



Co-funded by
the European Union

Viren verstehen durch 3D- Modellierung und AR- Visualisierung



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

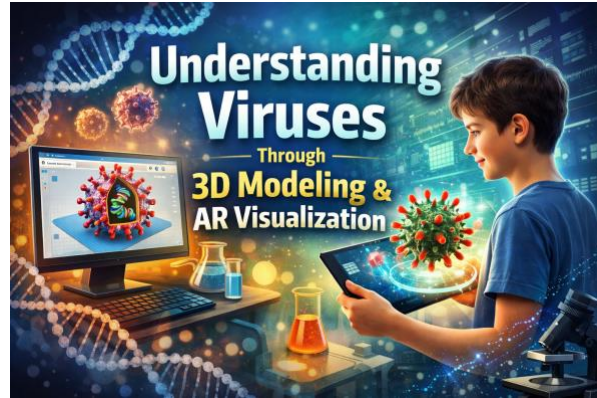
INHALT

Einführung	2
Entdecken	3
1. Grundlagen zu Viren, ihren Bestandteilen und Arten	3
1.1 Was ist ein Virus?	3
1.2 Viren vs. Zellen: Die wichtigsten Unterschiede	4
1.3 Die Hauptbestandteile eines Virus (Struktur)	4
1.4 Wie Viren Zellen infizieren (Lebenszyklus eines Virus – Grundlagen)	5
1.5 Virustypen: Wie können wir Viren klassifizieren?	5
1.6 Warum sind Viren für die Biotechnologie und die Gesellschaft von Bedeutung?	6
1.7 Fragen zum Nachdenken	7
Ausführen	7
2. Bioinspirierte Virusmodellierung durch 3D-Design	7
2.1 Bio-Inspiration: Von der Struktur und Funktion von Viren lernen	7
2.2 Wie Augmented Reality die Lernziele unterstützt	8
2.3 Praktische Aktivitäten und globale Lernbeispiele	8
Verbessern	8
3. Vertiefung des Verständnisses durch Augmented Reality	8
3.1 Wie AR das Verständnis von Viren verbessert	9
3.2 Steigerung des Engagements und des aktiven Lernens	9
3.3 Nützliche AR-Tools und -Anwendungen	9
3.4 Praktische Vorschläge für die Integration von AR in den Lernprozess	10
Fazit	10
Referenzen	12





Co-funded by
the European Union



(Bildquelle: mit KI-Tools generiert)

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.





Allgemeines Thema des Lernpfads	Biotechnologie. Humangenomprojekt und Genommedizin
Spezifischer Name der Lerneinheit	Viren verstehen durch 3D-Modellierung und AR-Visualisierung
Alter der Zielgruppe	14–18 Jahre
Voraussetzungen für die Lernenden	Grundkenntnisse in Zellbiologie; Fähigkeit zur Nutzung eines Smartphones, Tablets oder PCs; grundlegende digitale Kompetenzen
Beschreibung der Lerneinheit	Diese Lerneinheit führt die Schüler im Kontext der Biotechnologie und Genommedizin in das Thema Viren ein. Die Lernenden beschäftigen sich mit der Struktur, dem genetischen Material und der Klassifizierung von Viren und untersuchen, wie Viren mit Wirtszellen interagieren. Im Rahmen des forschungsbasierten Lernens entwerfen die Schüler mithilfe digitaler 3D-Tools Virusmodelle und visualisieren diese mit Augmented Reality (AR). Die Einheit verbindet biologisches Wissen mit bioinspiriertem Design, digitaler Modellierung und MINT-Kompetenzen und fördert so das Verständnis von Viren als biologische Wirkstoffe und biotechnologische Werkzeuge.
Thema: Beteiligte Parteien	Biologie, Biotechnologie, Informatik, Gesundheitswissenschaften, Genommedizin, MINT-Bildung
Stichworte	Viren, virales Genom, Biotechnologie, Genommedizin, Bioinspiration, 3D-Modellierung, Augmented Reality, MINT-Lernen
Wichtige Qualifikationen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die erworben werden können	• Verständnis der Virusstruktur, des genetischen Materials (DNA/RNA) und grundlegender Infektionsmechanismen • Fähigkeit, die Struktur von Viren mit ihrer biologischen Funktion in Verbindung zu bringen





