



Co-funded by
the European Union

Sichelzellen bei der Behandlung von Anämie und Thalassemia



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."





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."

Einleitung

Der Zweck dieses Dokuments besteht darin, Leitlinien zu erstellen, die den Projektmitarbeitern, die mit Schülern im Alter von 14 bis 19 Jahren arbeiten, dabei helfen sollen, Übungen unter Verwendung der Augmented-Reality-Technologie zu erstellen und anzupassen. Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von Vorlagen erstellt, die Übungen aus methodischer, pädagogischer und technologischer Sicht definieren. Eine gute schriftliche Beschreibung sowie Bilder, Videos oder Skizzen der Übung sind sehr wichtig, damit Experten die Idee verstehen können. Dies wird Teil der Vorlage „Allgemeine Informationen“ sein. Andererseits wird es wichtig sein, zu definieren, für welches MINT-Thema/Fach jede Übung gedacht ist und wie die AR-Technologie den Schülern, Mitarbeitern oder interessierten Personen bei der Verwendung dieser Übungen helfen kann. Darüber hinaus können Personen, die sich für die Übung interessieren, den Nutzen von Augmented Information verstehen, und es wird notwendig sein, die Vorteile zu erklären. Während des Prozesses der Definition der erweiterten Informationen, die jede Übung bieten wird, können Mitarbeiter, die mit Lehrern zusammenarbeiten, innovative Ideen entwickeln, die das Erlernen von Unterrichtskonzepten erleichtern.

Alle Schüler können die von Fachleuten erläuterten Inhalte in Form von Text, 3D-Modellen, Bildern, Videos, Tonaufnahmen usw. in der realen Welt projiziert sehen. Dies hilft ihnen, ihre Aufmerksamkeit auf die Übung zu richten und die damit verbundenen Konzepte leichter zu verinnerlichen.

Dieses Dokument umfasst die folgenden Punkte:

- Informationen über die AR-Technologie
 - Wie man AR-Übungen dank der Vorlage definiert
- Vorlage:
- Allgemeine Informationen
 - Pädagogische Vorgaben
 - Technische Vorgaben





Allgemeine Informationen

In diesem Teil müssen die allgemeinen Informationen zur Übung angegeben werden, damit sie erkannt werden kann.

Name der Übung:	Sichelzellenanämie und Thalassämie
Beschreibung der Übung:	Die Aktivität nutzt Augmented Reality, um anhand einer Reihe interaktiver Fragen zu verstehen, wie bestimmte Formen der Thalassämie mithilfe der Gentherapie behandelt werden können.
Teilnehmer:	Die Aktivität ist für die individuelle Durchführung konzipiert, mit optionaler anschließender Gruppenreflexion. Die individuelle Teilnahme stellt sicher, dass jeder Schüler während der gesamten Erfahrung seine eigenen Entscheidungen trifft, was die persönliche Neugier fördert. Gruppendiskussionen am Ende (optional) ermöglichen den Vergleich der Ergebnisse und der Gründe für die getroffenen Entscheidungen und stärken so das kollaborative Lernen und das Feedback unter Gleichaltrigen.
Altersgruppe der Teilnehmer:	Mindestalter: 17, Höchstalter: 19 Die Übung setzt grundlegende Vorkenntnisse in Naturwissenschaften voraus. Schüler dieses Alters sind kognitiv in der Lage, abstrakt zu denken, ethisch zu argumentieren und Probleme aus der realen Welt zu lösen.
MINT-Fach und spezifisches Thema:	Die Übung befasst sich mit der Herausforderung, komplexe Gentherapie durch spielerische Bildung verständlich zu machen. Augmented Reality hilft dabei, diesen Aspekt zu vereinfachen, indem jeder Schritt auf klare und interaktive Weise dargestellt wird.





Gamifizierungsprozesse:

Schriftliche oder grafische Beschreibung der Augmented-Informationen:

Erforderliche externe (oder zusätzliche) Tools

Links (Video, Bilder, Online-Text usw.).

