



Co-funded by
the European Union

Der Sehmechanismus: Vom Licht zum Gehirn



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."





Co-funded by
the European Union

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Allgemeine Informationen
- Pädagogische Spezifikationen
- Technische Spezifikationen



Project Number: 2023-I-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."



Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die Augmented-Reality-Übung (AR) mit dem Titel „Der Sehmechanismus: Vom Licht zum Gehirn“, die im Rahmen des BioS4You AR 2.0-Projekts für Schüler im Alter von 17 bis 19 Jahren entwickelt wurde.

Ziel dieser Übung ist es, den Schülern durch eine klare, schrittweise und interaktive Lernerfahrung zu vermitteln, wie das Sehen aus dem Zusammenspiel von physikalischen Phänomenen und biologischen Prozessen entsteht. Mithilfe von Delightex Studio – Spaces (Marker) gelangen die Schüler in eine AR-Umgebung, in der sie durch aufeinander aufbauende Szenen navigieren, die zeigen, wie Licht vom Auge gebrochen, von Photorezeptoren in elektrische Signale umgewandelt und entlang neuronaler Bahnen zum visuellen Kortex auf einer realen Oberfläche (wie einem Schreibtisch oder einem Klassenzimmertisch) übertragen wird. Durch die Interaktion mit jeder Szene durchlaufen die Schüler eine schrittweise Visualisierung, die den gesamten Mechanismus des menschlichen Sehens vom Lichteinfall bis zur kortikalen Wahrnehmung veranschaulicht.

Dieses Dokument folgt der Standardvorlage für BioS4You-AR-Übungen und ist in folgende Abschnitte gegliedert:

- Allgemeine Informationen: Titel, Autoren, Zielgruppe, Dauer, Stichwörter und Themen
- Pädagogische Spezifikationen: Lernziele, Methodik, Integration in den Lehrplan
- Technische Spezifikationen: Hardware, Software, Gestaltung der AR-Erfahrung

Die Übung wurde nach dem 3E-Ansatz (Explore – Execute – Enhance) entwickelt, der die Schüler dazu anregt, zu erkunden, mit visuellen Darstellungen zu interagieren und während des gesamten Lernprozesses zu reflektieren.

Dank AR tauchen die Schüler in eine bereichernde Umgebung ein, in der Texte, Bilder, 3D-Modelle und Animationen in der realen Welt erscheinen. Diese Kombination aus digitalen Medien und physischem Raum hilft dabei, unsichtbare Prozesse (Lichtbrechung, Phototransduktion, neuronale Signalübertragung) zu visualisieren, interdisziplinäre Verbindungen zwischen Physik (Optik), Biologie (Anatomie der Netzhaut) und Neurowissenschaften (Sehbahnen) zu stärken und ein tieferes Verständnis dafür zu fördern, wie Wahrnehmung aus der physikalischen Interaktion von Licht mit biologischen Strukturen entsteht.





Name der Übung:

Allgemeine Informationen

Der Sehmechanismus: Vom Licht zum Gehirn

Biologie des Sehens und Optik; Signaltransduktion; vom Augapfel zum visuellen Kortex

Der Titel spiegelt sowohl den wissenschaftlichen Inhalt als auch den immersiven Charakter der Übung wider. „Der Sehmechanismus“ betont den systematischen Prozess, durch den Licht zur Wahrnehmung wird, während „Vom Licht zum Gehirn“ den gesamten Weg vom physikalischen Reiz bis zur neuronalen Interpretation durch schrittweise Szenennavigation von der Lichtbrechung bis zur kortikalen Verarbeitung vermittelt.

Der Untertitel „Biologie des Sehens und Optik; Signalübertragung; vom Augapfel zum visuellen Kortex“ unterstreicht die interdisziplinäre Perspektive der Übung: die physikalische Seite, auf der Lichtstrahlen durch Hornhaut und Linse gebrochen werden, um auf der Netzhaut fokussiert zu werden, die biologische Seite, auf der Photorezeptoren (Stäbchen und Zapfen) Licht in elektrische Signale umwandeln, und die neurologische Seite, auf der Signale über den Sehnerv und den Chiasma opticum zum visuellen Kortex gelangen. Diese Struktur macht das Thema interdisziplinär und für ein internationales Publikum von 17- bis 19-jährigen Schülern zugänglich, indem sie Physik (Optik), Biologie (Anatomie der Netzhaut) und Neurowissenschaften (Sehbahnen) in einem einzigen interaktiven Szenario vereint, das mit Delightex Studio – Spaces (Marker) umgesetzt wurde.

