



Co-funded by
the European Union

Wie Biomimikry inspiriert neue Innovationen



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."





Inhalt

Einführung	3
1- Erkunden:	6
2- Umsetzen:	7
3- Verbessern:	8
Fazit:	9





Allgemeines Thema des Lernpfads	Verstehen, wie natürliche Strategien menschliche Technologien inspirieren.
Spezifischer Name der Lerneinheit	Wie Biomimikry neue Innovationen inspiriert
Alter der Zielgruppe	14–18 Jahre
Voraussetzungen für die Lernenden	• Grundlegendes Verständnis der Biologie (Pflanzen, Tiere, Ökosysteme). • Interesse an Wissenschaft, Technologie und Nachhaltigkeit. • Neugierde, Zusammenhänge zwischen Natur und menschlichem Design zu erforschen. • Offenheit für Teamarbeit, Kreativität und Problemlösung.
Beschreibung der Lerneinheit	Diese Lerneinheit führt die Schüler in die Biomimikry ein, die Praxis, natürliche Strukturen, Prozesse und Systeme zu untersuchen, um menschliche Innovationen anzuregen. Anhand von Fallstudien wie dem Lotusblatt (selbstreinigende Oberflächen), der Haifischhaut (antibakterielle Texturen) und Termitenhügeln (nachhaltige Architektur) sehen die Schüler, wie die Evolution bereits viele Designprobleme gelöst hat.
Thema: Beteiligte Parteien	Biologie, Umweltwissenschaften, MINT, Design & Technologie, Ethik. Beteiligte: Schüler, Lehrer (Moderatoren), optionale Gastredner wie Biologen, Architekten, die mit Biomimikry arbeiten.
Stichworte	Biomimikry, Nachhaltigkeit, Innovation, von der Natur inspiriertes Design, Lotuseffekt, Haifischhaut, Termitenarchitektur, Bio-Inspiration, AR-Lernen





Wichtige Qualifikationen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die erworben werden können	Wissen: Prinzipien der Biomimikry (Form, Prozess, System). Fallstudien zu von der Natur inspirierten Innovationen (Klettverschluss, Shinkansen-Zug, von Termiten n inspirierte Gebäude). Verbindungen zwischen Biologie, Technik und Nachhaltigkeit. Fähigkeiten: Analyse natürlicher Strategien und deren Umsetzung in Designideen. Verwendung von AR-Tools zur Visualisierung mikroskopischer und systemischer natürlicher Prozesse. Teamarbeit, Kreativität und Problemlösung bei Designherausforderungen. Reflexion über ethische und ökologische Auswirkungen der Biomimikry. Kompetenzen: Anwendung biologischer Prinzipien auf reale Probleme. Bewertung der Nachhaltigkeit und Effizienz von Technologien. Entwicklung verantwortungsbewusster, innovativer Ansätze für Umweltprobleme.
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	Videos & Medien: Biomimikry in Aktion Janine Benyus TED Talk Was ist Biomimikry? Biomimicry Institute. Websites: Asknature.org – Datenbank mit Fallstudien zur Biomimikry. Ressourcen des Biomimicry Institute.
Bewertungskriterien und Bewertung	Die Bewertung erfolgt formativ (laufendes Feedback während der Aktivitäten) und summativ (abschließende Gruppenpräsentationen, AR-basierte Bewertungen und Reflexionen).



