



Co-funded by  
the European Union

# M-STEM

## LEHRPLAN UND AUSBILDUNGSIHHALTE



METAVVERSE-GESTÜTZTE MINT-AUSBILDUNG  
FÜR EINE NACHHALTIGE UND RESILIENTE  
ZUKUNFT

2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516

Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Diese Veröffentlichung [Mitteilung] spiegelt ausschließlich die Ansichten des Autors wider, und die Kommission übernimmt keine Verantwortung für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.





**Autoren: Lycée polyvalent Clément Ader, Malmö Stad, Digitalisierungsabteilung, Eurasia R&D Limited, VAEV R&D GmbH, Schulinspektorat Teleorman, Agrupamento De Escolas De Barcelos, Colegio Séneca S.C.A**

Diese Veröffentlichung wurde mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission im Rahmen des Erasmus+-Projekts „Metaverse-basierte MINT-Bildung für eine nachhaltige und resiliente Zukunft“, 2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516, erstellt. ©Lycée polyvalent Clément Ader, Malis Emösen, R&D Digital Education Limited, VAEV R&D GmbH, Inspectoratul Scolar Judetean Teleorman, Agrupamento De Escolas De Barcelos, Colegio Séneca S.C.A

Herausgegeben und veröffentlicht durch Eurasia R&D Limited (Türkei)

Zuweisung, unter den gleichen Bedingungen teilen

Es liegt in Ihrem Ermessen:

Teilen – Kopieren und Verbreiten Sie das Material in jedem Medium oder Format. Bearbeiten – Remixen, Umgestalten und Weiterentwickeln des Materials.

Solange Sie die Lizenzbedingungen befolgen, kann der Lizenzgeber diese Freiheiten nicht zurücknehmen.

Unter diesen Bedingungen:

Namensnennung – Sie sind verpflichtet, den Urheber angemessen zu benennen, einen Link zur Lizenz bereitzustellen und anzugeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Dies kann auf jede angemessene Weise geschehen, jedoch nicht so, dass der Eindruck entsteht, der Lizenzgeber unterstütze Sie oder Ihre Nutzung.

Nicht kommerziell — Die Verwendung des Materials für kommerzielle Zwecke ist nicht gestattet.

ShareAlike — Wenn Sie das Material remixen, verändern oder darauf aufbauen, sind Sie verpflichtet, Ihre Beiträge unter derselben Lizenz wie das Original zu verbreiten.

Keine zusätzlichen Einschränkungen — Es ist Ihnen untersagt, rechtliche Bestimmungen oder technische Maßnahmen zu ergreifen, die andere rechtlich daran hindern, etwas zu tun, was durch die Lizenz gestattet ist.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And

AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELOS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMAN

City of Malmö



## 05 EINLEITUNG: ZUSAMMENFASSUNG DES LEHRPLANS

## 06 KAPITEL 1: EINFÜHRUNG IN MINT UND DAS METAVERSUM

- Bedeutung der MINT-Ausbildung
- Vorteile der MINT-Ausbildung
- Gleichstellung, kritisches Denken und Kreativität in den MINT-Disziplinen
- Das Metaversum: Überblick und Bildungspotenzial
- Metaversum vs. traditionelles Lernen
- Selbsteinschätzung

## 20 KAPITEL 2: DIGITALE FÄHIGKEITEN DURCH DAS METAVERSE

Einführung  
 Allgemeiner Rahmen der digitalen Kompetenz  
 Technische Fähigkeiten in MINT und Metaverse  
 Teamarbeit und Problemlösungsfähigkeiten  
 Ethisches Bewusstsein und digitale Bürgerschaft  
 Wesentliche digitale Fähigkeiten für Lehrkräfte  
 Abschluss  
 Selbsteinschätzung

## 35 KAPITEL 3: KREATIVES UND KRITISCHES DENKEN

Einführung  
 Lernmodelle und Entwicklung von Kompetenzen  
 Beiträge des Metaversums zu Kreativität und Denken  
 Bewertungs- und Beurteilungsstruktur  
 Abschluss  
 Selbsteinschätzung

## 45 KAPITEL 4: EINFÜHRUNG IN DIE PRAKTISCHEN MINT-AKTIVITÄTEN IM METAVERSE

Überblick über praktische Aktivitäten im Metaverse  
 Virtuelles Chemielabor: Chemische Reaktionen im Metaversum untersuchen  
 Raketenbewegungssimulator: Ein digitales Physiklabor  
 Untersuchung von Festkörpern in einer virtuellen Realität  
 Systeme für erneuerbare Energien (Solarmodule und Windkraftanlagen)  
 Photosynthese und Energieumwandlung bei Pflanzen  
 Linsen und die Entstehung von Bildern in der Optik  
 Das menschliche Verdauungssystem und biologische Abläufe



Co-funded by  
the European Union



## 64 KAPITEL 5: BEURTEILUNG UND EVALUATION IM METAVERSE-GESTÜTZTEN MINT-LERNEN

Einführung in die Bewertung der Leistung in virtuellen Lernumgebungen  
Prinzipien der Leistungsbewertung in der Metaverse-basierten MINT-Ausbildung

Formative und summative Bewertungsmethoden

Digitale Bewertungswerkzeuge und -methoden

Feedbackstrategien in immersiven Lernsettings

Herausforderungen und Überlegungen zur virtuellen Bewertung

Bewährte Methoden zur Evaluierung im Metaverse

Selbstbewertungsaktivitäten

## 76 KAPITEL 6: BERUFE IN MINT UND ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN

- Einführung in Berufe der MINT-Disziplinen
- Die Relevanz von STEM in der gegenwärtigen Gesellschaft
- Globaler und lokaler Bedarf an Arbeitskräften
- Entwicklung und Expansion der MINT-Berufe
- Akademische Karrierewege und Spezialisierungsmöglichkeiten
- Neue Bereiche und Technologien im MINT-Bereich
- Karrierechancen und Beschäftigungsbereiche
- Schlüsselqualifikationen und Fertigkeiten für den Erfolg in den MINT-Bereichen
- Globale Mobilität und Unternehmertum in den MINT-Bereichen

## 92 KAPITEL 7: ETHISCHE ASPEKTE

Einführung in die Ethik der MINT-Bildung im Metaverse

Datenschutz und der Schutz persönlicher Daten

Aufklärung und Zustimmung der Nutzer

Digitale Sicherheit und Risiken der Cybersicherheit

Ethische Anwendung immersiver Technologien

Verantwortungsbewusstes Handeln in digitalen Lernumgebungen

Inklusion, Zugänglichkeit und Gleichberechtigung

Verantwortlichkeiten und ethische Grundsätze für Lehrkräfte

## 101 REFERENZEN



Co-funded by  
the European Union



# M-STEM-Curriculum und Schulungsinhalte

## Einführung

Das M-STEM-Curriculum unterstützt MINT-Lehrkräfte dabei, Metaverse-Technologien systematisch und pädagogisch fundiert in ihren Unterricht zu integrieren. Im Fokus steht die Vermittlung von Wissen, Fähigkeiten und praktischen Werkzeugen, um MINT-Lernerfahrungen in immersiven virtuellen Umgebungen zu gestalten, durchzuführen und zu bewerten. Durch die Verbindung von MINT-Inhalten mit digitaler Innovation fördert das Curriculum aktives Lernen, Experimentieren, Zusammenarbeit und die Entwicklung wesentlicher MINT-Kompetenzen im Metaverse-Kontext.

Dies ist ein umfassendes Lehrplan mit Schulungsinhalten, das Lehrkräfte bei der Vermittlung von MINT-Fächern im Metaverse unterstützt. Die Materialien behandeln sowohl theoretische als auch praktische Aspekte des Unterrichts, einschließlich des Einsatzes virtueller Simulationen, interaktiver Lernumgebungen und digitaler Werkzeuge zur Förderung des Lernens in Fächern wie Informatik, Mathematik, Physik, Ingenieurwesen und Biologie. Der Lehrplan legt zudem Wert auf die Entwicklung kritischen und kreativen Denkens, interdisziplinäre Zusammenarbeit und effektive, an virtuelle Lernumgebungen angepasste pädagogische Strategien.

Das Curriculum ist in miteinander verbundene Kapitel strukturiert, die Lehrkräfte schrittweise von den Grundlagen zur praktischen Anwendung führen. Es beginnt mit einer Einführung in die MINT-Bildung und das Metaverse, gefolgt von einem Schwerpunkt auf digitalen MINT-Kompetenzen und der Entwicklung kreativer sowie kritischer Denkfähigkeiten. Daraufhin folgen praxisorientierte Aktivitäten und Projekte, in denen Lehrkräfte die Konzepte anhand praktischer, Metaverse-basierter MINT-Erfahrungen umsetzen. Ergänzt wird dies durch Kapitel zur Beurteilung und Bewertung in virtuellen Umgebungen, zu Karrierewegen in den MINT-Fächern und zu ethischen Aspekten im Zusammenhang mit dem Einsatz immersiver Technologien. Zusammen bilden diese Kapitel einen kohärenten Ausbildungspfad, der Lehrkräfte dabei unterstützt, MINT-Bildung im Metaverse sicher zu realisieren.



# EINFÜHRUNG IN STEM UND DAS METAVERSE

## MSTEM KAPITEL EINS

METAVERSE-GESTÜTZTE MINT-AUSBILDUNG FÜR  
EINE NACHHALTIGE UND RESILIENTE ZUKUNFT

*2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516*



Co-funded by  
the European Union



# Die sich verändernde Bildungslandschaft im 21. Jahrhundert

## Einführung in die MINT-Ausbildung und das Metaversum

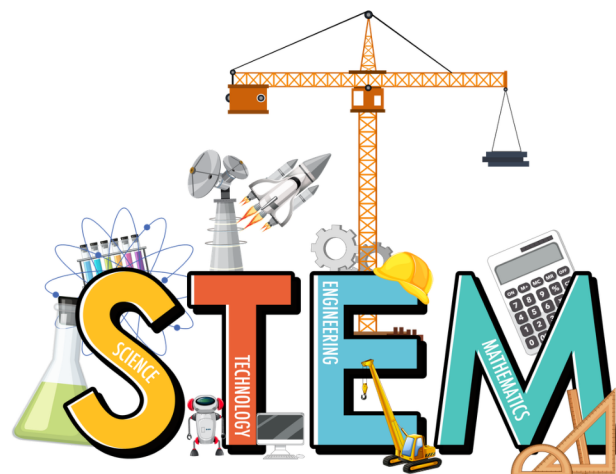
In der heutigen, sich schnell verändernden Welt verändern sich die Prioritäten, um mit diesen Entwicklungen Schritt zu halten – und die Bildung bildet dabei keine Ausnahme. Das 21. Jahrhundert hat einen erheblichen Anstieg digitaler Technologien erlebt, der unsere Herangehensweise an das Lernen grundlegend verändert hat. Bildung beschränkt sich nicht mehr nur auf den Erwerb von Wissen; sie fokussiert sich nun darauf, Schülerinnen und Schüler mit den Fähigkeiten auszustatten, die sie benötigen, um sich in komplexen, technologiegeprägten Umgebungen zurechtzufinden.



Eine aufstrebende Kraft im Bildungsbereich ist STEM: Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik. STEM-Bildung wird als interdisziplinärer Lernansatz beschrieben, der Fächer aus Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik integriert und sich auf praktische Anwendungen und Problemlösungen konzentriert. Obwohl diese Fächer, wie zum Beispiel Mathematik, auch einzeln unterrichtet werden können, besteht der Unterschied in der STEM-Bildung darin, dass sie die verschiedenen Disziplinen miteinander verknüpft.

Insgesamt unterstützt dies die Nutzung des Wissens und erhöht somit die Kompetenzen der Schüler in Bezug auf kritisches Denken, Kreativität und Innovation.

Die gegenwärtige Welt ist stark vernetzt und technologieorientiert, weshalb die Relevanz der MINT-Bildung nicht in Frage gestellt werden kann.



Branchen weltweit befinden sich in einem ständigen Wandel, weshalb wir uns an diese neuen Technologien anpassen müssen. Diese Anpassung ist unerlässlich, und folglich wächst der Bedarf an qualifizierten Fachkräften mit umfassenden Kenntnissen in den MINT-Fächern kontinuierlich – von den Herausforderungen des Klimawandels bis zu den Fortschritten im Gesundheitswesen.

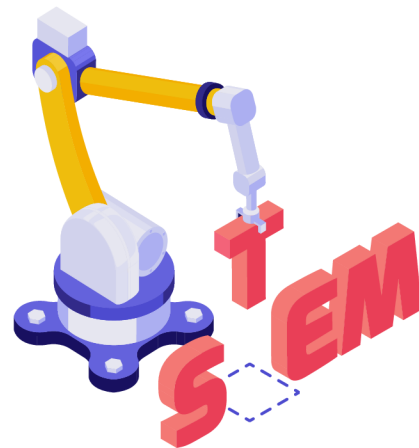


Es erfordert innovative und interdisziplinäre Lösungen. Daher ist die MINT-Bildung für Schülerinnen und Schüler weltweit von großer Bedeutung. Das Metaverse stellt einen virtuellen Raum dar, der physische und digitale Realität miteinander verknüpft und interaktive Erlebnisse ermöglicht. Ursprünglich war das Metaverse hauptsächlich im Bereich der Unterhaltung bekannt.



Die schnelle Zunahme der Popularität des Metaverse, insbesondere in der Spielebranche, hat dazu geführt, dass das Metaverse auch im Bildungssektor an Bedeutung gewonnen hat. Die Verbindung von MINT-Bildung und Metaverse ermöglicht es, MINT-Konzepte in eine virtuelle Welt des Metaverse zu übertragen, in der Lernende...

Untersuchen Sie wissenschaftliche Modelle, kooperieren Sie in Echtzeit in einer interaktiven 3D-Umgebung und simulieren Sie technische Herausforderungen. Diese Verbindung von MINT und Metaverse eröffnet eine Welt voller Chancen und verspricht interaktive sowie leicht zugängliche Lernerlebnisse.



In diesem Kapitel werden wir die Bedeutung der MINT-Bildung und ihre Vorteile ausführlich untersuchen. Zudem werden wir das Konzept des Metaverse, seine Relevanz und seinen Zusammenhang mit der MINT-Bildung diskutieren.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.CoopAnd

AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELOS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMĂN



# Vorteile der MINT-Ausbildung

## Praxisbeispiele und praktisches Lernen

Die MINT-Bildung (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) umfasst die Veranschaulichung der praktischen Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten in realen Situationen. Beispielsweise könnten Schüler im Rahmen eines Unterrichts über erneuerbare Energien unter Anleitung des Lehrers eigene solarbetriebene Geräte entwerfen. Diese Nutzung von Solarmodulen unterstützt



Die Studierenden sollen direkt erleben, wie Wissenschaft und Technik Umweltprobleme bewältigen können und wie diese Lösungen in der Praxis umgesetzt werden. Zudem bedeutet handlungsorientiertes Lernen, die Studierenden aktiv in den Lernprozess einzubeziehen.