Beschreibung der
der
Übungen:

Das Programm „Der Sehmechanismus: Vom Licht zum Gehirn“ richtet sich an Schüler im Alter von 17 bis 19 Jahren und ermöglicht es ihnen, die grundlegenden Prinzipien des menschlichen Sehvermögens mithilfe von Augmented Reality zu erkunden. Das Hauptziel besteht darin, den Schülern zu vermitteln, wie das von Objekten reflektierte Licht durch eine Abfolge physikalischer, biologischer und neurologischer Prozesse in eine Wahrnehmung umgewandelt wird: Lichtbrechung durch das optische System des Auges, Signalübertragung durch die Photorezeptoren der Netzhaut und neuronale Übertragung entlang der Sehbahnen zum Kortex. Mithilfe von Delightex Studio – Spaces (Marker) navigieren die Schüler durch fünf aufeinanderfolgende AR-Szenen, die auf einer realen Oberfläche (z. B. einem Schreibtisch oder einem Klassenzimmertisch) platziert sind. Die erste Szene führt mit





einem Titel und einer START-Schaltfläche in das Thema ein. Die zweite Szene zeigt, wie Lichtstrahlen von der Hornhaut und der Augenlinse gebrochen werden, um auf der Netzhaut fokussiert zu werden. Die dritte Szene veranschaulicht, wie Photorezeptoren (Stäbchen und Zapfen) Licht in elektrische Signale umwandeln, wobei animierte Funkeneffekte diese Transduktion darstellen. Die vierte Szene zeigt den gesamten Sehsweg von der Netzhaut über den Sehnerv und den Chiasma opticum bis zum visuellen Kortex, wobei animierte Kugeln den Signalfluss simulieren. Die fünfte Szene präsentiert ein integriertes Quiz, in dem die Schüler eine Frage dazu beantworten, welche Struktur das Licht auf die Netzhaut fokussiert (Hornhaut, Netzhaut oder Iris), wobei das native Quizmodul von Delightex sofortiges automatisches Feedback liefert. Die Übung folgt dem 3E-Ansatz (Explore – Execute – Enhance): Die Schüler erkunden den Sehmechanismus Schritt für Schritt, führen Interaktionen durch, indem sie auf Schaltflächen tippen, um durch die Szenen zu gelangen, und vertiefen ihr Verständnis durch das Bewertungsquiz und optionale externe 3D-Modelle von Sketchfab. Die gesamte Erfahrung dauert etwa 5 Minuten und eignet sich somit sowohl für den Einsatz im Unterricht als auch für individuelle Hausaufgaben. Durch die Kombination von Diagrammen, Textüberlagerungen, Animationen und interaktiven Elementen in AR macht die Übung unsichtbare Prozesse sichtbar und verbindet abstrakte physikalische Konzepte (Brechung, Fokussierung) mit konkreten biologischen Mechanismen (Phototransduktion, Nervenbahnen), wodurch interdisziplinäres STEAM-Lernen gefördert wird.

Teilnehmer:

Die Übung eignet sich sowohl für einzelne Schüler*innen als auch für kleine Gruppen von 3–5 Mitgliedern. Die Arbeit in Gruppen wird empfohlen, um Diskussionen anzuregen, verschiedene Beobachtungen in jeder Phase des Sehwegs (Lichtbrechung, Phototransduktion, neuronale Übertragung) zu vergleichen und Fähigkeiten zur gemeinsamen Problemlösung zu entwickeln. In Gruppen können die Schüler gemeinsam analysieren, wie die Hornhaut das Licht bündelt, den Unterschied zwischen Stäbchen und Zapfen beim skotopischen und photopischen Sehen diskutieren und darüber debattieren, warum wir die Welt aufrecht wahrnehmen, obwohl das Netzhautbild auf dem Kopf steht. Dieser kooperative Ansatz fördert das gegenseitige Lernen und stärkt das Engagement für die interdisziplinären Inhalte, wodurch abstrakte Konzepte wie die Signaltransduktion durch die gemeinsame Erkundung der





Altersspanne der Teilnehmer:

AR-Szenen besser zugänglich werden.