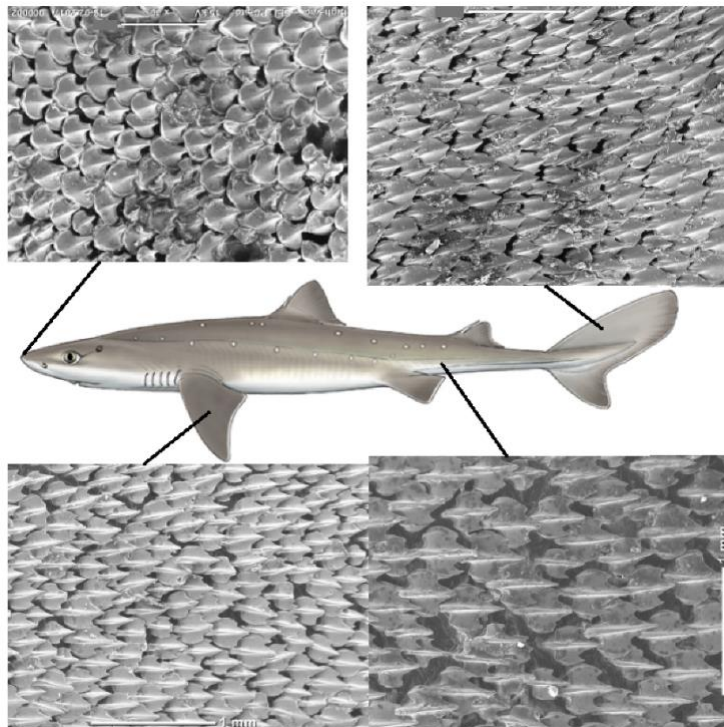


Einführung

Überall, wo wir hinschauen, bietet die Natur intelligente Lösungen für Probleme, mit denen auch Menschen konfrontiert sind. Vögel, Insekten, Pflanzen und sogar Mikroorganismen haben Milliarden von Jahren gebraucht, um sich zu entwickeln und Wege zu finden, um zu überleben, sich anzupassen und zu gedeihen. Heute untersuchen Wissenschaftler und Ingenieure diese Lösungen im Detail in einem Bereich, der als Biomimikry bezeichnet wird, was wörtlich „das Leben imitieren“ bedeutet. Bei der Biomimikry geht es nicht darum, die Entwürfe der Natur blind zu kopieren, sondern aus ihren Prinzipien zu lernen, um nachhaltige, effiziente und innovative Technologien für unsere Welt zu schaffen.

Diese Lerneinheit führt die Schüler durch die faszinierende Welt der Biomimikry. Mithilfe der Drei-E-Methodik – Explore, Execute, Enhance (Erkunden, Ausführen, Verbessern) – entdecken die Lernenden zunächst die Wissenschaft hinter den von der Natur inspirierten Designs, nehmen dann an praktischen und AR-gestützten Aktivitäten teil und reflektieren schließlich, wie Biomimikry reale Probleme lösen könnte.





Was steckt hinter der Struktur der Biomimikry in der Natur?

Die Entwürfe der Natur sind niemals zufällig. Sie sind das Ergebnis von Millionen von Jahren des Ausprobierens im Laufe der Evolution, in denen nur die effizientesten und widerstandsfähigsten Lösungen überleben. Jedes Blatt, jede Feder, jede Muschel oder jedes Ökosystem, das wir antreffen, trägt einen Entwurf in sich, der über unzählige Generationen hinweg getestet und verfeinert wurde. Biomimikry ist die Wissenschaft und Kunst, diese natürlichen Entwürfe zu beachten, von ihnen zu lernen und ihre Erkenntnisse auf menschliche Herausforderungen anzuwenden.

Wenn Wissenschaftler und Ingenieure sich mit Biomimikry beschäftigen, betrachten sie die Natur oft auf drei miteinander verbundenen Ebenen. Die erste Ebene ist die Form oder physische Struktur eines Organismus. Ein einfaches, aber aussagekräftiges Beispiel ist das Lotusblatt: Seine Oberfläche ist mit mikroskopisch kleinen Wachsperten bedeckt und weist Wasser und Schmutz ab – ein Phänomen, das zur Entwicklung selbstreinigender Farben und Gläser inspiriert hat.

Die zweite Ebene ist der Prozess, wie etwas in der Natur funktioniert oder wirkt. Der Eisvogel beispielsweise taucht dank der perfekten Proportionen seines





Schnabels fast ohne Spritzwasser ins Wasser. Durch Nachahmung dieses Designs haben japanische Ingenieure die Nase des Shinkansen-Hochgeschwindigkeitszugs umgestaltet, wodurch er schneller, leiser und energieeffizienter wurde.

Die dritte Ebene ist das System, wie verschiedene Teile der Natur harmonisch zusammenwirken. Ein Wald beispielsweise funktioniert als geschlossenes System, in dem alle Ressourcen recycelt werden und nichts verschwendet wird. In kleinerem Maßstab zeigen Termitenhügel natürliche Belüftungssysteme, die ihr Inneres in der extremen Hitze Afrikas kühl halten. Davon inspiriert haben Architekten in Simbabwe nachhaltige Gebäude entworfen, die die Temperatur ohne Klimaanlage regulieren.

Selbst die scheinbar raue Textur von Haifischhaut verbirgt ein bemerkenswertes Geheimnis: winzige gerippte Schuppen, sogenannte Hautzähnchen. Diese Schuppen reduzieren den Wasserwiderstand und verhindern das Anhaften von Mikroorganismen. Diese Entdeckung hat zu schnelleren Badeanzügen und antibakteriellen Oberflächen in Krankenhäusern geführt, wo die Verringerung des Infektionsrisikos von entscheidender Bedeutung ist.