Anstatt lediglich im Buch über Elektrizität zu lesen, sind die Schüler in einem Labor, wo sie sowohl im Buch lesen als auch eigene Stromkreise konstruieren und dabei experimentieren. Dies unterstützt sie nicht nur dabei, komplexe Konzepte zu begreifen, sondern

Es ermöglicht den Studierenden zudem, sich aktiv mit dem Thema auseinanderzusetzen und ihr theoretisches Wissen praktisch anzuwenden. Beim praxisorientierten Lernen, wie zum Beispiel beim Aufbau von Schaltkreisen, haben die Studierenden die Möglichkeit, ihre Fehler zu erkennen und zu beheben, was ihnen ein Erfolgserlebnis vermittelt.

## Chancengleichheit in der Bildung durch MINT-Ausbildung

Die MINT-Bildung hat eine wesentliche Bedeutung für die Förderung von Bildungsgerechtigkeit, da sie allen Schülerinnen und Schülern, unabhängig von ihrer Herkunft, inklusive Möglichkeiten eröffnet. In zahlreichen traditionellen Bildungseinrichtungen können bestimmte Gruppen beim Zugang zu fortgeschrittenen Kursen oder Ressourcen auf Barrieren stoßen.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.CoopAnd

AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELOS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMĂN



STEM-Initiativen setzen sich jedoch aktiv dafür ein, diese Lücken zu schließen, indem sie spezielle Programme zur Unterstützung benachteiligter Gruppen bereitstellen. Beispielsweise können außerschulische Programmierkurse für Mädchen oder Schüler aus einkommensschwachen Familien den Zugang zu Karrieren im Technologiebereich erleichtern. Umsetzung der STEM-Bildung

Im Schulcurriculum bedeutet dies praxisnahes, projektorientiertes Lernen, das Chancengleichheit für Schüler mit verschiedenen Lernstilen fördert. Ein Beispiel hierfür ist ein Projekt zum Bau eines Roboters, das den Schülern ermöglicht, sich entsprechend ihren Stärken einzubringen, sodass einige Schüler entdecken können, dass sie im Programmieren außergewöhnliche Leistungen erbringen.



Während einige Schüler ihre Begeisterung für das Design entdecken, erkennen andere, dass sie im Team aufblühen. Langfristig unterstützt sie dies dabei, mehr über ihre Lernmuster und Interessen zu erfahren, was ihnen hilft, besser zu verstehen, was sie später im Berufsleben anstreben möchten. Ein solches Umfeld, das von umfassender Zusammenarbeit geprägt ist,

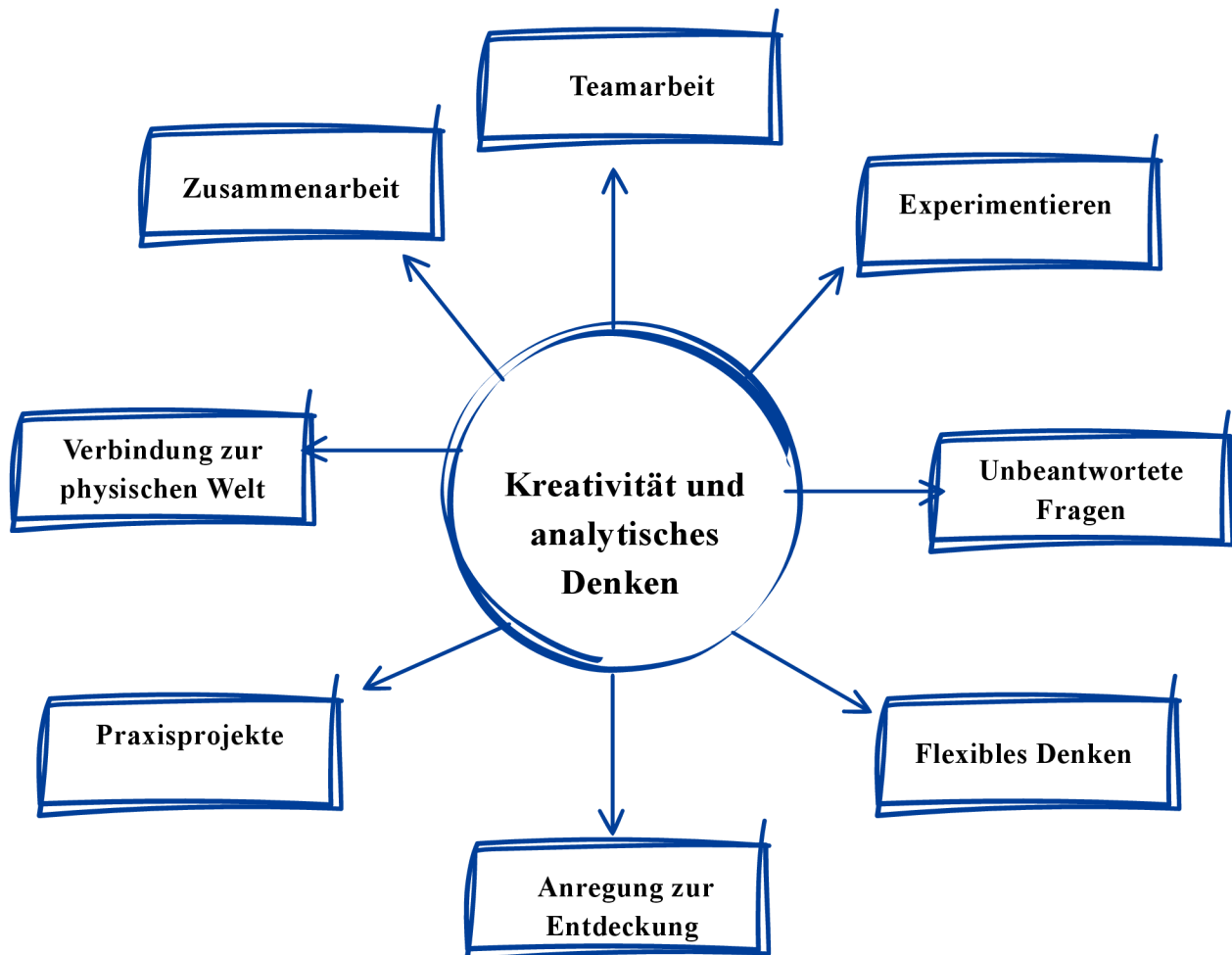
Es stärkt das Zugehörigkeitsgefühl und motiviert die Schüler, ihre wertvollen Fähigkeiten zu erkennen. Durch Inklusion und Barrierefreiheit in der MINT-Bildung entstehen gerechte Lernumgebungen, die die Bildungserfahrung bereichern und eine Gruppe gut ausgebildeter Schüler in verschiedenen Branchen hervorbringen, die in der Lage sind, komplexe Herausforderungen zu bewältigen.



## Kritisches Denken und Kreativität in der MINT-Ausbildung

Die MINT-Bildung unterstützt das kritische Denken und die Kreativität der Schülerinnen und Schüler durch praxisnahe Projekte, wie bereits in diesem Kapitel dargelegt wurde. Bei der Durchführung dieser Projekte analysieren die Schülerinnen und Schüler Informationen, bewerten Beweise und erarbeiten Lösungen für die auftretenden Herausforderungen. Dieser Prozess fördert die Zusammenarbeit, indem er den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, gemeinsam Ideen zu entwickeln und auszutauschen. Auf diese Weise können sie ihre unterschiedlichen Perspektiven zu einer kohärenten Lösung zusammenführen.

Darüber hinaus umfasst die MINT-Bildung unterschiedliche Lernmethoden – wie Experimentieren, offene Fragen, Teamarbeit und Verbindungen zur realen Welt –, die es den Schülern ermöglichen, kritisch zu denken und ihre Kreativität auszudrücken, während sie untersuchen, wie das Gelernte auf reale Situationen anwendbar ist.



Weitere Vorteile der MINT-Bildung (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) sind die Motivation der Schüler, ein bestimmtes Thema eigenständig und initiativ zu erforschen und dabei ihre Neugier sowie ihr Interesse zu wecken. MINT-Bildung fördert selbstständiges Forschen, indem sie Schüler dazu anregt, tiefer in die Materie einzutauchen. So kann beispielsweise ein Schüler im Astronomieunterricht ohne Aufforderung durch den Lehrer beginnen, Planetenmodelle zu erstellen oder Weltraumthemen zu recherchieren. Ein weiterer Vorteil ist die Stärkung der Teamarbeit, da MINT-Projekte in der Schule die Zusammenarbeit in Teams erfordern. Beispielsweise können Schüler im Robotikunterricht Teamarbeit üben, indem sie sich auf verschiedene Aspekte ihrer Aufgabe konzentrieren. Ein Schüler könnte sich auf das Programmieren fokussieren, während ein anderer die Hardware entwirft, wodurch sie die Bedeutung der Zusammenarbeit erkennen.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.CoopAnd



# Das Metaversum: Überblick und Potenzial im Bildungssektor

Das Metaverse wird als virtueller Raum beschrieben, in dem Nutzer mit einer computergenerierten Umgebung sowie mit anderen Nutzern interagieren können. Die Technologie entwickelt sich schnell weiter und umfasst immersive, interaktive 3D-Umgebungen, in denen Nutzer in einer virtuellen, hypothetischen Realität miteinander und mit virtuellen Objekten agieren können. Das Metaverse verbindet die physische und die digitale Welt.



Gemeinsam schaffen sie ein Erlebnis, bei dem die Menschen nicht nur zuschauen, sondern auch aktiv teilnehmen können. Wenn es um den Kontext geht



Die Integration von Metaverse-Technologie in die Bildung stellt einen bedeutenden Fortschritt dar; sie eröffnet neue Perspektiven für das Lernen, die kreative Lehr- und Lernansätze ermöglichen und die Grenzen des traditionellen Klassenzimmers überschreiten. Um zu erkennen, wie das Metaverse in die Bildung eingebunden werden kann,

Es ist entscheidend zu erkennen, dass das Metaverse eine Vielzahl von Technologien bereitstellt, die eine digitale Umgebung schaffen, wie zum Beispiel:

Virtuelle Realität (VR): die computererzeugte Simulation eines 3D-Bildes oder einer 3D-Umgebung, die es einer Person ermöglicht, mithilfe spezieller elektronischer Geräte, wie beispielsweise eines Helms mit integriertem Bildschirm oder mit Sensoren ausgestatteten Handschuhen, auf eine scheinbar reale oder physische Weise zu interagieren.

- **Augmented Reality (AR):** Augmented Reality stellt eine interaktive Erfahrung dar, die die reale Welt mit computergenerierten Informationen anreichert. Durch den Einsatz von Software, Apps und Hardware wie AR-Brillen integriert Augmented Reality digitale Inhalte in die reale Umgebung und auf Objekte.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.CoopAnd

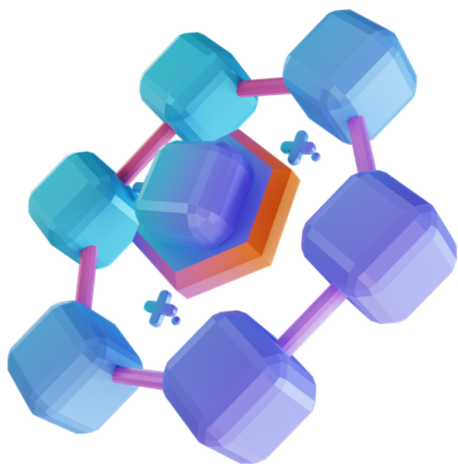
AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELLOS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMĂN

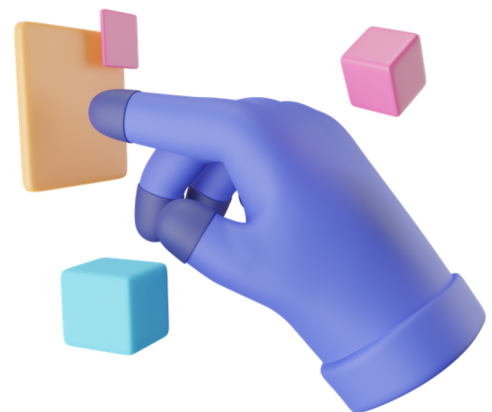


**Künstliche Intelligenz (KI):** Künstliche Intelligenz (KI) ist eine kontinuierlich fortschreitende Technologie, die darauf abzielt, menschliche Intelligenz durch Maschinen zu imitieren. KI umfasst verschiedene Bereiche, einschließlich maschinellem Lernen und Deep Learning, die es Systemen ermöglichen, auf innovative Weise aus Trainingsdaten zu lernen und sich anzupassen.



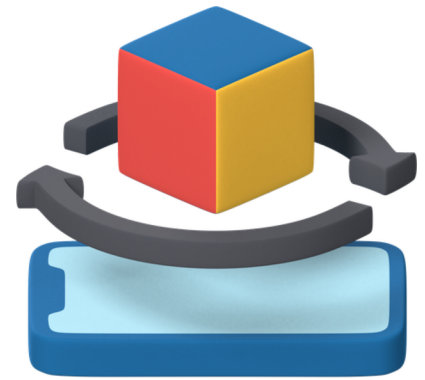
**Blockchain-Technologie:** Die Blockchain-Technologie stellt ein dezentrales, verteiltes und öffentliches digitales Register dar, das zur Dokumentation von Transaktionen über zahlreiche Computer hinweg eingesetzt wird. Dadurch ist es nicht möglich, die Aufzeichnung nachträglich zu verändern, ohne dass alle nachfolgenden Blöcke (Elemente der Kette) sowie der Konsens des Netzwerks angepasst werden müssen.

**Virtuelle Realität (VR)** schafft interaktive digitale Welten, die von Lernenden erkundet werden können und ihnen die Möglichkeit bieten, Situationen zu erleben, die in der realen Welt unpraktisch wären. Beispielsweise können Schüler, die sich mit antiken Zivilisationen befassen, in VR einen Rundgang durch eine Nachbildung des antiken Roms machen. Andere Schüler, die studieren



Die Ozeanographie könnte durch den Einsatz von VR-Technologie in verschiedene Tiefen des Ozeans eintauchen, ohne dass die Studierenden den Hörsaal verlassen müssen. Stellen wir uns nun einen Ozeanographie-Kurs vor, in dem die Studierenden AR-Brillen verwenden, um ein 3D-Modell des Meeresbodens zu erkunden. Sie haben die Möglichkeit, hineinzoomen, um die Unterwassertopographie zu beobachten, verschiedene marine Ökosysteme zu kennzeichnen und mit virtuellen Meereslebewesen zu interagieren, um deren Anpassung an die Umwelt zu erforschen.

**Augmented Reality (AR)** erreicht dies, indem sie digitale Elemente in die physische Welt integriert und dadurch durch interaktive Informationen eine verbesserte Umgebung schafft. Künstliche Intelligenz (KI) stellt eine weitere bedeutende Komponente dar, die bei der Entwicklung virtueller Tutorien, adaptiver Lernplattformen und automatisierter Bewertungsinstrumente von Nutzen ist. Schließlich kommt auch dezentraler Technologie eine wichtige Rolle zu.



Es sorgt dafür, dass digitale Identitäten wie Benutzernamen sowie wichtige Dokumente wie Zertifikate und Zeugnisse geschützt sind und nicht gefälscht oder verändert werden können. Man kann es sich wie einen extrem sicheren digitalen Tresor vorstellen, der alles speichert und gewährleistet, dass niemand darauf zugreifen kann.



Wenn ein Student beispielsweise in einem Online-Kurs ein Diplom erwirbt, wird das Diplom von der Technologiekette so gespeichert, dass jeder die Echtheit überprüfen kann, jedoch niemand es ohne Erlaubnis ändern oder löschen kann.

