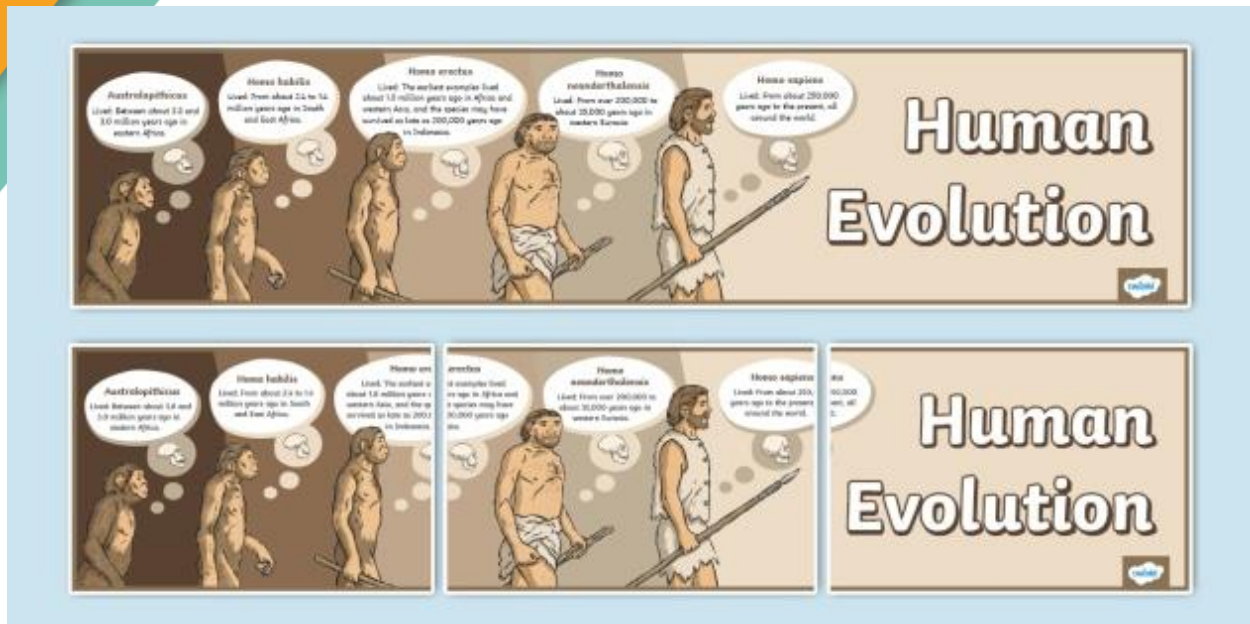
Diese Aufgaben fördern **kritisches Denken, Zusammenarbeit und Systemdenken** – allesamt Kernkompetenzen von Bios4You.

Durch den Abschluss der Ausführungsphase sammeln die Schüler praktische Erfahrungen mit evolutionären Beweisen und bioinspiriertem Denken. Im nächsten Abschnitt, „**Vertiefen**“, wird Augmented Reality als pädagogisches Instrument untersucht: wie es das Verständnis vertieft, das Engagement erhöht und das langfristige Lernen komplexer biologischer Prozesse unterstützt.





Verbessern – Vertiefung des Verständnisses der Evolution mit Augmented Reality



Zeitleiste der menschlichen Evolution Quelle: <https://www.twinkl.de/resource/t2-s-757-new-human-evolution-timeline>

3.1 Warum Augmented Reality das Lernen über die menschliche Evolution verbessert

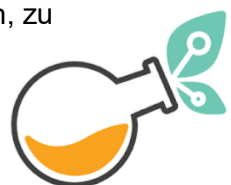
Die menschliche Evolution umfasst komplexe Konzepte, die allein durch Texte oder statische Bilder nur schwer vollständig zu verstehen sind. Veränderungen in der Anatomie, Körperhaltung und Gehirnstruktur vollziehen sich allmählich über einen langen Zeitraum hinweg, wodurch sie abstrakt und für Lernende schwer vorstellbar sind. Augmented Reality (AR) verbessert den Lernprozess, indem sie diese abstrakten Prozesse in **konkrete, beobachtbare Erfahrungen** umwandelt.

Durch die Überlagerung interaktiver 3D-Modelle in der realen Lernumgebung ermöglicht AR den Schülern, evolutionäre Veränderungen räumlich und dynamisch zu erkunden, was ein tieferes Verständnis und eine langfristige Speicherung der Informationen fördert.

