



Co-funded by
the European Union

KI-gestützte Biotechnologie: Neue Möglichkeiten in der Arzneimittelforschung erschließen



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."





Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Einleitung	5
1. Entdecken – Grundlagen der KI in der Biotechnologie	5
1.1 Was ist Biotechnologie?	5
1.2 Was ist künstliche Intelligenz (KI)?	5
1.3 Wie treibt KI die Biotechnologie voran?	6
1.4 Ist KI in der Arzneimittelforschung ein Game Changer?	6
2. Umsetzen – Die Rolle von Augmented Reality in der KI-gestützten Biotechnologie	7
2.1 Spezifische Merkmale und Arten von AR-Tools	7
2.2 Reale Studien und praktische Übungen	7
3. Verbessern – AR für vertieftes Lernen und Engagement	7
3.1 Beispiele für nützliche AR-Apps und -Tools	7
3.2 Praktische Vorschläge für die Integration in die Lernerfahrung	8
Fazit	8
Referenzen	9





Bild 1. KI-gestützte Biotechnologie: Neue Möglichkeiten in der Arzneimittelforschung erschließen.

Allgemeines Thema des Lernpfads	Künstliche Intelligenz in der Biotechnologie
Spezifischer Name der Lerneinheit	KI-gestützte Biotechnologie: Neue Möglichkeiten in der Arzneimittelforschung erschließen
Alter der Zielgruppe	14–18 Jahre
Anforderungen an die Lernenden	1. Grundlegendes Verständnis von umweltwissenschaftlichen Konzepten (z. B. Ökosystem, Klima). Grundlegende Lese-, Schreib- und Rechenkenntnisse. Grundlegende IKT-Kenntnisse. 2. Zugang zu einem Computer oder Tablet mit Internetverbindung. 3. Bereitschaft, sich mit digitalen Tools (AR-Apps, CoSpaces Edu) auseinanderzusetzen. 4. Keine Vorkenntnisse in Programmierung oder AR-Entwicklung erforderlich, da CoBlocks für Anfänger geeignet ist.
Beschreibung der Lerneinheit	Diese Lerneinheit bietet eine umfassende Einführung in die künstliche Intelligenz in der Biotechnologie und insbesondere in neue Möglichkeiten der Arzneimittelentwicklung.



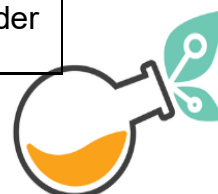


	Sie ist in drei Abschnitte unterteilt: „Explore“ (Erkunden) stellt grundlegende Konzepte des Klimawandels, der Ökosysteme und der Renaturierung vor. „Execute“ (Ausführen) befasst sich mit Bio-Inspiration und zeigt anhand von Beispielen aus der Praxis und praktischen Aktivitäten, wie natürliche Prozesse Lösungen inspirieren und wie Augmented Reality (AR) diese Prozesse und Auswirkungen visualisieren kann. „Enhance“ begründet die pädagogischen Vorteile von AR und bietet Beispiele für nützliche AR-Anwendungen und praktische Integrationsstrategien. Die Einheit gipfelt in einer praktischen Übung, bei der die Schüler eine gamifizierte AR-Erfahrung in Delightex nutzen, um ihr Verständnis und ihr Engagement für das Thema zu vertiefen.
Thema: Beteiligte Parteien	Digitale Kompetenz/Informatik, Kunst & Design, Sozialkunde, Mathematik, Sprachunterricht
Stichworte	Künstliche Intelligenz (KI) Biotechnologie, Arzneimittelforschung, maschinelles Lernen (ML), Deep Learning, Zielidentifizierung, virtuelles Screening, Optimierung klinischer Studien, Umwidmung von Arzneimitteln Bio-Inspiration, digitale Kompetenz, Augmented Reality (AR), Gamification.
Wichtige Qualifikationen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die erworben werden können	Fähigkeiten • Kritisches Denken: Analyse großer Datensätze zur Identifizierung von Mustern und Erstellung von Vorhersagen in einem wissenschaftlichen Kontext. • Problemlösung: Anwendung bioinspirierter Konzepte auf Herausforderungen in der Arzneimittelforschung, wie beispielsweise die Zuordnung von Arzneimittelkandidaten zu Zielmolekülen. • Digitale Kompetenz: Navigation und Nutzung von AR-Anwendungen. • Wissenschaftliche Untersuchung: Interpretation von Daten und