- Mindestalter: 17 Jahre
- Höchstalter: 19 Jahre

Um an der Aktivität teilnehmen zu können, sollten die Schüler über Grundkenntnisse in Biologie und Physik verfügen, insbesondere über die Anatomie des Auges (Hornhaut, Linse, Netzhaut, Sehnerv), das Konzept der Lichtbrechung und Fokussierung sowie einführende Elemente der Elektrophysiologie (elektrische Signale in Neuronen). Diese Voraussetzungen stellen sicher, dass die Schüler die AR-Visualisierungen mit ihrem vorhandenen Wissen verknüpfen und den interdisziplinären Charakter des Sehmechanismus verstehen können.

MINT-Fach und spezifisches Thema:

MINT-Fach: Biologie, Physik, Neurowissenschaften, Technik

Spezifisches Thema: Mechanismus des menschlichen Sehens, optische Fokussierung, Phototransduktion, Sehbahnen und die Beziehung zwischen physikalischen, biologischen und neurologischen Prozessen

Hauptschwierigkeit des Themas:

Schüler haben oft Schwierigkeiten, abstrakte physikalische Konzepte (Lichtbrechung, Brennpunkte) mit biologischen Strukturen (Hornhaut, Linse, Netzhaut) und neuronalen Prozessen (Signaltransduktion, Signalübertragung) zu verknüpfen. Das Thema Sehen wird in der Regel in getrennten Fachbereichen unterrichtet: Optik im Physikunterricht, Augen Anatomie in der Biologie und Wahrnehmung in den Neurowissenschaften, was es den Schülern erschwert, den gesamten integrierten Mechanismus zu begreifen. Darüber hinaus machen die Unsichtbarkeit der Phototransduktion und der neuronalen Signalübertragung diese Prozesse abstrakt und schwer vorstellbar

Wie AR hilft, das Konzept zu vereinfachen:

Über Delightex Studio können Schüler mit aufeinanderfolgenden AR-Szenen interagieren, die den gesamten Sehweg Schritt für Schritt darstellen. Jede Szene konzentriert sich auf eine bestimmte Stufe (Lichtbrechung → Phototransduktion → neuronale Übertragung → kortikale Verarbeitung) mit visuellen





Gamifizierungsprozess:

Darstellungen: Diagramme, die die Lichtfokussierung auf der Netzhaut zeigen, animierte Funken-Effekte, die die Aktivierung der Photorezeptoren veranschaulichen, und sich bewegende Kugeln, die elektrische Signale simulieren, die entlang des Sehnervs wandern. Diese sequenzielle AR-Visualisierung überbrückt die Kluft zwischen abstrakten Konzepten und greifbarem Verständnis und hilft den Schülern zu verstehen, wie physikalisches Licht zu biologischen Signalen und schließlich zu neuronaler Wahrnehmung wird. Das integrierte Quiz fördert das kritische Denken über optische Strukturen, und optionale Sketchfab-3D-Modelle ermöglichen eine tiefere anatomische Erkundung.

Die Gamification-Strategie folgt den Empfehlungen der BIOS4YOU WP2-Richtlinien und konzentriert sich auf herausforderungsbasiertes Lernen und sofortiges Feedback, das mit Delightex Studio – Spaces (Marker) realistisch umgesetzt werden kann.

- Herausforderungsbasiertes Lernen: Die Schüler erhalten die Aufgabe, den gesamten Weg des Lichts von der Außenwelt bis zur bewussten Wahrnehmung im Gehirn nachzuvollziehen. Jede AR-Szene stellt eine bestimmte Etappe dieses Weges dar, und die Schüler müssen mit Schaltflächen interagieren, um schrittweise voranzukommen, wodurch der Lernprozess aktiv statt passiv gestaltet wird.

- Sofortiges Feedback: Das integrierte Delightex-Quiz am Ende liefert sofortiges automatisches Feedback, wenn die Schüler die Frage beantworten, welche Struktur das Licht auf die Netzhaut fokussiert. Richtige Antworten werden sofort bestätigt, während falsche Antworten zum Nachdenken anregen, ohne die Lösung direkt preiszugeben, was das logische Denken fördert.

