



Co-funded by
the European Union

Licht und Materie – Wie sie miteinander interagieren



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

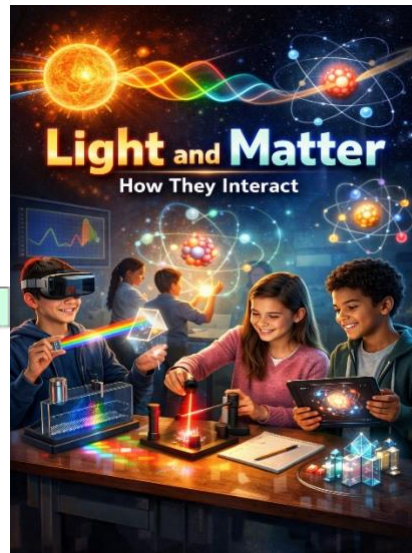
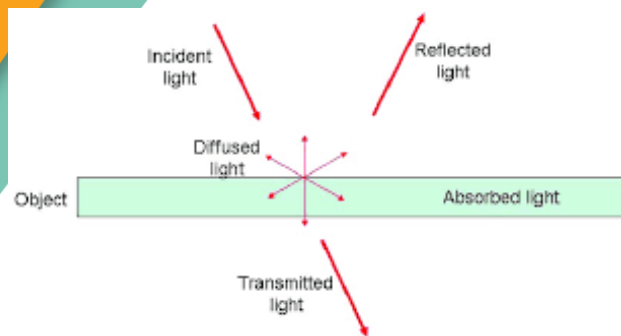
"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



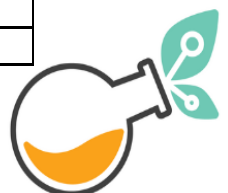


Einleitung:	6
Abschnitt 1: Erkunden	7
Abschnitt 2: Ausführen	10
Abschnitt 3: Vertiefen	12
Schlussfolgerung:	15
Literatur	17





Allgemeines Thema des Lernpfads	Biophotonik
Konkrete Bezeichnung der Lerneinheit	Licht und Materie – Wie sie miteinander interagieren
Altersgruppe der Zielgruppe	15–17 Jahre
Anforderungen an die Lernenden	Schüler, die an dieser Lerneinheit teilnehmen, sollten über grundlegende Kenntnisse physikalischer Konzepte verfügen, insbesondere hinsichtlich der Eigenschaften von Licht und Materie. Sie sollten in der Lage sein, einfache Messungen durchzuführen, Beobachtungen zu protokollieren und in Gruppen zusammenzuarbeiten. Neugier, kritisches Denken und die Bereitschaft, praktische Experimente durchzuführen, sind unerlässlich. Die Lernenden müssen sicher im Umgang mit digitalen Geräten sein und AR-Anwendungen nutzen können, um virtuelle Experimente zu steuern. Grundlegende Fähigkeiten zur Interpretation von Diagrammen, Tabellen und Grafiken sind erforderlich. Es sind keine fortgeschrittenen Vorkenntnisse in Optik erforderlich, jedoch wird die Motivation erwartet, wissenschaftliche Phänomene zu erforschen, Ergebnisse zu analysieren und Theorie mit praktischen Beobachtungen zu verknüpfen.
Beschreibung der Lerneinheit	Diese Lerneinheit untersucht, wie Licht durch Reflexion, Brechung, Absorption und Emission mit Materie interagiert. Die Schüler führen Beobachtungen, praktische Experimente und AR-Simulationen durch, um konzeptionelles Verständnis, analytische Fähigkeiten und Zusammenarbeit zu entwickeln. Die Einheit fördert Neugier, kritisches Denken und den Bezug von physikalischen Konzepten zu alltäglichen Phänomenen.
Fach: Beteiligte	Physik, Chemie
Stichworte	Optik