	Beobachtung natürlicher Prozesse (virtuell oder real). • Kommunikation: Erläuterung komplexer Konzepte und Präsentation von Ideen. Wissen: • Verständnis der Grundprinzipien der Biotechnologie und künstlichen Intelligenz (KI), einschließlich maschinellem Lernen (ML) und Deep Learning. • Verständnis dafür, wie KI in verschiedene Phasen der Arzneimittelentwicklung integriert ist, von der Identifizierung von Zielen und virtuellem Screening bis hin zu klinischen Studien und der Umwidmung von Arzneimitteln. • Anerkennung bioinspirierter Lösungen, die aus der Natur abgeleitet sind. • Das Potenzial und die Anwendungsmöglichkeiten von Augmented Reality in den Biowissenschaften und Gesundheitswissenschaften verstehen.
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	Ressourcen: • Lehrbücher/wissenschaftliche Artikel • Fallstudien • Internetressourcen • Kostenlose AR-Plattformen (Delightex) • AR-kompatible Geräte (Smartphones/Tablets)
Bewertungskriterien und Bewertung	• Teilnahme: Beteiligung an Diskussionen und Aktivitäten während der gesamten Einheit. • Abschluss der Aktivität: Durchführung einer praktischen AR-Übung • Konzeptkarte/Mindmap: Erstellung einer visuellen Darstellung, die Klimawandel, Ökosysteme, Wiederherstellungsmethoden und bioinspirierte Lösungen miteinander verknüpft.





Einführung

Traditionelle Paradigmen der Arzneimittelforschung, die durch aufwendige experimentelle Verfahren, hohe Ausfallraten und lange Zeiträume gekennzeichnet sind, werden durch fortschrittliche Berechnungsmethoden grundlegend neu gestaltet. In diesem Modul wird erläutert, wie KI-Algorithmen durch ihre Fähigkeit zur schnellen Datenanalyse, Mustererkennung und Vorhersagemodellierung verschiedene Phasen der Arzneimittelentwicklung optimieren und dadurch die Effizienz, Präzision und Kosteneffizienz verbessern. Nach Abschluss dieser Einheit verfügen die Lernenden über ein umfassendes Verständnis der synergistischen Beziehung zwischen KI und Biotechnologie und deren Auswirkungen auf die Zukunft therapeutischer Innovationen.

1. Erkunden – Grundlagen der KI in der Biotechnologie

1.1 Was ist Biotechnologie?

Biotechnologie ist ein Bereich der Biologie, der sich mit der Nutzung lebender Systeme und Organismen zur Entwicklung oder Herstellung von Produkten befasst, oder „jede technologische Anwendung, die biologische Systeme oder Systeme, lebende Organismen oder deren Derivate nutzt, um Produkte oder Verfahren für bestimmte Zwecke herzustellen oder zu modifizieren“ (Übereinkommen über die biologische Vielfalt, 1992). Von alten Praktiken wie Brauen und Backen bis hin zur modernen Gentechnik und Impfstoffherstellung hat die Biotechnologie eine lange Geschichte der Nutzung biologischer Prozesse zum Nutzen des Menschen.

1.2 Was ist künstliche Intelligenz (KI)?

Künstliche Intelligenz (KI) bezeichnet die Entwicklung von Computersystemen, die Aufgaben ausführen können, für die normalerweise menschliche Intelligenz erforderlich ist. Zu diesen Aufgaben gehören Lernen, Schlussfolgern, Problemlösen, Wahrnehmen und Sprachverständnis. Ein wichtiger Teilbereich der KI ist **das maschinelle Lernen (ML)**, bei dem Algorithmen aus Daten lernen, ohne explizit programmiert worden zu sein. **Deep Learning**, eine weiterentwickelte Form des ML, nutzt komplexe neuronale Netze, um große Datenmengen zu verarbeiten, und ahmt dabei die Struktur des menschlichen Gehirns nach.

1.3 Wie treibt KI die Biotechnologie voran?

Die Integration von KI und Biotechnologie, oft als KI-gestützte Biotechnologie bezeichnet, markiert einen Paradigmenwechsel in den Lebenswissenschaften. Die





Fähigkeit der KI, riesige, komplexe Datensätze zu analysieren, Muster zu erkennen und Vorhersagen zu treffen, revolutioniert verschiedene biotechnologische Anwendungen, von der Genomsequenzierung bis zur personalisierten Medizin (Asad & Zulfiqar, 2024).

