



Co-funded by
the European Union

Biobasierte Baustoffe: Innovationen und Anwendungen



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 biobasierter Baustoffe	5
1.1 Was sind biobasierte Baumaterialien?	5
1.2 Wo werden sie eingesetzt?	6
1.3 Warum sind sie für die Zukunft des Bauwesens wichtig?	6
2. Umsetzen – Die Rolle von Augmented Reality bei der Erforschung biobasierter Baumaterialien	7
2.1 Spezifische Merkmale und Arten von AR-Tools	7
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	8
3.2 Praktische Vorschläge für die Integration in die Lernerfahrung	9
Fazit	9
Referenzen	10





Bild 1. Biobasierte Baumaterialien: Innovationen und Anwendungen

Allgemeines Thema des Lernpfads	Umweltfreundliche Materialien im Bauwesen
Spezifischer Name der Lerneinheit	Biobasierte Baustoffe: Innovationen und Anwendungen
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 Studierenden 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: „Explore“ (Erkunden) stellt grundlegende Konzepte von Ökomaterialien





	und nachhaltigem Bauen vor. „Execute“ (Ausführen) 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. „Enhance“ begründet die pädagogischen Vorteile von AR im Rahmen des „“-Ansatzes 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 vertiefen.
Thema: Beteiligte Parteien	Umweltwissenschaften, Biologie, Geografie, Digitale Kompetenz/Informatik, Kunst & Design, Sozialkunde, Mathematik, Sprachwissenschaften (Forschung, Kommunikation)
Stichworte	Biobasierte Materialien, 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: Navigieren und Nutzen 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-Bilanz, graue Energie). • Erkennen von bioinspirierten Lösungen, die aus der Natur abgeleitet sind. • Das Potenzial und die Anwendungsmöglichkeiten von Augmented Reality in der Umweltbildung verstehen.
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

Angesichts der zunehmenden ökologischen Herausforderungen, denen unser Planet gegenübersteht, spielt die Bauindustrie eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft. In dieser Lektion lernen Sie innovative Materialien aus erneuerbaren biologischen Ressourcen kennen und erfahren mehr über ihre Eigenschaften, Anwendungsmöglichkeiten und ihr spannendes Potenzial für die Schaffung umweltfreundlicherer und gesünderer Gebäude. Wir werden auch entdecken, wie modernste Augmented-Reality-Technologie (AR) unser Verständnis und unsere Interaktion mit diesen faszinierenden Materialien verbessern und komplexe Konzepte zugänglicher und interessanter machen kann. Machen Sie sich bereit, die Schnittstelle zwischen Natur, Technologie und nachhaltigem Design zu erkunden!

1. Entdecken – Grundlagen biobasierter Baumaterialien

Die Bauindustrie ist ein bedeutender Verbraucher von Ressourcen und Energie. Angesichts globaler Umweltprobleme wächst die Nachfrage nach nachhaltigen Bauweisen. Biobasierte Baumaterialien bieten einen vielversprechenden Weg zu umweltfreundlicherem Bauen. Diese Materialien werden aus lebenden Organismen, vor allem Pflanzen, gewonnen und sind eine Alternative zu herkömmlichen, energieintensiven Materialien wie Beton und Stahl.

1.1 Was sind biobasierte Baumaterialien?

Biobasierte Materialien sind erneuerbare Ressourcen, die aus biologischen Quellen stammen. Im Gegensatz zu Materialien aus fossilen Brennstoffen sind sie Teil eines





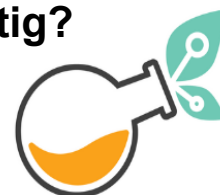
natürlichen Kohlenstoffkreislaufs, d. h. sie absorbieren während ihres Wachstums Kohlendioxid. Wenn sie verantwortungsbewusst gewonnen und verarbeitet werden, haben sie eine deutlich geringere Umweltbelastung. Zu ihren wichtigsten Eigenschaften gehören:

- **Erneuerbarkeit:** Sie können innerhalb einer menschlichen Lebensspanne angebaut und wieder aufgefüllt werden.
- **Geringer Energieverbrauch:** Im Vergleich zu herkömmlichen Materialien wird bei ihrer Herstellung, ihrem Transport und ihrer Verarbeitung weniger Energie verbraucht.
- **Kohlenstoffbindung:** Während Pflanzen wachsen, nehmen sie Kohlendioxid aus der Atmosphäre auf. Bei der Verwendung in Gebäuden wird dieser Kohlenstoff gespeichert und trägt so zur Eindämmung des Klimawandels bei.
- **Verbesserte Raumluftqualität:** Viele biobasierte Materialien sind ungiftig und atmungsaktiv und tragen so zu einem gesünderen Raumklima bei.