	Wechselwirkung von Licht und Materie, Reflexion und Brechung Absorption und Emission
Wichtige Qualifikationen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die erworben werden können	Konzeptionelles Verständnis: Kenntnisse über die Eigenschaften von Licht und dessen Wechselwirkungen mit verschiedenen Materialien (Reflexion, Brechung, Absorption, Emission). Experimentelle Fähigkeiten: Die Fähigkeit, praktische Physikversuche zu entwerfen, durchzuführen und auszuwerten. Datenanalyse: Kompetenz bei der Aufzeichnung von Beobachtungen, der Erstellung von Tabellen und Grafiken sowie der Interpretation von Ergebnissen. Digitale Kompetenz: Erfahrung im Umgang mit AR-Tools zur Simulation und Manipulation von Licht-Materie-Wechselwirkungen. Überfachliche Kompetenzen: Entwicklung von kritischem Denken, Problemlösungsfähigkeiten, Teamarbeit und wissenschaftlicher Kommunikation. Anwendung in der Praxis: Verständnis für die praktische Bedeutung von Lichtphänomenen in der Technik und im Alltag.
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	Labora Ausstattung: Taschenlampen, Spiegel, Prismen, Linsen, farbiges Papier, Glasbehälter und sichere Laserpointer. Digitale Tools: Computer oder Tablets für AR-Anwendungen wie Delightex Edu, Merge EDU oder Physics Toolbox AR. Visuelle Materialien: Bilder, Videos und Diagramme zur Veranschaulichung von Licht-Materie-Wechselwirkungen. Tools zur Datenerfassung: Arbeitsblätter, Tabellen und Diagrammvorlagen für Messungen und Beobachtungen. Hilfsmittel für die Zusammenarbeit: Whiteboards, Poster oder gemeinsame digitale Plattformen (z. B. Google Drive) für Gruppendiskussionen und die Erstellung von Berichten.





	Anleitungen: Lehrergeführte Anweisungen, schrittweise Versuchsprotokolle und AR-Benutzerhandbücher.
	Aktive Teilnahme: Mitwirkung in allen Phasen (Erkunden, Durchführen, Vertiefen) und Beitrag zu Gruppendiskussionen.
	Genauigkeit der Beobachtungen: Korrekte Aufzeichnung und Interpretation von Versuchsergebnissen und AR-Simulationen.
	Fähigkeiten zur Datenanalyse: Fähigkeit, Daten in Tabellen, Grafiken und Diagrammen zu organisieren und evidenzbasierte Schlussfolgerungen zu ziehen.

Bewertung



Light and Matter
How They Interact

Exploring Reflection, Refraction, Absorption & Emission

Key Activities:

- Observation
- Hands-On Experiments
- AR Simulations
- Collaborative Projects
- Projects

Skills Developed:

- Critical Thinking
- Analytical Skills
- Teamwork
- Real-World Applications

Real-World Connections:

- Optics & Cameras
- Color & Nature
- Solar Energy

From Physics Concepts to Everyday Phenomena!

Think, Experiment, Discover!

fung von
gen mit den
nzepten der

n: Effektive
Ergebnisse
nten oder

exion über
gen und





Einleitung:

Licht ist eines der grundlegendsten Phänomene in der Natur und spielt eine entscheidende Rolle dabei, wie Menschen die Welt wahrnehmen und verstehen. Jeden Tag begegnen wir Licht, das mit verschiedenen Formen von Materie in Wechselwirkung tritt: Spiegel reflektieren unser Bild, Linsen brechen Licht, um Bilder in Kameras und Brillen zu fokussieren, Oberflächen absorbieren Licht und erscheinen in verschiedenen Farben, und manche Materialien strahlen durch Fluoreszenz oder Phosphoreszenz Licht aus. Diese Phänomene sind nicht nur für die Physik von zentraler Bedeutung, sondern auch für moderne Technologien wie Laser, Glasfaser, optische Sensoren, Solarzellen und digitale Displays.

Das Verständnis der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie ermöglicht es den Schülern, grundlegende physikalische Konzepte zu erforschen und gleichzeitig analytisches Denken und Beobachtungsfähigkeiten zu entwickeln. Diese Lerneinheit konzentriert sich auf die Hauptmechanismen der Licht-Materie-Wechselwirkung: Reflexion, Brechung, Absorption und Emission. Durch eine Kombination aus Beobachtung, experimentellen Aktivitäten und digitalen Simulationen untersuchen die Schüler, wie sich Licht verhält, wenn es auf verschiedene Materialien trifft.