- Visuelle Auswirkungen: Anstelle von Punkten oder Abzeichen wird das Feedback durch den Fortgang der AR-Szenen selbst dargestellt. Durch erfolgreiches Klicken auf „WEITER“ schreitet die Erzählung von der Lichtbrechung über die Phototransduktion bis zur neuronalen Übertragung voran, wodurch ein Gefühl der Erkundung und Entdeckung entsteht. Animierte Elemente (Funken-Effekte für die Phototransduktion, sich bewegende Kugeln für den Signalfluss) bieten visuelle Belohnungen, die das Verständnis vertiefen.

- Rollenspielelement: Die Lernenden schlüpfen in die Rolle von Entdeckern des visuellen Systems und navigieren durch das Auge und das Gehirn, um zu entdecken, wie Wahrnehmung





Schriftliche oder
grafische
Beschreibung der
Augmented-Reality-
Informationen:

entsteht. In Gruppen diskutieren und vergleichen sie gemeinsam ihr Verständnis der einzelnen Phasen.

Dieser Ansatz kombiniert Interaktivität, sequenzielle Erzählung, visuelles Feedback und narrative Gestaltung, um die Motivation der Lernenden aufrechtzuerhalten. Er steht im Einklang mit den in der BIOS4YOU-WP2-Methodik definierten Gamification-Prinzipien und ist an die technischen Möglichkeiten von Delightex Studio angepasst.

Die AR-Erfahrung wurde in Delightex Studio – Spaces (Marker) entwickelt und umfasst folgende Elemente:

- Titel und Einführungsszene: 3D-Text mit der Aufschrift „Der Sehmechanismus: Vom Licht zum Gehirn“ mit Untertitel und Hintergrundbild, ausgestattet mit einer START-Schaltfläche, um die Erkundung zu beginnen.
- Diagramme und Bilder: hochwertige anatomische Bilder, die den Querschnitt des Auges mit auf die Netzhaut fokussierten Lichtstrahlen (Szene 2), die Netzhautstruktur mit Stäbchen und Zapfen (Szene 3) sowie ein vollständiges Diagramm des Sehwegs von der Netzhaut über den Sehnerv und den Chiasma opticum bis zum visuellen Kortex (Szene 4) zeigen.
- Interaktive Schaltflächen: rechteckige, anklickbare Flächen mit den Bezeichnungen START, NEXT und QUIZ, auf die die Schüler tippen, um zwischen den Szenen zu navigieren.
- Animierte visuelle Effekte: kleine gelbe Kugeln, die in Szene 3 Funkeneffekte simulieren (als Darstellung der Phototransduktion, wenn Licht die Photorezeptoren aktiviert) und in Szene 4 nacheinander aufleuchtende Kugeln (als Darstellung des elektrischen Signalflusses entlang des Sehwegs).
- Integriertes Quizmodul: Ein natives Delightex-Quiz mit der Frage „Welche Struktur fokussiert das Licht auf die Netzhaut?“ sowie drei Antwortoptionen (Hornhaut, Netzhaut, Iris) und automatischem Verzweigungsfeedback.
- Textüberlagerungen: kurze erklärende Bildunterschriften in jeder Szene, die den Prozess beschreiben (z. B. „Lichtstrahlen werden von der Hornhaut und der Augenlinse gebrochen, um auf die Netzhaut fokussiert zu werden“, „Photorezeptoren (Stäbchen und Zapfen) wandeln Licht in elektrische Signale um“, „Signale wandern über den Sehnerv und den Chiasma opticum zum





Erforderliche
externe (oder
zusätzliche)
Hilfsmittel

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

visuellen Kortex“).

Alle Elemente sind auf einer markierungserkannten Oberfläche positioniert, sodass die Schüler den gesamten visuellen Mechanismus in AR überlagert auf ihrem physischen Schultisch oder Tisch betrachten können. Die sequenzielle Szenenstruktur führt die Schüler in einer logischen, leicht nachvollziehbaren Abfolge durch die interdisziplinären Inhalte (Physik → Biologie → Neurowissenschaften).

- Geräte: Smartphones oder Tablets mit installierter Delightex-App (iOS oder Android).

- AR-Marker: erforderlich; Delightex Studio – Spaces (Marker) nutzt markergestützte AR. Die Schüler scannen den bereitgestellten Marker, um das AR-Erlebnis zu starten und die Szenen des Sehmechanismus auf ihrem Gerät anzusehen.