Das Metaverse findet zunehmend Anwendung in der Bildung und transformiert die Lehrmethoden der Lehrer.

und wie Schüler lernen. Plattformen wie virtuelle Klassenzimmer, immersive Simulationen und spielerische Lernumgebungen fördern diesen Wandel. Engage VR ist beispielsweise eine kostenlose Anwendung, die verschiedene Kollaborationswerkzeuge wie interaktive Whiteboards, Bildschirmübertragung, virtuelle 3D-Stifte und räumliche VoIP-Kommunikation bereitstellt. Dadurch können Schüler in einer vollständig immersiven Umgebung am Unterricht teilnehmen und als Avatare mit ihren Mitschülern und Lehrern interagieren. Andere Plattformen wie AltspaceVR und Mozilla Hubs werden für virtuelle Veranstaltungen und Gruppendiskussionen verwendet und bieten Schülern die Möglichkeit, gemeinsam zu lernen. Diese Plattformen sind digitale Räume, die die genannten Technologien nutzen. Sie ersetzen nicht nur traditionelle Klassenzimmer, sondern ermöglichen auch realistische Simulationen komplexer Prozesse, wie beispielsweise naturwissenschaftlicher Experimente, die in der Realität kostspielig oder nicht durchführbar wären.

## Lernen im Metaverse im Vergleich zum traditionellen Lernen

Um die unterschiedlichen Auswirkungen traditioneller Lernmethoden und Metaverse-Lernmethoden auf den Lernerfolg besser zu verstehen, ist es wichtig, diese zu analysieren und zu vergleichen. Zu den wesentlichen Faktoren dieses Vergleichs gehören die jeweiligen Lernumgebungen, das Maß an Interaktion und Engagement, die Möglichkeiten zur Personalisierung und Flexibilität, die Art der Zusammenarbeit sowie Aspekte der Barrierefreiheit und Inklusion. Darüber hinaus sind Kosten- und Ressourceneffizienz sowie die Auswirkungen auf die soziale und emotionale Entwicklung entscheidende Faktoren, die die Gestaltung des Lernerlebnisses durch die verschiedenen Ansätze beeinflussen.

Durch die Analyse dieser Faktoren sind Pädagogen und politische Entscheidungsträger in der Lage, fundierte Entscheidungen über die Integration neuer Technologien in Bildungseinrichtungen zu treffen, was letztendlich das Lernerlebnis für die Schüler verbessert.



### Lernumgebung

**Traditionelles Lernen:** Präsenzunterricht in Klassenzimmern mit direktem Kontakt zwischen Lehrkräften und Lernenden. Schreibtische, Bücher, Whiteboards und Vorlesungen sind übliche Lehrmittel. Die Lernenden sind in der Regel passive Empfänger von Informationen.

**Metaverse-Lernen:** Erfolgt in virtuellen Umgebungen. Durch den Einsatz von Technologien wie VR und AR haben Schüler die Möglichkeit, 3D-Simulationen zu erkunden, mit Avataren zu interagieren und praktische virtuelle Experimente durchzuführen.

## Interaktion und Beteiligung

Traditionelles Lernen: Vorwiegend lehrerzentrierter Unterricht. Gruppenarbeit und Diskussionen sind zwar vorhanden, jedoch gibt es im Vergleich zu digitalen Lernumgebungen weniger interaktive Elemente.

Metaverse-Lernen: Extrem interaktiv und erlaubt es den Lernenden, sich aktiv mit den Inhalten zu beschäftigen. Sie haben die Möglichkeit, virtuelle Objekte zu manipulieren, Simulationen zu erkunden und an immersiven Erfahrungen teilzunehmen.

## Personalisierung und Anpassungsfähigkeit

Traditionelles Lernen: Es folgt einem standardisierten Ansatz mit vorgegebenen Lehrplänen, die möglicherweise nicht auf persönliche Lerngeschwindigkeiten oder -stile eingehen.

Metaverse-Lernen: Bietet maßgeschneiderte Lernerfahrungen. Lernende haben die Möglichkeit, in ihrem eigenen Tempo zu lernen, herausfordernde Konzepte zu wiederholen oder Themen zu vertiefen. KI-gestützte Plattformen sind in der Lage, den Lernfortschritt zu überwachen und personalisierte Empfehlungen zur Optimierung des Lernens zu geben.

## Zusammenarbeit

Traditionelles Lernen: Die Schüler arbeiten persönlich zusammen, etwa in Gruppenarbeiten, Präsentationen und Diskussionen. All dies umfasst direkte Interaktionen, die die sozialen Kompetenzen der Schüler stärken, ist jedoch auf die Schüler im Klassenzimmer beschränkt.

Metaverse-Lernen: Erlaubt weltweite Zusammenarbeit. Studierende haben die Möglichkeit, mit Kommilitonen aus unterschiedlichen Regionen der Welt zu kooperieren, an virtuellen Gruppenprojekten teilzunehmen oder internationale Seminare zu besuchen. Dies schafft Chancen für globale Lernerfahrungen, die in einem herkömmlichen Klassenzimmer nur schwer umsetzbar wären.



Co-funded by  
the European Union



## Zugänglichkeit und Teilhabe

Traditionelles Lernen: Begrenzungen durch Standort und Ressourcen. Schulen in ländlichen oder finanziell schwachen Regionen haben möglicherweise keinen Zugang zu zeitgemäßen Lehrmaterialien, Laboren oder einer Vielzahl von Lernmöglichkeiten.

Metaverse-Lernen: Es hat das Potenzial, geografische Barrieren zu überwinden und somit qualitativ hochwertige Bildung für Schüler an unterschiedlichen Standorten zugänglich zu machen.

## Kosten- und Ressourcenschonung

Traditionelles Lernen: Benötigt umfangreiche Investitionen in die physische Infrastruktur, Lehrbücher und weitere Materialien.

Metaverse-Lernen: Die Verwendung virtueller Umgebungen ermöglicht eine Reduzierung des Bedarfs an physischen Ressourcen. Virtuelle Labore und Exkursionen können teure reale Alternativen ersetzen.

## Soziale und emotionale Entwicklung

Traditionelles Lernen: Hebt die soziale Interaktion in realen Situationen hervor, die für die Entwicklung von Kommunikationsfähigkeiten, Teamarbeit und emotionaler Intelligenz entscheidend ist.

Metaverse-Lernen: Es ermöglicht virtuelle Zusammenarbeit, jedoch gibt es Bedenken, dass die Abhängigkeit von digitalen Umgebungen die sozialen Fähigkeiten in der realen Welt sowie die Interaktion von Angesicht zu Angesicht beeinträchtigen könnte.



Co-funded by  
the European Union



# Selbsteinschätzung: Verständnis von STEM-Bildung und dem Metaverse

Ziel: Lehrkräfte dabei zu unterstützen, ihr Verständnis der im vorliegenden Kapitel behandelten Schlüsselkonzepte zu vertiefen, einschließlich der MINT-Bildung, ihrer Vorteile und der Funktion des Metaverse bei der Umgestaltung von Lernumgebungen.

Die Lehrkräfte überprüfen die Aussagen und wählen basierend auf dem Kapitelinhalt „Wahr“ (W) oder „Falsch“ aus:

Die MINT-Bildung fokussiert sich auf die Lehre von Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik als eigenständige Disziplinen.  
Richtig/Falsch

Ein zentrales Ziel der MINT-Bildung besteht darin, das Lernen mit praktischen Anwendungen und Problemlösungen zu verbinden. (Richtig/Falsch)

Praxisnahes Lernen erlaubt es den Studierenden, theoretisches Wissen durch aktive Mitwirkung anzuwenden. (Richtig/Falsch)

Das Metaverse vereint die physische und digitale Realität, um interaktive Lernerlebnisse zu ermöglichen. (Richtig/Falsch)

Virtuelle und erweiterte Realität bieten Lernerfahrungen, die in herkömmlichen Klassenzimmern schwer oder unmöglich umzusetzen sind. Wahr/Falsch

# Selbsteinschätzung: Verständnis von STEM-Bildung und dem Metaverse: Antwortbogen:

1. FALSCH
2. WAHR
3. WAHR
4. WAHR
5. WAHR



Co-funded by  
the European Union





# DIGITALE KOMPETENZ DURCH DAS METAVERSE: ESSENZIELLE FÄHIGKEITEN FÜR DIE ZUKUNFT

## MSTEM

### KAPITEL 2

METAVERSE-GESTÜTZTE MINT-AUSBILDUNG FÜR  
EINE NACHHALTIGE UND RESILIENTE ZUKUNFT

*2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516*



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELOS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



EURASIA INSTITUTE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMAN



City of Malmö



# Digitale Kompetenz durch das Metaverse: Essenzielle Fähigkeiten für die Zukunft

## Einführung

Mit der schnellen Entwicklung digitaler Technologien sieht sich die MINT-Bildung beispiellosen Herausforderungen und Chancen gegenüber. MINT-Lehrkräfte müssen heute nicht nur fachspezifische Inhalte beherrschen, sondern sich auch in einer digitalen Landschaft mit virtuellen Umgebungen, interaktiven Simulationen und Online-Kollaborationswerkzeugen zurechtfinden. Die Integration des Metaverse – eines umfangreichen Netzwerks virtueller 3D-Räume, in denen Nutzer in Echtzeit mit einer computergenerierten Umgebung und anderen Nutzern interagieren können – erweitert die Grenzen des traditionellen Unterrichts und erfordert von Lehrkräften neue Kompetenzen und Strategien. Da sich das Metaverse kontinuierlich weiterentwickelt, wird die Bedeutung digitaler Kompetenz immer offensichtlicher. Die Navigation in virtuellen Umgebungen erfordert spezielle Fähigkeiten, die über die herkömmliche digitale Kompetenz hinausgehen. Frazier (2022) beschreibt es so: „Digitale Kompetenz ist entscheidend, um die Informationsflut zu durchdringen und nützliche Informationen zu finden, die unseren Bedürfnissen entsprechen. Es geht darum, aus all den Möglichkeiten im Internet die besten Ergebnisse zu erzielen.“

## Definition von MINT-Berufen

Digitale Kompetenz stellt eine wesentliche Fähigkeit für MINT-Lehrkräfte dar, um den Anforderungen eines kontinuierlich wachsenden digitalen Ökosystems gerecht zu werden. Im Wesentlichen geht digitale Kompetenz für MINT-Lehrkräfte über reines technisches Wissen hinaus und umfasst ein grundlegendes Verständnis dafür, wie Technologie sinnvoll integriert werden kann, um das Lernen zu bereichern und ansprechende, schülerzentrierte Erfahrungen zu schaffen. Lehrkräfte müssen digitale Werkzeuge und Ressourcen so bewerten und einsetzen können, dass sie den Lehrplan ergänzen, kritisches Denken fördern und Schülerinnen und Schüler bei der Anwendung theoretischen Wissens auf reale Probleme unterstützen.

## Chancengleichheit in der Bildung durch MINT-Ausbildung

Die MINT-Bildung hat eine wesentliche Bedeutung für die Förderung von Bildungsgerechtigkeit, da sie allen Schülerinnen und Schülern, unabhängig von ihrer Herkunft, inklusive Möglichkeiten eröffnet. In zahlreichen traditionellen Bildungseinrichtungen können bestimmte Gruppen beim Zugang zu fortgeschrittenen Kursen oder Ressourcen auf Barrieren stoßen.



Co-funded by  
the European Union



# Die Relevanz von STEM in der gegenwärtigen Gesellschaft

Dieses Kapitel beschreibt die grundlegenden digitalen Kompetenzen, die Lehrkräfte in den MINT-Fächern benötigen, und bietet einen praktischen Leitfaden für die Nutzung digitaler Umgebungen, die ein wesentlicher Bestandteil des modernen MINT-Unterrichts sind. Es behandelt den effektiven Einsatz digitaler Ressourcen und Werkzeuge, die Entwicklung technischer Fähigkeiten zur Bewältigung von Herausforderungen in virtuellen und digitalen Lernumgebungen sowie die für effizientes Arbeiten in virtuellen oder hybriden Umgebungen erforderlichen Kollaborationsfähigkeiten. Darüber hinaus werden kritisches Denken und Problemlösungskompetenzen zur Informationsanalyse und die Anwendung logischen Denkens auf komplexe Probleme hervorgehoben. Gleichzeitig werden ethisches Bewusstsein und digitale Bürgerschaft eingeführt, die in Kapitel 7 ausführlicher behandelt werden. Insgesamt befähigt dieses Kapitel MINT-Lehrkräfte, die Kluft zwischen dem traditionellen Unterricht und den immersiven, technologiegetriebenen Möglichkeiten des Metaverse und anderer digitaler Plattformen zu überbrücken. Es unterstützt die Transformation von Lernräumen in Umgebungen, die digitale Kompetenz, Zusammenarbeit, Kreativität und praxisorientiertes Problemlösen in der MINT-Bildung fördern.

## Allgemeiner Rahmen der digitalen Kompetenz

Digitale Kompetenz umfasst die Fähigkeit, Technologien effektiv für Kommunikation, Informationszugang und Inhaltserstellung zu nutzen. Im Metaverse beinhaltet dies das Verständnis für Interaktionen in virtuellen Räumen, die Verwaltung digitaler Identitäten und den Umgang mit immersiven Technologien. Im Kontext der MINT-Bildung (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) stellt digitale Kompetenz eine Kombination aus technischen, kognitiven und kritischen Fähigkeiten dar, die Lehrkräften ermöglichen, digitale Werkzeuge sicher in ihren Unterricht zu integrieren. Dadurch wird das Verständnis der Schülerinnen und Schüler für MINT-Konzepte vertieft und interaktives, schülerzentriertes Lernen gefördert. Da Lehrkräfte innovative digitale Plattformen im Metaverse nutzen, gewinnt Informationskompetenz besonders an Bedeutung, da sie die Fähigkeit umfasst, Informationen effektiv und ethisch korrekt zu finden, zu bewerten und zu verwenden. MINT-Lehrkräfte spielen eine Schlüsselrolle dabei, Schülerinnen und Schüler anzuleiten, verlässliche Quellen von Fehlinformationen zu unterscheiden. Dies gilt insbesondere für die Arbeit mit wissenschaftlichen Daten, Simulationen oder neuen Technologien, bei denen virtuelle Erfahrungen die Grenze zwischen digitaler und realer Welt verwischen können, insbesondere für jüngere Lernende.

Durch das Vorleben kritischen Denkens, das Hinterfragen der Glaubwürdigkeit digitaler Inhalte und die Förderung der Nutzung vertrauenswürdiger akademischer sowie pädagogischer Quellen unterstützen Pädagogen die Schüler dabei, eine kritische Denkweise im Umgang mit Informationen zu entwickeln, die sowohl in virtuellen Umgebungen als auch in verschiedenen Lernkontexten anwendbar ist.

