



TEASER

Teacher as Avatar

Lehr- und Lernszenario

Einführung in die Zellkultur und

Erhaltung von Zelllinien



Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Europäischen Exekutivagentur für Bildung und Kultur (EACEA) wider. Weder die Europäische Union noch die EACEA können dafür verantwortlich gemacht werden.



Kofinanziert von der
Europäischen Union

Inhalt

I. Stammdaten und Kontext.....	3
II. Pädagogisches Design	4
III. Technologische Umsetzung.....	5
IV. Detaillierter Unterrichtsablauf (Lesson Plan)	6
1. Einführung und Orientierung.....	6
2. Durchführung der Aufgabe.....	6
3. Bewertung / Überprüfung.....	7
4. Abschluss der Einheit	7
V. Ressourcen und Begleitmaterialien	8
1. Videos	8
2. Interaktive Komponenten.....	8
3. Medien-Portfolio	9

I. Stammdaten und Kontext

- **Szenario-Titel und Abstrakt:** Das Szenario trägt den Titel „**Einführung in die Zellkultur und Erhaltung von Zelllinien**“. Es zielt darauf ab, **Arbeitssicherheitsregeln und komplexe Prozessabläufe** in einem biologischen Labor durch den Einsatz von **KI-gestützten Medien** hocheffektiv zu vermitteln. Die Lernenden navigieren durch verschiedene Lernstationen, an denen sie mittels **QR-Codes** auf Instruktionsvideos zugreifen können. Ein digitaler **KI-Avatar** übernimmt dabei die Einführung in die theoretischen Grundlagen, während ein KI-generierter Sprecher die praktischen Details der Arbeitsabläufe erläutert. Der Fokus liegt auf einer sicheren Handhabung und der Vermittlung aseptischer Techniken, die für die Erhaltung der Vitalität von Zellkulturen kritisch sind.
- **Berufsfeld und Zielgruppe:** Dieses Szenario ist im Berufsfeld der **Biologie, Chemie und Labortechnik** angesiedelt.
 - **Lernende:** Die primäre Zielgruppe sind **Auszubildende**, insbesondere angehende **Biologielaboranten/-innen** und **Chemielaboranten/-innen**. Das Szenario ist für Lernende ab dem **2. oder 3. Lehrjahr** konzipiert, die bereits über ein grundlegendes chemisches oder biologisches Verständnis verfügen und nun auf die Arbeit im Technikum oder Speziallabor vorbereitet werden.
 - **Lehrende:** Das Szenario dient zudem als Hilfsmittel für **Ausbilder und VET-Lehrkräfte**, die durch die KI-Unterstützung bei repetitiven Sicherheitsunterweisungen entlastet werden und so mehr Zeit für die individuelle Betreuung der Auszubildenden gewinnen.
- **Lernziele:** Die zu erwerbenden Kompetenzen gliedern sich in folgende Bereiche:
 - **Wissen (Knowledge):** Die Teilnehmenden verstehen die theoretischen **Grundlagen der Zellkultur** sowie die spezifischen biologischen Eigenschaften der **Maus-Fibroblastenzelllinie L929**. Sie kennen die geltenden **Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften** für das Arbeiten im Labor, insbesondere den Umgang mit dem Autoklaven und der Sterilwerkbank.
 - **Fähigkeiten (Skills):** Die Auszubildenden beherrschen die praktischen Routineaufgaben der Zellkulturpflege, wie das **Passagieren (Subkultivierung)**, den **Mediumwechsel** und die präzise **Zellzählung** unter Verwendung der Neubauer-Zählkammer. Sie erlernen die Fertigkeit, Laborgeräte wie das Umkehrmikroskop sicher zu bedienen und die Konfluenz sowie Morphologie der Zellen visuell zu beurteilen.
 - **Kompetenzen (Competencies):** Die Lernenden entwickeln die Kompetenz zum **aseptischen Arbeiten**, um Kontaminationen in der Sterilzone konsequent zu vermeiden. Sie werden befähigt, ihre Arbeitsergebnisse systematisch zu **dokumentieren**, Protokolle zu führen und ihre Beobachtungen kritisch mit vorgegebenen Sollwerten zu vergleichen. Zudem stärken sie ihre **Medienkompetenz** durch den souveränen Umgang mit KI-gestützten Lernwerkzeugen im Arbeitsalltag.

