



Co-funded by
the European Union

Öko-Materialien der nächsten Generation: Innovationen, die nachhaltige Architektur prägen



BIOS4YOU
AR 2.0

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

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"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

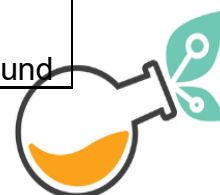
Inhaltsverzeichnis	1
Einleitung:	5
1. Entdecken – Grundlagen der Ökomaterialien der nächsten Generation	5
1.1 Was sind Ökomaterialien der nächsten Generation?	5
1.2 Was sind Beispiele für Ökomaterialien der nächsten Generation?	6
2. Umsetzung – Die Rolle von Augmented Reality bei Ökomaterialien der nächsten Generation	7
2.1 Spezifische Merkmale und Arten von AR-Tools	8
2.2 Reale Studien und praktische Übungen.....	8
3. Verbessern – AR für vertieftes Lernen und Engagement.....	8
3.1 Beispiele für nützliche AR-Apps und -Tools.....	9
3.2 Praktische Vorschläge für die Integration in die Lernerfahrung.....	9
Fazit.....	10
Referenzen.....	112





Bild 1. Ökomaterialien der nächsten Generation: Innovationen, die nachhaltige Architektur prägen

Allgemeines Thema des Lernpfads	Umweltfreundliche Materialien im Bauwesen
Spezifischer Name der Lerneinheit	Ökomaterialien der nächsten Generation: Innovationen, die nachhaltige Architektur prägen
Alter der Zielgruppe	14–18 Jahre
Anforderungen an die Lernenden	1. Grundlegendes Verständnis von umweltwissenschaftlichen Konzepten (z. B. Ökomaterialien). Grundlegende Lese-, Schreib- und Rechenkenntnisse. Grundlegende IKT-Kenntnisse. 2. Zugang zu einem Computer oder Tablet mit Internetverbindung. 3. Bereitschaft, sich mit digitalen Tools (AR-Apps, Delightex) auseinanderzusetzen. 4. Keine Vorkenntnisse in Programmierung oder AR-Entwicklung erforderlich, da CoBlocks für Anfänger geeignet ist.
Beschreibung der Lerneinheit	Diese Einheit führt die Schüler in das Konzept umweltfreundlicher Materialien im Bauwesen ein und konzentriert sich dabei auf innovative Neuerungen, die die nachhaltige Architektur verändern. Sie ist in drei Abschnitte unterteilt: „Entdecken“ stellt grundlegende Konzepte von Ökomaterialien und nachhaltigem Bauen vor. „Umsetzen“ befasst sich mit Bio-Inspiration und zeigt anhand von Beispielen aus der Praxis und praktischen Aktivitäten, wie natürliche Prozesse Lösungen inspirieren und





	wie Augmented Reality (AR) diese Prozesse und Auswirkungen visualisieren kann. „Verbessern“ begründet die pädagogischen Vorteile von AR und bietet Beispiele für nützliche AR-Anwendungen und praktische Integrationsstrategien. Die Einheit gipfelt in einer praktischen Übung, bei der die Schüler eine gamifizierte AR-Erfahrung in Delightex nutzen, um ihr Verständnis und ihr Engagement für das Thema zu stärken.
Thema: Beteiligte Parteien	Umweltwissenschaften, Biologie, Geografie, Digitale Kompetenz/Informatik, Kunst & Design, Sozialkunde, Mathematik, Sprachwissenschaften (Forschung, Kommunikation)
Stichworte	Ökomaterialien, naturbasierte Lösungen, Bioinspiration, Biomimikry, Umweltbildung, Nachhaltigkeit, nachhaltiges Bauen, digitale Kompetenz, Augmented Reality (AR), Gamification.
Wichtige Qualifikationen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die erworben werden können	Qualifikationen (Denkweise/Einstellung): • Umweltbewusstsein. • Proaktives und innovatives Denken in Bezug auf ökologische Herausforderungen. • Wertschätzung der Rolle der Natur für nachhaltige Lösungen. • Motivation zur Teilnahme an Klimaschutzmaßnahmen. Fähigkeiten: • Kritisches Denken: Analyse von Umweltproblemen und Vorschlag von Lösungen. • Problemlösung: Anwendung bioinspirierter Konzepte auf Umweltprobleme. • Kommunikation: Erläuterung komplexer Umweltkonzepte und Präsentation von Ideen. • Digitale Kompetenz: Navigation und Nutzung von AR-Anwendungen. • Wissenschaftliche Untersuchung: Interpretation von Daten und Beobachtung natürlicher Prozesse (virtuell oder real). Wissen:





	• Verständnis verschiedener Arten von Ökomaterialien und ihrer einzigartigen Eigenschaften. • Verstehen der Ursachen und Auswirkungen traditioneller gegenüber biobasierten Materialien (z. B. CO₂-Fußabdruck, graue Energie). • Erkennen von bioinspirierten Lösungen, die aus der Natur abgeleitet sind. • Verständnis des Potenzials und der Anwendungsmöglichkeiten von Augmented Reality in der Umweltbildung.
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	Ressourcen: • Lehrbücher/wissenschaftliche Artikel • Fallstudien • Internetressourcen • Kostenlose AR-Plattformen (Delightex) • AR-kompatible Geräte (Smartphones/Tablets)
Bewertungskriterien und Bewertung	• Teilnahme: Beteiligung an Diskussionen und Aktivitäten während der gesamten Einheit. • Abschluss der Aktivität: Durchführung einer praktischen AR-Übung • Konzeptkarte/Mindmap: Erstellung einer visuellen Darstellung, die Klimawandel, Ökosysteme, Wiederherstellungsmethoden und bioinspirierte Lösungen miteinander verknüpft.





Einführung:

Der Bausektor ist für die Schaffung einer nachhaltigen Zukunft von entscheidender Bedeutung, da sich die Umweltprobleme auf unserem Planeten verschärfen. In dieser Einheit werden die innovativen Materialien und Technologien behandelt, die den Hochbau verändern, wobei der Schwerpunkt auf umweltfreundlichen Ersatzstoffen liegt, die die negativen Auswirkungen auf die Umwelt verringern und gesündere Lebensräume fördern. Wir werden das faszinierende Gebiet der nachhaltigen Architektur erkunden, lernen, wie innovative Lösungen von der Natur inspiriert sind, und untersuchen, wie Augmented Reality (AR) unser Verständnis dieser wichtigen Themen revolutionieren kann. Am Ende dieser Einheit werden Sie ein solides Verständnis von Öko-Materialien haben und wissen, wie diese dazu beitragen können, eine nachhaltigere gebaute Umwelt zu schaffen.

1. Entdecken – Grundlagen der Ökomaterialien der nächsten Generation

Die Bauindustrie trägt erheblich zur globalen Ressourcenverknappung, zum Energieverbrauch und zur Abfallerzeugung bei. Herkömmliche Baumaterialien haben aufgrund ihrer Gewinnung, Herstellung, ihres Transports und ihrer Entsorgung oft einen hohen CO₂-Fußabdruck. Ökomaterialien der nächsten Generation zielen darauf ab, diese Herausforderungen zu bewältigen, indem sie nachhaltige Alternativen bieten, die die Umweltbelastung während ihres gesamten Lebenszyklus minimieren.

1.1 Was sind Ökomaterialien der nächsten Generation?

Ökomaterialien der nächsten Generation, oft auch als nachhaltige, grüne oder umweltfreundliche Materialien bezeichnet, sind Bauprodukte und -technologien, die darauf ausgelegt sind, negative Auswirkungen auf die Umwelt während ihres gesamten Lebenszyklus zu minimieren, von der Gewinnung und Herstellung über die Verwendung bis hin zur Entsorgung und möglichen Wiederverwendung oder dem Recycling. Im Gegensatz zu herkömmlichen Materialien, die ressourcenintensiv, energieaufwendig und abfallerzeugend sein können, legen Ökomaterialien den Schwerpunkt auf Ressourceneffizienz, geringere Umweltverschmutzung und langfristige Nachhaltigkeit. Sie zielen darauf ab, das ökologische Gleichgewicht zu unterstützen und gleichzeitig funktionale und ästhetische Anforderungen an Gebäude zu erfüllen.