	• Bewusstsein für die Rolle von Viren in der Biotechnologie und Genommedizin • Bioinspiriertes und systemisches Denken • Fähigkeiten im Bereich digitale Modellierung und Visualisierung • Räumliches Denken und wissenschaftliche Kommunikation Zusammenarbeit und kritisches Denken
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	Lehrtexte und Diagramme zur Virusbiologie, Lehrvideos (z. B. Khan Academy), 3D-Modellierungstools (Tinkercad Codeblocks; optionale Fortgeschrittenentools wie Blender), AR-Plattformen (Delightex oder alternative AR-Tools je nach schulischer Infrastruktur), Smartphones, Tablets oder Computer mit Internetzugang.
Bewertungskriterien und Bewertung	Formative Bewertung basierend auf der Beteiligung, dem Forschungsinteresse, der Zusammenarbeit und den Fortschritten der Schüler während der Modellierungsaktivitäten. Summative Bewertung basierend auf der Genauigkeit des 3D-Virusmodells, dem Verständnis der Struktur und Funktion von Viren, der Klarheit der AR-basierten Erläuterungen, der Qualität der Präsentation und der reflektierenden Diskussion, die die Virusbiologie mit Biotechnologie und Genommedizin verknüpft.

Einführung

Viren gehören zu den kleinsten biologischen Einheiten, haben jedoch erhebliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, Ökosysteme und die globale Gesellschaft. Da Viren mit bloßem Auge nicht sichtbar sind und auf mikroskopischer Ebene wirken, ist es für Schüler oft schwierig, sie mit traditionellen Lehrmethoden vollständig zu verstehen. Diese Lerneinheit stellt Viren mithilfe von 3D-Modellierung und Augmented Reality (AR) vor, sodass die Lernenden die Strukturen und Arten von Viren auf interaktive und visuelle Weise erkunden können. Durch die Kombination von biologischem Wissen mit digitalem Design und AR-Visualisierung erhalten die Schüler ein klareres Verständnis dafür, wie die Struktur eines Virus mit seiner Funktion zusammenhängt, und entwickeln gleichzeitig wichtige MINT- und digitale Kompetenzen.





Entdecken

1. Grundlagen von Viren, ihre Bestandteile und Arten

In diesem Abschnitt erwerben die Schüler die wissenschaftlichen Grundlagen, die erforderlich sind, um zu verstehen, was Viren sind und warum sie einzigartige biologische Einheiten sind. Sie untersuchen, wie die Struktur von Viren mit ihrer Funktion zusammenhängt, wie sich Viren mithilfe von Wirtszellen vermehren und wie Viren in verschiedene Arten klassifiziert werden können. Diese Erkundungsphase bereitet die Lernenden auf die nächsten Stufen der Einheit vor, in denen sie Viren mit 3D-Tools modellieren und in Augmented Reality (AR) visualisieren, wodurch unsichtbare Biologie in interaktive Lernobjekte verwandelt wird.

1.1 Was ist ein Virus?

Ein Virus ist ein mikroskopisch kleiner Infektionserreger, der sich nicht selbstständig vermehren kann. Im Gegensatz zu lebenden Zellen verfügen Viren nicht über die vollständigen Mechanismen, die zur Energiegewinnung, zum Wachstum oder zur Teilung erforderlich sind. Stattdessen müssen sie in eine Wirtszelle eindringen und die internen Systeme des Wirts „nutzen“, um neue Viruspartikel zu bilden.

Viren können viele Arten von Organismen infizieren, darunter Tiere, Pflanzen, Pilze und Bakterien. Obwohl Viren eine einfache Struktur haben, können sie sich effizient verbreiten und schnell weiterentwickeln, weshalb sie in der Biologie, Biotechnologie und öffentlichen Gesundheit eine wichtige Rolle spielen.

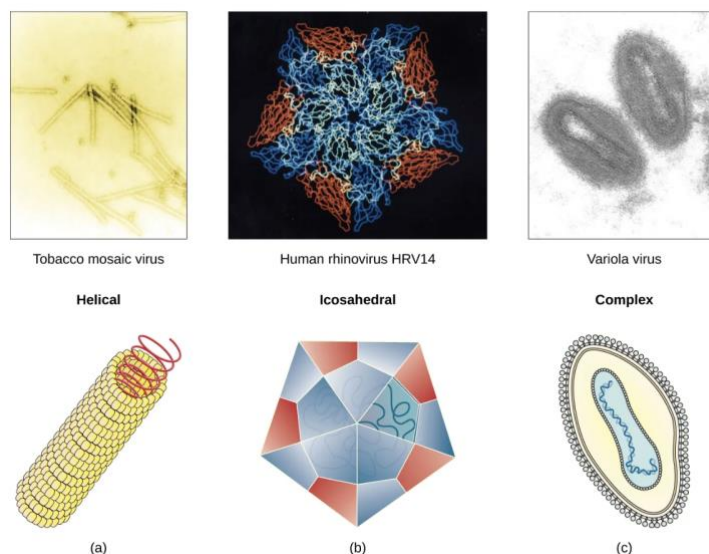




Abbildung 1. Beispiel für Viren. Quelle: <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/21-1-viral-evolution-morphology-and-classification>

Beispiel: Das Influenzavirus kann selbst keine Proteine herstellen. Erst nachdem es in eine menschliche Zelle eingedrungen ist, kann es die Maschinerie der Zelle nutzen, um neue Viruspartikel zu produzieren. Diese Abhängigkeit erklärt, warum Viren außerhalb eines Wirts inaktiv sind.