1.2 Wo werden sie eingesetzt?

- **Holz:** Als eines der ältesten Baumaterialien ist Holz vielseitig, stabil und ein natürlicher Isolator. Holzwerkstoffe wie Brettsperrholz (CLT) und Brettschichtholz (Glulam) ermöglichen den Bau hoher Gebäude mit großen Spannweiten, die bisher nur mit Stahl oder Beton realisierbar waren.
 - *Anwendungen:* Tragwerke, Wände, Fußböden, Verkleidungen, Dämmung.
- **Bambus:** Ein schnell nachwachsendes Gras mit einem außergewöhnlichen Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht, das in seiner Zugfestigkeit mit Stahl vergleichbar ist. Es wächst schnell und benötigt nur minimale Ressourcen.
 - *Anwendungen:* Gerüste, Strukturelemente, Fußböden, Wandpaneele, Dächer.
- **Strohballen:** Komprimierte Ballen aus landwirtschaftlichen Abfällen (z. B. Weizen-, Reisstroh), die als Füllmaterial für Wände verwendet werden und eine hervorragende Isolierung und thermische Masse bieten.
 - *Anwendungen:* Nichttragende Wände, Isolierung.
- **Hanfbeton:** Ein Biokompositmaterial aus Hanfschäben (dem holzigen Kern der Hanfpflanze), Kalk und Wasser. Es ist leicht, atmungsaktiv und verfügt über hervorragende Wärme- und Schalldämmeigenschaften.
 - *Anwendungen:* Nichttragende Wände, Dämmung, Boden-/Dachfüllung.
- **Myzel:** Die Wurzelstruktur von Pilzen. Myzel kann um landwirtschaftliche Abfälle herum gezüchtet werden, um leichte, feuerfeste und isolierende Blöcke oder Platten zu bilden.
 - *Anwendungen:* Dämmplatten, Akustikfliesen, nichttragende Elemente.

1.3 Warum sind sie für die Zukunft des Bauwesens wichtig?





Die Umstellung auf biobasierte Materialien ist entscheidend für:

- **Reduzierung der CO₂-Emissionen:** Durch die Speicherung von Kohlenstoff und den geringeren Energiebedarf bei der Herstellung.
- **Erhaltung natürlicher Ressourcen:** Durch die Verwendung erneuerbarer und oft auch Abfallprodukte.
- **Schaffung gesünderer Gebäude:** Durch natürliche Atmungsaktivität und reduzierten Einsatz schädlicher Chemikalien.
- **Förderung einer Kreislaufwirtschaft:** Materialien werden wiederverwendet, recycelt oder der Natur zurückgeführt.

Zwar gibt es noch Herausforderungen wie Feuerbeständigkeit, Feuchtigkeitsmanagement und öffentliche Wahrnehmung, doch dank kontinuierlicher Forschung und technologischer Fortschritte werden diese Materialien immer praktikabler und wettbewerbsfähiger.

2. Umsetzung – Die Rolle von Augmented Reality bei der Erforschung biobasierter Baumaterialien

Augmented-Reality-Anwendungen (AR) können das Lernen über biobasierte Baumaterialien erheblich verbessern, indem sie komplexe Materialeigenschaften und ökologische Vorteile für Schüler und Studenten greifbar machen. Durch die Überlagerung digitaler Informationen auf reale oder modellierte Strukturen ermöglicht AR den Lernenden zu erkunden, wie sich Materialien wie Bambus, Myzel, Hanfbeton oder recyceltes Holz in realen Bauszenarien verhalten. Die Schüler können Visualisierungen der strukturellen Festigkeit, der Isolierung, der Kohlenstoffbindung und der Auswirkungen auf den Lebenszyklus sehen, wodurch die gebaute Umwelt in einen interaktiven Unterrichtsraum verwandelt wird. Dies schließt die Lücke zwischen abstrakten Nachhaltigkeitsprinzipien und praktischen Anwendungen in der umweltfreundlichen Architektur und fördert das Verständnis, die Kreativität und das Umweltbewusstsein.