3.2 Unsichtbare Prozesse sichtbar machen

AR ermöglicht Lernenden Folgendes:

- **anatomische Veränderungen**, die sich über Millionen von Jahren vollzogen haben, zu visualisieren





- Unterschiede in der Schädelform, Körperhaltung und Körperproportionen in realem Maßstab zu beobachten
- Navigieren Sie auf nichtlineare und explorative Weise durch evolutionäre Zeitachsen

Diese Fähigkeiten helfen den Schülern, über das Auswendiglernen hinaus zu **einem konzeptionellen Verständnis** zu gelangen, bei dem sie sehen können, wie sich Struktur und Funktion gemeinsam entwickeln.

3.3 Verbesserung des kognitiven und forschungsbasierten Lernens

Augmented Reality unterstützt forschungsbasiertes Lernen, indem es Schüler dazu ermutigt

- Fragen zu stellen, während sie Modelle erkunden
- Hypothesen über Anpassung und Überleben aufzustellen
- Ideen durch Vergleich und Beobachtung zu testen

Anstatt Informationen passiv aufzunehmen, werden die Schüler zu **aktiven Forschern**, die AR-Tools nutzen, um Beweise zu analysieren, ähnlich wie Wissenschaftler in der realen Evolutionsforschung.

3.4 AR als Werkzeug für Vergleiche und kritisches Denken

Eine der größten Stärken von AR in dieser Einheit ist die Möglichkeit, **direkte Vergleiche** anzustellen. Die Schüler können verschiedene Hominidenarten direkt miteinander vergleichen und dabei Folgendes hervorheben:

- Evolutionäre Trends in Bezug auf Gehirngröße und Gesichtsstruktur
- Die Beziehung zwischen Anatomie und Umwelt
- Verschiedene evolutionäre Lösungen für ähnliche Überlebensherausforderungen

Dieser vergleichende Ansatz stärkt das kritische Denken und das Systemdenken, beides wesentliche Fähigkeiten in der MINT-Bildung.

3.5 Steigerung des Engagements und der Motivation

AR sorgt für eine starke Motivationskomponente, indem es das Lernen interaktiv und immersiv gestaltet. Funktionen wie:

- 3D-Manipulation (Drehen, Zoomen, Skalieren)
- Interaktive Hotspots mit erklärenden Inhalten
- Gamifizierte Elemente wie Entdeckungsaufgaben





tragen dazu bei, die Aufmerksamkeit und Neugier der Schüler aufrechtzuerhalten, insbesondere bei komplexen wissenschaftlichen Themen wie der Evolution.

3.6 Unterstützung von inklusivem und multimodalem Lernen

AR unterstützt verschiedene Lernstile durch die Kombination von:

- Visuelles Lernen (3D-Modelle, Zeitachsen)
- Kinästhetische Interaktion (Manipulation von Objekten)
- Verbale und konzeptionelle Erklärungen

Dieser multimodale Ansatz macht die Evolutionsbiologie für ein breiteres Spektrum von Lernenden zugänglicher und unterstützt eine inklusive Bildung.

3.7 Praktische Vorschläge für die Integration in den Unterricht

Um die Lernergebnisse zu verbessern, können AR-Tools wie folgt in den Unterricht integriert werden:

- Verwendung von tischbasierter AR-Erkundung für kleine Gruppen
- den Schülern die Möglichkeit geben, Modelle vor der geleiteten Diskussion frei zu erkunden
- Kombination der AR-Erkundung mit reflektierenden Fragen oder kurzen Debatten
- Verbindung von AR-Beobachtungen mit realen, von der Biologie inspirierten Lösungen

Diese Strategien stellen sicher, dass AR als **Lernbeschleuniger** und nicht nur als visuelles Zusatzelement eingesetzt wird.

Durch Augmented Reality wird die menschliche Evolution zu einer greifbaren und sinnvollen Lernerfahrung. Durch die Verbesserung der Visualisierung, Interaktion und Untersuchung vertieft AR das Verständnis der Schüler für evolutionäre Prozesse und stärkt ihre Fähigkeit, biologische Anpassung mit realem, von der Biologie inspiriertem Denken zu verbinden.

Fazit

In der Erkundungsphase erlangten die Schüler ein grundlegendes Verständnis der menschlichen Evolution, indem sie wichtige Evolutionsstadien, fossile Funde und von Umweltbedingungen geprägte, von der Natur inspirierte Anpassungen untersuchten. In der Ausführungsphase wandten die Lernenden dieses Wissen in interaktiven Aktivitäten und AR-gestützten Erkundungen an, indem sie verschiedene Hominidenarten verglichen und analysierten, wie die natürliche Selektion anatomische und verhaltensbezogene Veränderungen beeinflusste. Schließlich vertiefte Augmented Reality in der Vertiefungsphase das Verständnis, indem sie langfristige Evolutionsprozesse sichtbar und interaktiv machte. Zusammen verwandelten diese Phasen abstrakte Evolutionskonzepte in sinnvolle Lernerfahrungen und hoben die Relevanz der





Co-funded by
the European Union

Bio-Inspiration für das Verständnis sowohl der menschlichen Entwicklung als auch der Herausforderungen der realen Welt hervor.