1.4 Ist KI in der Arzneimittelforschung ein Game Changer?

Die Arzneimittelentwicklung ist ein Paradebeispiel dafür, wo KI einen bedeutenden Einfluss hat. Traditionell ist dieser Prozess ressourcenintensiv, zeitaufwendig und mit einer hohen Ausfallrate verbunden. KI verändert jede Phase dieses Prozesses und sorgt für Effizienzsteigerungen, Kostensenkungen und höhere Erfolgsraten (Puşcaşu et al., 2025). So beschleunigt KI die Arzneimittelentwicklung:

- **Schnellere Identifizierung von Zielmolekülen:** KI analysiert biologische Daten (Genomik, Proteomik) schnell, um krankheitsrelevante therapeutische Zielmoleküle rasch zu identifizieren, wodurch die anfängliche Entdeckungsphase verkürzt wird.
- **Beschleunigtes virtuelles Screening:** KI-gestützte Rechenmodelle screenen schnell Milliarden von chemischen Verbindungen virtuell und sagen voraus, welche wahrscheinlich an ein bestimmtes Krankheitsziel binden. Dies beschleunigt die Identifizierung potenzieller Wirkstoffkandidaten im Vergleich zu physikalischen Tests erheblich (Marins et al., 2024).
- **Effizientes Wirkstoffdesign:** KI, einschließlich generativer KI, entwirft von Grund auf neue Molekülstrukturen, optimiert diese für gewünschte biologische Aktivitäten und verfeinert bestehende Wirkstoffkandidaten, um deren Wirksamkeit und Sicherheit zu verbessern.
- **Verbesserte ADMET-Vorhersage:** KI-Modelle sagen die Absorption, Verteilung, den Metabolismus, die Ausscheidung und die Toxizität (ADMET) eines Medikaments schon früh genau voraus. So können Forscher schnell schädliche oder unwirksame Verbindungen aussortieren und kostspielige Fehlschläge in späteren Phasen vermeiden.
- **Optimierte klinische Studien:** KI analysiert Patientendaten, um geeignete Studienteilnehmer effizient zu identifizieren und gezieltere Protokolle zu entwerfen. Außerdem sagt sie Reaktionen voraus und überwacht Ergebnisse in Echtzeit, was zu einer schnelleren Rekrutierung, kürzeren Studiendauer und höheren Erfolgsraten führt.
- **Schnelle Umwidmung von Medikamenten:** KI-Algorithmen identifizieren schnell neue therapeutische Anwendungsmöglichkeiten für bestehende Medikamente, indem sie riesige Datensätze zugelassener Medikamente und Krankheitsinformationen analysieren und so die Verfügbarkeit von Behandlungen beschleunigen.





2. Umsetzung – Die Rolle von Augmented Reality in der KI-gestützten Biotechnologie

2.1 Spezifische Merkmale und Arten von AR-Tools

Eine AR-Anwendung für diesen Zweck wäre mehr als nur ein Visualisierungstool; sie wäre eine dynamische Plattform für Entdeckungen, Design und Problemlösungen. Zu den wichtigsten Funktionen und Tools könnten gehören:

- **3D-Modellvisualisierung:** Ermöglicht den Schülern die Interaktion mit 3D-Modellen von Molekülen, Atomen, Proteinen und Antikörpern.
- **Interaktive „Was-wäre-wenn“-Szenarien:** Benutzer können Variablen von Medikamenten (z. B. Toxizität) manipulieren und die Auswirkungen auf Moleküle in der AR-Projektion sehen.
- **Simulationen:** Die Studierenden werden virtuell in verschiedene Umgebungen versetzt, um die Auswirkungen verschiedener Variablen auf die Arzneimittelentwicklung zu beobachten (z. B. wie ein Protein auf ein Medikament reagiert).

2.2 Reale Studien und praktische Übungen

Es wurde eine Videostudie mit 18 angehenden Sekundarschullehrern der Pädagogischen Hochschule Zürich durchgeführt. In dieser explorativen Forschung wurde das Molekularbrowser-Tool Molegram-Scientist in einem kooperativen Lernmodul mit dem AR-Headset HoloLens eingesetzt. Die Analyse zeigt, dass die Lernaufgaben konzentriert bearbeitet wurden, obwohl die AR-Headsets neu waren und daher ablenkend wirken konnten. Die Benutzerfreundlichkeit hat sich als akzeptabel erwiesen. Intuitive Interaktionsmethoden, wie z. B. das Bewegen im Klassenzimmer oder die Zusammenarbeit mit anderen Benutzern, wurden intensiv genutzt. Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die AR-Technologie für kollaborative Lernmodule geeignet ist und weitere Untersuchungen rechtfertigt (Furrer et al., 2023).