Zusätzlich zu traditionellen praktischen Laboraktivitäten integriert diese Einheit Augmented-Reality-Technologien (AR), um die Lernerfahrung zu verbessern. AR ermöglicht es den Schülern, Prozesse zu visualisieren, die normalerweise für das bloße Auge unsichtbar sind, wie beispielsweise das Verhalten von Photonen oder die mikroskopischen Wechselwirkungen zwischen Licht und Atomen. Durch die Manipulation virtueller Umgebungen und die Beobachtung von Veränderungen physikalischer Phänomene in Echtzeit können die Lernenden ein tieferes konzeptionelles Verständnis dafür entwickeln, wie sich Licht verhält.

Die Lerneinheit ist in drei Hauptphasen gegliedert: Erkunden, Ausführen und Vertiefen. In der Erkundungsphase werden die Schüler durch Beobachtung und angeleitete Diskussionen in die Schlüsselkonzepte eingeführt. In der Ausführungsphase wenden sie diese Konzepte in strukturierten Experimenten und gemeinschaftlichen Aktivitäten an. In der Vertiefungsphase werden AR-Tools eingesetzt, um das Verständnis zu erweitern und zu vertiefen, indem sie eine immersive Visualisierung und interaktive Erforschung physikalischer Phänomene ermöglichen.

Die Integration von experimentellen Aktivitäten und AR-basierten Simulationen fördert forschendes Lernen, regt die Zusammenarbeit unter





den Schülern an und fördert kritisches Denken. Durch die Verbindung von theoretischem Wissen mit praktischer Beobachtung und digitaler Erkundung zielt diese Lerneinheit darauf ab, eine umfassende und ansprechende Lernerfahrung zu schaffen.

Letztendlich werden die Schüler ein tieferes Verständnis dafür gewinnen, wie Licht mit Materie interagiert und wie diese Wechselwirkungen in alltäglichen Technologien und Naturphänomenen zum Tragen kommen.

Abschnitt 1: Erkunden

Einführungsvideos:

https://www.youtube.com/watch?v=BUYeQa_-ojk

<https://www.youtube.com/watch?v=3-V-uRXDiJk>

<https://www.youtube.com/watch?v=DOsro2kGjGc>





Beobachtung und konzeptionelles Verständnis

In der Erkundungsphase werden die Schüler durch Beobachtung, neugierig motiviertes Forschen und angeleitete Diskussionen an die grundlegenden Konzepte von Licht und Materie herangeführt. Ziel dieser Phase ist es, eine konzeptionelle Grundlage zu schaffen, bevor zu strukturierteren Experimenten übergegangen wird.

Licht ist eine elektromagnetische Welle, die sich durch den leeren Raum und verschiedene Materialien ausbreiten kann. Licht und Materie interagieren hauptsächlich durch vier grundlegende Prozesse: Absorption, Reflexion, Transmission und Emission. Diese Wechselwirkungen hängen von der chemischen Struktur und den physikalischen Eigenschaften des Materials, auf das die elektromagnetische Strahlung trifft, sowie von der Wellenlänge des Lichts ab.

Zentrale Wechselwirkungsmechanismen

Reflexion tritt auf, wenn Licht von einer Oberfläche zurückgeworfen wird. Dieses Phänomen ist für die Bilder verantwortlich, die man in Spiegeln und auf vielen reflektierenden Oberflächen sieht. Das Reflexionsgesetz besagt, dass der Einfallswinkel (der Winkel zwischen dem einfallenden Licht und der Senkrechten zur Oberfläche) gleich dem Reflexionswinkel ist.

Transmission: Licht durchdringt ein Medium. Brechung tritt auf, wenn Licht von einem Medium in ein anderes übergeht und dabei seine Richtung ändert. Dies geschieht, weil sich die Lichtgeschwindigkeit ändert, wenn es sich durch Materialien mit unterschiedlicher optischer Dichte ausbreitet. Ein gängiges Beispiel für Brechung lässt sich beobachten, wenn ein in ein Glas Wasser gestecktes Strohhalm gebogen erscheint.