## Technische Fähigkeiten in den MINT-Bereichen und im Metaverse

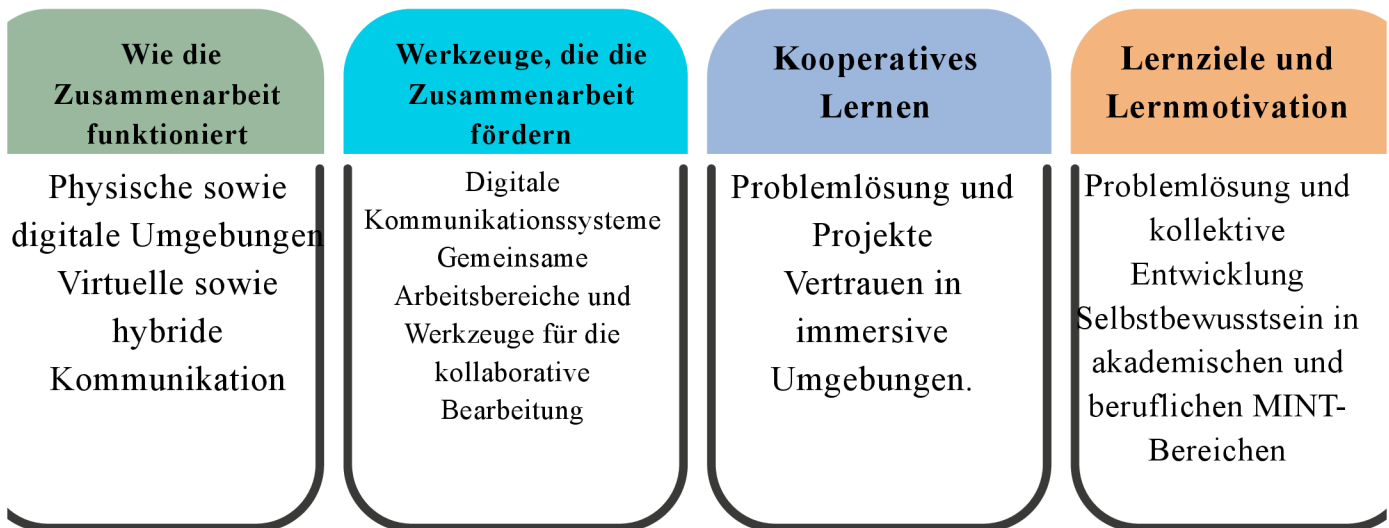
Aspekt	Kernidee
Was es ist	Technische Kompetenz beschreibt die Fähigkeit, digitale Geräte, Software und Online-Plattformen sicher zu nutzen.
Häufiger Fehler	Es wird häufig angenommen, dass Schüler diese Fähigkeiten von Natur aus ohne Anleitung haben.
Wirklichkeit	Sowohl Lehrkräfte als auch Lernende benötigen eine strukturierte Unterstützung, um relevante digitale Kompetenzen zu entwickeln.
Rolle in den MINT-Disziplinen	Pädagogen sollten Werkzeuge wie Programmierplattformen (Scratch, Python), Datenvisualisierungssoftware und Simulationen nutzen.
Rolle im Metaversum	Fähigkeiten im Umgang mit virtuellen Welten, VR/AR-Technologien und grundlegender 3D-Modellierung sind notwendig.
Wie es entwickelt werden muss	Starten Sie mit benutzerfreundlichen Plattformen und entwickeln Sie sich schrittweise zu anspruchsvolleren Technologien.
Bildungswert	In Verbindung mit analogen Methoden und Pädagogik fördert technische Kompetenz lebenslanges Lernen und gemeinsames Gestalten.



Co-funded by  
the European Union



# Teamfähigkeit



Es ist von großer Bedeutung, die Rolle angeleiteter Übungen für die Entwicklung von Kooperationsfähigkeiten zu betonen. Schüler benötigen häufig gezielte Unterstützung, um geeignete digitale Kollaborationswerkzeuge auszuwählen und eigenständig fundierte Entscheidungen zu treffen. Im MINT-Unterricht fördern Lehrkräfte die Zusammenarbeit, indem sie Aktivitäten entwerfen, die reale wissenschaftliche und technologische Praktiken widerspiegeln, einschließlich Teamarbeit in virtuellen und immersiven Umgebungen. Regelmäßige Gruppenarbeit im Klassenzimmer und in Metaverse-Umgebungen stärkt das Selbstvertrauen, die Verantwortungsbereitschaft und die Effektivität der Schüler in digital unterstützten Teams.

## Kritisches Denken und Problemlösung im digitalen Lernen der MINT-Disziplinen

Kritisches Denken und Problemlösungskompetenzen sind entscheidend, um Schülerinnen und Schüler zu aktiven und verantwortungsbewussten Weltbürgern zu erziehen. Diese Kompetenzen beinhalten die Fähigkeit, Informationen kritisch zu analysieren, logisch zu argumentieren und Lösungen für komplexe Probleme zu entwickeln. Ihre Förderung erfordert eine frühzeitige Einführung und kontinuierliches Üben. Im MINT-Bereich geht digitale Kompetenz über die bloße technische Anwendung von Werkzeugen hinaus. Sie umfasst das Verständnis dafür, wann, warum und wie digitale Technologien eingesetzt werden sollten, um Herausforderungen effektiv zu bewältigen. Lehrkräfte spielen daher eine zentrale Rolle, indem sie Schülerinnen und Schüler anleiten, digitale und immersive Umgebungen mit einer problemlösungsorientierten Denkweise zu nutzen, Szenarien zu analysieren, fundierte Entscheidungen zu treffen und Ergebnisse zu bewerten.



## Ethisches Bewusstsein und digitale Staatsbürgerschaft

### Definition

*Ethisches Bewusstsein und digitale Bürgerschaft stellen grundlegende Fähigkeiten dar, die eine verantwortungsvolle Teilnahme an digitalen Räumen ermöglichen.*

*Digitale Kompetenz beinhaltet ethisches Bewusstsein, das unter anderem Respekt vor geistigem Eigentum, den Schutz der Privatsphäre und letztlich verantwortungsvolles Verhalten im digitalen Raum umfasst.*

*Die Entwicklung dieser Kompetenzen ermöglicht es den Studierenden, informierte Entscheidungen zu treffen, einen positiven Beitrag zu digitalen Gemeinschaften zu leisten und ethische digitale Praktiken zu fördern.*

### Bedeutung in den MINT-Fächern

*Ethische Überlegungen in der MINT-Bildung sind eng mit der digitalen Bürgerschaft verbunden, insbesondere in den folgenden Bereichen:*

*Datenschutz, verantwortungsvolle Forschungsansätze, Achtung vor der Arbeit anderer*

*In immersiven und kollaborativen Umgebungen wie dem Metaversum führen Pädagogen die Schüler an:*

1. *Verhalten Sie sich in digitalen Interaktionen mit Respekt.*

2. *Die Auswirkungen ihrer digitalen Handlungen begreifen*

*Kooperation und Diskussion unterstützen die Schüler dabei, verschiedene Perspektiven zu schätzen und die gemeinsamen Ergebnisse zu optimieren.*

## *Praktische Nutzung*

*Ethisches Bewusstsein und digitale Bürgerschaft sollten in sämtliche MINT-Aktivitäten eingebunden werden und nicht als separate Themen betrachtet werden.*

*Pädagogen haben die Möglichkeit, das ethische Verständnis zu fördern, indem sie:*

- 1. Diskussion über reale digitale Szenarien (z. B. Quellenangaben, Datennutzung)*
- 2. Förderung von ethischen Entscheidungsprozessen in virtuellen Experimenten*
- 3. Festlegung eindeutiger Richtlinien für die virtuelle Interaktion*

*Die Einbindung digitaler Ethik in fachspezifische Aktivitäten unterstützt den verantwortungsvollen und reflektierten Umgang mit digitalen Werkzeugen in physischen sowie in virtuellen Lernumgebungen.*

## **Abschluss**

Diese Schlüsselkomponenten digitaler Kompetenz fördern in Kombination das Verständnis digitaler Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern und ermöglichen es MINT-Lehrkräften, technologiegestützte Lernumgebungen effektiver zu gestalten. Um die größtmögliche Wirkung zu erzielen, müssen diese Fähigkeiten fächerübergreifend integriert und nicht isoliert vermittelt werden. So können Lehrkräfte über die grundlegende Nutzung digitaler Werkzeuge hinausgehen und tiefere, interaktive Lernerfahrungen schaffen, die Inhalte in einen breiteren Kontext einbetten. Digital kompetente Lehrkräfte unterstützen nicht nur die Entwicklung technischer Kompetenzen, sondern befähigen Schülerinnen und Schüler auch zu kritischem Denken, effektiver Zusammenarbeit und ethischem Handeln in einer zunehmend digitalisierten Welt – Fähigkeiten, die für ein aktives und verantwortungsvolles globales Leben unerlässlich sind.

# Schlüsselqualifikationen für digitale Kompetenz im Metaverse für MINT-Pädagogen

Lehrkräfte in den MINT-Fächern müssen sich ihrer eigenen digitalen Kompetenzen bewusst sein, um Schülerinnen und Schüler effektiv beim Erwerb dieser Fähigkeiten zu unterstützen. Schülerinnen und Schüler verlassen sich darauf, dass Lehrkräfte sie durch digitale Umgebungen leiten und ihnen helfen, die für ihre Lernbedürfnisse am besten geeigneten Werkzeuge zu finden. Digitale Kompetenz im Metaverse geht über grundlegende technische Fähigkeiten hinaus und erfordert ein umfassenderes Verständnis dafür, wie immersive virtuelle Umgebungen gezielt zur Verbesserung des MINT-Unterrichts eingesetzt werden können. Die folgenden Schlüsselkompetenzen sind für Lehrkräfte entscheidend, um Metaverse-Technologien erfolgreich im Unterricht zu integrieren.

## Räumliches Denkvermögen und Fähigkeiten zur virtuellen Navigation

### Kompetenzdefinition

Die Kompetenz, sich in dreidimensionalen digitalen Räumen sicher zu orientieren und zu bewegen. Unerlässlich für Lehrkräfte, da eine unzureichende Navigation die Schülerbeteiligung und die Effektivität des Lernens negativ beeinflussen kann.

### Relevanz im Metaversum

Pädagogen sollten sich sicher in virtuellen Umgebungen bewegen und den Schülern Strategien zur Navigation demonstrieren können. Das Verständnis von räumlicher Gestaltung (z. B. interaktive Bereiche und Lernzonen) fördert die Schaffung eines klaren und logischen Lernablaufs. Gut gestaltete virtuelle Umgebungen fördern die Motivation und ein langfristiges Engagement.

### Einsatz in den MINT-Fächern

Pädagogen begleiten die Schüler durch komplexe 3D-Visualisierungen, wie etwa Molekül- oder Anatomiemodelle.

- Immersive Interaktion fördert das Verständnis abstrakter Konzepte und regt Neugier sowie kontinuierliche Erkundung an.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.CoopAnd



# Digitale Medienkompetenz für virtuelle Welten und das Metaverse

- *Definition der Kompetenz: Digitale Inhaltskompetenz bezieht sich auf die Fähigkeit, digitale Ressourcen auszuwählen, zu kombinieren, zu erstellen und zu organisieren, um bedeutungsvolle Lernerfahrungen zu fördern. Im Metaverse umfasst dies die Arbeit mit 3D-Modellen, Simulationen und anderen digitalen Assets in einem zusammenhängenden Lernkontext, der Lernenden dabei hilft, Verbindungen zwischen Konzepten zu erkennen.*
- *Relevanz im Metaverse: Lehrkräfte sollten über digitale Kompetenzen verfügen, um Inhalte für virtuelle Lernumgebungen auszuwählen, anzupassen oder zu erstellen. Das Verständnis darüber, welche digitalen Ressourcen mit Metaverse-Plattformen kompatibel sind und wie man diese beschafft oder entwickelt, ist entscheidend für die Gestaltung ansprechender und effektiver Unterrichtseinheiten. Mit diesen Fähigkeiten können Lehrkräfte Schülerinnen und Schüler auch in die Erstellung von Inhalten einbeziehen und somit das Lernen sowie die Eigenverantwortung weiter vertiefen.*
- *Anwendung im MINT-Bereich: Lehrende haben die Möglichkeit, vorhandene digitale Ressourcen, wie interaktive Simulationen in Biologie oder Physik, zu integrieren und diese mit maßgeschneiderten Inhalten zu ergänzen, die auf spezifische MINT-Lernziele ausgerichtet sind. Dieser Ansatz unterstützt immersive, zielgerichtete Lernerfahrungen, die Theorie und Praxis in virtuellen Umgebungen miteinander verknüpfen.*

# Digitale Kommunikations- und Kollaborationsfähigkeiten

Digitale Kommunikations- und Kollaborationskompetenz bezieht sich auf den effektiven Einsatz von Kommunikationswerkzeugen im Metaverse, um Lernaktivitäten zu steuern, Anweisungen zu erteilen und die Zusammenarbeit der Studierenden zu fördern. Diese Kompetenz umfasst ebenfalls die Fähigkeit der Lehrenden, miteinander zu kooperieren, virtuelle Lernumgebungen zu teilen und voneinander zu lernen, um die Qualität des Lehrens kontinuierlich zu verbessern.

In immersiven virtuellen Umgebungen sollten Lehrende ihre Kommunikationsmethoden anpassen und Avatare, Chatfunktionen, Sprachwerkzeuge sowie gemeinsame Arbeitsbereiche einsetzen, um Interaktionen zu steuern und kollaboratives Problemlösen zu fördern. Die Beherrschung dieser Werkzeuge befähigt Lehrende, das Lernen der Schülerinnen und Schüler nicht nur effektiver zu unterstützen, sondern auch deren Engagement und Fortschritte präziser zu erfassen.



In MINT-Gruppenprojekten haben Lehrkräfte die Möglichkeit, innerhalb des Metaverse Aufgaben zu vergeben, Diskussionen zu leiten und die Teamarbeit in Echtzeit zu überwachen. So können Schüler beispielsweise gemeinsam ein virtuelles Chemieexperiment durchführen, während die Lehrkraft mithilfe von Kommunikationswerkzeugen Anweisungen erteilt, Fragen beantwortet und die Lernergebnisse während der gesamten Aktivität evaluiert.



## Ethische und verantwortungsvolle Verwendung digitaler Räume

- Der ethische und verantwortungsvolle Umgang mit digitalen Räumen umfasst digitale Ethik, Datenschutzbewusstsein und verantwortungsvolles Verhalten in virtuellen Umgebungen. Fehlt es an Sicherheit in diesem Bereich, neigen Lehrkräfte möglicherweise zu übermäßigen Einschränkungen; ethische Kompetenz hingegen befähigt sie, Schülerinnen und Schüler zu einer verantwortungsvollen und informierten digitalen Teilhabe anzuleiten. In immersiven virtuellen Umgebungen müssen Lehrkräfte klare Standards für respektvolles Verhalten festlegen, darunter den Schutz personenbezogener Daten, die Achtung geistigen Eigentums und die positive Interaktion mit anderen. Die Einbeziehung der Schülerinnen und Schüler in die Definition dieser Standards fördert das Bewusstsein, die Verantwortung und das gemeinsame Verantwortungsgefühl für ethische digitale Praktiken. Lehrkräfte können gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern ethische Richtlinien entwickeln, die Themen wie den respektvollen Umgang mit virtuellen Avataren, die verantwortungsvolle Nutzung digitaler Ressourcen und geistige Eigentumsrechte behandeln. Dieser Ansatz unterstützt die Schülerinnen und Schüler dabei, die tatsächlichen Auswirkungen ihres Handelns in digitalen Umgebungen zu verstehen und fördert die ethische Entscheidungsfindung in MINT-Aktivitäten.

