



Co-funded by
the European Union

Der MSC zur Behandlung der rheumatoiden Arthritis



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."





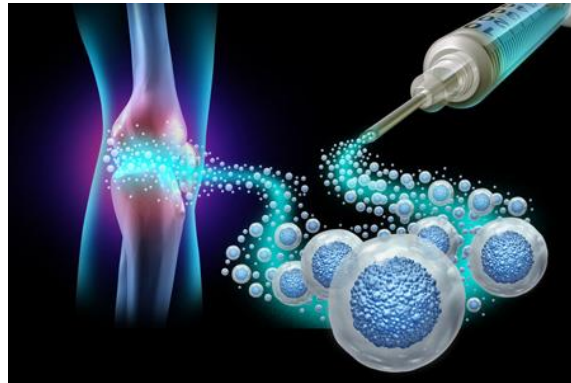
INHALTSVERZEICHNIS

INHALT

Inhalt

Einleitung	3
Entdecken:	5
Ausführen:	6
Verbessern:	7
Fazit:	7





Allgemeines Thema des Lernpfads	Das übergeordnete Thema dieses Lernpfads ist Biotechnologie und regenerative Medizin, wobei der Schwerpunkt darauf liegt, wie die Wissenschaft die natürlichen Reparaturmechanismen des Körpers nutzen kann, um Krankheiten zu behandeln und die Gesundheit wiederherzustellen. Die Studierenden erkunden, wie Biologie, Technologie und Ethik in realen medizinischen Innovationen zusammenkommen.
Spezifischer Name der Lerneinheit	Stammzellen in der Medizin
Alter der Zielgruppe	14–18 Jahre
Voraussetzungen für die Lernenden	• Grundkenntnisse in Biologie, insbesondere über den Aufbau und die Funktion von Zellen. • Neugierde für medizinische Anwendungen der Wissenschaft. • Fähigkeit zur Zusammenarbeit in Gruppen und zur Nutzung digitaler Tools (z. B. AR-Anwendungen oder Online-Ressourcen). • Offenheit für die Diskussion ethischer Fragen im Zusammenhang mit Biotechnologie.





Beschreibung der Lerneinheit	Diese Lerneinheit führt die Lernenden in die Welt der Stammzellen ein, einzigartige Zellen, die sich sowohl selbst erneuern als auch zu spezialisierten Zellen differenzieren können. Die Schüler werden: erforschen, ausführen, verbessern. Die narrative Reise hilft den Schülern, von abstraktem Wissen zu angewandtem Verständnis zu gelangen und das im Unterricht Gelernte mit realen Herausforderungen im Gesundheitswesen zu verbinden.
Thema: Beteiligte Parteien	Fächer: Biologie, Gesundheitswissenschaften, Ethik, IKT. Beteiligte: Schüler, Lehrer, mögliche Gastreferenten (medizinische Forscher oder Referenten für Bioethik).
Stichworte	Stammzellen, regenerative Medizin, Zelltherapie, Differenzierung, Gewebereparatur, Biotechnologie, Ethik, Augmented Reality.
Wichtige Qualifikationen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die erworben werden können	Wissen • Arten von Stammzellen: embryonale, adulte, iPS-Zellen. • Funktionen: Selbsterneuerung und Differenzierung. • Medizinische Anwendungen: Knochenmarktransplantationen, Hornhautreparatur, Regenerationsversuche. • Ethische Debatten: Verwendung embryonaler Stammzellen. Fähigkeiten • Fallstudienanalyse. • AR-Simulationen für Zellprozesse. • Wissenschaftliche Kommunikation und Teamarbeit. • Kritisches Denken in der Bioethik. Kompetenzen • Anwendung der Biologie auf medizinische Herausforderungen. • Bewertung der sozialen Auswirkungen der Biotechnologie.





	• Verantwortungsbewusster, reflektierter Umgang mit neuen Technologien.
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	Videomaterial, Online-Lernplattformen, AR-Anwendungen, interaktive Tools
Bewertungskriterien und Bewertung	Die Bewertung umfasst Wissen, Praxis, Kreativität und Reflexion

Einleitung

Stammzellen geben uns Hoffnung, dass viele Krankheiten in Zukunft heilbar sein werden. Dank ihnen können wir uns eine Zukunft vorstellen, in der ein durch einen Herzinfarkt geschädigtes Herz repariert, durch eine Hornhautverletzung verursachte Blindheit geheilt oder gelähmte Menschen wieder zum Laufen gebracht werden können. Diese Szenarien mögen wie Science-Fiction erscheinen, stehen jedoch im Mittelpunkt der Spitzenforschung zu **Stammzellen**.