1.2 Virus vs. Zelle: Wesentliche Unterschiede

Um Viren zu verstehen, ist es hilfreich, sie mit Zellen zu vergleichen:

- **Zellen** sind lebende Systeme. Sie haben eine Zellmembran, Zytoplasma und interne Strukturen (Organellen in eukaryotischen Zellen). Zellen können selbst Energie produzieren und sich vermehren.
- **Viren** sind keine vollständigen lebenden Systeme. Sie haben kein Zytoplasma, keine Organellen und keinen Stoffwechsel. Außerhalb einer Wirtszelle ist ein Virus inaktiv.

Dieser Unterschied erklärt, warum Viren oft als an der Grenze zwischen lebendig und nicht lebendig beschrieben werden: Sie zeigen nur *innerhalb* einer Wirtszelle lebensähnliches Verhalten.

Beispiel: Ein Bakterium kann in vielen Umgebungen unabhängig leben, während ein Virus, das dieses Bakterium infiziert (ein Bakteriophage), inaktiv bleibt, bis es den richtigen Wirt findet.

1.3 Die Hauptbestandteile eines Virus (Struktur)

Obwohl Viren sehr unterschiedlich sind, haben viele gemeinsame strukturelle Kernkomponenten:

- **Genetisches Material (Genom):** Der „Befehlscode“ des Virus. Es kann sich um DNA oder RNA handeln. Beispiel Influenza – ssRNA (+): <https://microbenotes.com/classification-of-virus/>
- **Kapsid:** Eine schützende Proteinhülle, die das Genom umgibt und schützt. Kapside haben oft geometrische Formen, die zur Stabilität und Verpackung beitragen. Beispiel: Adenovirus – ikosaedrisches Kapsid: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/General_Biology_2e_\(OpenStax\)/05:_Unit_V-_Biological_Diversity/5.01:_Viruses/5.1.02:_Viral_Evolution_Morphology_and_Classification](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/General_Biology_2e_(OpenStax)/05:_Unit_V-_Biological_Diversity/5.01:_Viruses/5.1.02:_Viral_Evolution_Morphology_and_Classification)
- **Hülle (bei einigen Viren):** Eine äußere Lipidschicht, die aus der Membran der Wirtszelle stammt. Beispiel: HIV – umhüllt mit gp120-Spikes https://en.wikipedia.org/wiki/Viral_envelope
- **Spikes/Oberflächenproteine (bei vielen Viren):** Diese helfen dem Virus, die Wirtszelle zu erkennen und sich an sie anzuheften. Beispiel: SARS-CoV-2-Spike-Protein:





<https://morgridge.org/community/teaching-learning/virology-immunology/factsheets/virus-structure/>

Wichtiger Gedanke für Schüler: **Die Struktur eines Virus ist nicht zufällig – jeder Teil hat eine bestimmte Funktion** (Schutz, Anheftung, Eindringen, Vermehrung).

Um das visuelle und konzeptionelle Verständnis der Virusstruktur zu unterstützen, werden die Schüler dazu angeregt, sich ein kurzes Lehrvideo anzusehen, in dem die grundlegende Biologie von Viren erklärt wird. Das Video stellt die Hauptbestandteile eines Virus, darunter genetisches Material, Kapsid, Hülle und Oberflächenproteine, anschaulich dar und erklärt, wie diese Komponenten während der Infektion zusammenwirken. Diese Ressource hilft den Lernenden, schriftliche Beschreibungen mit dynamischen visuellen Erklärungen zu verknüpfen, wodurch komplexe mikroskopische Strukturen leichter verständlich werden, bevor sie zu 3D-Modellierung und AR-Aktivitäten übergehen.

Empfohlene Videoquelle: Khan Academy – Viruses
<https://www.khanacademy.org/science/biology/biology-of-viruses/virus-biology/v/viruses>

1.4 Wie Viren Zellen infizieren (Viruslebenszyklus – Grundlagen)

Ein vereinfachter viraler Lebenszyklus umfasst folgende Phasen:

1. **Anheftung:** Das Virus bindet sich mithilfe von Spikes oder Oberflächenproteinen an bestimmte Rezeptoren auf der Oberfläche der Wirtszelle.
2. **Eindringen:** Das Virus (oder sein Genom) dringt in die Wirtszelle ein. Umhüllte Viren verschmelzen oft mit Membranen, andere können durch Endozytose eindringen.
3. **Replikation und Proteinproduktion:** Die Wirtszelle produziert virale genetische Kopien und virale Proteine.
4. **Zusammenbau:** Aus den neu gebildeten Teilen werden neue Viruspartikel zusammengesetzt.
5. **Freisetzung:** Neue Viren verlassen die Zelle, entweder durch Aufbrechen der Zelle (Lyse) oder durch Knospung (häufig bei umhüllten Viren).