Die Schüler interagieren mit Dr. Alex, der sie auffordert, einen Patienten mit dieser neuen Gentherapie zu retten. Jede Entscheidung der Schüler spiegelt ihre Fähigkeit wider, schnell zu lernen.

Informationsüberlagerung: Entscheidungsanfragen und visuelle Feedback-Effekte.

Schwebende 3D-Auswahlmöglichkeiten: Die Schüler wählen die richtige Antwort aus.

Statische AR-Umgebungen: ein interaktiver Test.

Die AR-Erfahrung wird durch Bilderkennung oder QR-Marker verankert und erfordert keine körperlichen Bewegungen: Sie ist für die Verwendung auf einem Schreibtisch oder einer Schulbank konzipiert.

Mobilgerät oder Tablet mit AR-Fähigkeiten. Internetverbindung für das erstmalige Laden der Dateien. Gedrucktes AR-Markerblatt (optional) oder auf dem Bildschirm angezeigtes Triggerbild.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>

.





Pädagogische Spezifikationen

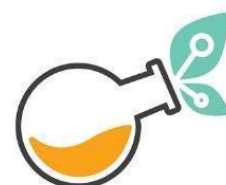
Hier sammeln wir Informationen darüber, wie die Übung in der Lernsituation eingesetzt werden kann und welche Ergebnisse und Vorteile sich aus ihrer Verwendung aus pädagogischer Sicht ergeben.

Wie können diese erweiterten Informationen genutzt werden, um ein STEAM-Thema für Schüler interessanter zu gestalten?

Mit einem mobilen Gerät (Tablet oder Smartphone) scannen die Schüler den QR-Code, der sie zum Spiel führt. Dort angekommen, müssen sie mit der Hauptfigur sprechen und können sich in ihrer Umgebung zurechtfinden.

Welche pädagogischen Ziele werden mit diesem Szenario verfolgt?

Das pädagogische Ziel dieses Spiels ist es, die logischen Fähigkeiten der Schüler zu verbessern. Die Schüler müssen sich die Situation, in der sie sich befinden, vorstellen und mit dem Wissen, das sie in Echtzeit erwerben, reagieren.



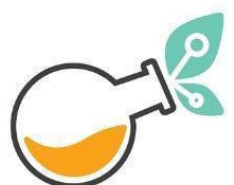


Welche Ergebnisse sollen mit seiner Verwendung erreicht werden?

Anämie und Thalassämie sind zwei häufige Krankheiten, die ein größeres Bewusstsein und Wissen erfordern. Die Anwendung des derzeit in der Schule erworbenen Wissens und die Einbeziehung neuer Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet steigern die Neugier der Schüler für dieses Thema.

Welche Vorteile werden durch den Einsatz erwartet?

Die Schüler können ihre technischen und IT-Kenntnisse durch den Einsatz von Augmented Reality verbessern. Durch die Verbesserung ihrer Propriozeption und Gestik können sie größere Fähigkeiten für ihre Zukunft erwerben. Der Spielmodus macht das Lernerlebnis unterhaltsamer und verbessert die Empathie im Umgang mit anspruchsvollen und schwer verständlichen Themen.





Technische Spezifikationen

In diesem Teil muss angegeben werden, ob die Übung für die Umsetzung mit AR-Technologie konzipiert wurde. Dieser Teil ist für den Übersetzungsprozess von grundlegender Bedeutung. Bitte fügen Sie Text, Audiotext und alle erforderlichen Materialien bei.

AR-INFORMATIONEN

Technologie

<https://edu.delightex.com/Studio/Space/3iHSB5FEyFHnStnW-Marker>

Falls ein Marker erforderlich ist, Beschreibung des Markers



Hardware und benötigte Software:

PC, Smartphone, Tablet, Kamera.