## Anpassungsfähigkeit und technische Problemlösung

 <ul style="list-style-type: none"><li>• Anpassungsfähigkeit und technische Problemlösungskompetenz beziehen sich auf die Fähigkeit, technische Probleme, die den Lernprozess stören könnten, zügig zu identifizieren und zu lösen. Diese Kompetenz fördert das Selbstvertrauen und die Effizienz von Lehrkräften in dynamischen digitalen Umgebungen.</li></ul>	 <ul style="list-style-type: none"><li>• Virtuelle Lernumgebungen können spezifische technische Herausforderungen mit sich bringen, wie etwa Systemfehler oder Verbindungsprobleme. Lehrende sollten darauf vorbereitet sein, sich anzupassen, Probleme zu beheben und die Lernenden bei der Bewältigung dieser Schwierigkeiten zu unterstützen, um die Kontinuität des Lernens sicherzustellen und die Motivation aufrechtzuerhalten.</li></ul>
---	---



- Wird ein virtuelles Physikexperiment beispielsweise aufgrund technischer Schwierigkeiten unterbrochen, kann eine Lehrkraft die Schüler auf eine alternative Plattform oder eine 2D-Simulation umleiten, während sie das Problem löst. Die gemeinsame Entwicklung von Problemlösungskompetenzen mit anderen Lehrkräften und die Einbeziehung der Schüler in die Problemlösung fördern die Wissensvermittlung und stärken die kollektive digitale Resilienz.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.CoopAnd



# Digitale Bewertungs- und Feedbackfähigkeiten

- **Definition:** Digitale Bewertungs- und Feedbackfähigkeiten beinhalten die Verwendung virtueller Werkzeuge und Analysen im Metaverse, um den Fortschritt, das Engagement und das Verständnis der Lernenden zu beurteilen und auf der Grundlage digitaler Interaktionen relevantes Feedback zu geben.
- **Relevanz im Metaverse:** Die Beurteilung von Lernerfolgen in virtuellen Umgebungen verlangt von Lehrenden die Analyse neuer Evidenzformen, insbesondere wenn herkömmliche physische Signale eingeschränkt sind. Das Metaverse bietet neuartige Lernerfahrungen, die angepasste Bewertungsstrategien erfordern, die auf immersives und erfahrungsbasiertes Lernen ausgerichtet sind.
- **Anwendung im MINT-Bereich:** Lehrkräfte haben die Möglichkeit, interaktive Kontrollpunkte in virtuellen Laboren, Analysetools zur Erfassung des Engagements oder digitale Portfolios zur Bewertung des Lernerfolgs zu verwenden. Feedback kann in Echtzeit innerhalb der virtuellen Umgebung oder über ergänzende digitale Plattformen bereitgestellt werden, sodass Lehrkräfte die Bewertungsmethoden an spezifische Lernziele anpassen können.

Durch die Entwicklung dieser grundlegenden digitalen Fähigkeiten können MINT-Lehrkräfte sicher im Metaverse agieren und ansprechende, ethische sowie effektive Lernerfahrungen schaffen. Diese Fähigkeiten ermöglichen es ihnen, virtuelle Umgebungen als wirkungsvolle Lehrmittel zu nutzen, die das Verständnis komplexer MINT-Konzepte vertiefen, die digitale Kompetenz fördern und sinnstiftendes, zukunftsorientiertes Lernen über verschiedene Disziplinen hinweg unterstützen.

## Abschluss

Digitale Beurteilungs- und Feedbackkompetenzen werden zuletzt präsentiert, da sie den Zyklus der digitalen Kompetenz abschließen. Sie ermöglichen es Lehrenden, den Lernfortschritt der Schüler zu messen und gezieltes, sinnvolles Feedback auf Grundlage virtueller Interaktionen zu geben. So wird sichergestellt, dass die Nutzung des Metaverse zu tatsächlichen Lernergebnissen und Kompetenzentwicklung führt. Digitale Kompetenz ist daher grundlegend für die erfolgreiche Teilnahme an immersiven Umgebungen. Mit dem technologischen Fortschritt befähigen diese Kompetenzen Lehrende und Schüler, sich verantwortungsvoll in virtuellen Räumen zu bewegen. Für MINT-Lehrende, die das Metaverse betreten, ist die Entwicklung flexibler und differenzierter digitaler Kompetenzen unerlässlich, um den traditionellen MINT-Unterricht in immersive, interaktive Lernerfahrungen zu transformieren, die das Verständnis komplexer wissenschaftlicher und mathematischer Konzepte vertiefen. Die beschriebenen Kompetenzen bilden zusammen ein umfassendes Rahmenwerk, um das Metaverse als transformative Bildungsplattform und nicht nur als technologische Neuheit effektiv zu nutzen. Durch die Beherrschung dieser Kompetenzen können Lehrende Neugier wecken, ethisches Engagement fördern und Schüler auf eine Zukunft vorbereiten, in der digitale Kompetenz von zentraler Bedeutung ist. Diese Kompetenzen sind eng mit der Beziehung zwischen Lehrenden und Lernenden verknüpft und schaffen eine symbiotische Verbindung. Lehrende müssen zunächst ihre eigenen Kompetenzen ausbauen und die Lernenden dann aktiv in diesen Prozess einbeziehen. Indem Lehrende die Lernenden zu kritischem Denken, Zusammenarbeit und ethischer digitaler Bürgerschaft anleiten, werden ihre eigenen Fähigkeiten kontinuierlich gestärkt und verfeinert, während der Fortschritt der Lernenden die Lehrenden dazu anspornt, anpassungsfähig und innovativ zu bleiben. Dieser fortlaufende Feedback-Kreislauf fördert ein dynamisches und nachhaltiges Lernökosystem im Metaverse, in dem Lehrende und Lernende gemeinsam wachsen und in einer vernetzten digitalen Welt erfolgreich sind.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



# Selbsteinschätzung: Digitale Fähigkeiten im Metaverse

Die nachfolgenden Richtig/Falsch-Aussagen sollen Lehrkräfte dabei unterstützen, die im Kapitel 2 präsentierten Kernideen zu wiederholen und zu festigen. Diese Selbsteinschätzung legt den Fokus auf die Rolle digitaler Kompetenzen für effektives Lernen in Metaverse-Umgebungen, die Vernetzung dieser Fähigkeiten sowie die Bedeutung von Bewertung, Feedback und ethischem Handeln.

Digitale Beurteilungs- und Feedbackfähigkeiten werden zuletzt erwähnt, da sie den digitalen Kompetenzzyklus vervollständigen. (Richtig/Falsch)

Die Teilnahme am Metaverse gewährleistet automatisch sinnvolle Lernergebnisse ohne Bewertung oder Rückmeldung. Wahr/Falsch

Digitale Kompetenz wird als essentielle Voraussetzung für die erfolgreiche Teilnahme an immersiven Lernumgebungen betrachtet. (Richtig/Falsch)

Die Förderung digitaler Kompetenzen befähigt Lehrende und Lernende, das Metaverse verantwortungsbewusst und zielgerichtet zu nutzen. (Richtig/Falsch)

Digitale Kompetenzen werden als separate Fähigkeiten und nicht als integriertes System dargestellt. Richtig/Falsch

Die Beherrschung digitaler Fähigkeiten trägt dazu bei, das Metaverse von einer technologischen Neuheit in eine bedeutende Bildungsplattform zu transformieren. Wahr/Falsch

Lehrkräfte sollten zunächst ihre eigenen digitalen Kompetenzen ausbauen, bevor sie Schülerinnen und Schüler in immersiven Lernumgebungen wirkungsvoll anleiten können. (Richtig/Falsch)

Die Verbindung zwischen der Entwicklung digitaler Kompetenzen bei Lehrkräften und Schülern wird als einseitig dargestellt. Wahr / Falsch

Die fortlaufende Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden erzeugt einen Feedback-Zyklus, der die Fähigkeiten beider Parteien fördert. Wahr/Falsch

Das Kapitel kommt zu dem Ergebnis, dass digitale Kompetenzen Neugier, ethisches Engagement und die Bereitschaft für eine digitale Zukunft unterstützen. Wahr/Falsch



Co-funded by  
the European Union



# Selbsteinschätzung: Digitale Fähigkeiten im Metaverse – Antwortformular:

1. WAHR
2. FALSCH
3. WAHR
4. WAHR
5. FALSCH
6. WAHR
7. WAHR
8. FALSCH
9. WAHR
10. WAHR



Co-funded by  
the European Union





# KREATIVE UND ANALYTISCHE DENKFÄHIGKEITEN

## MSTEM

### KAPITEL 3

METAVVERSE-GESTÜTZTE MINT-AUSBILDUNG FÜR  
EINE NACHHALTIGE UND RESILIENTE ZUKUNFT

*2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516*



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELOS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



EURASIA INSTITUTE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMAN



City of Malmö



# Einführung

In einer sich ständig verändernden Welt ist die Förderung von Kreativität und kritischem Denken eine wesentliche Bildungsaufgabe, damit jeder Mensch in der Lage ist, urteilsfähig zu analysieren und zu handeln. Kritisches Denken ist keineswegs eine Fähigkeit, die nur Erwachsenen vorbehalten ist, sondern entwickelt sich bereits in der frühen Kindheit, wenn Kinder die Welt um sich herum erkunden, hinterfragen und zu begreifen versuchen.

Dieser Prozess des intellektuellen Erwachens, unterstützt durch angemessene Interaktionen, ist entscheidend für die Entwicklung autonomer Individuen, die urteilsfähig sind und in der Lage, auf verschiedenen Ebenen Einfluss auf die Welt zu nehmen. Diese beiden Fähigkeiten sind auf unterschiedlichen Ebenen gleichbedeutend mit Wohlbefinden: „Einer der Hauptanreize und Interessen der Kreativität liegt laut positiver Psychologie im Gefühl der Verankerung und des Wohlbefindens, das sie vermittelt.“ (OECD, S. 22). Kritisches Denken trägt ebenfalls zum individuellen Wohlbefinden bei, wird jedoch häufiger als eine der Hauptsäulen einer funktionierenden modernen Demokratie angesehen.“ (OECD, S. 22)

Kreativität wird häufig mit den Künsten in Verbindung gebracht, während kritisches Denken oft mit der Analyse von Diskursen oder Medieninhalten assoziiert wird. Dennoch erfordern alle Denkbereiche sowohl Kreativität als auch kritisches Denken. Es könnte der Eindruck entstehen, dass Kreativität eine Gabe ist und kritisches Denken eine besonders ausgeprägte Persönlichkeitseigenschaft darstellt. Tatsächlich sind beide Fähigkeiten jedoch allen Menschen von klein auf und auf natürliche Weise eigen. „Wie andere Fähigkeiten (zumindest die meisten) ist Kreativität kein binäres System, sondern ein Kontinuum, das auf verschiedenen Stufen der Beherrschung wirken kann. Nicht nur Künstler oder ‚Visionäre‘ oder solche, die als solche dargestellt werden, sind dazu fähig.“ (OECD). Auch kritisches Denken erfordert aufgrund der durch die Funktionsweise des menschlichen Gehirns bedingten Verzerrungen im Denken und der Vielzahl der Situationen, in denen es angewendet werden muss, unterschiedliche Beherrsstufen.

Es ist daher möglich, Kreativität und kritisches Denken auf unterschiedlichen Ebenen zu fördern. Die Mehrheit der Gesellschaften ist zudem der Meinung (OECD-Umfrage, Kapitel 2, S. 52), dass es von Bedeutung ist, diese beiden Fähigkeiten in der Schule zu lehren.



Co-funded by  
the European Union

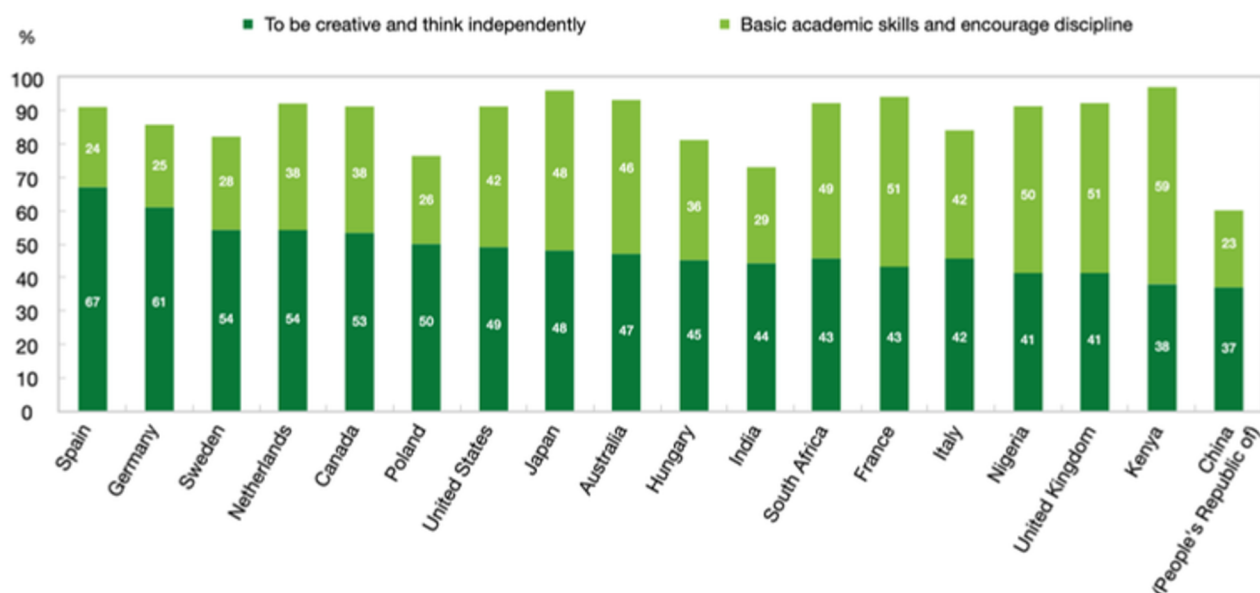


Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



Es ist daher möglich, Kreativität und kritisches Denken auf unterschiedlichen Ebenen zu fördern. Zudem sind die meisten Gesellschaften der Meinung (OECD-Umfrage, Kapitel 2, S. 52), dass es von Bedeutung ist, diese beiden Fähigkeiten in der Schule zu lehren.

**Figure 2.2. Most societies support the fostering of creativity and critical thinking in education**  
It is more important that schools in our country teach...



Source: Pew Research Centre, Spring 2016 Global Attitudes Survey.

Die Grafik veranschaulicht, wie Menschen in unterschiedlichen Ländern den Hauptzweck von Bildung wahrnehmen und vergleicht die Bedeutung von Kreativität und selbstständigem Denken mit grundlegenden akademischen Fähigkeiten und Disziplin. In den meisten Ländern sind mehr Befragte der Meinung, dass Schulen Kreativität und kritisches Denken priorisieren sollten. Die Präferenzen variieren jedoch je nach Kontext; einige Länder legen größeren Wert auf grundlegende Fähigkeiten und Disziplin. Insgesamt zeigt die Grafik einen globalen Wandel hin zu einer stärkeren Wertschätzung von Denkfähigkeiten höherer Ordnung in der Bildung.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And

AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELONA  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



# Lernmodelle und Bildung in Kreativität und kritischem Denken.

Kreativität und kritisches Denken können ohne ein gewisses Maß an Wissen nicht gefördert werden. Umgekehrt trifft dies ebenfalls zu. In diesem Spannungsfeld zwischen dem Einfluss von Wissen und Kreativität einerseits sowie Wissen und kritischem Denken andererseits müssen die von Lehrkräften gestalteten Lernsituationen stattfinden.