- Gedruckte Arbeitsblätter: Damit können Schüler oder Gruppen die Abfolge der Ereignisse (Lichtbrechung, Phototransduktion, Signalübertragung zum Kortex) festhalten, über die Ergebnisse jeder Phase reflektieren und einen kurzen Bericht erstellen, der Physik (Optik), Biologie (Anatomie der Netzhaut) und Neurowissenschaften (Sehbahnen) miteinander verbindet.

QUIZ

Das Quiz ist nativ in Delightex Studio (Szene 5) integriert und erfordert keinen externen Link. Die Schüler beantworten die Fragen direkt innerhalb der AR-Erfahrung und erhalten automatisches Feedback.

ERGÄNZENDE 3D-LEHRMITTEL

3D-Visualisierungen der Augen-anatomie:

Anatomie des menschlichen Auges: <https://skfb.ly/ouEDB>
Interaktives 3D-Modell, das die vollständige Anatomie des Auges mit allen wichtigen Strukturen (Hornhaut, Linse, Iris, Netzhaut, Sehnerv) zeigt. Die Schüler können das Modell drehen und erkunden, um die räumlichen Beziehungen zwischen optischen und neuronalen Komponenten zu verstehen.

Querschnitt des Auges:

<https://skfb.ly/6E6x9>

Detaillierte Querschnittsansicht, die den Weg der Lichtstrahlen





durch die brechenden Medien des Auges (Hornhaut, Kammerwasser, Linse, Glaskörper) bis zur Netzhautebene zeigt. Ideal zum Verständnis der in Szene 2 behandelten Mechanismen der Lichtbrechung und Fokussierung.

Augenanatomie mit Netzhaut:

<https://skfb.ly/o7G9M>

Fokussierte Darstellung der Netzhautstruktur, die die Verteilung der Photorezeptoren zeigt. Nützlich zur Erforschung der biologischen Grundlagen der Phototransduktion, die in Szene 3 behandelt werden.

UNMC-Augenmodell:

<https://skfb.ly/oWFJw>

Pädagogisches anatomisches Modell des University of Nebraska Medical Center, das beschriftete Augenstrukturen zeigt. Geeignet zur Nachbereitung nach den Übungen und zur Vertiefung der anatomischen Kenntnisse.

Lehrvideos und Simulationen:

Wie die Augen funktionieren – National Eye Institute (NEI):

<https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/healthy-vision/how-eyes-work>

Unsere Augen – Unser Sehen – Science Learning Hub:

<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/3006-our-eyes-our-vision>

PhET Geometrische Optik:

https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html





Pädagogische Vorgaben

Hier sammeln wir Informationen darüber, wie die Übung im Unterricht eingesetzt werden kann und welche Ergebnisse und Vorteile sich aus pädagogischer Sicht daraus ergeben.

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

Die AR-Erfahrung verwandelt das abstrakte Konzept des Sehens in eine greifbare, interaktive Reise, die die Schüler physisch auf ihrem Schultisch erkunden können. Anstatt in einem Physiklehrbuch über Lichtbrechung zu lesen oder die Anatomie des Auges anhand eines Biologiediagramms auswendig zu lernen, navigieren die Schüler durch fünf aufeinanderfolgende Szenen, die den gesamten Mechanismus Schritt für Schritt veranschaulichen. Die Kombination aus visuellen Diagrammen, animierten Effekten (Funkenpartikel für die Phototransduktion, sich bewegendes Kugeln für neuronale Signale) und interaktiver Abfolge schafft eine fesselnde Erzählung, in der Physik (Optik), Biologie (Netzhautstrukturen) und Neurowissenschaften (Sehbahnen) nahtlos miteinander verbunden sind. Die Schüler sehen, wie sich Lichtstrahlen durch Hornhaut und Linse brechen, beobachten, wie Photorezeptoren dieses Licht in elektrische Signale umwandeln, und verfolgen diese Signale entlang des Sehnervs bis zum Gehirn. Dieser multisensorische AR-Ansatz macht das Unsichtbare sichtbar und das Abstrakte konkret, was das Engagement und das Verständnis im Vergleich zu traditionellem, auf Vorlesungen oder statischen Bildern basierendem Unterricht deutlich steigert. Das auf Herausforderungen basierende Quiz am Ende fördert kritisches Denken, und optionale Sketchfab-3D-Modelle ermöglichen es neugierigen Schülern, anatomische Details über die Kernübung hinaus zu erkunden.