Zusammen zeigen diese Beispiele eine wichtige Wahrheit: Die Natur ist nicht nur eine Quelle der Schönheit, sondern auch brillanter technischer Lösungen. Indem wir ihre Designs auf der Ebene der Form, des Prozesses oder des Systems untersuchen, können wir Technologien entwickeln, die nicht nur innovativ, sondern auch nachhaltig sind und uns helfen, eine Zukunft aufzubauen, die im Einklang mit dem Planeten steht und nicht gegen ihn arbeitet.





Abbildung 1 – Ein Termitenhügel neben dem Eastgate-Gebäude.

1- Entdecken:

In dieser Phase werden die Schüler mit der Idee vertraut gemacht, dass die Natur bereits viele der Herausforderungen gelöst hat, denen sich die Menschen gegenübersehen. Seit Milliarden von Jahren haben Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen durch Evolution Überlebensstrategien entwickelt, getestet und verfeinert. Jede Feder, jedes Blatt und jede Schale ist das Ergebnis unzähliger „Experimente“ in Sachen Effizienz und Anpassung.

Dies ist der Kern der Biomimikry, ein Konzept, das Janine Benyus treffend als „von der Natur inspirierte Innovation“ beschrieben hat. Die Schüler untersuchen, wie Biomimikry auf drei Ebenen stattfinden kann: Form (physische Gestalt, wie z. B. die Auswüchse auf einem Lotusblatt, die Wasser abweisen), Prozess (funktionale Strategien, wie z. B. das spritzfreie Tauchen des Eisvogels) und System (Design auf Ökosystemebene, wie z. B. Wälder, die alles recyceln, ohne Abfall zu produzieren).

Um diese Konzepte zum Leben zu erwecken, werden den Schülern berühmte Fallstudien vorgestellt. Sie sehen, wie Dornen im Fell eines Hundes zur Erfindung des Klettverschlusses inspirierten, wie Termitenhügel zum Entwurf nachhaltiger Gebäude in Simbabwe führten und wie die Haftfähigkeit der Füße von Geckos neue Türen in der Robotik und Materialwissenschaft öffnete.

Der Klassenraum wird zu einem Ort der Neugier: Die Schüler können sich einen TED-Vortrag von Janine Benyus ansehen, Bilder eines Lotusblatts neben einer selbstreinigenden Glasscheibe vergleichen oder ein Diagramm der





Haifischhaut neben dem Neoprenanzug eines Sportlers untersuchen. Die Lehrer leiten sie dazu an, Fragen zu stellen wie: „Wenn die Natur so ein brillanter Designer ist, warum nutzen wir dann nicht immer ihre Lösungen?“ Diese Diskussionen helfen den Schülern zu verstehen, dass die Entwürfe der Natur manchmal unsere Denkweise herausfordern und dass ihre Übernahme Vorstellungskraft, Kreativität und Aufgeschlossenheit erfordert.

Am Ende dieses Abschnitts verstehen die Schüler, dass Biomimikry mehr als nur Nachahmung ist: Sie ist eine Möglichkeit, von der Natur als ultimativer Innovator zu lernen und diese Erkenntnisse auf menschliche Herausforderungen anzuwenden.

2- Ausführen:

Nachdem sie sich eine Wissensbasis aufgebaut haben, sind die Schüler bereit, zur Praxis überzugehen. In dieser Phase beginnen sie, die Entwürfe der Natur auf eine Weise zu sehen und mit ihnen zu interagieren, die in einem traditionellen Klassenzimmer unmöglich wäre. Mithilfe von Augmented Reality (AR) können die Schüler mikroskopische Welten heranzoomen und die komplizierten Auswüchse eines Lotusblatts, die Rillen, die den Luftwiderstand der Haifischhaut verringern, oder die ausgeklügelten Luftstromsysteme im Inneren von Termitenhügeln erkunden.

Die AR-Umgebung wird zu ihrem Labor.

- In einer Aufgabe untersuchen die Schüler virtuell die Mikrostruktur des Lotusblatts und werden aufgefordert, ein Produkt zu entwerfen – beispielsweise eine selbstreinigende Wasserflasche oder einen schmutzabweisenden Stoff –, das von dessen wasserabweisenden Eigenschaften inspiriert ist.
- In einer anderen Mission untersuchen sie die Hautzähnen der Haifischhaut in 3D und haben die Aufgabe, ein Material zu entwickeln, das den Luftwiderstand im Wasser verringert.
- In einer Gruppenaufgabe wählen die Schüler ein Naturwunder wie Spinnenseide oder Geckofüße aus und überlegen, wie dessen Struktur oder Prozess auf menschliche Erfindungen angewendet werden kann.