Kreativität kann als die Fähigkeit beschrieben werden, „neue Ideen und Lösungen zu generieren“ (OECD, S. 32). Kritisches Denken hingegen wird als die Fähigkeit definiert, „Ideen und Lösungen zu analysieren und zu bewerten“ (OECD, S. 32).

Angesichts dieser Definitionen wird deutlich, dass Lernsituationen in Bezug auf die Förderung von Kreativität und kritischem Denken unterschiedlich sind. Lernmodelle, die es Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihre Alltagserfahrungen einzubringen, Fehler zu machen und neu zu beginnen, unterstützen die Entwicklung von Kreativität und kritischem Denken. Lernen durch Forschung und Problemlösung sowie projektbasiertes Lernen fördern ebenfalls die Entwicklung von Kreativität und kritischem Denken. Diese beiden Lehrmethoden, die vom wissenschaftlichen Ansatz der Forschung inspiriert sind, lassen sich daher im MSTEM-Unterricht gut umsetzen.

Andererseits gilt: „Wenn Bildung nur als die Übermittlung gesellschaftlich akzeptierten Wissens betrachtet wird, bleibt wenig Platz für Kreativität und kritisches Denken. Wie die meisten Fähigkeiten sollten auch Kreativität und kritisches Denken nur zu bestimmten Zeiten eingesetzt werden: Angenommen, es wäre überhaupt möglich, wäre eine Welt, in der Menschen ständig kreativ oder kritisch wären, unerträglich.“ (OECD, S. 53)



Co-funded by  
the European Union



In „Defining and Educating Critical Thinking“ heben Pasquinelli et al. hervor, dass die Lernzeiten für kritisches Denken für die Schülerinnen und Schüler eindeutig festgelegt werden müssen. Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler sollten sich bewusst sein, dass sie dadurch ihre kreativen und kritischen Fähigkeiten weiterentwickeln können. Aus diesem Grund ist es entscheidend, die Kriterien für diese beiden Kompetenzen zu definieren und zu erläutern sowie die entsprechenden Kompetenzstufen zu bestimmen. In ihrem OECD-Bericht (S. 32) empfehlen die an der Studie beteiligten Lehrkräfte diese Bewertungskriterien für Schülerinnen und Schüler.

Diese Kriterien können problemlos auf den Unterricht angewendet werden und fungieren als Orientierungshilfe für die Bewertung.

**Table 1.2. OECD rubric on creativity and critical thinking (domain-general, class-friendly)**

	<b>CREATIVITY</b> Coming up with new ideas and solutions	<b>CRITICAL THINKING</b> Questioning and evaluating ideas and solutions
<b>INQUIRING</b>	Make connections to other concepts and knowledge from the same or from other disciplines	Identify and question assumptions and generally accepted ideas or practices
<b>IMAGINING</b>	Generate and play with unusual and radical ideas	Consider several perspectives on a problem based on different assumptions
<b>DOING</b>	Produce, perform or envision a meaningful output that is personally novel	Explain both strengths and limitations of a product, a solution or a theory justified on logical, ethical or aesthetic criteria
<b>REFLECTING</b>	Reflect on the novelty of the solution and of its possible consequences	Reflect on the chosen solution/position relative to possible alternatives

Note: This rubric is meant for teachers/faculty to identify the student skills related to creativity and to critical thinking that they have to foster in their teaching and learning, not for assessment.

Wir werden die vier Schritte – recherchieren, präsentieren, handeln und reflektieren – anwenden, um den Nutzen des Metaverse für die Förderung von Kreativität und kritischem Denken im MINT-Bereich zu ermitteln.



Co-funded by  
the European Union



# Beiträge des Metaverse zur Förderung von Kreativität und kritischem Denken im M-STEM-Bereich

Das Metaverse erlaubt es Menschen, die geografisch weit voneinander entfernt sind, sich zu versammeln und miteinander zu interagieren, und bietet Zugang zu einer äußerst vielfältigen Auswahl an Inhalten, sowohl interaktiven als auch nicht-interaktiven.

- Das Metaverse bietet somit die Möglichkeit, gemeinsam Probleme oder wissenschaftliche Fragestellungen zu lösen und gemeinsame Projekte zu realisieren. Das virtuelle Labor erlaubt zudem Manipulationen, die im realen Leben aufgrund fehlender Ausrüstung oder zu hoher Gefahren nicht möglich sind.
  - Inspiriert von der Arbeit der Kollegen, die den OECD-Bericht erstellt haben, sind hier einige Beispiele für wissenschaftliche Aktivitäten, die zur Förderung von Kreativität und kritischem Denken geeignet sind. Diese Aktivitäten zeichnen sich dadurch aus, dass sie ergebnisoffen sind, einen Bezug zum Alltag der Schüler aufweisen und mit MINT-Inhalten verknüpft sind.

## *Ein Phänomen beschreiben*

- *Verdunstungskühlung*
  - *Gasaustausch zwischen der Chlorophyllpflanze und ihrer Umgebung*  
*Lösung eines ökologischen Problems*
- *Die Temperatur auf dem Spielplatz senken.*
- *Förderung der Artenvielfalt in der Schule*
  - *Verkehrsberuhigung durch Verringerung des Straßenverkehrs zur Vermeidung von Staus*  
*Gestaltung einer Fertigung*
- *Entwurf einer Konstruktion, die Schutz vor Sonnenstrahlen bietet und Regenwasser für den Garten oder zur Bewässerung eines Teichs sammelt.*
  - *Bau eines Pontons zur Erleichterung der Beobachtung des Lebens im Teich.*

## *Stellen Sie sich hypothetische wissenschaftliche Szenarien vor.*

- *Wie würde die Erde aussehen, wenn es keine Plattentektonik gäbe?*
  - *Wie würden Ökosysteme aussehen, wenn es keine Photosynthese gäbe?*



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



Für jeden Bereich der Bewertung von Kreativität und kritischem Denken präsentieren wir einige der Möglichkeiten, die das Metaverse bietet.

Rubriken	Beispiele für Aktivitäten, die im Metaverse zur Unterstützung von Kreativität und kritischem Denken angeboten werden.
Anfrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erforschen Sie virtuelle Umgebungen, um projektbezogene Informationen und Daten zu entdecken.</li> <li>• Nutzen Sie Werkzeuge zur Datenvisualisierung, um Probleme zu untersuchen und Wissenslücken zu erkennen.</li> </ul>
Vorstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beteiligen Sie sich an intensiven Brainstorming-Sitzungen, um Ideen zu entwickeln und auszutauschen.</li> <li>• Verwenden Sie Simulationen oder virtuelle Modelle, um Szenarien und Ergebnisse zu analysieren.</li> </ul>
Tun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung und Prototyping virtueller Objekte oder Umgebungen unter Verwendung von 3D-Tools</li> <li>• Experimentieren Sie in digitalen Laboren</li> <li>• Gemeinsam digitale Kunstwerke oder interaktive Installationen gestalten.</li> </ul>
Nachdenken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beteiligen Sie sich an virtuellen Diskussionen oder Debatten, um Ideen kritisch zu analysieren.</li> <li>• Nutzen Sie digitale Portfolios, um den Lernfortschritt und die Entwicklung von Kompetenzen zu reflektieren.</li> </ul>



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELOS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



EURASIA INSTITUTE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMAN



City of Malmö



# Abschluss

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Metaverse eine wertvolle Ressource zur Förderung von Kreativität und kritischem Denken darstellt, vorausgesetzt, die vom Lehrer gestaltete pädagogische Situation ist ausreichend offen und bietet den Schülern ein zu lösendes Problem. Sie haben die Möglichkeit, ihre Ideen mit denen von Schülern außerhalb der Klasse zu vergleichen und gemeinsam oder parallel Ergebnisse zu erarbeiten, die anschließend zur Diskussion stehen können.

Der Einsatz von KI im Metaverse ermöglicht es den Studierenden zudem, ihr kritisches Denken in Bezug auf die vorgeschlagenen Ergebnisse zu schärfen, die lediglich das Resultat einer statistischen Analyse der Daten sind, auf die die KI Zugriff hat.



# Selbsteinschätzung: Kreatives und analytisches Denkvermögen

Die nachfolgenden Richtig/Falsch-Aussagen sollen Lehrkräften dabei helfen, die im Kapitel 3 vorgestellten Schlüsselkonzepte zu wiederholen und zu festigen. Diese Selbsteinschätzung legt den Fokus auf das Wesen von Kreativität und kritischem Denken, deren Entwicklung auf unterschiedlichen Kompetenzstufen, die Rolle geeigneter Lernmodelle sowie den Mehrwert von Metaverse-basierten MINT-Aktivitäten zur Förderung dieser Fähigkeiten.

Bewerten Sie jede Aussage basierend auf dem Inhalt von Kapitel 3 als wahr (W) oder falsch (F).

Kreativität und kritisches Denken sind Fähigkeiten, die sich erst im Erwachsenenalter herausbilden. (Richtig/Falsch)

Kreativität und kritisches Denken sind jedem Menschen innewohnend und können auf verschiedenen Ebenen gefördert werden. (Richtig/Falsch)

Kreativität ist nicht nur auf künstlerische Fächer beschränkt, und kritisches Denken findet auch in anderen Bereichen Anwendung, nicht nur in der Medien- oder Diskursanalyse. Wahr/Falsch

Die Förderung von Kreativität und kritischem Denken erfordert ein ausgewogenes Verhältnis zwischen dem Erwerb von Wissen und der Möglichkeit zur Erkundung. Wahr / Falsch

Lernmodelle, die es Schülern ermöglichen, Experimente durchzuführen, Fehler zu machen und neu zu beginnen, fördern Kreativität und kritisches Denken. Wahr / Falsch

Projektbasiertes Lernen und problemlösende Ansätze unterstützen die Förderung von Kreativität und kritischem Denken in der MINT-Bildung. (Richtig/Falsch)

Das Kapitel beschreibt Kreativität als die Fähigkeit, Ideen zu hinterfragen und zu bewerten, während kritisches Denken als das Erzeugen neuer Ideen und Lösungen definiert wird. Richtig/Falsch

Die vier wesentlichen Schritte zur Analyse von Kreativität und kritischem Denken im Metaverse sind Recherchieren, Vorstellen, Handeln und Reflektieren. Wahr/Falsch

Metaverse-Umgebungen unterstützen Kreativität und kritisches Denken, indem sie Zusammenarbeit, ergebnisoffene Erkundungen und Experimente ermöglichen, die im realen Leben möglicherweise nicht durchführbar sind. Wahr/Falsch

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz im Metaverse verlangt von den Studierenden ein kritisches Denken bei der Analyse von KI-generierten Ergebnissen. (Richtig/Falsch)



# Selbsteinschätzung: Fragebogen zu kreativen und kritischen Denkfähigkeiten:

1. FALSCH
2. WAHR
3. FALSCH
4. WAHR
5. WAHR
6. WAHR
7. FALSCH
8. WAHR
9. WAHR
10. WAHR





# EINFÜHRUNG IN DAS METAVERSE: PRAKTISCHE MINT- AKTIVITÄTEN MSTEM KAPITEL 4

METAVERSE-GESTÜTZTE MINT-AUSBILDUNG FÜR EINE NACHHALTIGE  
UND RESILIENTE ZUKUNFT  
*2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516*



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



# Einführung

Dieses Kapitel präsentiert eine Auswahl praktischer MINT-Lernaktivitäten, die im Metaverse umgesetzt wurden. Die Aktivitäten zielen darauf ab, Schülerinnen und Schülern zu helfen, wissenschaftliche Konzepte durch interaktives Experimentieren, Simulationen und Problemlösungen in einer virtuellen Umgebung zu erkunden.

Durch den Einsatz immersiver digitaler Werkzeuge beschäftigen sich Studierende aktiv mit abstrakten und komplexen Themen, indem sie beobachten, Variablen verändern, Hypothesen prüfen und Ergebnisse auswerten. Das Metaverse bietet Lernenden die Möglichkeit, Phänomene zu erleben, die in einem herkömmlichen Klassenzimmer oder Laborumfeld schwer, riskant, teuer oder sogar unmöglich zu erforschen wären.

Jede Aktivität weist eine vergleichbare Struktur auf und orientiert sich an den MINT-Prinzipien, was die Verknüpfung von Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik unterstützt. Die Schüler arbeiten individuell oder in Gruppen, um Probleme zu lösen, Daten zu erfassen und die Ergebnisse zu analysieren. Dies fördert sowohl das konzeptionelle Verständnis als auch die digitale Kompetenz.

Die nachstehenden Themen werden in diesem Kapitel als praktische Aktivitäten im Metaverse umgesetzt:

Eigenschaften und Verhalten von festen Stoffen

Raketensimulationslabor und Prinzipien der Bewegung

Chemische Reaktionen und sichtbare Veränderungen

Systeme für erneuerbare Energien, wie Solarpanels und Windkraftanlagen

Photosynthese und Energieumwandlung bei Pflanzen

Linse und die Entstehung von Bildern in der Optik

Menschliches Verdauungssystem und biologische Abläufe

Durch diese Aktivitäten entwickeln die Schüler kritisches Denken, wissenschaftliches Arbeiten und ingenieurtechnische Kompetenzen und sammeln gleichzeitig Erfahrungen mit innovativen Lerntechnologien. Das Metaverse fungiert als sichere, anregende und flexible Umgebung, die erfahrungsbasiertes Lernen in den MINT-Fächern fördert und verschiedene Lernstile unterstützt.