Welche pädagogischen Ziele werden durch dieses Szenario angesprochen?

Die Übung fördert interdisziplinäres Verständnis, indem sie physikalische Prinzipien (Lichtbrechung, geometrische Optik) mit biologischen Strukturen (Hornhaut, Linse, Netzhaut, Photorezeptoren) und neurologischen Prozessen (Signaltransduktion, Nervenbahnen, kortikale Verarbeitung) verknüpft. Die Studierenden entwickeln die Fähigkeit, unsichtbare Prozesse wie die Phototransduktion und die neuronale Übertragung zu visualisieren. Durch das Durchlaufen der Szenen in logischer Reihenfolge verstehen die Studierenden Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge im gesamten Sehweg. Die Schüler identifizieren wichtige anatomische Strukturen wie Hornhaut, Augenlinse, Netzhaut, Stäbchen, Zapfen, Sehnerv, Chiasma opticum und visuellen Kortex und verstehen deren spezifische Funktionen. Das integrierte Quiz erfordert das logische Schlussfolgern, welche Struktur das Licht bündelt, und geht damit über das reine Auswendiglernen hinaus hin zu angewandtem Verständnis. Die AR-Platzierung auf dem Schreibtisch hilft den Schülern, räumliche mentale Modelle davon zu entwickeln, wie Licht durch dreidimensionale anatomische Strukturen im Auge und im Gehirn wandert.





Welche Ergebnisse werden durch den Einsatz erwartet?

Es wird erwartet, dass die Schüler im Vergleich zum traditionellen Unterricht ein besseres Verständnis des gesamten Sehmechanismus zeigen, gemessen an den Quizleistungen und Bewertungen. Die multisensorische AR-Erfahrung sollte das Behalten anatomischer Strukturen, ihrer Funktionen und des sequenziellen Weges vom Licht zur Wahrnehmung verbessern. Die Schüler sollten während der AR-Aktivität ein höheres Engagement und eine höhere Motivation zeigen als bei passiven Lernmethoden. Die Schüler sollten Zusammenhänge zwischen Physik (Lichtbrechung), Biologie (Fotorezeptoren) und Neurowissenschaften (Signalwege) herstellen, anstatt diese als separate Themen zu behandeln. Die Schüler sollten die Hornhaut korrekt als primäre lichtbrechende Struktur identifizieren, die Unterschiede zwischen Stäbchen und Zapfen verstehen und die Wahrnehmung aufrecht stehender Bilder trotz der Netzhautumkehr erklären können. Bei der Arbeit in Gruppen sollten die Schüler eine verbesserte Diskussion unter Gleichaltrigen und eine kollaborative Problemlösung rund um Konzepte des Sehmechanismus zeigen.

Welche Vorteile sollen durch den Einsatz dieser Technologie erzielt werden?

AR macht fortgeschrittene interdisziplinäre Inhalte für 17- bis 19-jährige Schüler zugänglich, indem visuelle Darstellungen und sequenzielle Erzählungen genutzt werden, um die kognitive Belastung zu verringern. Durch die Überlagerung digitaler Informationen auf den physischen Klassenraum verbindet AR theoretisches Wissen mit alltäglichen visuellen Erfahrungen. Das integrierte Quiz bietet sofortiges Feedback zur Selbstkorrektur während des Lernens und nicht erst bei späteren Prüfungen. Die Dauer von 5 Minuten eignet sich für verschiedene Kontexte, darunter Unterrichtsaktivitäten, Hausaufgaben und Flipped Learning, und funktioniert sowohl für Einzelpersonen als auch für Gruppen. Schüler entwickeln mit AR-Lerntools digitale Kompetenz, die für zukünftige Lernumgebungen relevant ist. Die AR-Erfahrung erfordert lediglich Smartphones/Tablets und einen Marker, was sie im Vergleich zu physischen anatomischen Modellen kostengünstig macht. Die Kombination aus visuellen Diagrammen, Animationen, Text und kinästhetischen Interaktionen unterstützt vielfältige Lernstile. Die AR-Visualisierung dreidimensionaler Strukturen fördert räumliches Denkvermögen, das in allen MINT-Fächern von großem Wert ist.