Um die Bedeutung von Ökomaterialien vollständig zu verstehen, ist es wichtig, mehrere miteinander verbundene Konzepte zu kennen:





- **Lebenszyklusanalyse (LCA):** Der Prozess der Bewertung der Umweltauswirkungen eines Produkts in jeder Phase seines Lebenszyklus, von der Gewinnung der Rohstoffe über die Materialverarbeitung, Produktion, Lieferung, Nutzung, Wartung und Reparatur bis hin zur Entsorgung oder zum Recycling, wird als Lebenszyklusanalyse oder LCA bezeichnet. Ein geringe Umweltbelastung in jeder dieser Phasen ist ein entscheidendes Merkmal von Ökomaterialien.
- **Graue Energie:** Die Gesamtenergie, die für die Herstellung, den Transport und die Entsorgung eines Materials aufgewendet wird, wird als graue Energie bezeichnet. Die graue Energie von Ökomaterialien der nächsten Generation ist in der Regel viel geringer als die von traditionellen Materialien wie Stahl oder Beton.
- **Kreislaufwirtschaft:** Die Kreislaufwirtschaft geht über das traditionelle lineare Modell „Beziehen-Herstellen-Entsorgen“ hinaus und zielt darauf ab, Ressourcen so lange wie möglich zu nutzen, während ihrer Nutzung den maximalen Wert aus ihnen zu ziehen und sie am Ende ihrer Nutzungsdauer zurückzugewinnen und zu regenerieren. Da sie recycelbar, wiederverwendbar oder biologisch abbaubar sind, tragen Ökomaterialien häufig dazu bei.
- **Ressourceneffizienz:** Ressourceneffizienz ist der Prozess der Herstellung von Bauteilen mit weniger Energie und Rohstoffen, wodurch die bei Bau und Rückbau anfallende Abfallmenge reduziert wird.
- **Innenraumklimaqualität (IEQ):** Ökomaterialien verbessern häufig die Raumluftqualität, den thermischen Komfort und das natürliche Licht und reduzieren gleichzeitig die Emissionen organischer Chemikalien. Dies geht über ihre Auswirkungen auf die Umwelt hinaus.
- **Ökosystemdienstleistungen und Biodiversität:** Bestimmte Ökomaterialien, insbesondere solche aus natürlichen Quellen, können die Biodiversität fördern.

1.2 Was sind Beispiele für Ökomaterialien der nächsten Generation?

Hier sind einige prominente Beispiele, die die Vielfalt und Innovationskraft in diesem Bereich verdeutlichen:

- **Myzel-Verbundwerkstoffe:** Materialien, die aus Pilzwurzelstrukturen (Myzel) und landwirtschaftlichen Abfällen hergestellt werden. Sie sind biologisch abbaubar, leicht, feuerbeständig und haben hervorragende Isolationseigenschaften, wodurch sie sich für Dämmplatten, Ziegel und Verpackungen eignen.
- **Technisch verarbeiteter Bambus:** Bambus ist ein schnell nachwachsender Rohstoff, der zu äußerst langlebigen und stabilen Bauelementen, Fußböden und Verkleidungen verarbeitet werden kann und somit eine Alternative zu Holz und Stahl darstellt.