Durch die Teilnahme an diesen Metaverse-basierten Aktivitäten werden Schülerinnen und Schüler ermutigt, aktiv in ihren Lernprozess einzutauchen und über passives Beobachten hinauszugehen, hin zu Erkundung und Experimentieren. Die immersive Beschaffenheit der virtuellen Umgebung fördert ein tieferes Verständnis, steigert die Motivation und ermöglicht es den Lernenden, durch praktisches Ausprobieren zu lernen. Diese Aktivitäten sind so gestaltet, dass sie sich an unterschiedliche Bildungskontexte anpassen lassen und somit Zugänglichkeit und Flexibilität gewährleisten, während sie gleichzeitig bedeutungsvolle, praxisorientierte Lernerfahrungen in den MINT-Fächern bieten.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



# Virtuelles Chemielaboratorium: Untersuchung chemischer Reaktionen im Metaverse

## Projektübersicht

Dieses Projekt bringt die Chemie im Metaverse zum Leben, indem es Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit bietet, Experimente in einem virtuellen Labor durchzuführen. Anstelle von realen Chemikalien interagieren sie mit digitalen Substanzen, mischen Verbindungen, beobachten Reaktionen und analysieren Ergebnisse – alles in einer sicheren und kontrollierten Umgebung. Dadurch werden die Risiken realer Chemieexperimente eliminiert und das Lernen wird interaktiver und spannender gestaltet. Mithilfe immersiver Technologie können die Schülerinnen und Schüler verschiedene Reaktionstypen erforschen, Variablen verändern und verstehen, wie unterschiedliche Faktoren die Ergebnisse beeinflussen. Das Projekt führt in zentrale chemische Konzepte wie chemische Reaktionen, Reaktionsgeschwindigkeiten und Laborsicherheit ein. Sie lernen, wie Substanzen interagieren, wodurch bestimmte Reaktionen beschleunigt oder verlangsamt werden, und wie Wissenschaftler kontrollierte Experimente durchführen. Durch die Anpassung von Variablen wie Temperatur und Konzentration erleben sie unmittelbar, wie sich unterschiedliche Bedingungen auf eine Reaktion auswirken. Dies fördert ihr Verständnis wissenschaftlicher Prinzipien und verbessert ihr analytisches Denkvermögen. Dieses virtuelle Labor ist ideal für Schülerinnen und Schüler im Alter von 12 bis 18 Jahren mit Grund- bis Mittelstufenkenntnissen in Chemie. Es bietet eine zugängliche und ansprechende Möglichkeit, MINT-Fächer zu erkunden, auch ohne Zugang zu physischer Laborausrüstung. Die interaktive Natur des Metaverse ermöglicht grenzenloses Experimentieren – Schüler können Reaktionen wiederholen, verschiedene Szenarien testen und sogar in gemeinsamen virtuellen Räumen mit ihren Klassenkameraden zusammenarbeiten. Das Projekt hat zum Ziel, Chemie spannender zu gestalten, Neugierde zu wecken und Schülern das Selbstvertrauen zu geben, wissenschaftliche Konzepte auf spielerische und sinnvolle Weise zu erforschen.

## Lernziele

Dieses Projekt hat zum Ziel, Schülerinnen und Schülern durch interaktive, praktische Experimente im Metaverse grundlegende Konzepte der Chemie näherzubringen. Sie untersuchen verschiedene Arten chemischer Reaktionen, analysieren den Einfluss von Variablen wie Temperatur und Konzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln ein vertieftes Verständnis von Reaktionsmechanismen. Neben ihrem chemischen Wissen stärken die Schülerinnen und Schüler ihr wissenschaftliches Denken, ihre kritischen Fähigkeiten und ihre Kompetenzen in der Datenanalyse. Sie üben, Hypothesen zu formulieren, Beobachtungen festzuhalten und auf Basis ihrer virtuellen Experimente Schlussfolgerungen zu ziehen. Die interaktive Gestaltung des Projekts fördert die Problemlösungskompetenz und die Experimentierfreude. Darüber hinaus entwickeln die Schülerinnen und Schüler digitale Kompetenzen und lernen, mit anderen zusammenzuarbeiten, indem sie die Werkzeuge des Metaverse nutzen, um Experimente durchzuführen, Ergebnisse zu vergleichen und sich mit ihren Mitschülerinnen und Mitschülern auszutauschen. Am Ende des Projekts verfügen sie über ein solides Fundament in Chemie, ein verbessertes analytisches Denkvermögen und eine gesteigerte Wertschätzung für MINT-Fächer.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



## *Praktische Tätigkeiten im Metaverse*

Die Studierenden führen in einem virtuellen Labor im Metaverse immersive, praxisnahe Chemieexperimente durch. Diese interaktive Umgebung ermöglicht es ihnen, Experimente sicher durchzuführen, die in einem realen Labor sonst spezielle Ausrüstung erfordern oder Sicherheitsrisiken bergen würden. Zunächst gestalten die Studierenden ihren eigenen virtuellen Chemiarbeitsplatz, in dem sie auf digitale Laborgeräte wie Bechergläser, Reagenzgläser und Bunsenbrenner zugreifen können. Mithilfe interaktiver Tutorials mischen sie verschiedene Chemikalien, um Reaktionen wie Synthese, Zersetzung, Verbrennung und Verdrängung zu beobachten und zu analysieren. Sie passen Variablen wie Temperatur und Konzentration an und beobachten in Echtzeit, wie sich diese Änderungen auf die Reaktionsgeschwindigkeit auswirken. Die Metaverse-Umgebung bietet sofortiges Feedback, sodass die Studierenden Molekülstrukturen und Reaktionsfortschritte durch visuelle Simulationen verfolgen können.

### *Beispiexperimente:*

#### *Reaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff:*

Die Studierenden werden Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O_2$ ) in einer kontrollierten, virtuellen Umgebung kombinieren. Durch einen virtuellen Funken wird die Reaktion zur Bildung von Wasser ( $H_2O$ ) angestoßen, während die Energiefreisetzung und die Molekülumwandlung beobachtet werden. Dieses Experiment verdeutlicht das Konzept der Verbrennung sowie die Energieveränderungen, die bei chemischen Reaktionen auftreten.

#### *2. Säure-Base-Neutralisation:*

Die Schülerinnen und Schüler kombinieren Salzsäure ( $HCl$ ) mit Natriumhydroxid ( $NaOH$ ), um die Neutralisation zu beobachten. Mit Hilfe von pH-Indikatoren verfolgen sie den Farbumschlag während der Reaktion, bei der Wasser ( $H_2O$ ) und Salz ( $NaCl$ ) entstehen. Dieses Experiment fördert das Verständnis von Säure-Base-Reaktionen und deren Anwendung im Alltag, wie zum Beispiel bei Antazida.

#### *3. Elektrolyse von Wasser:*

Mit einer virtuellen Stromquelle spalten die Schüler Wasser ( $H_2O$ ) durch Elektrolyse in Wasserstoff und Sauerstoff. Sie untersuchen die Gasausbeute in Reagenzgläsern und messen die Effizienz der Reaktion anhand der Spannungsänderungen. Dieses Experiment veranschaulicht Redoxreaktionen und die Grundlagen der Elektrochemie.

#### *4. Fällungsreaktion:*

Die Schüler kombinieren Silbernitrat ( $AgNO_3$ ) mit Natriumchlorid ( $NaCl$ ), um Silberchlorid ( $AgCl$ ) als festen Niederschlag zu erzeugen. Sie variieren die Konzentrationen, um die Löslichkeitsgrenzen und Einflussfaktoren auf die Ausfällung zu untersuchen. Dieses Experiment demonstriert Ionenreaktionen und Löslichkeitsregeln in der Chemie.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



Die Studierenden arbeiten in Gruppen zusammen, um gemeinsam Experimente zu planen und durchzuführen. Sie dokumentieren ihre Beobachtungen und Hypothesen in digitalen Laborbüchern und tauschen sich mit ihren Kommilitonen aus, um die Ergebnisse zu vergleichen. Darüber hinaus überprüfen sie ihr Verständnis durch anspruchsvolle Experimente, wie beispielsweise die Identifizierung unbekannter Substanzen anhand ihres Reaktionsverhaltens oder die Optimierung der Bedingungen für einen bestimmten chemischen Prozess. Zur Auswertung ihrer Ergebnisse präsentieren die Studierenden ihre Experimente in einem gemeinsamen virtuellen Raum. Sie nehmen an Peer-Reviews teil, indem sie die digitalen Labore anderer Gruppen besuchen, um Feedback zu geben und ihre Schlussfolgerungen zu diskutieren. Das Metaverse bietet zudem spielerische Elemente, mit denen die Studierenden an interaktiven Quizzes oder Herausforderungen teilnehmen können, die wichtige Konzepte der Chemie festigen.

#### *Notwendige Werkzeuge und Software*

- Um an diesem Projekt teilzunehmen, benötigen die Studierenden Zugriff auf Folgendes:
- Für ein immersives virtuelles Laborerlebnis ist ein VR-Headset (z. B. Oculus Quest, HTC Vive) oder ein Smartphone mit Google Cardboard erforderlich.
- Eine Metaverse-Plattform (wie Mozilla Hubs oder Spatial) zur Erstellung und Interaktion in virtuellen Chemielaboren.
- Ein virtuelles Chemie-Simulationsinstrument (wie Labster oder PhET Interactive Simulations) zur Durchführung von Experimenten und zur Visualisierung chemischer Reaktionen.
- Kollaborationstools wie Google Docs oder Miro ermöglichen die Dokumentation von Beobachtungen, die Analyse von Ergebnissen und den Austausch von Erkenntnissen mit Kollegen. Eine zuverlässige Internetverbindung sichert den ungehinderten Zugriff auf die virtuelle Umgebung.

#### *Erweiterungen und zukünftige Entdeckungen*

Nach Abschluss des Projekts haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, ihr Wissen zu vertiefen, indem sie komplexere chemische Reaktionen wie Redoxreaktionen oder Elektrolyse sowie deren praktische Anwendungen untersuchen. Sie könnten sich auch mit Umweltchemie befassen, umweltfreundliche Prozesse entwickeln oder Aspekte der Nachhaltigkeit analysieren.

Interdisziplinäre Projekte ermöglichen es ihnen, Chemie in Bereichen wie Materialwissenschaft oder Robotik anzuwenden. Die Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern oder die Teilnahme an virtuellen Wissenschaftsgemeinschaften kann zusätzliche Einblicke bieten, während virtuelle Chemie-Wettbewerbe die Gelegenheit bieten, Ergebnisse zu präsentieren und zu vergleichen. Diese Erweiterungen motivieren die Schülerinnen und Schüler, ihr Wissen auf innovative Weise anzuwenden und ihre MINT-Kompetenzen zu vertiefen.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And

AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELONAS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



INSPECTORATUL SCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMAN



# RAKETENBEWEGUNGSSIMULATOR: EIN VIRTUELLES PHYSIKLABOR

## *Projektübersicht*

Der Raketenbewegungssimulator: Ein virtuelles Physiklabor ist ein Projekt, das es Schülern ermöglicht, die Grundlagen der Raketenwissenschaft in einer interaktiven virtuellen Umgebung zu erkunden. Konkret haben sie die Möglichkeit, in einem Physiklabor im Metaverse mit entscheidenden Variablen zu experimentieren, die für den Raketenstart von Bedeutung sind, und aus den Ergebnissen zu lernen. Zu den Variablen, mit denen die Schüler experimentieren können, zählen Schubkraft, Treibstoffart, Masse und Aerodynamik. Sie können direkt beobachten, wie sich diese Anpassungen auf die Bewegung, Höhe und Flugbahn der Rakete auswirken.

Ziel des Projekts ist es, den Studierenden praxisnahe Einblicke in physikalische Prinzipien und ingenieurwissenschaftliche Konzepte zu bieten und ihnen zu demonstrieren, wie verschiedene Kräfte das Verhalten von Raketen beeinflussen. Diese interaktive Erfahrung verknüpft theoretische Physik mit praktischen Anwendungen und fördert ein vertieftes Verständnis der MINT-Fächer, während sie gleichzeitig das kritische Denken schärft, um unterschiedliche Lösungsansätze zu entwickeln.

Dieses Projekt fokussiert sich auf mehrere zentrale Konzepte, die Schüler im Rahmen ihres Studiums der Raketenwissenschaft erkunden können. Zunächst analysieren sie die Schubkraft und das dritte Gesetz von Newton, um zu begreifen, wie Raketen durch Schubkraft an Geschwindigkeit zulegen und wie diese durch entgegengesetzte Kräfte ausgeglichen wird. Durch Experimente mit Geschwindigkeit und Beschleunigung haben die Schüler die Möglichkeit, zu beobachten, wie sich Veränderungen in Geschwindigkeit und Richtung durch Variationen der Schubkraft und der Raketenmasse auswirken.

Die Schülerinnen und Schüler erforschen zudem die Schwerkraft und den Luftwiderstand und analysieren, wie sich die Gravitationskraft und der Luftwiderstand auf die Stabilität, den Aufstieg und die maximale Flughöhe der Rakete auswirken. Die Untersuchung der Treibstoffeffizienz ermöglicht es ihnen, mit unterschiedlichen Treibstoffarten und Verbrauchsraten zu experimentieren, um ein optimales Verhältnis zwischen Energieverbrauch und Leistung zu ermitteln. Aerodynamische Tests verdeutlichen, wie die Form und die verwendeten Materialien der Rakete dazu beitragen, den Luftwiderstand zu minimieren, die Geschwindigkeit zu steigern und die Stabilität zu sichern. Durch iterative Tests durchlaufen die Schülerinnen und Schüler den ingenieurtechnischen Entwicklungsprozess und optimieren das Design ihrer Rakete, um spezifische Flugziele zu erreichen.

Dieses Projekt richtet sich an Lernende im Alter von 12 bis 18 Jahren mit grundlegenden Vorkenntnissen. Es ist geeignet für Schüler der Mittel- und Oberstufe, die über Basiskenntnisse in Algebra und Physik verfügen und ein Interesse an der Weltraumforschung haben. Durch die Verbindung von Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik bietet dieses Projekt eine praxisnahe, interaktive Lernerfahrung im Metaverse, die MINT-Konzepte anschaulich darstellt.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



## *Lernziele*

Durch dieses Projekt erwerben die Schülerinnen und Schüler eine Vielzahl wertvoller Fähigkeiten und Kenntnisse. Sie entwickeln ein Verständnis für Physik und Bewegung, indem sie zentrale Konzepte wie Newtons Bewegungsgesetze untersuchen und lernen, wie Raketen durch Schubkraft und Antriebskraft funktionieren. Indem sie Faktoren wie Kraft, Geschwindigkeit und Flugbahn mithilfe mathematischer Formeln berechnen, verknüpfen sie Mathematik mit realen Anwendungen und üben grundlegende Algebra- und Physikgleichungen, um die Flugbahn von Raketen vorherzusagen. Der ingenieurtechnische Prozess wird deutlich, wenn die Schülerinnen und Schüler ihre Raketen entwerfen, testen und optimieren. Dabei lernen sie, Probleme zu identifizieren, Anpassungen vorzunehmen und Lösungen zu entwickeln – ähnlich wie professionelle Ingenieure. Darüber hinaus formulieren sie durch Experimente Hypothesen, testen Ideen und analysieren Daten. Sie sammeln praktische Erfahrungen in der Datenerfassung und -interpretation und beobachten, wie Variablen wie Treibstofftyp und Startwinkel die Ergebnisse beeinflussen. Zudem entwickeln sie digitale Kompetenzen, indem sie in einem Metaverse-Labor arbeiten, virtuelle Umgebungen erkunden und digitale Werkzeuge nutzen – essentielle Fähigkeiten für technologieorientierte Berufe. Darüber hinaus stärken die Schülerinnen und Schüler ihre Kommunikations- und Teamfähigkeiten, indem sie in einem virtuellen Raum zusammenarbeiten, Ideen austauschen, gemeinsam Projekte entwickeln und Ergebnisse diskutieren. Durch die Verknüpfung von Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik bietet dieses Projekt eine ansprechende und praxisnahe Möglichkeit, wichtige MINT-Kompetenzen in einer immersiven, virtuellen Umgebung zu erlernen.