Dieser Lebenszyklus erklärt, warum Viren von Wirten abhängig sind und warum sie Schaden anrichten können: Die Virusvermehrung kann die normale Zellfunktion stören.

1.5 Virustypen: Wie können wir Viren klassifizieren?

Viren können auf verschiedene Weise gruppiert werden. In dieser Lektion konzentrieren sich die Schüler auf Klassifizierungen, die einen klaren Bezug zu Modellierung und AR-Visualisierung haben:





- **Nach Genomtyp:** DNA-Viren (Herpesvirus usw.) vs. RNA-Viren (Influenza usw.). (Mehr dazu: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7150055/>)
- **Nach Hülle:** Hüllviren (HIV, Influenza usw.) vs. Nicht-Hüllviren (Poliovirus, Norovirus usw.). Mehr: <https://virologyresearchservices.com/2022/05/22/enveloped-vs-non-enveloped-viruses/>
- **Nach Form:** Helikal (Tabakmosaikvirus – für Pflanzen usw.), ikosaedrisch (Adenovirus usw.), komplex (Bakteriophage usw.). Mehr: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/General_Biology_2e_\(OpenStax\)/05:_Unit_V-_Biological_Diversity/5.01:_Viruses/5.1.02:_Viral_Evolution_Morphology_and_Classification](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/General_Biology_2e_(OpenStax)/05:_Unit_V-_Biological_Diversity/5.01:_Viruses/5.1.02:_Viral_Evolution_Morphology_and_Classification); <https://microbenotes.com/classification-of-virus/>
- **Nach Wirt:** Tierviren (HIV usw.), Pflanzenviren (TMV usw.), Bakteriophagen (T4-Phagen usw.). Mehr: <https://microbenotes.com/classification-of-virus/>

Diese Kategorien sind nützlich, da sie einen direkten Bezug zu dem haben, was die Schüler in 3D erstellen werden: **verschiedene Formen, verschiedene Außenhüllen, verschiedene „Oberflächenmerkmale“.**

1.6 Warum sind Viren für die Biotechnologie und die Gesellschaft wichtig?

Viren werden oft mit Krankheiten in Verbindung gebracht, aber ihre Bedeutung geht weit über die Verursachung von Infektionen hinaus. In der modernen Wissenschaft und Biotechnologie werden Viren auch als Werkzeuge eingesetzt, um die Biologie zu erforschen, medizinische Lösungen zu entwickeln und natürliche Systeme zu verstehen.

Eine wichtige Anwendung von Viren findet sich in **Impfstoffen und der Immunwissenschaft**. Wissenschaftler untersuchen virale Oberflächenproteine, um zu verstehen, wie das Immunsystem ein Virus erkennt. Beispielsweise hat die Forschung zu Influenzaviren gezeigt, dass kleine Veränderungen in viralen Oberflächenproteinen die Wirksamkeit von Impfstoffen jedes Jahr beeinflussen können. In ähnlicher Weise hat das Verständnis der Struktur viraler Proteine Wissenschaftlern dabei geholfen, Impfstoffe zu entwickeln, die das Immunsystem trainieren, effektiver auf Infektionen zu reagieren. Diese Beispiele zeigen, warum die Kenntnis der Virusstruktur für den Schutz der menschlichen Gesundheit unerlässlich ist.

Bezug zur 3D-Modellierung: Wenn Schüler Spikes oder Oberflächenproteine auf ihren Virusmodellen entwerfen, stellen sie dieselben Strukturen dar, die Wissenschaftler bei der Entwicklung von Impfstoffen untersuchen. Die Größe, Position und Anzahl der Spikes in einem 3D-Modell helfen zu erklären, wie ein Virus Wirtszellen erkennt und sich an sie bindet.

Viren werden auch in **der Gentherapie und der biologischen Forschung** eingesetzt. In Laboren werden modifizierte Viren häufig als Vektoren verwendet, um genetisches Material in Zellen





einzuschleusen. Beispielsweise werden harmlose Versionen von Viren verwendet, um neue Gene in Zellen einzuschleusen, damit Wissenschaftler untersuchen können, wie diese Gene funktionieren. In einigen medizinischen Anwendungen werden virale Vektoren verwendet, um therapeutische Gene in bestimmte Zellen einzuschleusen, was zeigt, wie Viren für nützliche Zwecke umgestaltet werden können.