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, Entwürfe und Problemlösungen. Zu den wichtigsten Funktionen und Tools könnten gehören:

- **3D-Modellvisualisierung:** Projizieren Sie 3D-Modelle von Gebäuden oder Bauelementen auf reale Räume (z. B. Schulgelände oder lokale Standorte) und überlagern Sie diese mit Simulationen, die zeigen, wie verschiedene





- biobasierte Materialien – wie Bambus, Hanfbeton, Myzel oder recyceltes Holz – in Bezug auf Isolierung, Haltbarkeit und Umweltverträglichkeit abschneiden.
- **Datenvisualisierungs-Overlays:** Überlagern Sie bestehende Strukturen mit virtuellen Darstellungen von Materialeigenschaften und Nachhaltigkeitskennzahlen, damit die Studierenden in Echtzeit sehen können, wie jedes Material den CO₂-Fußabdruck reduzieren, die Energieeffizienz verbessern oder Feuchtigkeit und Temperatur regulieren kann.
 - **Identifizierung und Informationen:** Nutzen Sie AR, um virtuelle Baumaterialien zu „entdecken“ und Informationen über ihre ökologischen Vorteile, Herkunft, Auswirkungen auf den Lebenszyklus und praktische Anwendungen in Bauprojekten abzurufen.

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 das passive Beobachten hinauszugehen und sich aktiv und kreativ mit der Lösung von Problemen zu beschäftigen, die von der Natur inspiriert sind.

Die Studie untersuchte die Wirksamkeit eines Augmented-Reality-Simulationsspiels namens „ecoCampus“ beim Vermitteln nachhaltiger Designprinzipien an Studierende der Fachrichtungen Gebäudedesign und Bauwesen an der Universität von . Im Mittelpunkt der Forschung stand eine Gebäude-Neugestaltungsaktivität, bei der die Studierenden die Aufgabe hatten, verschiedene Außenwanddesigns zu entwerfen, zu visualisieren und zu bewerten, um die Nachhaltigkeitsleistung einer bestehenden Einrichtung zu verbessern. Die AR-Anwendung „ecoCampus“ ermöglichte es den Studierenden, virtuelle Designänderungen auf reale Bilder oder Modelle eines Gebäudes zu übertragen. Entscheidend war, dass sie sofortiges Feedback zu den Nachhaltigkeitskennzahlen der von ihnen ausgewählten Materialien und Designs erhielten.

Die Studie hatte zum Ziel, herauszufinden, ob der Einsatz eines AR-Simulationsspiels im Vergleich zu herkömmlichen Methoden das Engagement der Studierenden und die Lernergebnisse verbessern kann. Die Ergebnisse zeigten, dass Studierende, die das AR-Spiel „ecoCampus“ nutzten, mehr Spaß hatten und ein größeres Interesse sowohl an der Gebäudegestaltung als auch – was besonders wichtig ist – an Nachhaltigkeit zeigten. Darüber hinaus ermöglichte das AR-Tool einen robusteren Entwurfsprozess, da die Studierenden, die die Anwendung nutzten, mehr Entwurfsiterationen durchführten und eine größere Bandbreite an Materialien in Betracht zogen, was zu optimierten nachhaltigen Lösungen führte. Im Wesentlichen hob die Studie hervor, dass die AR-Technologie, insbesondere im gamifizierten Kontext, die Lücke zwischen abstrakten nachhaltigen Designkonzepten und ihrer konkreten Anwendung effektiv





überbrücken kann, wodurch der Lernprozess für die Studierenden ansprechender, interaktiver und wirkungsvoller wird (O’Nascimento, 2025).