II. Pädagogisches Design

- **Die „Educational Question“:** Die zentrale pädagogische Herausforderung in diesem Laborszenario liegt darin, dass **repetitive Sicherheitsunterweisungen** und komplexe manuelle Prozessabläufe oft als passiv und wenig motivierend wahrgenommen werden. Das spezifische Problem, das durch den Einsatz von KI und Avataren gelöst werden soll, ist die Frage: „**Wie können notwendige Gesundheits- und Sicherheitsregeln (H&S) sowie komplexe biologische Arbeitstechniken konsistenter, aufgabenbezogener und individueller vermittelt werden?**“. Der Einsatz von KI-Avataren entlastet das Ausbildungspersonal von der ständigen Wiederholung der immer gleichen Standardanweisungen (z. B. Bedienung des Autoklaven oder Reinigen der Sterilwerkbank). Dadurch wird sichergestellt, dass jeder Lernende eine **gleichbleibend hohe Qualität der Instruktion** erhält, während gleichzeitig die kognitive Belastung durch die Bereitstellung der Informationen direkt am Ort des Geschehens („Point of Action“) reduziert wird.
- **Didaktisches Setting:** Das Szenario ist fest im theoretischen Rahmen des **SAMR-Modells** und des europäischen Kompetenzrahmens **DigComp 2.2** (bzw. DigCompEdu) verankert. Im Sinne des SAMR-Modells erreicht die Einheit die Stufe der „**Modification**“ (**Umgestaltung**), da die Lehr- und Lernszenarien durch asynchrone, KI-gestützte Unterstützung in einer Weise individualisiert werden, die ohne diese Technologie nicht möglich wäre. Als Lehrmethode wurde das **stationsbasierte Lernen** gewählt. Die Lernenden bewegen sich eigenständig durch das Labor zu verschiedenen Stationen (z. B. Sterilwerkbank, Mikroskop, Autoklav), an denen sie mittels **QR-Codes** bedarfsgerechte Instruktionsvideos mit Avataren abrufen können. Dieser Ansatz fördert das **erfahrbare Lernen**, da Theorie und Praxis unmittelbar an der Maschine oder am Arbeitsplatz miteinander verknüpft werden.
- **Rolle des Ausbilders/Lehrers:** In diesem Szenario findet ein Rollenwechsel des Ausbilders vom alleinigen Wissensvermittler hin zum **Moderator, Coach und pädagogischen Berater** statt. Die Lehrkraft tritt in den Hintergrund, während der Avatar die standardisierten Instruktionen übernimmt. Die Aufgaben der Lehrkraft wandeln sich zu:
 - **Monitoring und Sicherheit:** Überwachung des korrekten aseptischen Arbeitens und Einhaltung der H&S-Vorschriften in Echtzeit.
 - **Individuelle Unterstützung:** Beantwortung spezifischer fachlicher Fragen, die über die Standard-Avatar-Instruktionen hinausgehen.
 - **Qualitätssicherung:** Durchführung von **Plausibilitätschecks**, um sicherzustellen, dass die Lernenden die KI-gestützten Informationen korrekt interpretieren.
 - **Feedbackgeber:** Begleitung der Reflexionsphasen und Unterstützung bei der Analyse der mikroskopischen Bilder oder der Zelldokumentation.

III. Technologische Umsetzung

- **KI- und Avatar-Lösung:** In diesem Szenario werden primär **2D-lineare KI-generierte Avatare** eingesetzt, die als **digitale Tutoren und Demonstratoren** fungieren. Der Avatar übernimmt die Rolle eines erfahrenen Laborleiters, der in die theoretischen Grundlagen der Zellkultur einführt und die Lernenden sicher durch die komplexen Phasen des biologischen Arbeitsprozesses leitet. Eine spezifische Funktion ist der Einsatz als **Sicherheitsdemonstrator**, wobei der Avatar die korrekte und sichere Bedienung von Laborgeräten wie der Sterilwerkbank oder dem Autoklaven visuell und sprachlich demonstriert. Durch diese visuelle Verkörperung der Lehrkraft wird eine konsistente Vermittlung von Gesundheits- und Sicherheitsregeln (H&S) gewährleistet, die das Engagement der Auszubildenden steigert.
- **Technische Werkzeuge:** Die Umsetzung des Szenarios basiert auf einer Kombination aus spezialisierter Laborhardware und modernen Softwareanwendungen:
 - **Avatar- und Sprachgenerierung:** Zur Erzeugung der sprechenden Avatare werden Tools wie **HeyGen** oder **Synthesia** eingesetzt; für die präzise Stimmgenerierung wird zudem **Eleven Labs** (oder 11 Labs) verwendet.
 - **Interaktive KI: ChatGPT** (insbesondere GPT-4) dient zur didaktischen Aufbereitung der Skripte und zur Erstellung von Quizfragen aus den Videotranskripten.
 - **Hardware-Trigger:** Im Labor sind **QR-Codes** direkt an den Maschinen (z. B. Autoklav, Sterilwerkbank) angebracht, die bei Scannen mittels **Tablet oder Smartphone** den unmittelbaren Zugriff auf die aufgabenbezogenen Instruktionsvideos ermöglichen.
 - **LaboraAusstattung:** Die praktische Durchführung erfolgt an realen Geräten wie der **Sterilwerkbank (Hereus Hera Safe KS12)**, dem **Autoklaven** und dem **Umkehrmikroskop**.
- **Software-Hopping-Ansatz:** Die Erstellung der Inhalte erfolgt über eine strukturierte „**technische Kette**“ (**Software-Hopping**), die es ermöglicht, professionelle Lernmedien niederschwellig und ohne Programmieraufwand zu produzieren:
 1. **Textoptimierung:** Fachliche Rohmanuskripte der Ausbilder werden in **ChatGPT** eingegeben, um sie sprachlich zu verfeinern und in didaktisch ansprechende Skripte umzuwandeln.
 2. **Inhaltsprüfung:** Die optimierten Texte werden von den Lehrkräften auf ihre fachliche und wissenschaftliche Korrektheit geprüft.
 3. **Animation und Vertonung:** Der finale Text wird in **HeyGen** oder **Synthesia** importiert, um den Avatar zu animieren, während die Audiospur bei Bedarf über **Eleven Labs** generiert wird, um eine natürliche Sprachwiedergabe zu erzielen.