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/TAV-WRW>



Die Übung ist vollständig für die Umsetzung mit Augmented Reality konzipiert. Es wird markerbasierte AR verwendet, da Delightex Studio – Spaces (Marker) erfordert, dass die Schüler einen gedruckten Marker scannen, um das AR-Erlebnis zu starten und die visuell animierten Szenen zu sehen, die über ihre physische Umgebung gelegt werden.

Falls ein Marker benötigt wird, Beschreibung des Markers

Für Delightex Studio – Spaces (Marker) ist ein spezieller Marker erforderlich. Der Marker ist ein gedrucktes Bild oder Muster, das die Schüler mit der Kamera ihres Smartphones oder Tablets scannen, um das AR-Erlebnis zu starten. Der Marker kann ein individuell gestaltetes Bild sein, das sich auf das Thema des Sehvorgangs bezieht (z. B. eine Augenillustration), oder ein von der Plattform bereitgestellter Standard-Delightex-Marker. Sobald der Marker von der Kamera des Geräts erkannt wird, erscheinen die AR-Szenen an der Markerposition verankert, sodass die Schüler den visuellen Mechanismus sehen können, der über ihren





Benötigte Hardware und Software:

physischen Arbeitsbereich gelegt ist. Lehrer können den Marker auf Standardpapier ausdrucken und an die Schüler verteilen oder ihn auf einer größeren Fläche für die gemeinsame Betrachtung anzeigen.

- Hardware: Smartphones oder Tablets mit Kamera und Internetverbindung. Ein Gyroskop und ein Beschleunigungsmesser sind erforderlich (in den meisten modernen Geräten standardmäßig vorhanden).
- Software: Delightex-App (kostenlos, verfügbar für Android und iOS). Lehrkräfte benötigen ein Delightex-Bildungskonto, um auf das AR-Projekt zuzugreifen und es zu teilen.
- Sonstiges: Gedruckter Marker zum Starten der AR-Erfahrung. Für den ersten Download des AR-Projekts und für den Zugriff auf optionale externe Sketchfab-Links ist eine Internetverbindung erforderlich.

Art der Augmented- Reality-Daten

Das AR-Erlebnis integriert verschiedene Arten von Inhalten:

- 3D-Text (Titel „Der Sehmechanismus: Vom Licht zum Gehirn“, Szenenbeschriftungen)
- Bilder (anatomische Darstellungen des Augenquerschnitts mit Lichtbrechung, der Netzhautstruktur mit Stäbchen und Zapfen, des Sehwegs von der Netzhaut über den Sehnerv und den Chiasma bis zur Großhirnrinde)
- Interaktive Ebenen (rechteckige Schaltflächen mit den Bezeichnungen START, NEXT, QUIZ)
- Animierte Partikel (kleine gelbe Kugeln, die Funkeneffekte für die Phototransduktion simulieren, und sich bewegende Kugeln, die den elektrischen Signalfluss entlang des Sehwegs darstellen)
- Textüberlagerungen (kurze erklärende Bildunterschriften, die jede Stufe des Sehmechanismus beschreiben)
- Integriertes Quizmodul (natives Delightex-Quiz mit Fragen und Multiple-Choice-Antworten)

Schriftliche Beschreibung der AR-Daten

Wenn die Schüler die Übung mit der Delightex-App öffnen und den Marker scannen, beginnen sie mit der Einführungsszene, in der der Titel „Der Sehmechanismus: Vom Licht zum Gehirn“ als 3D-Text vor einem Hintergrundbild angezeigt wird. Durch Antippen der START-Schaltfläche gelangen sie zur zweiten Szene, die ein Augendiagramm zeigt, in dem Lichtstrahlen von der Hornhaut und der Augenlinse gebrochen werden, um auf der Netzhaut fokussiert zu werden, begleitet von einem erklärenden Text.