Bezug zur 3D-Modellierung: Durch die Erstellung eines Kapsids um das virale Genom in einem 3D-Modell visualisieren die Schüler, wie genetisches Material verpackt und geschützt wird. Die Modellierung des Kapsids als geometrische Struktur hilft den Lernenden zu verstehen, warum Form und Symmetrie für Stabilität und Funktion wichtig sind.

Über die Medizin hinaus spielen Viren eine wichtige Rolle in **der Evolution und in Ökosystemen**. In marinen Ökosystemen infizieren Viren Mikroorganismen wie Bakterien und Algen und kontrollieren so deren Populationsgröße. Dieser Prozess trägt zur Regulierung der Nährstoffkreisläufe in den Ozeanen bei, die für das globale Klimagleichgewicht wichtig sind. Viren können auch genetisches Material zwischen Organismen übertragen und so zur genetischen Vielfalt und langfristigen Evolution beitragen.

Bezug zur 3D-Modellierung: Wenn die Schüler verschiedene Virustypen vergleichen – beispielsweise umhüllte und nicht umhüllte Viren –, können sie modellieren, wie sich strukturelle Unterschiede auf das Überleben in verschiedenen Umgebungen auswirken. Das Hinzufügen oder Entfernen einer Hülle in einem 3D-Modell hilft beispielsweise zu erklären, warum einige Viren widerstandsfähiger gegenüber Umweltbedingungen sind als andere.

In dieser Lerneinheit werden Viren als anschauliches Beispiel dafür verwendet, wie reales wissenschaftliches Wissen in vereinfachte digitale Darstellungen umgewandelt werden kann. Durch das Entwerfen von Virusstrukturen unter Verwendung grundlegender geometrischer Formen und deren Visualisierung mittels Augmented Reality erleben die Schüler, wie Wissenschaftler und Ingenieure Modelle zur Untersuchung komplexer Systeme einsetzen. Dieser Ansatz verbindet Biologie mit Design, Technologie und MINT-Fähigkeiten und bereitet die Lernenden darauf vor, zu verstehen, wie biologische Strukturen Innovationen in der realen Welt inspirieren.

1.7 Fragen zur Reflexion

1. Warum unterscheiden sich Viren von lebenden Zellen?
2. Wie schützt ein Kapsid das virale Genom und warum könnte seine Form von Bedeutung sein?
3. Was ist der Unterschied zwischen umhüllten und nicht umhüllten Viren, und wie könnte sich dies auf die Übertragung oder Stabilität auswirken?
4. Wie hilft „Struktur → Funktion“ dabei zu erklären, warum Viren bestimmte Wirtszellen infizieren?





Welche Eigenschaft eines Virus lässt sich Ihrer Meinung nach am einfachsten in einem 3D-Modell darstellen, und welche am schwierigsten? Warum?

Ausführen

2. Bioinspirierte Virusmodellierung durch 3D-Design

In der Ausführungsphase untersuchen die Schüler, wie die praktischen Fähigkeiten der Natur – insbesondere virale Strukturen – zu effizienten Lösungen und Designs inspirieren können. Viren zeigen, wie minimale Strukturen hochwirksame Funktionen wie Schutz, Anheftung und Replikation erfüllen können. Diese natürlichen Strategien werden untersucht und durch praktische Aktivitäten in digitale Modelle umgesetzt.

2.1 Bio-Inspiration: Von der Struktur und Funktion von Viren lernen

Viren sind Beispiele für hochoptimierte natürliche Systeme. Mit nur wenigen Komponenten sind sie in der Lage, genetisches Material zu schützen, Wirtszellen zu erkennen und sich effizient zu vermehren. Diese Fähigkeiten regen die Schüler dazu an, darüber nachzudenken, wie Struktur, Symmetrie und Oberflächengestaltung die Funktion unterstützen.

Die Schüler wählen einen Virustyp aus und analysieren, welche natürlichen Merkmale für sein Verhalten wesentlich sind. Anschließend wenden sie dieses bioinspirierte Denken an, indem sie diese Merkmale mit vereinfachten geometrischen Formen in **Tinkercad Codeblocks** nachbilden. Dies spiegelt die reale wissenschaftliche Modellierung wider, bei der komplexe natürliche Systeme auf wesentliche Funktionselemente reduziert werden.

2.2 Wie Augmented Reality die Lernziele unterstützt

Augmented-Reality-Anwendungen wie **Delightex** unterstützen das Hauptziel der Einheit, indem sie unsichtbare biologische Strukturen sichtbar und interaktiv machen. AR ermöglicht den Schülern:

- Virusmodelle in verschiedenen Maßstäben betrachten
- Strukturen aus allen Blickwinkeln zu drehen und zu untersuchen
- Beschriftungen und Erklärungen direkt an Modellkomponenten anzubringen

Diese AR-Funktionen helfen den Schülern, räumliche Beziehungen und funktionales Design auf eine Weise zu verstehen, die mit statischen Bildern oder Lehrbüchern nicht möglich ist.