Absorption tritt auf, wenn ein Material Lichtenergie aufnimmt und in andere Energieformen, wie beispielsweise Wärme, umwandelt. Die Farben, die wir an Objekten sehen, stehen in engem Zusammenhang mit der Absorption: Materialien absorbieren bestimmte Wellenlängen des Lichts und reflektieren andere.





Emission tritt auf, wenn Atome oder Moleküle Energie in Form von Licht abgeben. Dies kann bei Phänomenen wie Fluoreszenz, Phosphoreszenz und dem von LEDs erzeugten Licht der Fall sein.

Streuung: Licht wird in verschiedene Richtungen abgelenkt, wenn es auf kleine Partikel oder unebene Oberflächen trifft.

Um diese Wechselwirkungen zu verstehen, müssen die Schüler Beispiele aus der realen Welt beobachten und sie mit physikalischen Erklärungen in Verbindung bringen. Während der Erkundungsphase ermutigen die Lehrer die Schüler, diese Phänomene in alltäglichen Situationen aktiv zu beobachten und zu identifizieren.

Erkundungsaktivitäten

1. Visuelle Einführung

Der Lehrer führt in das Thema ein, indem er Bilder oder kurze Videos zeigt, die verschiedene Beispiele für die Wechselwirkung von Licht mit Materie veranschaulichen. Beispiele hierfür können sein:

- Licht, das in Spiegeln reflektiert wird
- Licht, das durch Prismen fällt und Regenbogen bildet
- Schatten, die von undurchsichtigen Objekten geworfen werden
- Fluoreszierende Materialien, die unter ultravioletterem Licht leuchten

Die Schüler sollen beschreiben, was sie beobachten, und Unterschiede zwischen den Materialien feststellen.

2. Brainstorming-Aktivität

Die Schüler arbeiten in kleinen Gruppen und erstellen eine Liste von Situationen im Alltag, in denen Licht mit Materie interagiert. Beispiele hierfür sind:

- Reflexion im Wasser





- Licht, das durch Fenster fällt
- Farben, die an Objekten zu sehen sind
- Licht, das von Bildschirmen oder Lampen ausgestrahlt wird

Jede Gruppe teilt ihre Beobachtungen mit der Klasse.

3. Einfache Beobachtungsexperimente

Die Schüler führen kurze explorative Experimente mit einfachen Materialien durch:

- Taschenlampen
- Transparente Plastikfolien
- Spiegel
- Farbiges Papier
- Mit Wasser gefüllte Glasbehälter

Die Schüler beobachten, wie sich Licht verhält, wenn es auf verschiedene Oberflächen trifft, und halten ihre Beobachtungen fest.

Erwartete Lernergebnisse

Am Ende der Erkundungsphase sollten die Schüler:

- häufige Beispiele für Licht-Materie-Wechselwirkungen erkennen
- Beobachtungsfähigkeiten entwickeln
- Fragen dazu formulieren, wie und warum diese Phänomene auftreten

Die Schüler sollten außerdem Hypothesen aufstellen, die während der experimentellen Phase überprüft werden.





Abschnitt 2: Durchführen

Praktische Experimente und Untersuchungen

In der Umsetzungsphase wenden die Schüler die in der Erkundungsphase vorgestellten Konzepte im Rahmen strukturierter experimenteller Aktivitäten an. Ziel ist es, praktische wissenschaftliche Fähigkeiten wie Messen, Beobachten, Datenanalyse und Teamarbeit zu entwickeln.

Durch Experimente können die Schüler die physikalischen Gesetze, die das Licht bestimmen, überprüfen und verstehen, wie verschiedene Materialien das Verhalten von Licht beeinflussen.

Experiment 1: Reflexion

Die Schüler untersuchen das Gesetz der Reflexion mithilfe von Spiegeln und einer Lichtquelle.