IV. Detaillierter Unterrichtsablauf (Lesson Plan)

Die Unterrichtseinheit ist darauf ausgerichtet, Theorie und Praxis durch den gezielten Einsatz von KI-Medien direkt am Laborarbeitsplatz zu verzahnen.

1. Einführung und Orientierung

- **Dauer:** 30–45 Minuten.
- **Inhalte:** Grundlagen der **Zellbiologie**, Eigenschaften der **Maus-Fibroblastenzelllinie L929**, geltende **Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften (H&S)** sowie ein Überblick über die Routineaufgaben (Passagieren, Mediumwechsel, Zellzählung).
- **Aktivitäten:**
 - **Lernende:** Scannen die bereitgestellten **QR-Codes**, verfolgen die KI-gestützten Lernvideos (Avatar-Einführung), machen sich Notizen zu den Prozessabläufen und erstellen einen Zeitplan für die anschließende Laborarbeit.
 - **Lehrende:** Fungieren als **Moderatoren**, klären offene Verständnisfragen zu den Videos und überwachen die korrekte Vorbereitung der Arbeitsstationen.
- **Medien:** KI-gestützte Lernvideos (kombiniert aus Avatar und KI-Sprecher), digitale Arbeitsanweisungen, mobile Endgeräte (Tablets/Smartphones).

2. Durchführung der Aufgabe

- **Dauer:** 60–90 Minuten.
- **Inhalte:** Praktische Herstellung von Zellkulturmedien, **Subkultivierung (Passagieren)** der L929-Zellen und Überwachung des Wachstums (Kontrolle von Konfluenz, Morphologie und Kontamination).
- **Aktivitäten:**
 - **Lernende:** Führen unter Einhaltung aseptischer Techniken den Mediumwechsel und das Passagieren durch; dabei nutzen sie das **Avatar-Video „Arbeiten unter der Laminar-Flow-Werkbank“** als Schritt-für-Schritt-Anleitung.
 - **Lehrende:** Stellen Chemikalien bereit, überwachen das sterile Arbeiten an der Sterilwerkbank und geben Hilfestellung bei der Zellqualitätskontrolle.
- **Medien:** Sicherheitsdatenblätter, spezialisierte Avatar-Videos, Sterilwerkbank (z. B. Heraeus Hera Safe KS12), Umkehrmikroskop, Pipetten.

3. Bewertung / Überprüfung

- **Dauer:** 30–45 Minuten.
- **Inhalte: Dokumentation** der Arbeitsergebnisse und visuelle Erfassung der Zellkulturen.
- **Aktivitäten:**
 - **Lernende:** Fotografieren die Proben unter dem Mikroskop (unter Anleitung des Videos „Verwendung einer Mikroskop-Okularkamera“), erstellen ein schriftliches Protokoll und vergleichen die Zellzahl und Morphologie mit den vorgegebenen **Sollwerten**.
 - **Lehrende:** Überprüfen die Protokolle auf Vollständigkeit und Richtigkeit und geben individuelles fachliches Feedback zur Bildanalyse.
- **Medien:** Umkehrmikroskop mit Okularkamera, digitale Protokollvorlagen, Wissensquizze zur Lernzielkontrolle (z. B. Fragen zu H&S-Regeln am Autoklaven).