2.3 Praktische Aktivitäten und Beispiele für globales Lernen





In dieser Phase beschäftigen sich die Schüler mit praktischen, handlungsorientierten Aktivitäten, die von bioinspirierten Ansätzen inspiriert sind, die weltweit in der MINT-Bildung zum Einsatz kommen. Ähnliche 3D-Modellierungs- und AR-basierte Übungen werden häufig in der Biologie- und Biotechnologieausbildung eingesetzt, um den Lernenden zu helfen, mikroskopische Systeme zu verstehen und wissenschaftliche Ideen visuell zu vermitteln.

Beispiele für Aktivitäten sind:

- Entwurf eines Virusmodells, das zeigt, wie die Struktur die Anheftung und den Schutz ermöglicht
- Modifizierung von Oberflächenmerkmalen, um zu untersuchen, wie sich Veränderungen auf die Interaktion mit Wirtszellen auswirken
- Präsentation des Virusmodells in AR als Lehrmittel und Erläuterung seiner Funktion gegenüber Gleichaltrigen

Diese Aktivitäten spiegeln reale wissenschaftliche Praktiken wider, bei denen digitale Modelle und AR-Visualisierungen für Forschung, Bildung und Kommunikation eingesetzt werden.

Verbessern

3. Vertiefung des Verständnisses durch Augmented Reality

In der Phase „**Vertiefen**“ werden Augmented-Reality-Tools (AR) eingesetzt, um das Verständnis zu vertiefen, das Engagement zu steigern und einen effektiveren Wissensaufbau zu unterstützen. AR ist besonders wertvoll für das Lernen über Viren, da diese biologischen Einheiten mikroskopisch klein sind und nicht direkt beobachtet werden können. Durch die Visualisierung von Virusstrukturen in AR können Schüler komplexe biologische Konzepte auf konkrete und interaktive Weise erforschen.

3.1 Wie AR das Verständnis von Viren verbessert

Die AR-Technologie macht abstrakte und unsichtbare Strukturen sichtbar und manipulierbar. Wenn Schüler Virenmodelle in AR betrachten, können sie diese drehen, zoomen und einzelne Komponenten wie Kapsid, Genom, Hülle und Oberflächenproteine untersuchen. Diese räumliche Interaktion hilft den Lernenden zu verstehen, wie die Struktur eines Virus mit seiner Funktion zusammenhängt, und vertieft wichtige biologische Prinzipien, die in früheren Abschnitten behandelt wurden.





Durch die Darstellung von Virusmodellen in menschlicher Größe reduziert AR die kognitive Belastung und unterstützt Lernende, denen rein symbolische oder lehrbuchbasierte Erklärungen Schwierigkeiten bereiten. Komplexe Konzepte, wie z. B. die Anheftung von Viren an Wirtszellen oder die Unterschiede zwischen Virustypen, werden durch direkte visuelle Interaktion leichter verständlich.

3.2 Steigerung des Engagements und des aktiven Lernens

AR fördert die aktive Teilnahme statt passiver Beobachtung. Anstatt nur Erklärungen zu lesen oder anzusehen, interagieren die Schüler mit Virusmodellen, die sie selbst erstellt haben. Dieses Gefühl der Eigenverantwortung steigert die Motivation und das Engagement, da die Lernenden sehen, wie ihre eigene Arbeit in ein immersives AR-Erlebnis verwandelt wird.

Interaktive AR-Umgebungen unterstützen auch das kollaborative Lernen. Die Schüler können ihre Modelle diskutieren, Virustypen vergleichen und ihren Mitschülern ihre Designentscheidungen erklären. Diese soziale Interaktion stärkt das Verständnis und hilft den Lernenden, Kommunikations- und wissenschaftliche Erklärungsfähigkeiten zu entwickeln.

3.3 Nützliche AR-Tools und -Anwendungen

Ein effektives AR-Tool für diese Lerneinheit ist **Delightex**, mit dem Schüler 3D-Modelle importieren, in reale Umgebungen einfügen und Beschriftungen oder Erläuterungen hinzufügen können. Die markerlose AR-Funktionalität ermöglicht eine flexible Nutzung im Klassenzimmer oder zu Hause mit Smartphones, Tablets oder Computern.

Weitere weltweit eingesetzte AR-basierte Bildungsansätze sind:

- AR-Visualisierung molekularer und biologischer Strukturen
- Interaktive Beschriftung von wissenschaftlichen 3D-Modellen
- AR-gestützte Präsentationen und digitale Ausstellungen

Diese Tools werden häufig in der MINT-Bildung eingesetzt, um Lernenden zu helfen, Systeme zu erkunden, die aufgrund ihrer Größe oder Komplexität sonst nicht zugänglich wären.