- **Recycelte Materialien:** Zu dieser Kategorie gehören Materialien wie recycelter Stahl, recycelte Betonzuschlagstoffe, recycelte Kunststoffe (z. B. für Dachziegel, Dämmstoffe) und recyceltes Glas. Durch die Verwendung von Abfallströmen wird der Bedarf an neuen Ressourcen reduziert und die Deponieabfälle minimiert.
- **Biokunststoffe und Biopolymere:** Diese Kunststoffe werden aus erneuerbaren Biomassequellen (z. B. Maisstärke, Algen) gewonnen und sind biologisch abbaubar oder kompostierbar. Sie bieten Alternativen für Dämmstoffe, Rohre oder architektonische Oberflächen.
- **Selbstheilender Beton:** Beton, der mit Bakterien oder Mikroapseln versetzt ist, die bei Rissbildung Heilungsmittel freisetzen, wodurch die Lebensdauer des Materials verlängert und der Wartungsaufwand reduziert wird.
- **Kreuzlagenholz (CLT):** Ein Holzwerkstoff, der durch Verleimen von Schichten aus massivem Schnittholz hergestellt wird. Er bietet ein hohes Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht, eine ausgezeichnete Brandschutzleistung und Vorteile bei der Kohlenstoffbindung, wodurch mehrstöckige Holzgebäude möglich werden.
- **Phasenwechselmaterialien (PCMs):** Substanzen, die bei einem Phasenwechsel (z. B. von fest zu flüssig) große Mengen an latenter Wärme aufnehmen und abgeben und so zur Regulierung der Raumtemperatur und zur Senkung des Energieverbrauchs für Heizung und Kühlung beitragen.
- **Hanfbeton:** Ein Biokompositmaterial aus Hanfschäben (dem holzigen inneren Teil des Hanfstängels), Kalk und Wasser. Es ist leicht, atmungsaktiv, bietet eine hervorragende Wärmedämmung und bindet Kohlendioxid.

Diese Materialien sind nicht nur theoretische Konzepte; viele werden bereits in zeitgenössische nachhaltige Bauprojekte integriert und demonstrieren ihre Machbarkeit und ihr Potenzial, unsere gebaute Umwelt zum Besseren zu verändern (Popescu et al., 2024).

2. Umsetzung – Die Rolle von Augmented Reality bei Ökomaterialien der nächsten Generation

Augmented Reality (AR) entwickelt sich zu einem leistungsstarken Werkzeug für die Entwicklung und Einführung von Ökomaterialien der nächsten Generation und schließt die Lücke zwischen innovativer Wissenschaft und praktischer Anwendung. Durch interaktive Visualisierung, Simulation und Echtzeit-Datenintegration verbessert AR das Verständnis von Forschern, Designern und Industrieunternehmen für die Eigenschaften und Leistungsmerkmale nachhaltiger Materialien. Vom virtuellen Prototyping bis zum umweltbewussten Produktdesign beschleunigt AR nicht nur Innovationen, sondern fördert auch ein größeres Bewusstsein für die Auswirkungen





auf die Umwelt und ebnet den Weg für fundiertere Entscheidungen zur Schaffung einer grüneren Zukunft (Wang & Li, 2020).

2.1 Spezifische Merkmale und Arten von AR-Tools

Eine AR-Anwendung für diesen Zweck wäre mehr als nur ein Visualisierungstool; sie wäre eine dynamische Plattform für Entdeckungen, Design und Problemlösungen. Zu den wichtigsten Funktionen und Tools könnten gehören:

- **3D-Modellvisualisierung:** Die Lernenden können 3D-Modelle verschiedener Ökomaterialien betrachten und mit ihnen interagieren (z. B. Querschnitte von Myzelziegeln, Detailansichten von selbstheilendem Beton, innere Strukturen von leichten, bioinspirierten Platten). Dies ermöglicht ein tieferes Verständnis ihrer Zusammensetzung und Eigenschaften.
- **Simulationen:** Simulation natürlicher Prozesse, die Öko-Materialien inspirieren. Visualisieren Sie beispielsweise, wie Risse in selbstheilendem Beton heilen oder wie eine bioinspirierte Fassade die Temperatur reguliert.
- **Datenvisualisierungs-Overlays:** AR kann Echtzeitdaten oder Informationen auf physische Objekte (z. B. eine Bambusprobe) legen und so deren Zugfestigkeit, Isolationswert oder graue Energie anzeigen.
- **Virtuelle Rundgänge:** Machen Sie virtuelle Rundgänge durch bestehende nachhaltige Gebäude, in denen Öko-Materialien der nächsten Generation zum Einsatz kommen, und heben Sie dabei bestimmte Anwendungen und deren Vorteile hervor.