Art der Augmented-Daten

Bilder; Text; 3D-Modelle

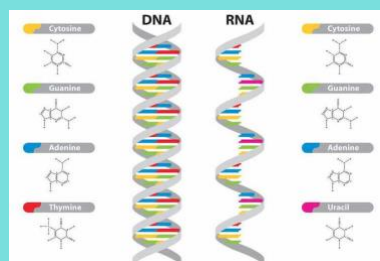


Schriftliche Beschreibung der AR-Daten

Die Schüler beginnen das Erlebnis, indem sie einen Marker scannen oder eine AR-App auf ihrem Mobilgerät oder Tablet aufrufen. Das Gebäude erscheint auf dem Bildschirm, und Dr. Alex steht am Eingang und lädt die Schüler ein, an der Anwendung der Therapie teilzunehmen. Nacheinander lernen die Schüler durch spezifische und logische Fragen, wie diese Krankheit funktioniert und wie man eingreifen kann.

Die Aktivität wird individuell durchgeführt, kann aber mit einer Klassendiskussion oder Reflexion abgeschlossen werden, um Ergebnisse zu vergleichen und Erkenntnisse auszutauschen.

Wenn Bild



Wenn Text

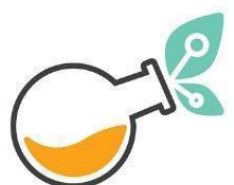
 Genetische Mission: Rette Sofia

[Titelbild: Labor/Krankenhaus]

Hallo Doktor Alex!

Willkommen im Zentrum für fortgeschrittene Gentherapie. Heute beginnt eine außergewöhnliche Mission, die das Leben einer jungen Patientin verändern könnte.

 Lernen Sie Sofia kennen





Sofia ist 16 Jahre alt und spielt gerne Volleyball, aber aufgrund ihrer schweren Beta-Thalassämie kann sie kein normales Leben führen. Alle zwei bis drei Wochen benötigt sie Bluttransfusionen, da ihr Körper nicht genügend funktionsfähiges Hämoglobin produziert.

Das Problem? Eine genetische Mutation, die sie von ihren Eltern geerbt hat.

 Die Lösung: CRISPR-Cas9

Sie haben Zugang zu der revolutionärsten Technologie der modernen Medizin: CRISPR-Cas9, der „molekularen Schere“, mit der wir DNA umschreiben können.

Ihr Ziel: Sofias Stammzellen so zu modifizieren, dass die Produktion von fötalem Hämoglobin reaktiviert wird, das auch bei Erwachsenen perfekt funktioniert!

Sind Sie bereit, loszulegen?

 Wissenswertes: CRISPR steht für „Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats“ – aber keine Sorge, niemand nennt es so!

[BUTTON: PHASE 1 STARTEN →]

 PHASE 1: Stammzellen entnehmen

[Bild: Stammzellen oder Knochenmark]

Sofia ist bereit für den ersten Schritt. Sie müssen die hämatopoetischen Stammzellen entnehmen, die dann mit CRISPR modifiziert werden.

Diese speziellen Zellen sind die „Mütter“ aller roten Blutkörperchen, weißen Blutkörperchen und Blutplättchen. Sobald sie modifiziert und wieder eingesetzt sind, produzieren sie ein Leben lang gesunde Zellen!

 FRAGE 1

Wo entnehmen Sie Sofias hämatopoetische Stammzellen?





- A)  Aus dem Gehirn¹⁸
- B)  Aus dem Knochenmark
- C)  Aus der Leber
- D)  Aus der Lunge

[Antwort eingeben]

☒ FEEDBACK (bei richtiger Antwort – B)

Genau, Doktor Alex!

Hämatopoetische Stammzellen befinden sich im Knochenmark, insbesondere in flachen Knochen wie dem Becken (Beckenkamm). Die Entnahme erfolgt unter Narkose mit einer speziellen Nadel.

Diese Zellen sind unglaublich: Sie können sich selbst erneuern und zu allen Arten von Blutzellen differenzieren!

 Wissenschaftliche Daten:

Ein Erwachsener produziert täglich etwa 200 Milliarden rote Blutkörperchen.

Im Knochenmark befinden sich etwa 0,01–0,1 % Stammzellen

Für die Behandlung werden Millionen von Zellen benötigt, die im Labor vermehrt werden

 Fortschritt: 1/4 der Phasen abgeschlossen

[BUTTON: WEITER ZU PHASE 2 →]

 FEEDBACK (bei falscher Antwort)

Nicht ganz!