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.





Phase	Beschreibung
Erkunden	- Forschung und Entdeckung: Die Schüler erkunden das Konzept der menschlichen Evolution anhand wissenschaftlicher Quellen, visueller Materialien und geleiteter Diskussionen. Sie untersuchen, wie sich frühe Hominiden an ihre Umgebung angepasst haben und wie die natürliche Selektion anatomische und verhaltensbezogene Veränderungen über Millionen von Jahren beeinflusst hat. Fossilien, Zeitachsen und vergleichende Anatomie werden als wichtige Forschungsinstrumente von Wissenschaftlern vorgestellt.
	- Inhaltsentwicklung: Die Bildungsinhalte werden rund um die wichtigsten Phasen der menschlichen Evolution entwickelt, wobei der Schwerpunkt auf bioinspirierten Anpassungsprozessen wie Zweibeinigkeit, Gehirnentwicklung, Werkzeuggebrauch und Migration liegt. Der Inhalt betont die Evolution als einen allmählichen, dynamischen Prozess, der durch Umweltbelastungen geprägt ist, und nicht als linearen Fortschritt.
	- Bedarfsanalyse: In dieser Phase werden die Schwierigkeiten der Schüler beim Verständnis langer Zeiträume, abstrakter Evolutionsprozesse und ausgestorbener Arten behandelt. Es wird der Bedarf an visuellen und interaktiven Lernwerkzeugen ermittelt, um das Verständnis, den Vergleich und das kritische Denken zu unterstützen, insbesondere für Lernende, die mit textbasierten Erklärungen Schwierigkeiten haben.
Durchführung	- Umsetzung des Lehrplans: Die Einheit wird durch forschungs- und diskussionsbasierte Unterrichtsaktivitäten umgesetzt. Die Schüler folgen einem strukturierten Lernpfad, der auf den Lehrplänen für Biologie und MINT basiert, wobei die menschliche Evolution als reales Beispiel für Bio-Inspiration und natürliche Problemlösung dient.
	- Interaktive Übungen: Die Schüler nehmen an praktischen Aktivitäten teil, bei denen sie 3D-Modelle und AR-gestützte Visualisierungen verwenden. Sie vergleichen Hominidenarten, analysieren Unterschiede im Skelettbau und verbinden anatomische Anpassungen mit ökologischen Herausforderungen. Zu den Aktivitäten gehören Gruppendiskussionen, Beobachtungsaufgaben und die angeleitete Erforschung evolutionärer Zeitachsen.
	- Feedback-Erfassung: Feedback wird durch Klassendiskussionen, kurze Reflexionsaufgaben und Lehrerbeobachtungen erfasst. Die Schüler tauschen sich darüber aus, was ihnen geholfen hat, die Evolution besser zu verstehen, und wie visuelle und interaktive Tools ihren Lernprozess unterstützt haben.
Verbessern	- AR-Integration: Augmented Reality wird integriert, um die menschliche Evolution durch interaktive 3D-Modelle und Zeitachsen zu visualisieren. AR ermöglicht es den Schülern, Fossilien, Schädel und Körperstrukturen in realem Maßstab zu erkunden, wodurch abstrakte evolutionäre Veränderungen im Unterricht sichtbar und greifbar werden.
	- Interaktives Lernen: Die Schüler interagieren direkt mit AR-Inhalten, indem sie Modelle von Hominiden drehen, zoomen und vergleichen. Dieser interaktive Ansatz fördert forschendes Lernen, regt zur Erkundung an und unterstützt ein tieferes Verständnis der Struktur-Funktions-Beziehungen in der Evolution.





Gamifizierte Inhalte:

– **Punkte** und **Abzeichen:**
Die Schüler sammeln Punkte, indem sie AR-Erkundungsaufgaben erfüllen, evolutionäre Anpassungen richtig identifizieren und genaue Vergleiche zwischen Arten anstellen. Abzeichen werden für Leistungen wie „Evolution Explorer“ oder „Adaptation Expert“ vergeben.

– **Ranglisten:**
Eine Rangliste für den Unterricht kann verwendet werden, um einen freundschaftlichen Wettbewerb zu fördern und Schüler oder Teams hervorzuheben, die Herausforderungen erfolgreich meistern oder während AR-Aktivitäten ein ausgeprägtes analytisches Denkvermögen unter Beweis stellen.

– **Quests** und **Levels:**
Die Lernaktivitäten sind als evolutionäre „Quests“ strukturiert, bei denen die Schüler verschiedene Stufen durchlaufen, die unterschiedliche Evolutionsstadien darstellen (frühe Hominiden, Gattung *Homo*, moderne Menschen). Jede Stufe bringt zunehmende Komplexität und neue Herausforderungen mit sich.