Materialien

- Flachspiegel
- Laserpointer oder Taschenlampe
- Winkelmesser
- Papier und Bleistift

Vorgehensweise

Die Schüler richten einen Lichtstrahl auf den Spiegel und messen mit einem Winkelmesser den Einfallswinkel und den Reflexionswinkel.

Beobachtung

Die Schüler überprüfen, ob der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel entspricht.

Experiment 2: Lichtbrechung

Die Schüler untersuchen, wie sich Licht beim Durchgang durch verschiedene Materialien bricht.

Material

- Transparenter, mit Wasser gefüllter Behälter
- Bleistift oder Strohhalm
- Laserpointer oder Taschenlampe

Vorgehensweise

Die Schüler leuchten mit dem Licht durch den Behälter und beobachten, wie sich die Richtung des Lichtstrahls verändert.

Beobachtung





Die Schüler beobachten, dass sich das Licht beim Ein- und Austritt aus dem Wasser bricht.

Experiment 3: Absorption

Die Schüler untersuchen, wie verschiedene Materialien Licht absorbieren.

Materialien

- Farbiges Papier
- Thermometer
- Lichtquelle

Vorgehensweise

Die Schüler setzen verschiedenfarbige Oberflächen dem Licht aus und messen Temperaturänderungen.

Beobachtung

Dunkle Farben absorbieren in der Regel mehr Lichtenergie und erwärmen sich stärker.

Datenanalyse

Die Schüler halten ihre Beobachtungen in Tabellen fest und vergleichen die Ergebnisse mit denen anderer Gruppen.

Sie diskutieren Fragen wie:

- Warum reflektieren manche Materialien mehr Licht als andere?
- Warum wird Licht gebrochen, wenn es durch Wasser oder Glas fällt?
- Wie wirkt sich Farbe auf die Absorption aus?

Die Schüler erstellen einen kurzen Gruppenbericht, in dem sie ihre Ergebnisse und Interpretationen zusammenfassen.

Die Rolle von Augmented Reality in der Durchführungsphase

AR-Technologie kann die Experimentierphase unterstützen, indem sie den Schülern ermöglicht, Experimente zu simulieren oder zugrunde liegende Prozesse zu visualisieren. AR-Tools können den Weg von Photonen anzeigen, die Ausbreitung von Lichtwellen veranschaulichen oder Wechselwirkungen auf atomarer Ebene darstellen.

Beispielsweise können die Schüler virtuelle Darstellungen von Photonen beobachten, die mit Materialien interagieren, wodurch Prozesse, die nicht direkt sichtbar sind, leichter verständlich werden.





Abschnitt 3: Vertiefung

Augmented Reality für ein tieferes Verständnis

Die Vertiefungsphase integriert Augmented-Reality-Technologien, um das Verständnis der Schüler über das hinaus zu erweitern, was durch traditionelle Experimente beobachtet werden kann.

AR-Tools ermöglichen es den Schülern, virtuelle Umgebungen zu erkunden, in denen Licht-Materie-Wechselwirkungen dynamisch und interaktiv visualisiert werden.

Wie AR das Lernen verbessert

Augmented Reality bietet mehrere pädagogische Vorteile:

1. *Visualisierung unsichtbarer Phänomene*

Viele physikalische Prozesse finden in Größenordnungen statt, die nicht direkt beobachtet werden können. AR kann Photonen, elektromagnetische Wellen und atomare Wechselwirkungen darstellen.

2. *Interaktives Lernen*

Schüler können Variablen wie Wellenlänge, Einfallswinkel und Materialeigenschaften manipulieren.

3. *Gesteigertes Engagement*

AR-Umgebungen wecken die Neugier und motivieren die Schüler, wissenschaftliche Konzepte aktiv zu erforschen.

4. *Konzeptionelles Verständnis*

Komplexe Konzepte wie Wellenausbreitung oder Photonenabsorption lassen sich leichter verstehen, wenn sie dynamisch visualisiert werden.

AR-Übung: Licht und Materie – Wie sie miteinander interagieren

Diese Lerneinheit wird durch die AR-Übung „Licht und Materie: Wie sie interagieren“ ergänzt, die im Delightex Studio für das Projekt BioS4You 2.0 entwickelt wurde. In sechs interaktiven Szenen erleben die Schüler die Grundprinzipien der geometrischen Optik und der Wellentheorie in einer immersiven Augmented-Reality-Umgebung.