Im Gegensatz zu den meisten Zellen im Körper, die auf eine einzige Identität festgelegt sind, sind Stammzellen anders. Sie sind die „Baumeister“ der Natur: Sie sind in der Lage, unendlich viele Kopien von sich selbst zu erstellen und sich in viele spezialisierte Zellen zu verwandeln – Blut, Nerven, Haut oder Muskeln. Durch die Erforschung und Nutzung dieser außergewöhnlichen Zellen hoffen Ärzte und Wissenschaftler, neue wirksame Methoden zur Behandlung von Krankheiten, zur Reparatur von Gewebe und vielleicht sogar zur Regeneration ganzer Organe zu entdecken.

Diese Unterrichtseinheit lädt die Schüler dazu ein, die Welt der Stammzellen mithilfe der **Drei-E-Methode** zu erkunden:

- **Erforschen:** Aufbau einer soliden Wissensgrundlage über Stammzellen und ihre Rolle in der Medizin.
- **Experimentieren:** Erleben Sie anhand **interaktiver Augmented-Reality-Simulationen (AR)** und Fallstudien aus der Praxis, wie Stammzellen funktionieren.





- **Enhance:** Vertiefung des Verständnisses durch Reflexion über fortgeschrittene Anwendungen, ethische Fragen und die Zukunft der regenerativen Medizin.

Darüber hinaus wird diese Methodik mit praktischen Übungen zur Verwendung der Augmented-Reality-Technologie umgesetzt.

Nach Abschluss des Kurses verstehen die Schüler nicht nur, was Stammzellen sind und wie man AR-Technologie einsetzt, sondern auch, wie die Wissenschaft versucht, sie zur Lösung einiger der größten Herausforderungen im Gesundheitswesen einzusetzen.

Jeder menschliche Körper besteht aus Billionen von Zellen, von denen jede eine bestimmte Aufgabe hat: Muskelzellen ziehen sich zusammen, Hautzellen schützen und Nervenzellen übertragen Signale. Die meisten dieser Zellen sind *spezialisiert*: Sobald sie zu einem bestimmten Zelltyp geworden sind, können sie sich nicht mehr verändern.

Stammzellen sind anders.

Sie sind die **Baumeister** des Körpers. Ihre beiden einzigartigen Fähigkeiten sind:

Selbstregeneration: Sie können sich teilen und viele Kopien von sich selbst erstellen.

Differenzierung: Sie können sich je nach den Bedürfnissen des Körpers in viele verschiedene Arten spezialisierter Zellen verwandeln.

Es gibt mehrere Haupttypen von Stammzellen:

- **Embryonale Stammzellen (ESCs):** Diese kommen in Embryonen im Frühstadium vor. Sie sind **pluripotent**, das heißt, sie können sich zu jeder Art von Zelle im Körper entwickeln: Muskel-, Nerven-, Haut- oder Blutzellen. Das macht sie sehr leistungsfähig, aber auch umstritten, da ihre Entnahme die Zerstörung des Embryos erfordert.
- **Adulte Stammzellen:** Diese kommen in Geweben wie Knochenmark, Haut oder Fett vor. Sie sind multipotent, das heißt, sie können sich nur zu bestimmten Zelltypen entwickeln. Beispielsweise können





Knochenmarkstammzellen Blutzellen produzieren, aber keine Gehirnzellen.

- **Induzierte pluripotente Stammzellen (iPS):** eine revolutionäre Entdeckung. Im Jahr 2006 entdeckten die Wissenschaftler Shinya Yamanaka und Kazutoshi Takahashi, wie man normale adulte Zellen (wie Hautzellen) „umprogrammieren“ kann, damit sie sich wie embryonale Stammzellen verhalten. Das bedeutet, dass Wissenschaftler nun pluripotente Zellen ohne Embryonen herstellen können.