3.4 Praktische Vorschläge für die Integration von AR in den Unterricht

Um die Verbindung der Schüler zum Thema zu stärken und einen effektiven Wissensaufbau zu unterstützen, kann AR auf verschiedene Weise integriert werden:

- Verwenden Sie AR als **Reflexionsinstrument**, bei dem die Schüler die Struktur von Viren anhand ihres AR-Modells erklären.
- Kombinieren Sie AR mit **formativer Bewertung**, indem Sie die Lernenden auffordern, Teile zu identifizieren oder Funktionen zu erklären.





- Ermutigen Sie die Schüler, **verschiedene Virusmodelle** in AR zu **vergleichen**, um strukturelle Unterschiede hervorzuheben.
- Verwenden Sie AR-Präsentationen als **Abschlusspräsentation für Projekte**, um die Lernergebnisse zu vertiefen.

Durch diese Strategien wird AR mehr als nur eine visuelle Hilfe – es wird zu einem Werkzeug für logisches Denken, Kommunikation und tieferes Verständnis.

Fazit

In dieser Lerneinheit wurden Viren als biologische Systeme untersucht, indem wissenschaftliche Erkenntnisse mit 3D-Modellierung und Augmented Reality kombiniert wurden. In den Phasen „Erkunden“, „Ausführen“ und „Verbessern“ entwickelten die Schüler ein Verständnis für die Struktur, Funktion und Klassifizierung von Viren und wandten dieses Wissen aktiv in praktischen digitalen Aktivitäten an. Der Einsatz von AR-Tools unterstützte die Visualisierung mikroskopischer Strukturen, steigerte das Engagement und half dabei, bioinspirierte Prinzipien mit realen wissenschaftlichen und technologischen Herausforderungen zu verbinden, wodurch die weitere Erforschung der Biologie durch MINT und digitale Innovation gefördert wurde.





Phase	Beschreibung
Erkunden	- Forschung und Entdeckung: Die Schüler untersuchen, was Viren sind, wie sie sich von lebenden Zellen unterscheiden und warum ihre Struktur für ihre Funktion unerlässlich ist. Sie analysieren die Bestandteile von Viren (Genom, Kapsid, Hülle, Oberflächenproteine) und lernen, wie Viren Wirtszellen infizieren.
	- Inhaltsentwicklung: Die Lernenden erwerben grundlegende Kenntnisse anhand von Texten, Diagrammen und visuellen Beispielen und entwickeln ein Verständnis für Virustypen und deren Klassifizierung.
	- Bedarfsanalyse: Die Schüler identifizieren Herausforderungen beim Verständnis mikroskopischer und abstrakter biologischer Strukturen und erkennen den Bedarf an visuellen und interaktiven Lernhilfen.
Durchführung	- Umsetzung des Lehrplans: Die Schüler wenden ihr biologisches Wissen an, indem sie mit Tinkercad Codeblocks Virusmodelle entwerfen und die Virusstruktur in vereinfachte 3D-Darstellungen übersetzen.
	- Interaktive Übungen: Die Lernenden erstellen, modifizieren und vergleichen Virusmodelle und konzentrieren sich dabei auf bioinspirierte Prinzipien wie Struktur-Funktions-Beziehungen, Symmetrie und Effizienz. Sie bereiten Modelle für die AR-Visualisierung vor.
	- Feedback-Sammlung: Die Schüler erhalten Feedback von Mitschülern und Lehrern durch Diskussionen, Modellpräsentationen und Reflexionen über Designentscheidungen und biologische Genauigkeit.
Verbessern	- AR-Integration: Die Schüler importieren ihre 3D-Virusmodelle in Delightex und visualisieren sie mithilfe von Augmented Reality. AR macht mikroskopisch kleine Virusstrukturen auf menschlicher Ebene sichtbar.
	- Interaktives Lernen: Die Lernenden interagieren mit AR-Modellen, indem sie Virusteile drehen, zoomen, beschriften und erklären, wodurch sie ihr räumliches Verständnis und ihre konzeptionelle Klarheit stärken.
	Gamifizierte Inhalte: • Punkte und Abzeichen: Werden für korrekt modellierte Virusstrukturen und klare Erklärungen vergeben. • Ranglisten: Optionale klassenbasierte Ranglisten zur Förderung der Motivation. • Quests und Levels: Die Schüler arbeiten sich von grundlegenden Virusstrukturen zu komplexeren Virustypen vor. • Belohnungen für Erkundungen: Bonusaufgaben für das Entdecken zusätzlicher Viruseigenschaften oder Vergleiche. • Kollaborative gamifizierte Aufgaben: Gruppenherausforderungen zum Entwerfen und Erklären verschiedener Virustypen.
	AR-basierte Bewertungen: Die Schüler demonstrieren ihr Verständnis, indem sie die Struktur und Funktion von Viren anhand ihrer AR-Modelle erklären, Teile identifizieren und darüber nachdenken, wie die Struktur die Infektion und das Überleben unterstützt.