3. Verbessern – AR für vertieftes 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 Nutzer interaktive virtuelle 3D-Welten erstellen und diese dann in Augmented Reality oder Virtual Reality erleben. Die Software verfügt über eine Drag-and-Drop-Oberfläche und eine visuelle, blockbasierte Programmiersprache (CoBlocks), wodurch sie auch für Schüler und Lehrer ohne Programmierkenntnisse leicht zugänglich ist. Es gibt eine kostenlose Version mit den wichtigsten Funktionen. 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 biobasierten Materialien auseinanderzusetzen. So wird das Lernen über Stadtplanung sowohl unterhaltsam als auch informativ.

Übung: „EcoBuilder“ AR-App

Die AR-App „EcoBuilder“ hilft Schülern dabei, fünf verschiedene biobasierte Baumaterialien mithilfe einer Augmented-Reality-App (AR) zu erkunden. Jedes Material gibt einen Hinweis auf seine ökologischen Vorteile, wie beispielsweise Kohlenstoffbindung, Isolationseigenschaften oder Nachhaltigkeit im Bauwesen. Die Schüler lernen, die einzigartigen Eigenschaften jedes Materials zu identifizieren und zu verstehen und wie es zu einer grüneren, nachhaltigeren Zukunft beiträgt. Mithilfe von AR interagieren die Schüler mit virtuellen Darstellungen der Materialien, entdecken die darin enthaltenen Hinweise und beantworten eingebettete Quizfragen





zu jedem Material. Für richtige Antworten gibt es Punkte, wodurch die Schüler ihren Fortschritt verfolgen können und das Gelernte vertiefen. Diese Übung kombiniert praktisches Erkunden, AR-Visualisierung und Problemlösen.

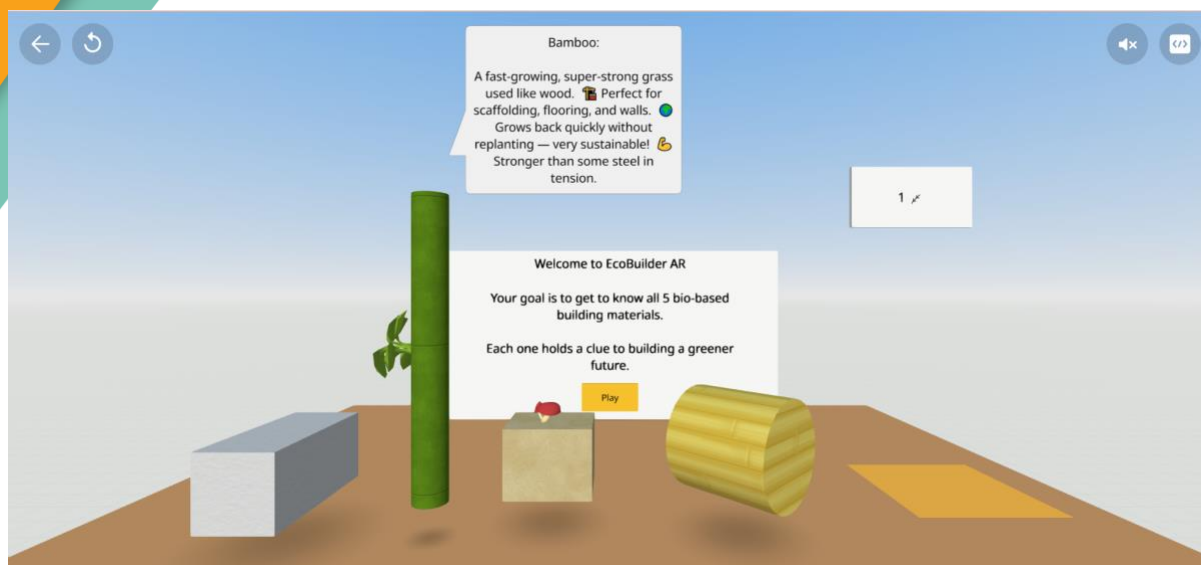


Bild 2. AR-App „EcoBuilder“

Das Quiz- und Punktesystem steigert das Engagement, fördert die sorgfältige Beobachtung und liefert messbares Feedback zum Verständnis der Schüler für umweltfreundliche Baumaterialien.

Durch die Integration dieser AR-Tools gelangen die Schüler von abstraktem Wissen zu Erfahrungswissen und bauen so effektives und dauerhaftes Wissen über umweltfreundliches Bauen auf.