3. Verbessern – AR für vertieftes Lernen und Engagement





3.1 Beispiele für nützliche AR-Apps und -Tools

Verschiedene AR-Tools können die Lernerfahrung im Bereich der Wiederherstellung von Ökosystemen erheblich verbessern, indem sie immersive und interaktive Möglichkeiten zur Erforschung komplexer Umweltkonzepte bieten. Hier ein Beispiel:

Delightex (CoSpaces Edu):

Mit [Delightex](#) können Nutzer interaktive virtuelle 3D-Welten erstellen und diese dann in Augmented Reality oder Virtual Reality erleben. Die Software verfügt über eine Drag-and-Drop-Oberfläche und eine visuelle, blockbasierte Programmiersprache (CoBlocks), wodurch sie auch für Schüler und Lehrer ohne Programmierkenntnisse leicht zugänglich ist. Es gibt eine kostenlose Version mit den wichtigsten Funktionen. Schüler können ihre eigenen virtuellen Ökosysteme entwerfen und aufbauen, Umweltveränderungen simulieren und Wiederherstellungsmaßnahmen visualisieren. Die kreative Freiheit ermöglicht es den Schülern, nicht nur Konsumenten, sondern auch Content-Ersteller zu werden.

3.2 Praktische Vorschläge für die Integration in den Unterricht

Die Integration dieser AR-Tools in den Lehrplan kann die Verbindung der Schüler zur Wiederherstellung von Ökosystemen erheblich stärken und einen effektiveren Wissensaufbau unterstützen:

Übung:	AI	Drug	Matchmaker	AR	App
--------	----	------	------------	----	-----

In der KI-Arzneimittel-Matchmaker-AR-App erkunden die Schüler einen vereinfachten Prozess der Arzneimittelentwicklung anhand einer interaktiven Delightx-Szene. Sie steuern eine virtuelle „KI“, die mithilfe grundlegender Codierungslogik das richtige Arzneimittelmolekül identifiziert, das an ein Krankheitsziel bindet. Während die Schüler verschiedene Moleküle testen, zeigt die App die molekularen Wechselwirkungen visuell in 3D und veranschaulicht, wie richtige Übereinstimmungen stabile Bindungen bilden und wie falsche Entscheidungen scheitern. Am Ende der Übung haben die Schüler ein praktisches Verständnis von molekularen Wechselwirkungen, Wirkstofftargeting und der Rolle von KI in der Wirkstoffforschung erworben und verbinden abstrakte biologische und chemische Konzepte mit interaktivem, visuellem und praktischem Lernen.