Wenn Bild

Durch Tippen auf „NEXT“ gelangt man zur dritten Szene, die die Photorezeptoren (Stäbchen und Zapfen) zeigt, die Licht in elektrische Signale umwandeln, wobei animierte gelbe Funken die Phototransduktion darstellen. Die vierte Szene zeigt das vollständige Diagramm des Sehwegs von der Netzhaut über den Sehnerv und den Chiasma opticum bis zum visuellen Kortex, wobei nacheinander aufleuchtende Kugeln die Signalübertragung simulieren. Durch Antippen der QUIZ-Schaltfläche wird die fünfte Szene gestartet, in der die Frage „Welche Struktur fokussiert das Licht auf die Netzhaut?“ mit drei Antwortmöglichkeiten (Hornhaut, Netzhaut, Iris) gestellt wird. Das integrierte Delightex-Quiz bietet automatisches Feedback: Richtige Antworten werden sofort bestätigt, während falsche Antworten zum Nachdenken anregen. Der sequenzielle Ablauf durch diese 5 Szenen dauert etwa 5 Minuten und führt die Schüler durch den gesamten interdisziplinären Pfad von der Physik (Lichtbrechung) über die Biologie (Funktion der Photorezeptoren) bis hin zur Neurowissenschaft (kortikale Verarbeitung).

Falls Text

Wenn es sich bei den AR-Daten um Bilder handelt, werden die Formate .jpg und .png benötigt (Größe vorzugsweise < 2 MB). Die Übung verwendet drei Hauptbilder: ein Querschnittsdiagramm des Auges, das die Lichtbrechung und die Fokussierung auf der Netzhaut zeigt (Szene 2), eine Illustration der Netzhautstruktur mit der Verteilung von Stäbchen und Zapfen (Szene 3) und ein Diagramm des Sehwegs, das den gesamten Weg von der Netzhaut über den Sehnerv, den Chiasma opticum, den Nucleus geniculatus lateralis bis zum visuellen Kortex zeigt (Szene 4). In der Einführungsszene kann auch ein Hintergrundbild verwendet werden. Alle Bilder sollten hochauflösende Lehrdiagramme sein, die anatomische Strukturen und Lichtwege deutlich darstellen und für die Anzeige auf Mobilgeräten optimiert sind.

Kurze Erläuterungen werden als Textüberlagerungen in Delightex Studio angezeigt. Szene 1 zeigt den Titel „Der Sehmechanismus: Vom Licht zum Gehirn“ mit dem Untertitel „Biologie des Sehens und Optik; Signalübertragung; vom Augapfel zum visuellen Kortex“. Szene 2 zeigt: „Lichtstrahlen werden von der Hornhaut und der Augenlinse gebrochen, um auf der Netzhaut fokussiert zu werden“. Szene 3 zeigt „Photorezeptoren (Stäbchen und Zapfen) wandeln Licht in elektrische Signale um“. Szene 4 zeigt „Signale wandern über den Sehnerv und den Chiasma opticum zum visuellen Kortex“. Szene 5 präsentiert die Quizfrage „Welche Struktur





bündelt das Licht auf der Netzhaut?“ mit den Antwortmöglichkeiten „Hornhaut“, „Netzhaut“ und „Regenbogenhaut“. Der gesamte Text ist in Englisch verfasst und sollte klare, gut lesbare Schriftarten verwenden, die für die mobile AR-Anzeige geeignet sind. Die Beschriftungen der Schaltflächen (START, WEITER, QUIZ) sollten einfach und sofort verständlich sein. Der Text sollte so positioniert werden, dass wichtige visuelle Elemente in den Diagrammen nicht verdeckt werden.

Falls Video

-

Wenn Audio

-

Bei 3D-Modellen

3D-Modelle in Delightex Studio können in plattformkompatiblen Formaten (.glb, .obj) verwendet werden. Die Übung nutzt in erster Linie 3D-Textelemente für Titel und Beschriftungen. Eine optionale Erweiterung könnte den Import von 3D-Anatomiemodellen des Auges aus externen Quellen (wie den im Abschnitt „Links“ aufgeführten Sketchfab-Modellen) umfassen, sofern Delightex den direkten Import von 3D-Modellen unterstützt. Die Kernimplementierung stützt sich jedoch auf 2D-Bilder (Diagramme), Textüberlagerungen, interaktive Ebenen (Schaltflächen) und Partikeleffekte (animierte Kugeln) anstelle komplexer 3D-Modelle, um Kompatibilität und reibungslose Leistung auf handelsüblichen Mobilgeräten zu gewährleisten.





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.