Fazit

Diese Lerneinheit hat ein grundlegendes Verständnis für biobasierte Baumaterialien vermittelt und deren Bedeutung für nachhaltiges Bauen hervorgehoben. Wir haben untersucht, wie die Natur innovatives Design inspiriert und vor allem, wie Augmented-Reality-Technologie als leistungsstarkes Werkzeug dient, um theoretisches Wissen mit praktischer Anwendung zu verbinden. Durch die Teilnahme an interaktiven AR-Erlebnissen wie der „Eco-Builder Challenge“ in CoSpaces Edu können Schüler komplexe Konzepte visualisieren, ihre Fähigkeiten zum kritischen Denken verbessern und eine tiefere Verbindung zu den Prinzipien umweltfreundlichen Designs aufbauen. Auf dem Weg zu einer nachhaltigeren Zukunft wird die Integration biobasierter Materialien und immersiver Technologien wie AR entscheidend sein, um die nächste Generation von Innovatoren auszubilden, die eine grünere Welt schaffen werden.





Phase	Beschreibung
Erkunde n	- Forschung und Entdeckung: Stellen Sie biobasierte Baumaterialien wie Bambus, Myzel, Hanfbeton und recyceltes Holz vor und heben Sie deren ökologische Vorteile, Nachhaltigkeit und praktische Anwendungsmöglichkeiten im Bauwesen hervor.
	- Inhaltsentwicklung: Stellen Sie prägnantes Hintergrundmaterial in Form von Bildmaterial, kurzen Texten oder Videos bereit, in denen Materialeigenschaften, CO2-Bilanz, Dämmung und Auswirkungen auf den Lebenszyklus erläutert werden.
	- Bedarfsanalyse: Bewerten Sie die Vorkenntnisse der Schüler zu nachhaltigem Bauen und Umweltkonzepten, um die Aktivitäten entsprechend anzupassen.
Durchfüh rung	- Umsetzung des Lehrplans: Verknüpfen Sie Materialeigenschaften mit Nachhaltigkeitsprinzipien und umweltfreundlichen Designpraktiken und zeigen Sie, wie biobasierte Materialien herkömmliche Baumaterialien ersetzen können.
	- Interaktive Übungen: Analyse realer Fallstudien. Die Schüler nutzen AR, um virtuelle Modelle von Gebäuden zu erkunden, biobasierte Materialien auszuwählen und Echtzeit-Simulationen der Leistungsmerkmale (Isolierung, Haltbarkeit, CO2-Bilanz) zu sehen.
	- Feedback-Erfassung: Teilen Sie AR-Entwürfe, reflektieren Sie die Ergebnisse und holen Sie Feedback von Mitschülern/Lehrern ein.
Verbesse rn	- AR-Integration: Verwenden Sie die AR-App „EcoBuilder“, um biobasierte Baumaterialien zu visualisieren.
	- Interaktives Lernen:
	Gamifizierte Inhalte: - Punkte und Abzeichen: Die Schüler erhalten Punkte für richtige Quizantworten und die effektive Auswahl von Materialien. Abzeichen belohnen die Beherrschung bestimmter Materialarten oder Nachhaltigkeitskonzepte. - Ranglisten: Verfolgen Sie den Fortschritt einzelner Schüler oder Teams anhand der Quizleistungen, umweltfreundlicher Designentscheidungen und der kreativen Materialverwendung.
	AR-basierte Bewertungen: Ersetzen Sie traditionelle Tests durch AR-basierte Bewertungen, bei denen die Schüler beispielsweise ihre AR-Modelle urbaner Ökosysteme erkunden oder „Quests“ zur Biodiversität in realen Umgebungen absolvieren.





Referenzen

O’Nascimento, R., Petreca, B., Morrow, R., Dawes, C., Ribul, M., Rahatekar, S. & Baurley, S. (2025). Biofibre Explorer: Ein Augmented-Reality-Tool (AR) zur Förderung der Kreislaufwirtschaft durch Materialwissen.

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.

Azuma, R. T., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. & MacIntyre, B. (2001). Jüngste Fortschritte in der Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47.

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.