Hämatopoetische Stammzellen befinden sich im Knochenmark (Antwort B), insbesondere in flachen Knochen wie dem Becken.

Das Gehirn, die Leber und die Lunge enthalten andere Arten von Zellen, aber keine, die Blut produzieren!

💡 Hinweis: Überlegen Sie, wo im Körper kontinuierlich neue Blutzellen „produziert“ werden...

🎯 Fortschritt: 1/4 Phasen abgeschlossen

[BUTTON: WEITER ZU PHASE 2 →]

🖋️ PHASE 2: Identifizierung des genetischen Ziels

[Bild: DNA-Doppelhelix oder BCL11A-Gen]

Großartige Arbeit! Sofias Zellen werden nun im Labor kultiviert. Jetzt ist es an der Zeit, genau zu verstehen, was verändert werden muss.

In ihrer DNA gibt es eine Mutation in dem Gen, das für die Produktion von adultem Hämoglobin zuständig ist. Aber es gibt eine clevere Alternative...

❓ FRAGE 2

[Diagramm anzeigen: BCL11A-Gen aktiv → blockiert fötales Hämoglobin]

Richtig oder falsch?

„Bei Thalassämie können wir das BCL11A-Gen mit CRISPR deaktivieren. Dadurch kann der Körper weiterhin fötales Hämoglobin (HbF) produzieren, das auch bei Erwachsenen perfekt funktioniert.“

🟦 RICHTIG

🟥 FALSCH



[Antwort eingeben]

✅ FEEDBACK (wenn WAHR – richtig)

Genau! Sie haben die geniale Strategie hinter dieser Behandlung verstanden.

Im Mutterleib verwenden wir fötales Hämoglobin (HbF), das Sauerstoff perfekt transportiert. Nach der Geburt „schaltet“ das BCL11A-Gen es aus und wir aktivieren adultes Hämoglobin (HbA).

Wenn das adulte Hämoglobin jedoch defekt ist (wie bei Sofia), können wir:

CRISPR verwenden, um BCL11A zu deaktivieren

die Produktion von fötalem Hämoglobin neu starten

Ergebnis: funktionsfähiges Hämoglobin für das ganze Leben!

💡 Interessante Tatsache: Einige Bevölkerungsgruppen (z. B. in Saudi-Arabien) haben von Natur aus ein weniger aktives BCL11A. Sie leben auch als Erwachsene problemlos mit fötalem Hämoglobin und sind vor Malaria geschützt!

🎯 Fortschritt: 2/4 Phasen abgeschlossen

✂️ PHASE 3: CRISPR-Cas9-Bearbeitung

[Bild: CRISPR-System schneidet DNA]

Der entscheidende Moment ist gekommen! Sie müssen das CRISPR-Cas9-System so programmieren, dass es das BCL11A-Gen in Sofias Zellen mit chirurgischer Präzision modifiziert.

? FRAGE 3



Ordnen Sie jede CRISPR-Komponente ihrer richtigen Funktion zu:

Ziehen und verbinden:

KOMPONENTEN:

 Guide-RNA (gRNA)

 Cas9-Protein

 Zielsequenz (BCL11A)

 Zelluläres Reparatursystem

FUNKTIONEN: A) Der genaue Punkt der zu modifizierenden DNA – DNA-Ziel
B) Die „molekulare Schere“, die die DNA schneidet – Molekulare Schere
C) Das „GPS“, das Cas9 an die richtige Stelle bringt – Zielführung
D) Der Mechanismus, der den Schnitt schließt und das Gen deaktiviert – DNA-Reparatur

[Drag & Drop-Zuordnungsbereich oder Mehrfachauswahl]

☒ FEEDBACK (wenn richtig: 1-C, 2-B, 3-A, 4-D)

Perfekt, Doktor Alex! Sie haben den CRISPR-Mechanismus perfekt verstanden!