Einfach ausgedrückt ist es wichtig zu verstehen, dass Stammzellen wie leere Legosteine sind. Sie können Kopien von sich selbst erstellen oder zu vielen verschiedenen Teilen geformt werden, um das zu bauen, was der Körper braucht.

Beispiele für die Anwendung von Stammzellen

- **Blutkrankheiten:** Knochenmarkstammzelltransplantationen werden weltweit zur Behandlung von Leukämie, Lymphomen und Sichelzellenanämie eingesetzt (Mayo Clinic, 2023).
- **Augenerkrankungen:** Die Hornhautstammzelltherapie hat das Sehvermögen von Patienten mit schweren Augenschäden wiederhergestellt (NIH, 2022).
- **Herzreparatur:** In klinischen Studien wird getestet, ob Stammzellen nach einem Herzinfarkt beschädigten Herzmuskel regenerieren können.
- **Neurodegenerative Erkrankungen:** Forscher untersuchen Stammzelltherapien für Parkinson und Alzheimer, die sich jedoch noch im Versuchsstadium befinden.
- **Regenerative Medizin:** Wissenschaftler hoffen, dass Stammzellen in Zukunft zur Züchtung neuer Organe für Transplantationen eingesetzt werden können.

Zusätzliches Material zur Verwendung:





<https://youtu.be/9db44fBrWrE>

https://www.khanacademy.org/test-prep/mcat/cells/cellular-development/v/stem-cells?utm_source=chatgpt.com

<https://gizmodo.com/grow-stem-cells-with-shrinky-dinks-and-a-pipette-367796>

Entdecken Sie:

Der erste Schritt auf unserer Reise ist das Verstehen der Grundlagen.

Den Schülern wird das Konzept vermittelt, dass die meisten Zellen im Körper spezialisiert sind: Hautzellen schützen, Muskelzellen ziehen sich zusammen und Nervenzellen übertragen Signale. Stammzellen hingegen sind zunächst Generalisten. Sie sind wie leere Bausteine, die sich bei Bedarf vermehren oder in spezialisierte Zellen umwandeln können.

Es gibt drei Haupttypen von Stammzellen. Embryonale Stammzellen sind pluripotent, das heißt, sie können sich zu jedem Zelltyp im menschlichen Körper entwickeln. Adulte Stammzellen, wie sie beispielsweise im Knochenmark vorkommen, sind zwar eingeschränkter, aber dennoch unverzichtbar für den Ersatz und die Reparatur von geschädigtem Gewebe. Dann gibt es noch induzierte pluripotente Stammzellen (iPSCs), eine revolutionäre Entdeckung von Shinya Yamanaka und Kazutoshi Takahashi aus dem Jahr 2006, bei der normale adulte Zellen so „umprogrammiert“ werden, dass sie sich wie embryonale Zellen verhalten (Takahashi & Yamanaka, 2006).

Die Schüler untersuchen auch, wie diese Zellen bereits in der Medizin eingesetzt werden. Knochenmarktransplantationen retten Patienten mit Blutkrebs wie Leukämie. Hornhautstammzellen stellen das Sehvermögen von Menschen mit geschädigten Augen wieder her (NIH, 2022). Und Forscher der Mayo Clinic untersuchen, wie Stammzellen geschädigtes Herzgewebe reparieren könnten (Mayo Clinic, 2023).

In dieser Phase erwerben die Schüler das grundlegende Wissen: Stammzellen sind das Reparatursystem der Natur, und die Menschheit beginnt gerade zu lernen, wie man sie einsetzt.





Ausführen:

Sobald die Grundlagen gelegt sind, wird das Lernen praktisch. Die Schüler betreten ein virtuelles Augmented-Reality-Labor, in dem sie Prozesse sehen können, die normalerweise unsichtbar sind. Vor ihnen schwebt ein 3D-Modell von menschlichem Gewebe. Sie zoomen das Bild heran, bis sie die zelluläre Ebene erreichen, auf der die Stammzellen bereit sind, gesteuert zu werden.