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.





Referenzen

- Louten J. Virus Structure and Classification. Essential Human Virology. 2016:19–29. doi: 10.1016/B978-0-12-800947-5.00002-8. Epub 2016 May 6. PMID: PMC7150055.
- **OpenStax.** *Biology 2e – Viruses.* <https://openstax.org/details/books/biology-2e>
- **Khan Academy.** *Viren – Biologie von Viren.* Lehrvideo und erläuterndes Material zum besseren Verständnis der Struktur und Funktion von Viren. <https://www.khanacademy.org/science/biology/biology-of-viruses/virus-biology/v/viruses>
- **Weltgesundheitsorganisation (WHO).** *Gesundheitsthemen: Viren und Infektionskrankheiten.* <https://www.who.int>
- **National Institutes of Health (NIH).** *Ressourcen zu Genetik und Genomik.* <https://www.nih.gov>
- **Delightex (CoSpaces Edu).** *Augmented Reality für den Bildungsbereich.* <https://edu.delightex.com>
- **Tinkercad.** *Codeblocks – 3D-Modellierung für den Bildungsbereich.* <https://www.tinkercad.com>
- **Sketchfab.** *3D-Modelle und AR-Visualisierung im Bildungswesen.* <https://sketchfab.com>
- **Europäische Kommission.** *MINT-Bildung und digitale Lernstrategien.* <https://education.ec.europa.eu>
- Bios4You. (2025). *Wie Delightex AR die MINT-Bildung verändert: Unterrichtspraktiken und Tipps für Lehrkräfte.* <https://bios4you.infoproject.eu/how-delightex-ar-is-transforming-stem-education-classroom-practices-and-teaching-tips/>
- Delightex. *Unterrichtspläne für den Einsatz im Klassenzimmer:* <https://www.delightex.com/edu/lesson-plans>
- Delightex. *3D-Creation-Toolbox für den Bildungsbereich.* Delightex GmbH. <https://www.delightex.com/edu/3d-creation>
- Khan Academy. (o. J.). *Einführung in Viren.*
- <https://www.khanacademy.org/science/biology/biology-of-viruses/virus-biology/a/intro-to-viruses>
- Louten, J. (2016). Virusstruktur und -klassifizierung. In *Essential human virology* (S. 19–29). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800947-5.00002-8>
- Microbe Notes. (2023, rugsėjo 29). *Klassifizierung von Viren.*
- <https://microbenotes.com/classification-of-virus/>
- Nationales Zentrum für Biotechnologie-Informationen. (2016). Virusstruktur und -klassifizierung. In *Medizinische Mikrobiologie* (4. Auflage).
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8174/>
- OpenStax. (2022). *Biologie 2e.* OpenStax. <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/21-1-viral-evolution-morphology-and-classification>





- Universität von Delaware. (2024). *Auf die Plätze, fertig, VirusGo: Augmented-Reality-Virusausbildung*. <https://www.udel.edu/udaily/2024/june/virusgo-virus-education-augmented-reality-hadden-perilla-genova/>
- VirusGo. (2024). *Die ARVi-Lern-App macht Viren sichtbar*. Jurnal STEM Learning. <https://ejournal.upi.edu/index.php/jslearning/article/view/220>
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. & Orr, R. B. (2021). *Campbell Biology* (12. Auflage). Pearson Education. (Kapitel 19: Viren).
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Aktueller Stand, Chancen und Herausforderungen von Augmented Reality im Bildungswesen. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>

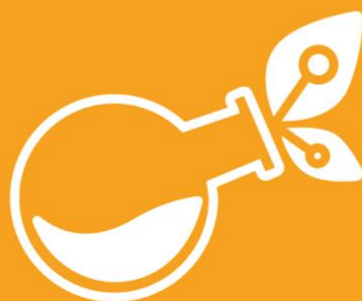
AI-basierte Tools (ChatGPT, Perplexity AI und NotebookLM) wurden verwendet, um die Erstellung von Inhalten, die Zusammenfassung von Forschungsergebnissen und die Organisation von Quellenmaterialien während der Entwicklung dieser Lerneinheit zu unterstützen:

- OpenAI. *ChatGPT* (großes Sprachmodell). <https://chat.openai.com>
- *Perplexity AI* [KI-gestützter Such- und Rechercheassistent]. <https://www.perplexity.ai>
- Google *NotebookLM* [KI-gestütztes Recherche- und Notiztool]. <https://notebooklm.google.com>





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.