2.2 Reale Studien und praktische Übungen

Die sinnvolle Integration von AR in das praktische Lernen findet bereits weltweit statt, insbesondere in Bereichen wie Umwelt- und Stadtbildung. Diese Beispiele zeigen, wie AR Schüler dazu bewegen kann, über die passive Beobachtung hinauszugehen und sich aktiv und kreativ mit der Lösung von Problemen zu befassen, die von der Natur inspiriert sind.

Schüler einer Sekundarschule in Singapur nahmen an Workshops zum Thema Biomimikry in der Architektur teil. Mithilfe einer AR-Anwendung konnten sie natürliche Objekte (z. B. ein Blatt, einen Knochen) scannen und erweiterte Informationen über deren strukturelle Eigenschaften und potenzielle architektonische Anwendungen anzeigen. Anschließend verwendeten sie AR, um virtuelle, von der Natur inspirierte Fassadendesigns auf Miniatur-Gebäudemodelle zu projizieren und erhielten sofortiges visuelles Feedback darüber, wie die Designs die Energieeffizienz verbessern könnten (Tan & Lim, 2021).

Diese Beispiele zeigen, wie AR traditionelle Lernaktivitäten in immersive, datenreiche und hochgradig interaktive Erlebnisse verwandeln kann, die die Lücke zwischen





theoretischem Wissen und praktischer Anwendung schließen und Schüler dazu befähigen, sich mit realen Umweltproblemen auseinanderzusetzen.

3. Verbessern – AR für tieferes Lernen und Engagement

3.1 Beispiele für nützliche AR-Apps und -Tools

Verschiedene AR-Tools können die Lernerfahrung im Bereich der Wiederherstellung von Ökosystemen erheblich verbessern, indem sie immersive und interaktive Möglichkeiten zur Erforschung komplexer Umweltkonzepte bieten. Hier ein Beispiel:

Delightex (CoSpaces Edu):

Mit [Delightex](#) können Benutzer interaktive virtuelle 3D-Welten erstellen und diese dann in Augmented Reality oder Virtual Reality erleben. Es verfügt über eine Drag-and-Drop-Oberfläche und eine visuelle blockbasierte Programmiersprache (CoBlocks), wodurch es für Schüler und Lehrer ohne Vorkenntnisse in der Programmierung sehr leicht zugänglich ist. Es bietet eine kostenlose Version mit Kernfunktionen. Schüler können ihre eigenen virtuellen Ökosysteme entwerfen und aufbauen, Umweltveränderungen simulieren und Wiederherstellungsmaßnahmen visualisieren. Die kreative Freiheit ermöglicht es den Schülern, nicht nur Konsumenten, sondern auch Content-Ersteller zu werden.

3.2 Praktische Vorschläge für die Integration in die Lernerfahrung

Gamifizierte Lernumgebungen oder interaktive virtuelle 3D-Welten können Schüler dazu anregen, sich mit grüner Infrastruktur wie neuen, nachhaltigeren Ökomaterialien auseinanderzusetzen. So wird das Lernen über Stadtplanung sowohl unterhaltsam als auch informativ.

Übung: AR-App „Mission Sustainable“

In dieser interaktiven AR-Erfahrung schlüpfen die Schüler in die Rolle von Nachhaltigkeitsinnovatoren. Mit ihren Geräten erkunden sie in einer virtuellen Umgebung veraltete Baumaterialien wie Betonblöcke, Kunststoffe oder Stahl und tauschen diese gegen Ökomaterialien der nächsten Generation aus, die darauf ausgelegt sind, Abfall zu reduzieren, Emissionen zu senken und Energie zu sparen. Jede Entscheidung wirkt sich auf die Zukunft des Bauwerks aus und fordert die Schüler dazu heraus, kritisch über ökologische Kompromisse und die Rolle von Innovationen im Bauwesen nachzudenken. Das Ziel ist es, die Geschichte mit





intelligenteren, umweltfreundlicheren Lösungen Material für Material neu zu schreiben.