Die AR-Umgebung stellt Aufgaben. In einer davon wurde ein Herzmuskel nach einem Herzinfarkt beschädigt. Die Studierenden haben die Aufgabe, Stammzellen einzusetzen, um den beschädigten Bereich zu regenerieren. Sie ziehen die Zellen per Drag & Drop an die richtige Stelle und beobachten, wie sich das Gewebe langsam selbst repariert. In einer anderen Mission behandeln sie einen Patienten mit Leukämie, indem sie ihm Knochenmarkstammzellen transplantieren. Schritt für Schritt erzählt die AR, was geschieht: Die Stammzellen teilen sich, werden zu gesunden Blutzellen und der Patient heilt. Diese digitalen Missionen spiegeln reale medizinische Anwendungen wider. In Europa beispielsweise haben Ärzte bereits Stammzellen in Patienten mit Hornhautschäden transplantiert, um deren Sehvermögen wiederherzustellen. In Laboren auf der ganzen Welt experimentieren Wissenschaftler mit Stammzelltherapien für Parkinson und Rückenmarksverletzungen.

Durch diese Übungen lernen die Schüler nicht nur Fakten auswendig, sondern erleben Wissenschaft hautnah. Und da das AR-System sofortiges Feedback gibt, wissen sie sofort, ob sie die richtigen Stammzellen ausgewählt und auf das richtige Gewebe angewendet haben oder ob etwas schiefgelaufen ist.

Um die Erfahrungen zu festigen, führt jeder Schüler ein digitales Laborjournal, in dem er Erfolge, Herausforderungen und Reflexionen festhält. Gruppenarbeit und Diskussionen unter Gleichaltrigen stärken den Teamgeist und verwandeln das virtuelle Labor in ein gemeinsames Lernabenteuer.

Erweitern:





Nachdem sie die Grundlagen erworben und die praktischen Simulationen abgeschlossen haben, werden die Schüler dazu ermutigt, groß zu denken. Augmented Reality wird zu einem Werkzeug, um Fragen wie „Was wäre, wenn ...“ zu erforschen. Was wäre, wenn Stammzellen sich nicht richtig integrieren würden? Was wäre, wenn sie statt gesundem Gewebe Tumore bilden würden? Was wäre, wenn sie eines Tages ganze Organe rekonstruieren könnten?

In dieser Phase nutzen die Schüler Augmented Reality, um komplexere Szenarien zu simulieren, beispielsweise die Entwicklung von Therapien für neurologische Erkrankungen oder die Untersuchung, wie induzierte pluripotente Stammzellen (iPSCs) embryonale Stammzellen ersetzen könnten, um ethische Kontroversen zu vermeiden. Sie beschäftigen sich auch mit **Bio-Inspiration**: Tiere wie Salamander können ganze Gliedmaßen nachwachsen lassen – könnte die Stammzellforschung den Menschen eines Tages helfen, etwas Ähnliches zu erreichen?

Das Lernen wird auch spielerisch gestaltet, um die Schüler zu motivieren. Sie verdienen **Punkte und Abzeichen** für erfolgreich abgeschlossene Missionen, klettern für kreative Problemlösungen in der **Rangliste** nach oben und schalten neue **Missionen und Levels** frei, wenn sie komplexere „virtuelle Patienten“ behandeln. Gemeinsame Herausforderungen fördern die Teamarbeit: Gruppen können beispielsweise die Aufgabe erhalten, einen digitalen Patienten mit mehreren Organschäden zu retten, wofür sie ihr Wissen und ihre Strategien bündeln müssen.

Die Bewertung ist in die Augmented-Reality-Aktivitäten integriert. Anstatt einen schriftlichen Test zu absolvieren, demonstrieren die Schüler ihr Wissen, indem sie Gewebe reparieren, ihre Schritte erklären und die Ergebnisse reflektieren. Die Lehrer verwenden Augmented-Reality-Protokolle, Gruppenpräsentationen und Tagebücher, um nicht nur das Wissen, sondern auch die Fähigkeiten, die Kreativität und das ethische Urteilsvermögen zu bewerten.





Fazit:

Am Ende dieser Einheit werden die Schüler:

- **Erforschte** die Wissenschaft der Stammzellen und ihre einzigartige Fähigkeit zur Reparatur und Regeneration.
- Interaktive Missionen in einem AR-Labor **durchgeführt**, wo sie erfahren haben, wie Stammzellen Krankheiten heilen und Gewebe wiederaufbauen können.
- **Vertiefung** ihres Verständnisses durch die Simulation komplexer Szenarien, die Auseinandersetzung mit ethischen Fragen und spielerische Teamarbeit.