4. Abschluss der Einheit

- **Dauer:** 30–45 Minuten.
- **Inhalte:** Transfer des Wissens auf neue Laborgeräte (z. B. Autoklav, Pipettierroboter) und Verständnis der Anwendung in Forschung und Medizin.
- **Aktivitäten:**
 - **Lernende:** Beobachten eine Live-Demonstration neuer Geräte, reflektieren in der Gruppe über Einsatzmöglichkeiten im Laboralltag und diskutieren Transferideen.
 - **Lehrende:** Führen eine Abschlusspräsentation durch, demonstrieren die Funktionsweise komplexer Geräte und ordnen das Gelernte in die großtechnische Laborpraxis ein.
- **Medien:** Laborgeräte für die Demonstration, digitale Präsentationen oder Poster, Protokollblätter für abschließende Notizen.

V. Ressourcen und Begleitmaterialien

1. Videos

Die fachlichen Inhalte werden durch KI-generierte Avatar-Videos strukturiert:

- **Video 1: Definition L929 Zellen**
 - *Inhalt:* Einführung in die kontinuierlich wachsende Maus-Fibroblastenzelllinie L929, die zu den ältesten Zelllinien der biomedizinischen Forschung gehört. Erläuterung des Auftauprozesses von Kryokulturen bei **37 °C** im Wasserbad, um Zellschäden durch das Kryoprotektivum DMSO zu minimieren.
- **Video 2: Passagieren (Subkultivierung)**
 - *Inhalt:* Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Erhaltung der Zellkultur. Behandelt die Vorbereitung der Sterilwerkbank, das Waschen mit PBS-Puffer, das Ablösen der Zellen mittels **Trypsin** sowie das anschließende Zentrifugieren bei 330 x G für sieben Minuten.
- **Video 3: Gesundheits- und Sicherheitsregeln (H&S)**
 - *Sterilwerkbank:* Bedienung der **Hereus Hera Safe KS12**, Bedeutung der LED-Signale (Grün für sicheres Arbeiten, Rot für gestörten Luftstrom) und die notwendige Einlaufzeit von 15 Minuten.
 - *Autoklav:* Sicherheitsanweisungen für die Sterilisation von Glasgefäßen und Flüssigkeiten, insbesondere die Wahl von Zyklus 4 (121 °C, 20 Min.) und die Warnung vor Verbrühungsgefahr durch Überdruck.
- **Video 4: Mediumwechsel und Zellzählung**
 - *Inhalt:* Anleitung zur Herstellung einer homogenen Zellsuspension und zur Vitalitätsprüfung mittels **Trypanblau** unter Verwendung der **Neubauer-Zählkammer**.

2. Interaktive Komponenten

Das Szenario nutzt ein breites Spektrum an interaktiven Elementen, um den Lernerfolg zu sichern und die Eigenständigkeit im Labor zu fördern:

- **Wissensquize mit Feedbackschleifen:** Ein umfangreicher Katalog von über 35 Fragen deckt alle sicherheits- und prozessrelevanten Aspekte ab.
 - *Themen:* Korrekte Pipettiertechnik (Vermeidung von Kontakt mit dem Flaschenhals), Umgang mit dem Sterilfilter im Deckel und Sofortmaßnahmen bei Kontamination der Arbeitsfläche.
 - *Feedback:* Jede Frage enthält sofortiges pädagogisches Feedback, das die richtige Antwort begründet (z. B. warum DMSO nach dem Auftauen sofort verdünnt werden muss).
- **Digitale Dokumentation:** Die Lernenden nutzen eine Okularkamera am Mikroskop, um die Zellkonfluenz visuell zu erfassen und ihre Ergebnisse direkt in digitale Protokollvorlagen zu überführen.

3. Medien-Portfolio

Die technologische Infrastruktur basiert auf einem modernen Mix aus Hardware-Triggerern und KI-Software:

- **KI-Avatar-Portfolio:** Videos, in denen Avatare als digitale Tutoren fungieren, erstellt mit Tools wie **HeyGen** oder **Synthesia** und vertont mittels **Eleven Labs**.
- **QR-Code-System:** Physische QR-Codes sind direkt an den Laborgeräten (Sterilwerkbank, Autoklav, Mikroskop) angebracht und leiten beim Scannen sofort zum entsprechenden Instruktionsvideo.
- **Visualisierungen:** Das Portfolio umfasst zudem Infografiken zum korrekten „Software-Hopping“-Ansatz (Kombination von ChatGPT, Midjourney und Avatar-Generatoren) zur eigenständigen Erstellung von Inhalten.