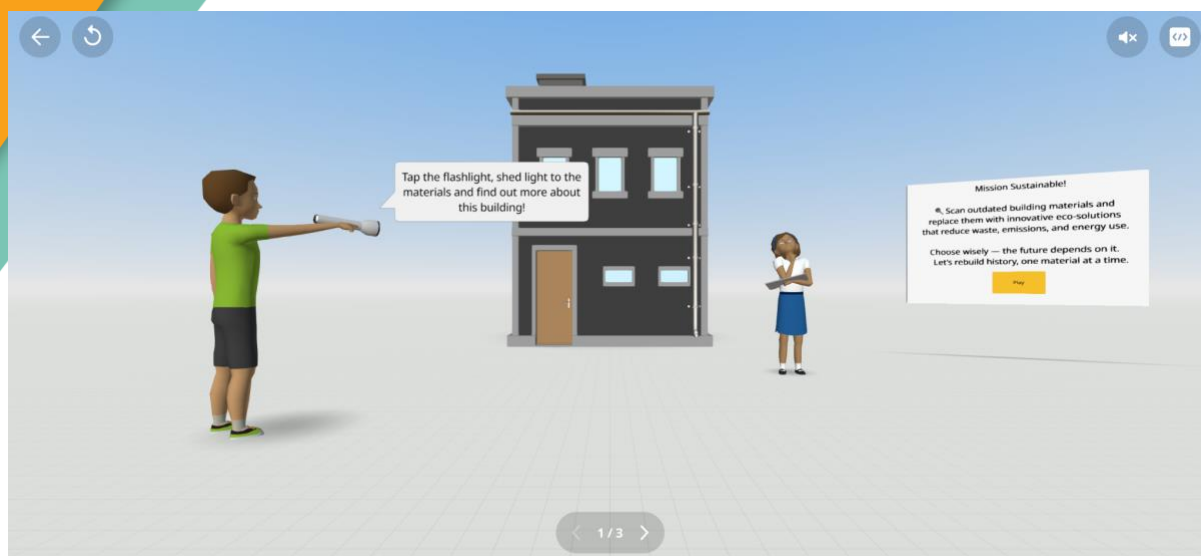


Bild 2. AR-App „Mission Sustainable“

Durch die durchdachte Integration von AR in den Lehrplan können Pädagogen dynamische, immersive Lernerfahrungen schaffen, die nicht nur die Verbindung der Schüler zu Ökomaterialien und Biomimikry im Bauwesen stärken, sondern ihnen auch das Wissen und die Werkzeuge an die Hand geben, um sich aktiv für den Umweltschutz zu engagieren.

Fazit

Diese Lerneinheit hat Sie durch die faszinierende Welt der Ökomaterialien der nächsten Generation und ihre zentrale Rolle bei der Gestaltung nachhaltiger Architektur geführt. Technologien wie Augmented Reality verbessern unsere Fähigkeit, diese wesentlichen Konzepte zu verstehen, zu visualisieren und mit ihnen zu interagieren, indem sie abstrakte Vorstellungen in konkrete, interaktive Erfahrungen umwandeln. Durch die Visualisierung unsichtbarer Prozesse, die Vereinfachung komplexer Daten und die Förderung aktiver Beteiligung befähigen AR-Tools die Lernenden, nicht nur die Prinzipien nachhaltiger Architektur zu verstehen, sondern auch die umweltbewussten Gebäude von morgen zu entwerfen und zu gestalten. Diese Mischung aus modernsten Materialien und immersiver Technologie ebnet den Weg für eine Generation von Architekten, Ingenieuren und Bürgern, die für den Aufbau einer nachhaltigeren Zukunft gerüstet sind.