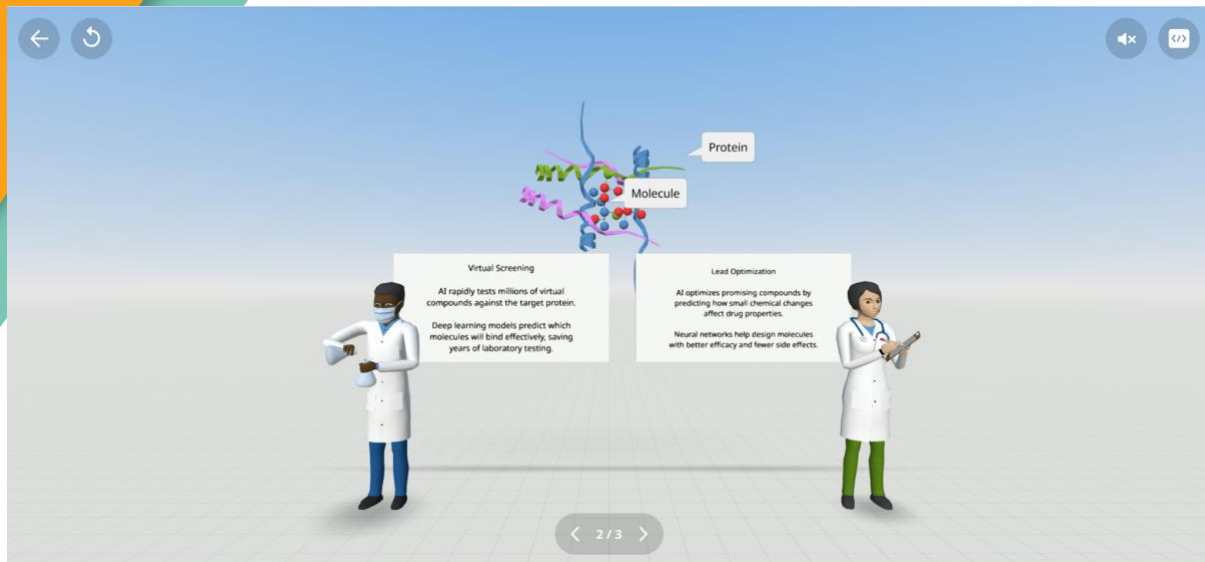


Bild 2. KI-Arzneimittel-Matchmaker-AR-App

Durch die durchdachte Integration von AR in den Lehrplan können Pädagogen dynamische, immersive Lernerfahrungen schaffen, die nicht nur die Verbindung der Schüler zur Wiederherstellung von Ökosystemen stärken, sondern ihnen auch das Wissen und die Werkzeuge an die Hand geben, um sich aktiv für den Umweltschutz zu engagieren.

Fazit

Diese Lerneinheit hat einen umfassenden Überblick darüber gegeben, wie künstliche Intelligenz die Biotechnologie revolutioniert, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf ihren tiefgreifenden Auswirkungen auf die Arzneimittelforschung lag. Wir haben die grundlegenden Konzepte von KI und Biotechnologie untersucht, uns mit den praktischen Anwendungen von KI zur Beschleunigung der Arzneimittelentwicklung befasst und gesehen, wie die Prinzipien der Bio-Inspiration weiterhin als Leitfaden für Innovationen dienen. Darüber hinaus haben wir das transformative Potenzial von Augmented Reality (AR) als leistungsstarkes Bildungsinstrument hervorgehoben, das komplexe molekulare Konzepte für Lernende zugänglich, interaktiv und äußerst ansprechend macht.





Phase	Beschreibung
Erkunden	- Forschung und Entdeckung: Führen Sie die Schüler in die Grundlagen der Molekularbiologie, der Arzneimittelforschung und der KI-gestützten Vorhersage ein. Erläutern Sie, wie Arzneimittel mit Krankheitszielen interagieren, und vermitteln Sie die Grundlagen der molekularen Bindung.
	- Inhaltsentwicklung: Stellen Sie ansprechende Grafiken, kurze Texte und Animationen bereit, die Molekülstrukturen, Krankheitsziele und die Entscheidungslogik der KI veranschaulichen.
	- Bedarfsanalyse: Bewerten Sie die Vorkenntnisse der Schüler in Chemie, Biologie und computergestütztem Denken, um AR-Aktivitäten und Quizfragen individuell anzupassen.
Ausführen	- Umsetzung des Lehrplans: Verknüpfung theoretischer Konzepte zu molekularen Wechselwirkungen, Wirkstofftargeting und KI-Logik mit praktischen AR-Übungen. Die Studierenden lernen, wie verschiedene Moleküle an Krankheitsziele binden (oder nicht binden) können und wie KI-Algorithmen dabei helfen, korrekte Übereinstimmungen vorherzusagen.
	- Interaktive Übungen: Mithilfe der AR-App „The AI Drug Matchmaker“ leiten die Studierenden eine virtuelle KI an, geeignete Wirkstoffmoleküle für bestimmte Krankheitsziele auszuwählen. Echtzeit-3D-Visualisierungen zeigen molekulare Wechselwirkungen und die Stabilität der Bindungen.
	- Feedback-Erfassung: Die Schüler reflektieren ihre AI-Entscheidungen, diskutieren die Ergebnisse mit Mitschülern oder Lehrern und vergleichen verschiedene Strategien für ein effektives Medikamentendesign.
Verbessern	- AR-Integration: Die AR-App visualisiert molekulare Bindungsinteraktionen in 3D und macht abstrakte biochemische Prozesse greifbar und interaktiv.
	- Interaktives Lernen:
	Gamifizierte Inhalte: - AR-basierte Bewertungen: Ersetzen Sie traditionelle Tests durch interaktive Bewertungen, bei denen die Schüler ihr Verständnis von molekularen Wechselwirkungen, Prinzipien der Arzneimittelentwicklung und KI-gestützten Vorhersageprozessen unter Beweis stellen.





Referenzen

Furrer, F., Bühner, W., Wyss, C., Degonda, A., & Hiss, J. A. (2023). Lernen mit Augmented Reality Technologie in der Hochschullehre: Erkenntnisse einer Videostudie mit angehenden Sekundarlehrpersonen. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 51, 87-113.

Wang, Y., & Li, G. (2020). Anwendungen von Augmented Reality in der naturwissenschaftlichen Bildung: Eine systematische Übersicht. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(3), 108–122.

Azuma, R. T., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Jüngste Fortschritte in der Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47.

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.





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.