 So funktioniert CRISPR-Cas9:

1. Guide-RNA (gRNA) = das GPS 

Enthält eine 20-Nukleotid-Sequenz, die komplementär zum BCL11A-Gen ist

Führt das System genau zum richtigen Punkt in der DNA

2. Cas9-Protein = die Schere 

Bindet an die Guide-RNA



Schneidet beide DNA-Stränge am Zielpunkt

3. Zielsequenz = das Ziel 

Der genaue Punkt des BCL11A-Gens, der deaktiviert werden soll

Muss im Genom eindeutig sein, um unerwünschte Schnitte zu vermeiden

4. Zelluläre Reparatur = die Versiegelung 

Die Zelle versucht, den Schnitt zu „reparieren“

Führt jedoch zu kleinen Fehlern, die das BCL11A-Gen deaktivieren

Ergebnis: Keine Blockierung des fötalen Hämoglobins mehr!

 CRISPR-Präzision:

Genauigkeit: ~99,9 % beim richtigen Ziel

Bearbeitungszeit: 24–48 Stunden in Kultur

Erfolgreich modifizierte Zellen: 80–90 %

 Wussten Sie schon? Jennifer Doudna und Emmanuelle Charpentier erhielten 2020 den Nobelpreis für Chemie für die Entdeckung von CRISPR-Cas9!

 Fortschritt: 3/4 Phasen abgeschlossen

[BUTTON: LETZTE PHASE →]

 PHASE 4: Rückführung der Zellen zu Sofia

[Bild: Zellinfusion oder Patient im Krankenhaus]

Sofias Zellen wurden erfolgreich modifiziert! Im Labor haben Sie Folgendes überprüft:





- ☒ Das BCL11A-Gen deaktiviert ist
- ☒ Die Zellen produzieren fötales Hämoglobin
- ☒ Es gibt keine unerwünschten Modifikationen in anderen Teilen der DNA

Jetzt ist es an der Zeit, diese modifizierten Zellen wieder in Sofias Körper zu infundieren, damit sie ihre lebenswichtige Arbeit verrichten können.

? FRAGE 4

Welche Behandlung muss Sofia erhalten, bevor ihr die veränderten Zellen wieder zugeführt werden?

- A) Nichts, die Zellen werden sofort zurückgeführt
- B) Eine Chemotherapie, um alte Stammzellen zu eliminieren
- C) 10 Jahre warten, um zu sehen, ob sie im Labor funktionieren
- D) Die Zellen für eine spätere Verwendung einfrieren

[Antwort eingeben]

- ☒ FEEDBACK (bei richtiger Antwort – B)

Genau! Gut gemacht, Doktor Alex!

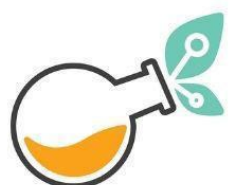
Vor der Transplantation erhält Sofia eine konditionierende Chemotherapie (in der Regel Busulfan). Diese Behandlung:

Eliminiert alte Stammzellen aus dem Knochenmark

Schafft Platz für die neuen CRISPR-modifizierten Zellen

ermöglicht es den modifizierten Zellen, sich einzunisten und zu vermehren

Behandlungszeitplan:





Woche 0: Entnahme der Stammzellen
Wochen 1–4: CRISPR-Bearbeitung im Labor
Woche 5: Konditionierende Chemotherapie
Woche 6: Reinfusion der modifizierten Zellen (ähnlich einer Transfusion)
Wochen 6–12: Einwachsen der Zellen in das Knochenmark
Monate 3–6: Beginn der Produktion gesunder roter Blutkörperchen
Nach 6 Monaten: Sofia benötigt keine Transfusionen mehr! 🎉

💡 Echte klinische Ergebnisse:

Behandelte Patienten: über 100 weltweit (2024)

Erfolgsquote: ~95 %

Dauer der Wirkung: dauerhaft (Stammzellen leben ein Leben lang)

Wichtigste Nebenwirkungen: im Zusammenhang mit der Chemotherapie, nicht mit CRISPR

🎉 MISSION ERFÜLLT!

Wenn Video

-

Wenn Audio

-

Wenn 3D-Modell

Die erforderlichen Formate sind: .obj, .stl.



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."