– **Belohnungen** für **Erkundungen:**
Versteckte AR-Hotspots oder Bonusinhalte belohnen Schüler, die Modelle genauer erkunden. Diese Belohnungen bieten zusätzliche Informationen oder Extrapunkte und fördern so die Neugier und ein tieferes Engagement.

– **Kollaborative** **gamifizierte** **Aufgaben:**
Die Schüler arbeiten in kleinen Teams, um Herausforderungen zu lösen, wie z. B. die Identifizierung der wichtigsten Anpassung für das Überleben oder die Rekonstruktion einer Evolutionssequenz mithilfe von AR-Modellen. Die Zusammenarbeit fördert die Kommunikation und die gemeinsame Problemlösung.

AR-basierte Bewertungen: Die Schüler werden anhand von AR-basierten Aufgaben bewertet, bei denen sie ihr Verständnis durch die Interaktion mit 3D-Modellen unter Beweis stellen müssen. Zu den Bewertungsaktivitäten gehören das Identifizieren von Hominidenarten, das Erklären beobachteter anatomischer Unterschiede und das Verknüpfen von Anpassungen mit Umweltbelastungen. Diese Bewertungen beurteilen sowohl das konzeptionelle Verständnis als auch die analytischen Fähigkeiten auf eine ansprechendere und authentischere Weise als herkömmliche Tests.





Co-funded by
the European Union

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.





Referenzen

- Smithsonian National Museum of Natural History. *Menschliche Evolution*. Smithsonian Institution.
<https://humanorigins.si.edu>
- Museum für Paläontologie der University of California. *Die Evolution verstehen*. UC Berkeley. <https://evolution.berkeley.edu>
- Musée des Confluences & MUVHN. *Sammlung von 3D-Modellen zur menschlichen Evolution*. Sketchfab. <https://sketchfab.com/MUVHN/collections>
- Wisconsin National Primate Research Center. (o. J.). *Virtuelles Hominidenlabor*. University of Wisconsin–Madison.
<https://hominin.anthropology.wisc.edu/virtual-labs.html>
- Museum of the Earth. *3D-Modelle zur Entstehung des Menschen*. <https://www.museumoftheearth.org/human-origins/3d-models>
- Khan Academy. *Menschliche Evolution und natürliche Selektion*. <https://www.khanacademy.org/science/biology/her>
- Twinkl. *Zeitleiste der menschlichen Evolution*. <https://www.twinkl.de/resource/t2-s-757-new-human-evolution-timeline>
- Delightex. *Augmented Reality für die Bildung*. <https://edu.delightex.com>
- CrashCourse. *Einführung in Kladogramme und phylogenetische Bäume* [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=clQobFHFwcM>
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. & Orr, R. B. (2021). *Campbell Biology* (12. Auflage). Pearson Education.
- Universität Wisconsin–Madison, Lehrmaterialien zur Evolution der Hominiden. (o. J.). *Virtuelle Labore: Menschliche Evolution und Fossilien der Hominiden*. <https://hominin.anthropology.wisc.edu/virtual-labs.html>
- Benyus, J. M. (2002). *Biomimikry: Von der Natur inspirierte Innovation*. HarperCollins.
- National Research Council. (2000). *Wie Menschen lernen: Gehirn, Geist, Erfahrung und Schule*. National Academies Press.
- OECD. (2017). *Das OECD-Handbuch für innovative Lernumgebungen*. OECD Publishing.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. & Liang, J.-C. (2013). Aktueller Stand, Chancen und Herausforderungen von Augmented Reality im Bildungswesen. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Wang, Y., & Li, G. (2020). Anwendungen von Augmented Reality im naturwissenschaftlichen Unterricht: Eine systematische Übersicht. *Educational Technology & Society*, 23(3), 108–122.





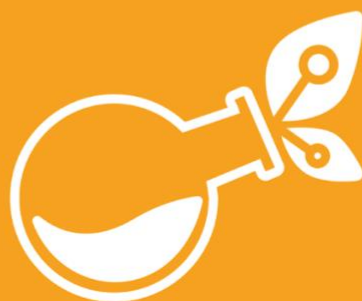
AI-basierte Tools (ChatGPT, Perplexity AI und NotebookLM) wurden verwendet, um die Erstellung von Inhalten, die Zusammenfassung von Forschungsergebnissen und die Organisation von Quellenmaterialien während der Entwicklung dieser Lerneinheit zu unterstützen:

- OpenAI. *ChatGPT* (großes Sprachmodell). <https://chat.openai.com>
- *Perplexity AI* [KI-gestützter Such- und Forschungsassistent]. <https://www.perplexity.ai>
- Google *NotebookLM* [KI-gestütztes Recherche- und Notiztool]. <https://notebooklm.google.com>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU

AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

*Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.