Phase	Beschreibung
Erkunden	- Forschung und Entdeckung: Stellen Sie die ökologischen Herausforderungen herkömmlicher Baumaterialien (Beton, Kunststoffe, Stahl) vor und präsentieren Sie Ökomaterialien der nächsten Generation (Biokunststoffe, Hanfbeton, Myzel-Verbundwerkstoffe, recycelte Zuschlagstoffe, Phasenwechselmaterialien). Heben Sie hervor, wie diese Materialien Abfall, Emissionen und Energieverbrauch reduzieren.
	- Inhaltsentwicklung: Bereitstellung leicht zugänglicher Ressourcen (kurze Artikel, Videos, Infografiken) zum Vergleich traditioneller und ökologischer Materialien. Schwerpunkt auf Auswirkungen auf den Lebenszyklus, CO2-Bilanz, Recyclingfähigkeit und innovativen Anwendungen in der modernen Architektur.
	- Bedarfsanalyse: Bewerten Sie die Vorkenntnisse der Schüler zu Baumaterialien, Nachhaltigkeit und Innovation im Bauwesen, um die AR-Aktivität anzupassen und die Zugänglichkeit sicherzustellen.
Durchführung	- Umsetzung des Lehrplans: Verbinden Sie ökologische Materialien mit umfassenderen Nachhaltigkeits- und Innovationszielen in der Architektur und zeigen Sie, wie sich Designentscheidungen auf den Klimaschutz und die Ressourcenschonung auswirken.
	- Interaktive Übungen: Analysieren Sie reale Fallstudien innovativer Gebäude, in denen Ökomaterialien erfolgreich eingesetzt wurden, und vergleichen Sie deren AR-Designentscheidungen mit tatsächlichen architektonischen Beispielen.
	- Feedback-Erfassung: Nutzen Sie Klassendiskussionen oder digitale Umfragen, um die Argumentation und das Verständnis der Schüler hinsichtlich der Materialauswahl zu bewerten.
Verbessern	- AR-Integration: Verwenden Sie die AR-App „Mission Sustainable“, um zu visualisieren, wie Ökomaterialien sowohl das Gebäude als auch seine Umweltleistung verändern.
	- Interaktives Lernen: Die Schüler erkunden veraltete Baumaterialien in einer virtuellen Umgebung und tauschen sie gegen umweltfreundliche Alternativen aus . Echtzeit-Feedback zeigt ökologische Kompromisse, Energieeinsparungen und strukturelle Auswirkungen auf.
	Gamifizierte Inhalte: - Quests und Levels: Richtige Quizantworten und optimale Materialauswahl schalten den Fortschritt frei.
	AR-basierte Bewertungen: Bewerten Sie das Lernen der Schüler anhand ihrer Materialauswahl, ihrer Quiz-Ergebnisse und der Nachhaltigkeitsleistung ihrer AR-basierten Gebäudeauswahl.





Referenzen

Akbari, H. (2002). Shades of green: Die Auswirkungen von Stadtbäumen und Sträuchern auf den Energieverbrauch und die Luftqualität. *Energie und Gebäude*, 33(2), 95-104.

Azuma, R. T., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47.

Gedge, D., & Kadas, G. (2007). Gründächer und Biodiversität. *Journal of Green Building*, 2(1), 12-25.

Popescu, C., Dissanayake, H., Mansi, E., & Stancu, A. (2024). Ökologische Durchbrüche: Nachhaltige Materialien, die die Zukunft unseres Planeten verändern. *Nachhaltigkeit*, 16(23), 10790. <https://doi.org/10.3390/su162310790>

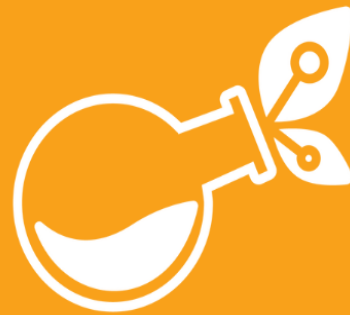
Wang, Y., & Li, G. (2020). Anwendungen von Augmented Reality in der naturwissenschaftlichen Bildung: Eine systematische Übersicht. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(3), 108–122.

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.





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: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

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.