Szene 1: Einführung zeigt den Titel und eine dreiteilige Übersicht, die die drei Hauptkonzepte darstellt: Reflexion (Spiegel mit symmetrischen Winkeln), Brechung (Lichtbeugung durch ein Prisma nach dem Snellschen Gesetz) und elektromagnetische Wellen (senkrechte elektrische und magnetische Felder).

Szene 2: Lichtstrahlen & Winkel führt in die grundlegende Konvention der Optik ein: die Messung von Winkeln von der Normalen aus statt von der Oberfläche. Die Schüler beobachten einen Lichtstrahl, der auf eine Oberfläche trifft, wobei eine gestrichelte Normale senkrecht zur Oberfläche verläuft und der Einfallswinkel θ_i zwischen dem Strahl und der Normalen deutlich markiert ist.

Dieses grundlegende Konzept bereitet die Schüler darauf vor, sowohl Reflexion als auch Brechung zu verstehen, wobei sich alle Winkelmessungen auf die Normale beziehen.

Szene 3: Reflexion – Gesetz der gleichen Winkel veranschaulicht das Reflexionsgesetz. Die Schüler sehen einen einfallenden Strahl, eine Spiegeloberfläche und einen reflektierten Strahl, wobei die Formel $\theta_i = \theta_r$ deutlich dargestellt ist. Die Symmetrie der Reflexion wird visuell offensichtlich, da beide Winkel von derselben Normalen aus gemessen werden. Ein Quiz fordert die Schüler auf, dieses Gesetz anzuwenden: Wenn Licht in einem Winkel von 30° zur Normalen auf einen Spiegel trifft, in welchem Winkel wird es reflektiert?

Durch die Visualisierung der perfekten Symmetrie der Reflexion verstehen die Schüler, warum Spiegel exakte Bilder erzeugen und warum die Normale als Referenzlinie dient.

Szene 4: Brechung – Das Snellsche Gesetz zeigt Licht, das von Luft ($n_1 = 1,0$) in Glas ($n_2 = 1,5$) eintritt. Die Schüler beobachten, wie sich der einfallende Strahl beim Eintritt in das dichtere Material zur Normalen hin biegt, wobei die Winkel θ_1 und θ_2 deutlich markiert sind. Die Formel des Snellschen Gesetzes $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$ wird angezeigt und verbindet so die mathematische Beziehung mit dem visuellen Phänomen. In einem Quiz sollen die Schüler vorhersagen, was passiert, wenn Licht aus der Luft in Glas eintritt.

Diese Szene schlägt eine Brücke zwischen der abstrakten Formel und der beobachtbaren Lichtbrechung und erklärt Phänomene wie die gekrümmte Erscheinung von Objekten im Wasser.

Szene 5: Elektromagnetische Wellen präsentiert eine 3D-Visualisierung von Licht als elektromagnetische Welle. Die Schüler beobachten das vertikal oszillierende elektrische Feld E , das horizontal senkrecht zu E





oszillierende magnetische Feld B und beide senkrecht zur Ausbreitungsrichtung v . Die Wellenlänge λ ist deutlich markiert. Ein Quiz befasst sich mit der senkrechten Beziehung zwischen E , B und v .

Durch die Visualisierung der unsichtbaren elektromagnetischen Natur des Lichts verstehen die Schüler, dass Licht nicht nur ein Strahl ist, sondern eine Welle mit oszillierenden elektrischen und magnetischen Komponenten.

Szene 6: Abschlussbewertung festigt das Gelernte durch drei umfassende Quizze, die sich mit Brechungsphänomenen (gebogene Strohhalme im Wasser), Berechnungen nach dem Snellschen Gesetz und der Bestimmung der Lichtfarbe anhand der Wellenlänge befassen. Der erfolgreiche Abschluss aller Quizze schaltet die Glückwunschmeldung frei und sorgt so für einen Abschluss und ein Erfolgserlebnis.