Augmented Reality verwandelte abstrakte Biologie in etwas, das die Schüler **sehen, anfassen und manipulieren** konnten. Ethische Debatten verbanden Wissenschaft und Gesellschaft und machten das Thema für ihr Leben und ihre Zukunft relevant. Vor allem aber gewannen die Schüler ein Verständnis für das **Potenzial und die Verantwortung**, die mit Technologien wie der Stammzelltherapie einhergehen.

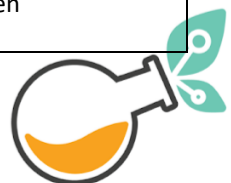
Diese Einheit zeigt, dass es beim Lernen von Naturwissenschaften nicht nur darum geht, Fakten zu lesen, sondern auch darum, Fragen zu leben, mit Möglichkeiten zu experimentieren und sich eine Zukunft vorzustellen, in der Bio-Inspiration uns hilft, reale Herausforderungen zu lösen.

Phase	Beschreibung
Erkunden	- Forschung und Entdeckung: Die Schüler beginnen damit, herauszufinden, was Stammzellen im Vergleich zu gewöhnlichen Körperzellen so einzigartig macht. Während die meisten Zellen auf eine bestimmte Aufgabe spezialisiert sind (Hautzellen schützen, Nervenzellen übertragen Signale), sind Stammzellen anders: Sie können sich sowohl selbst erneuern (unendlich viele Kopien erstellen) als auch differenzieren (sich in viele verschiedene Zelltypen verwandeln). Anhand vereinfachter Texte, Videos und lehrergeführter Diskussionen werden die Lernenden in die drei Hauptkategorien eingeführt: embryonale Stammzellen (pluripotent, können sich zu jeder Zelle entwickeln), adulte Stammzellen (multipotent, gewebespezifisch) und induzierte pluripotente Stammzellen (iPSCs), die aus adulten Zellen umprogrammiert wurden (Takahashi & Yamanaka, 2006).
	- Inhaltsentwicklung: Die wichtigsten Inhalte werden anhand von Beispielen aus der medizinischen Praxis vorgestellt: • Knochenmarktransplantationen bei Leukämie und Lymphomen.