Diese Übungen stehen in direktem Zusammenhang mit Innovationen aus der realen Welt. Die Schüler lernen, wie Architekturklassen in Simbabwe Termitenhügel untersuchten, um Bürogebäude zu entwerfen, die ohne Klimaanlage kühl bleiben, oder wie Ingenieure in Europa von Insekten inspirierte Drohnen entwickelten, die effizienter fliegen.

3- Vertiefen:

In der Vertiefungsphase geht es im Unterricht nicht mehr nur um das Lernen von Fakten, sondern um kritisches und kreatives Denken über die Zukunft. Die AR-Technologie wird nun zu einem Lern -Tool, mit dem die Schüler komplexe Systeme simulieren und sich vorstellen können, wie Biomimikry Herausforderungen in der Welt lösen könnte.

Beispielsweise könnten sie AR nutzen, um verschiedene Arten von Entwürfen in der architektonischen Konstruktion zu vergleichen. Oder sie könnten sich in einem simulierten Wasserfluss mit Materialien beschäftigen, die von Haifischhaut inspiriert sind, um die Verringerung des Luftwiderstands zu verstehen. Sie könnten sogar ein Waldökosystem modellieren, visualisieren, wie es Energie und Nährstoffe recycelt, ohne Abfall zu produzieren, und sich dann fragen: „Wie können menschliche Städte auf diese Weise funktionieren?“

Um das Lernen attraktiver zu gestalten, wird der Prozess spielerisch gestaltet: Die Schüler sammeln Punkte und Abzeichen für das Absolvieren von AR-Biomimikry-Missionen. Ranglisten fördern Teamarbeit und freundschaftlichen Wettbewerb. Missionen und Levels führen sie von einfachen Aufgaben, wie dem Entwerfen von Klettverschlüssen aus Dornen, zu komplexen Herausforderungen, wie der Neugestaltung ganzer Städte als Kreislaufsysteme, die von Ökosystemen inspiriert sind. In gemeinsamen Missionen könnten Gruppen aufgefordert werden, eine „nachhaltige Stadt der Zukunft“ zu entwerfen, die vollständig auf den Prinzipien der Natur basiert.

In dieser Phase verstehen die Schüler, dass es bei der Biomimikry nicht nur um geniale Erfindungen geht, sondern auch darum, unsere Lebensweise zu überdenken. Tools wie Asknature.org bieten ihnen anschauliche Beispiele und eine Datenbank mit natürlichen Vorbildern.





Durch eine Kombination aus Kreativität, Technologie und Zusammenarbeit beginnen die Schüler, Biomimikry nicht nur als Innovation, sondern als Weg zur Nachhaltigkeit zu sehen.

Fazit:

Am Ende dieser Lernreise erkennen die Schüler, dass die Natur nicht nur die Landschaft um uns herum ist, sondern auch der größte Innovator, den wir haben.

In der Erkundungsphase haben sie entdeckt, wie Milliarden von Jahren der Evolution Strukturen, Prozesse und Systeme zu eleganten Überlebensstrategien verfeinert haben. Sie haben gelernt, dass die Unebenheiten eines Lotusblatts uns lehren können, wie man selbstreinigende Oberflächen herstellt, dass die Rillen der Haifischhaut zu antibakteriellen Materialien inspirieren können und dass der Schnabel eines Eisvogels die Art und Weise, wie wir Hochgeschwindigkeitszüge konstruieren, neu gestalten kann.

In der Ausführungsphase wurde das Wissen durch praktische Übungen lebendig. Mithilfe von Augmented Reality tauchten die Schüler in die verborgene Welt der Blätter, Federn und Hügel ein und interagierten mit den Entwürfen der Natur auf eine Weise, wie es kein Lehrbuch jemals könnte. Sie experimentierten, bauten und reflektierten, indem sie selbst erlebten, wie einfache Ideen aus der Natur in wirkungsvolle Lösungen für den Menschen umgesetzt werden können.

In der Verbesserungsphase schließlich gingen die Schüler über Beispiele hinaus und beschäftigten sich mit Möglichkeiten. Mit Hilfe von AR und spielerischem Lernen stellten sie sich neue Wege vor, wie Biomimikry die größten Herausforderungen unserer Zeit angehen könnte: Reduzierung des Energieverbrauchs, Schaffung nachhaltiger Städte und Entwicklung von Materialien, die im Einklang mit dem Planeten stehen.





Der Einsatz von AR-Technologie machte Unsichtbares sichtbar und verwandelte mikroskopische Strukturen und komplexe Systeme in greifbare, interaktive Lektionen. Gamification förderte Neugier und Zusammenarbeit und verwandelte das Klassenzimmer in einen Raum der Kreativität und gemeinsamen Entdeckung.