Diese Bewertungsphase stellt sicher, dass die Schüler optische Prinzipien auf reale Situationen anwenden und geometrische Optik mit Welleneigenschaften verknüpfen können.

AR-Lernaktivität

Mithilfe einer AR-Plattform wie Delightex Edu interagieren die Schüler mit einer virtuellen Umgebung, in der Photonen mit verschiedenen Materialien interagieren.

Die Schüler können:

- die Wellenlänge des Lichts ändern
 - den Einfallswinkel verändern
 - Wechseln Sie zwischen Materialien wie Glas, Wasser oder Metall Sie beobachten, wie sich diese Veränderungen auf Reflexion, Brechung, Absorption und Emission auswirken.
- Die Schüler machen Screenshots oder kurze Videos, um ihre Beobachtungen zu dokumentieren.

Beispiele für nützliche AR-Anwendungen

Zu den AR-Tools, die das Physikkernen unterstützen können, gehören:

- Delightex Edu
- Merge EDU
- Physics Toolbox AR
- JigSpace

Mit diesen Tools können Lehrkräfte immersive Lernerfahrungen schaffen, die reale Umgebungen mit digitalen Simulationen verbinden.





Fazit: „“

In dieser Lerneinheit wurden die grundlegenden Wechselwirkungen zwischen Licht und Materie durch Beobachtung, Experimente und digitale Simulationen untersucht.

Die Schüler begannen damit, reale Beispiele für die Wechselwirkung von Licht mit verschiedenen Materialien zu beobachten. Durch Diskussionen und explorative Aktivitäten entwickelten sie Neugier und formulierten Fragen zum Verhalten von Licht.

In der experimentellen Phase konnten die Schüler ihre Hypothesen durch praktische Aktivitäten zu Reflexion, Brechung und Absorption überprüfen. Durch das Messen von Winkeln, das Beobachten von Lichtwegen und das Aufzeichnen von Daten sammelten die Schüler praktische Erfahrungen mit wissenschaftlicher Forschung.

Die Integration von Augmented Reality hat den Lernprozess erheblich verbessert. AR-Technologien ermöglichten es den Schülern, mikroskopische Prozesse zu visualisieren und physikalische Variablen auf eine Weise zu manipulieren, die in traditionellen Laborumgebungen nicht möglich wäre.

Durch die Kombination von Beobachtung, Experimentieren und immersiven digitalen Werkzeugen entwickelten die Schüler ein tieferes Verständnis der Physik von Licht und Materie. Außerdem stärkten sie überfachliche Kompetenzen wie Zusammenarbeit, kritisches Denken und wissenschaftliche Kommunikation.

Die in dieser Einheit behandelten Konzepte stehen in direktem Zusammenhang mit vielen Technologien der realen Welt, darunter optische Instrumente, Telekommunikation, digitale Displays und Systeme für erneuerbare Energien.

Die Schüler dazu anzuregen, diese Zusammenhänge zu erkunden, hilft ihnen, die Relevanz der Physik im Alltag zu erkennen, und motiviert sie zur weiteren Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Themen.

Die für das Projekt „BioS4You 2.0“ entwickelte AR-Übung „Licht und Materie: Wie sie miteinander interagieren“ veranschaulicht diese Konzepte anhand von sechs interaktiven Szenen in Delightex Studio. Die Schüler lernen zunächst die Konventionen der Winkelmessung kennen und visualisieren anschließend die Struktur elektromagnetischer Wellen, wobei sie optische Phänomene erleben, die eine Brücke zwischen geometrischer Optik und Wellentheorie schlagen – auf eine Weise, die herkömmliche Diagramme nicht vermitteln können.