	• Hornhautstammzellen zur Wiederherstellung des Sehvermögens (NIH, 2022). • Forschung zur Regeneration von Herzwewebe nach Herzinfarkten (Mayo Clinic, 2023). In dieser Phase wird die Wissensgrundlage geschaffen: Stammzellen = das natürliche Reparatursystem des Körpers mit enormem Potenzial in der Medizin. - Bedarfsanalyse: Die Studierenden müssen: • Die grundlegende Biologie von Stammzellen verstehen. • sich den Prozess der Entnahme, Aufbereitung und Transplantation von Stammzellen vorstellen können. • Sich der sozialen und ethischen Fragen bewusst sein (Verwendung embryonaler Zellen, Zugänglichkeit von Therapien). Dies bereitet sie auf eine fortgeschrittenere, interaktive Erkundung in der nächsten Phase vor.
Durchführung	- Umsetzung des Lehrplans: Die Schüler gehen von der Theorie zur Praxis über, indem sie in einem virtuellen AR-Labor Stammzellen in Aktion „sehen“ können. Sie werden in ein digitales Modell des menschlichen Körpers versetzt und können dort auf zellulärer Ebene beobachten, wie sich Stammzellen teilen, differenzieren und Gewebe reparieren. - Interaktive Übungen: Die Lernenden absolvieren missionsbasierte AR-Aktivitäten, wie zum Beispiel: 1. Behandlung von Leukämie durch Transplantation von Knochenmarkstammzellen in einen virtuellen Blutkreislauf. 2. Reparatur einer beschädigten Hornhaut durch Anwendung von Hornhautstammzellen und Beobachtung der Wiederherstellung des Sehvermögens. 3. Regeneration des Herzmuskels durch Platzierung von Stammzellen auf beschädigtem Herzwewebe nach einem „virtuellen“ Herzinfarkt. Darüber hinaus arbeiten die Schüler in Gruppen, um Fallstudien zu realen Stammzelltherapien weltweit zu analysieren und in Rollenspielen als Forscher ihre Ergebnisse der Klasse vorzustellen. - Feedback-Erfassung: Die AR-Anwendung gibt sofortiges Feedback: • Hat der Schüler die richtige Art von Stammzellen ausgewählt? • War die Behandlung erfolgreich? • Wie viele Versuche waren erforderlich? Die Lehrkräfte sammeln die AR-Aktivitätsdaten, während die Schüler in digitalen Laborjournalen ihre Erfolge, Misserfolge und Fragen festhalten. Das Feedback der Mitschüler ergänzt die Bewertung um eine weitere Ebene, da die Gruppen die Strategien und Schlussfolgerungen der anderen Gruppen überprüfen.
Verbessern	- AR-Integration: Hier wird AR nicht nur zur Demonstration, sondern auch zur Vertiefung des Lernens eingesetzt. Die Lernenden testen fortgeschrittene Szenarien: • Was passiert, wenn transplantierte Zellen sich nicht richtig integrieren? • Könnten Stammzellen ganze Organe für Transplantationen züchten? • Wie verändern iPSCs die ethische Debatte? Die Möglichkeit, mikroskopische Prozesse in 3D zu visualisieren, macht komplexe Konzepte zugänglich und schlägt eine Brücke zwischen Theorie und praktischer Anwendung. - Interaktives Lernen: Über Simulationen hinaus reflektieren die Lernenden über weiterreichende Themen: • Anwendungen: Behandlung von Krankheiten, Reparatur von Gewebe, Fortschritte in der regenerativen Medizin. • Einschränkungen: Kosten, Tumorrisiken, Integrationsprobleme. • Ethik: Sollten embryonale Stammzellen verwendet werden? Wie können wir einen gleichberechtigten Zugang zu Therapien gewährleisten?





	Klassenzimmerdebatten und reflektierende Texte verbinden Wissenschaft und Gesellschaft.
	Gamifizierte Inhalte: - Punkte und Abzeichen: werden für das korrekte Absolvieren von AR-Missionen vergeben. - Ranglisten: Verfolgen Sie den Fortschritt Ihres Teams in Simulationen und Fallstudien-Herausforderungen. - Quests und Levels: Jede erfolgreiche Therapie schaltet eine neue, komplexere Mission frei (von der Reparatur einzelner Gewebe bis zur Regeneration mehrerer Organe). - Belohnungen für Erkundungen: Bonuspunkte für das Testen innovativer Lösungen oder das Verknüpfen von Beispielen aus der aktuellen Forschung. - Kollaborative gamifizierte Aufgaben: Gruppen müssen ihr Wissen bündeln, um einen „virtuellen Patienten“ mit mehreren Problemen zu retten.
	AR-basierte Bewertungen: • Die Studierenden demonstrieren ihre Kenntnisse durch die Durchführung simulierter Stammzellbehandlungen. • Sie erklären ihre Entscheidungen Schritt für Schritt innerhalb der App oder in Präsentationen. • Die Lehrkräfte bewerten die Leistung anhand von Genauigkeit, Argumentation, Zusammenarbeit und Reflexion in Tagebüchern.

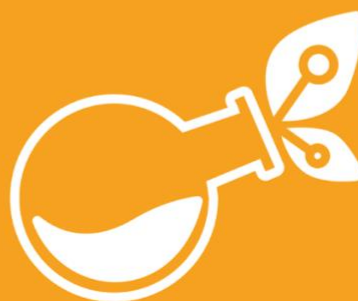
Referenzen

- National Institutes of Health (NIH). (2022). Grundlagen der Stammzellen. Abgerufen unter <https://stemcells.nih.gov>
- Mayo Clinic. (2023). Stammzelltherapie: Verwendung und Anwendungen. Abgerufen unter <https://www.mayoclinic.org>
- Britannica. (2023). Stammzellen. Abgerufen unter <https://www.britannica.com>
- Takahashi, K., & Yamanaka, S. (2006). Induktion pluripotenter Stammzellen aus adulten menschlichen Fibroblasten durch definierte Faktoren. Cell, 126(4), 663–676.





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.