Die wichtigste Erkenntnis dieser Einheit ist, dass Biomimikry mehr ist als das Kopieren der Natur – sie ist das Lernen, die Welt als Vorbild, Mentor und Maßstab zu sehen. Indem wir die Weisheit der Natur studieren und respektieren, können wir Innovationen entwickeln, die nicht nur clever, sondern auch nachhaltig sind und sicherstellen, dass unsere Zukunft im Einklang mit den natürlichen Systemen gedeiht, die uns erhalten.

Phase	Beschreibung
Erkunden	- Forschung und Entdeckung: Die Schüler lernen, dass die Natur seit Milliarden von Jahren durch Evolution Probleme löst. Fallstudien wie die selbstreinigende Oberfläche des Lotusblatts, die widerstandsreduzierende Textur der Haifischhaut und die natürlichen Kühlsysteme von Termitenhügeln zeigen, wie Biomimikry im wirklichen Leben funktioniert.
	- Inhaltsentwicklung: Lehrer verwenden Videos, Bilder und einfache Experimente, um Biomimikry auf drei Ebenen zu erklären: <i>Form</i> (Gestalt), <i>Prozess</i> (Funktion) und <i>System</i> (Ökosysteme).
	- Bedarfsanalyse: Da mikroskopisch kleine und komplexe natürliche Designs schwer zu visualisieren sind, benötigen die Schüler AR-Tools und Modelle , um das Unsichtbare sichtbar zu machen und Ideen mit Anwendungen in der realen Welt zu verbinden.
Durchführung	- Umsetzung des Lehrplans: Die Schüler gehen von der Theorie zur Praxis über, indem sie AR-Anwendungen nutzen, um natürliche Strukturen zu erforschen und sie bei Designaufgaben anzuwenden.
	- Interaktive Übungen: 1. Untersuchung des Lotusblatts in 3D, um ein selbstreinigendes Produkt zu entwerfen. 2. Untersuchung der Haifischhaut, um antibakterielle oder widerstandsreduzierende Materialien zu entwerfen. 3. Gruppenprojekte zur Entwicklung von Erfindungen, die von Geckos, Spinnen oder Termiten inspiriert sind.
	- Feedback-Erfassung: AR-Apps liefern sofortiges Feedback, Lehrer bewerten Teamarbeit und Kreativität, und die Schüler reflektieren in digitalen Tagebüchern, wie die Natur ihre Lösungen beeinflusst hat.
Verbessern	- AR-Integration: AR hilft Schülern, komplexe biomimetische Systeme zu simulieren, z. B. den Luftstrom in traditionellen Gebäuden mit dem in von Termiten inspirierten Gebäuden zu vergleichen oder Waldökosysteme zu modellieren, die Ressourcen recyceln.
	Interaktives Lernen: Die Lernenden diskutieren, wie Biomimikry globale Herausforderungen lösen könnte – von nachhaltigen Städten über erneuerbare Energien bis hin zur Abfallreduzierung.





Gamifizierte Inhalte:

- Punkte und Abzeichen belohnen erfolgreiche AR-Herausforderungen.
- Ranglisten motivieren zur Zusammenarbeit und zu freundschaftlichem Wettbewerb.
- Quests und Levels führen die Schüler von einfachen Aufgaben (Klettverschluss aus Kletten) zu fortgeschrittenen, vom Ökosystem inspirierten Designs.
- Belohnungen für Erkundungen würdigen kreatives, unkonventionelles Denken.
- Kollaborative Aufgaben motivieren Gruppen dazu, nachhaltige Städte zu entwerfen, die von der Natur inspiriert sind.

AR-basierte Bewertungen:

Die Schüler präsentieren ihre Entwürfe und Überlegungen mithilfe von AR-Visualisierungen, die hinsichtlich Kreativität, wissenschaftlicher Genauigkeit und der Fähigkeit, Biomimikry mit Lösungen für die reale Welt zu verbinden, bewertet werden.

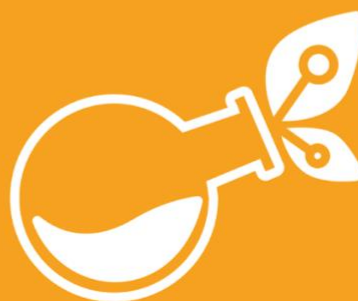
Referenzen

- WeForum (2024). Termitenhügel inspirieren nachhaltige Architektur. <https://www.weforum.org/stories/2024/06/termite-mounds-sustainable-architecture/>
- Asknature.org – Biomimikry-Datenbank für Innovationen. <https://asknature.org/>





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.