Phase	Beschreibung
Erkunden	- Forschung und Entdeckung: Die Schüler beginnen damit, Beispiele für Licht-Materie-Wechselwirkungen im Alltag zu untersuchen, wie Regenbogen, Spiegel, Linsen und Bildschirme. Sie werden dazu angeregt, Phänomene in ihrer Umgebung zu beobachten, Fragen zu stellen und diese Beobachtungen mit ihrem Vorwissen in Physik in Verbindung zu bringen. Diese Phase fördert die Neugier und ermutigt die Lernenden, Verbindungen zwischen abstrakten Konzepten und greifbaren Erfahrungen herzustellen.
	- Inhaltsentwicklung: Die Lehrkräfte geben einführende Erklärungen zur Natur des Lichts, seinen Eigenschaften und seiner Wechselwirkung mit Materie. Visuelle Materialien, darunter Diagramme, Animationen und kurze Videos, helfen den Schülern, Reflexion, Brechung, Absorption und Streuung zu verinnerlichen, wodurch unsichtbare Phänomene besser zugänglich werden.
	- Bedarfsanalyse: Lehrkräfte beurteilen das Vorwissen der Schüler und identifizieren Fehlvorstellungen, wie beispielsweise die Verwechslung von Reflexion und Brechung oder das Missverständnis, wie sich Licht durch verschiedene Medien ausbreitet. Einleitende Diskussionen und diagnostische Aktivitäten stellen sicher, dass der Unterricht auf den Wissensstand der Lernenden zugeschnitten ist.
Durchführung	- Umsetzung des Lehrplans: Die Schüler nehmen an strukturierten Laboraktivitäten teil, die Reflexion, Brechung, Absorption und Streuung veranschaulichen. Sie führen Experimente mit Prismen, Linsen, Spiegeln und Lichtquellen durch, sammeln Daten und machen detaillierte Beobachtungen. Diese praktischen Erfahrungen ermöglichen es den Schülern, Theorie und Praxis zu verbinden und zu beobachten, wie sich Licht unter kontrollierten Bedingungen verhält.
	- Interaktive Übungen: In Gruppen führen die Lernenden gemeinsame Experimente durch und analysieren die Ergebnisse. Sie diskutieren Muster in den Daten, vergleichen Ergebnisse und lösen praktische Probleme, wie beispielsweise die Vorhersage von Lichtwegen durch verschiedene Materialien. Dieser kooperative Ansatz fördert Kommunikationsfähigkeiten, kritisches Denken und Teamarbeit.
	- Sammeln von Feedback: Die Schüler teilen ihre Versuchsergebnisse mit Mitschülern und Lehrern, reflektieren Abweichungen und diskutieren Erklärungen. Die Lehrer geben Anleitung, um den Lernenden zu helfen, ihr Verständnis zu vertiefen und Schlüsselkonzepte zu festigen. Das Feedback von Mitschülern fördert aktives Engagement und vertieft das Lernen.
Verbessern	- AR-Integration: Die Schüler nutzen Augmented-Reality-Plattformen (AR), um das Verhalten von Photonen, Lichtwege und optische Phänomene dreidimensional zu visualisieren. AR ermöglicht es ihnen, Reflexion, Brechung, Beugung und Absorption interaktiv zu erforschen und bietet eine dynamische Perspektive, die praktische Experimente ergänzt.
	- Interaktives Lernen: Die Lernenden manipulieren Variablen wie Lichtwinkel, Mediumstyp und Wellenlänge in Echtzeit und beobachten die unmittelbaren Auswirkungen auf das Lichtverhalten. Diese Interaktivität vertieft das Verständnis und fördert das Experimentieren in einer sicheren und ansprechenden digitalen Umgebung.





Ressource:

Hecht, E. (2017). *Optics*. Pearson Education.

Serway, R., & Jewett, J. (2018). *Physik für Wissenschaftler und Ingenieure*. Cengage Learning.

UNESCO (2022). *Digitale Technologien in der Bildung: AR- und VR-Anwendungen im naturwissenschaftlichen Unterricht*.

<https://www.delightex.com/>

<https://www.eu-jer.com/applying-augmented-reality-technology-in-stem-education-a-bibliometrics-analysis-in-scopus-database>

<https://www.mitrmedia.com/resources/blogs/exploring-the-role-of-ar-in-education-transforming-stem-learning-for-k12-students/>

<https://www.mitrmedia.com/resources/blogs/exploring-the-role-of-ar-in-education-transforming-stem-learning-for-k12-students/>





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.