## *Praktische Tätigkeiten im Metaverse*

Die Studierenden beteiligen sich an interaktiven Aktivitäten in einem virtuellen Labor im Metaverse, wo sie untersuchen können, wie verschiedene Variablen den Start einer Rakete beeinflussen. Zu Beginn betreten sie ein digitales Labor, das eine Rakete und ein Bedienfeld enthält, dessen Einstellungen sie anpassen können. Sie entwerfen keine Raketen, sondern experimentieren mit Variablen wie Schubkraft, Treibstoffart, Masse und Aerodynamik. Zunächst beobachten sie einen Standardraketenstart, um das Verhalten der Rakete vor jeglichen Änderungen zu analysieren. Sobald sie mit dem Setup vertraut sind, experimentieren die Studierenden, indem sie jeweils eine Variable verändern, wie beispielsweise die Schubkraft oder die Treibstoffart, und starten die Rakete, um die Auswirkungen jeder Änderung auf Geschwindigkeit, Höhe und Flugbahn zu beobachten. Sie können mehrere Tests durchführen, wobei sie jedes Mal unterschiedliche Einstellungen vornehmen und die Veränderungen im Raketenverhalten beobachten. Während der Anpassungen dokumentieren sie die Ergebnisse und halten fest, wie sich jede Änderung auf den Flug der Rakete auswirkt. Nach mehreren Tests werten die Studierenden die gesammelten Daten im Vergleich zu ihrer Hypothese aus, um zu überprüfen, ob die Rakete wie erwartet funktioniert hat. Anschließend analysieren sie, wie verschiedene Variablen die Leistung der Rakete beeinflusst haben, und verstehen so die wissenschaftlichen Grundlagen der vorgenommenen Änderungen. Die Schüler vergleichen ihre Ergebnisse dann mit denen ihrer Klassenkameraden, indem sie deren virtuelle Räume besuchen, um deren Tests einzusehen und ihre Erkenntnisse zu diskutieren.

Abschließend stellen die Schüler ihre Ergebnisse der Klasse vor und berichten über die durchgeführten Anpassungen, die Leistung der Rakete und ihre Erkenntnisse. Dieser kooperative Ansatz erlaubt es ihnen, voneinander zu lernen und sich gegenseitig Rückmeldungen zu geben, wodurch ihr Verständnis der zugrunde liegenden Physik vertieft wird.



Co-funded by  
the European Union



### *Notwendige Werkzeuge und Software*

VR-Headset und ein Smartphone mit der Google Cardboard-Anwendung.

### *Erweiterungen und zukünftige Entdeckungen*

Nach der Durchführung dieses Projekts sind die Schüler in der Lage, ihr Wissen auf vielfältige Weise zu vertiefen. Sie könnten mit komplexeren Variablen experimentieren, indem sie verschiedene Faktoren wie Treibstoffart und -masse kombinieren, um die effizienteste Rakete zu entwickeln. Eine weitere Möglichkeit, den Einfluss von Schwerkraft und atmosphärischen Bedingungen auf die Raketenleistung zu verstehen, besteht darin, Raketenstarts in unterschiedlichen Umgebungen wie auf dem Mond oder Mars zu simulieren. Die Schüler könnten sich auch intensiver mit der Mathematik hinter Raketenstarts auseinandersetzen und komplexere Berechnungen durchführen, um Flugbahnen oder optimale Startwinkel vorherzusagen. Darüber hinaus könnten sie einen Missionsplan für einen Raketenstart erstellen und verschiedene Konfigurationen testen, um spezifische Ziele zu erreichen. Gemeinsame Weltraumforschungsprojekte ermöglichen es den Schülern, an größeren Herausforderungen zu arbeiten, wobei sich jeder auf einen anderen Aspekt der Rakete konzentriert. Sie könnten ihre virtuellen Experimente sogar mit der realen Weltraumforschung verknüpfen, indem sie aktuelle Missionen und Raketentechnologien recherchieren. Die Schüler könnten ein Portfolio ihrer Experimente erstellen, in dem sie ihren Prozess und ihre Ergebnisse dokumentieren. Dies unterstützt sie dabei, über ihre Lernerfahrungen zu reflektieren und zu erkennen, wie ihre virtuelle Arbeit mit der realen Wissenschaft verknüpft ist. Diese Aktivitäten tragen dazu bei, dass die Schüler ihr Wissen kontinuierlich erweitern und das Gelernte auf neue und spannende Weise anwenden können.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



# KÖRPER IN EINER VIRTUELLEN REALITÄT ERKUNDEN

## *Projektübersicht*

Dieses Projekt empfiehlt die Entwicklung einer fesselnden und lehrreichen VR-Aktivität zum Thema Festkörper für den Unterricht. Es stellt eine ausgezeichnete Methode dar, um Schülerinnen und Schülern die Eigenschaften und Merkmale unterschiedlicher Festkörperarten näherzubringen. Die Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit, dreidimensionale Formen und Konzepte zu visualisieren und mit ihnen zu interagieren.

Dieses Projekt richtet sich an Schüler im Alter von 12 bis 18 Jahren mit grundlegenden Vorkenntnissen. Es ist geeignet für Schüler der Mittel- und Oberstufe, die über Basiskenntnisse in Geometrie und Mathematik im Bereich von Körpern und Polygonen verfügen.

## *Lernziele*

Eines der zentralen Ziele der Unterrichtseinheit besteht darin, den Schülern zu verdeutlichen, dass es verschiedene Typen von Festkörpern gibt. Jeder Festkörper weist unterschiedliche Eigenschaften und Formen auf, und durch diese virtuelle Umgebung haben die Schüler die Möglichkeit, die verschiedenen Arten von Festkörpern zu manipulieren, zu vergleichen und zu differenzieren.

Die Aktivität beginnt mit einer kurzen theoretischen Einführung in die Welt der geometrischen Körper. Mithilfe eines Whiteboards oder Projektors werden Bilder verschiedener Körper wie Würfel, Kugel, Pyramide, Kegel und Zylinder präsentiert, und ihre Eigenschaften – Flächen, Kanten und Ecken – werden erläutert. Abschließend werden Beispiele für Körper aus dem Alltag vorgestellt. Im zweiten Teil der Aktivität lernen die Schüler den Umgang mit Virtual-Reality-Brillen und deren Steuerung, um Objekte zu manipulieren, zu bewegen und zu drehen. Es wird demonstriert, wie man mit dem VR-Headset und den Controllern Objekte in der virtuellen Umgebung bewegt, skaliert und dreht. Die Schüler werden daran erinnert, beim Gebrauch der VR-Brillen stets auf ihre Umgebung zu achten.

Anschließend betreten die Schüler die virtuelle Realität, wo sie mit 3D-Modellen von Festkörpern interagieren werden.

Die Schüler haben die Gelegenheit, verschiedene geometrische Körper in 3D zu erkunden. Sie können diese Formen drehen, skalieren und anpassen, um ihre Struktur zu begreifen. Manipulation: Die Schüler passen die Größe der Körper an und zählen die Flächen, Kanten und Ecken.

Die Schüler sollen die unterschiedlichen Körper identifizieren und sie nach ihren Eigenschaften klassifizieren (z. B. wie viele Flächen ein Würfel im Vergleich zu einer Kugel aufweist). Die Schüler vergleichen verschiedene Körper nebeneinander, um die Unterschiede und Gemeinsamkeiten ihrer geometrischen Merkmale zu erkennen.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



## *Praktische Tätigkeiten im Metaverse*

Anschließend betreten die Schüler die virtuelle Realität, wo sie mit 3D-Modellen von Festkörpern interagieren werden.

Die Schüler haben die Gelegenheit, verschiedene geometrische Körper in 3D zu erkunden. Sie können diese Formen drehen, skalieren und anpassen, um ihre Struktur zu begreifen. Manipulation: Die Schüler passen die Größe der Körper an und zählen die Flächen, Kanten und Ecken.

Die Schüler sollen die unterschiedlichen Körper identifizieren und sie anhand ihrer Merkmale kategorisieren (z. B. wie viele Flächen ein Würfel im Vergleich zu einer Kugel aufweist). Die Schüler vergleichen verschiedene Körper nebeneinander, um die Unterschiede und Gemeinsamkeiten ihrer geometrischen Eigenschaften zu erkennen. Abschließend können wir die Schüler auffordern, mithilfe von angeleiteten Aktivitäten eine Struktur aus verschiedenen Körpern zu konstruieren oder Aufgaben wie „Baue ein Gebäude aus einem Würfel und einem Kegel“ zu lösen.

### *Notwendige Werkzeuge und Software*

Für die Teilnahme an diesem Projekt benötigen die Studierenden Folgendes:

Bildungs-Metaverse-Plattform; Dies wird die zentrale Umgebung für praktische Übungen sein. Sie muss unbedingt zugänglich, benutzerfreundlich und mit schulischen Endgeräten (Laptops, Tablets oder VR-Brillen) kompatibel sein.

### *Erweiterungen und zukünftige Entdeckungen*

Diese VR-Aktivität ermöglicht es den Schülern, ein vertieftes, interaktives Verständnis von geometrischen Körpern zu entwickeln und sie visuell, mental und physisch in den Lernprozess einzubeziehen. Am Ende der Aktivität können wir die Schüler auffordern, ihre VR-Brillen abzulegen und darüber nachzudenken, wie die Aktivität ihre Perspektive auf Geometrie beeinflusst haben könnte. Wir bitten sie um Rückmeldungen zu ihrer VR-Erfahrung: Wie empfanden sie die Lernumgebung? Was hat ihr Interesse besonders geweckt? Anschließend können wir ihnen eine Herausforderung stellen: Sie sollen in der VR-Welt eine Struktur oder ein Objekt aus verschiedenen geometrischen Körpern gestalten. Beispielsweise können sie eine geometrische Stadt oder eine Pyramide ausschließlich aus Würfeln und Zylindern konstruieren.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELOS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



EURASIA INSTITUTE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMAN



City of Malmö



# Untersuchung von Pollen im Metaverse

## Projektübersicht

Ziel des Projekts ist es, den Stoffaustausch zwischen Chlorophyll in Pflanzen und ihrer Umwelt zu veranschaulichen. Die zentralen Konzepte sind biologischer Natur: Photosynthese und Energietransfer in Ökosystemen, aber auch physikalischer und chemischer Natur, da Konzepte wie gelöste Gase, die Identifizierung von Sauerstoff und die Wellenlängen des Lichts eine Rolle spielen. Nachdem die Schüler den Gasaustausch zwischen Pflanzen und ihrer Umwelt erkannt haben, können sie ihre Untersuchung fortsetzen, indem sie die für die Photosynthese wirksamen Lichtwellenlängen bestimmen. Dieses virtuelle Labor richtet sich an Schüler mit naturwissenschaftlichen Vorkenntnissen vom Anfänger- bis zum Fortgeschrittenenniveau. Die verwendeten Geräte sind einfach und die Ergebnisse sind leicht verständlich. Neben der Erforschung der Photosynthese liegt ein besonderer Schwerpunkt dieser Aktivität auf Pollen und seiner Rolle bei der Pflanzenvermehrung. Innerhalb des Metaverse beobachten die Schüler Pollenkörner unter dem Mikroskop, analysieren ihre Struktur und verfolgen ihre Bewegung von den Staubbeuteln zur Narbe während der Bestäubung. Mithilfe interaktiver Simulationen können die Lernenden Variablen wie Wind, Insekten und Umweltbedingungen anpassen, um zu verstehen, wie Pollen übertragen wird und wie eine erfolgreiche Bestäubung das Pflanzenwachstum und die Fortpflanzung fördert. Dieser immersive Ansatz ermöglicht es den Schülern, Prozesse zu visualisieren, die normalerweise mit bloßem Auge nicht sichtbar sind, und vertieft ihr Verständnis für die Lebenszyklen von Pflanzen.

## Lernziele

Die wissenschaftlichen Fähigkeiten, die die Schüler erlernt haben, sind experimenteller Art: Entwicklung und Implementierung eines Protokolls, Variation eines Parameters zum Vergleich (Kontrollversuch), Kommunikation und Interpretation der Ergebnisse. Die Gruppenarbeit fördert die Kooperationsfähigkeit und den Austausch von Ergebnissen.

## Praktische Tätigkeiten im Metaverse

Im Metaverse tauchen Studierende in eine virtuelle Pflanzenumgebung ein, in der Pollen in unterschiedlichen Maßstäben beobachtet und erforscht werden können. Sie beginnen damit, Pollenkörner sorgfältig zu analysieren und deren Form, Größe sowie Oberflächenstruktur zu betrachten, die normalerweise mit dem bloßen Auge nicht erkennbar sind.

Schüler können auf folgende Weise mit Pollen in Kontakt treten:

- Bestimmung des Standorts, an dem der Pollen in der Pflanze erzeugt wird (Anthere)
- Pollenkörner auf die Narbe übertragen, um die Bestäubung zu simulieren.
- Beobachten, wie Pollen durch den Wind oder Insekten verbreitet werden.
- Vergleich von erfolgreichen und erfolglosen Bestäubungsszenarien
- Durch diese einfachen Interaktionen begreifen die Schüler die Bedeutung des Pollens für die Pflanzenvermehrung und die wesentliche Rolle des Pollentransfers für das Wachstum der Pflanzen.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



Teil 2: Untersuchung der Photosynthese in einem virtuellen Labor. Schüler hören häufig den Ausdruck „Wälder sind die Lunge des Planeten“. In dieser Aktivität analysieren die Schüler die Bedeutung dieser Aussage, indem sie ihre eigenen Konzepte in einem virtuellen Labor erproben. Vor dem Start des Experiments erörtern die Studierenden ihre anfänglichen Ideen, die sich in der Regel in zwei Haupthypothesen unterteilen lassen:

*Pflanzen nehmen Sauerstoff auf und setzen Kohlendioxid frei.*

- *Einrichtung eines digitalen Labors:*
- *Im Metaverse-Labor erhalten die Studierenden Zugang zu virtuellen Materialien, darunter:*
- *Ein mit Wasser gefülltes Becken (abgekochtes Wasser ohne Kohlensäure, Leitungswasser oder mit Kohlendioxid angereichertes Wasser)*
- *Bechergläser, Trichter und Reagenzgläser*
- *Fragmente von Wasserpflanzen.*
  
- *Zusätzliches, nicht zwingend erforderliches Material soll das kritische Denken und die Entscheidungsfindung unterstützen. Die Schüler arbeiten in Gruppen, um einen Versuchsaufbau zu entwerfen, mit dem sie ihre Hypothesen überprüfen können. Jede Gruppe dokumentiert ihren Vorschlag in einem gemeinsamen virtuellen Raum, in dem andere Gruppen den Entwurf einsehen und kommentieren können. Nach Diskussion und Rückmeldung genehmigt die Lehrkraft die endgültigen Versuchsaufbauten.*

*Notwendige Werkzeuge und Software*

Um an diesem Projekt teilzunehmen, benötigen die Studierenden Zugriff auf Folgendes:

- Für ein immersives virtuelles Laborerlebnis ist ein VR-Headset oder ein Smartphone mit Google Cardboard erforderlich.
- Eine Plattform für das Metaverse

*Erweiterungen und zukünftige Entdeckungen*

Sobald die Studierenden den CO<sub>2</sub>-Verbrauch und die Sauerstoffabgabe der Pflanze in Abhängigkeit vom Licht nachgewiesen haben, können sie ihre Überlegungen fortsetzen, indem sie die effektivsten Wellenlängen des Lichts für die Photosynthese bestimmen. Hierzu müssen neue Versuchsaufbauten entwickelt werden, bei denen die Wellenlängen der Lichtquelle variiert werden. Im virtuellen Labor kann ein Chlorophyll-Absorptionsspektrum erstellt werden: Spinatblätter werden in einem Mörser mit Ethanol zermahlen, und das Absorptionsspektrum der Suspension wird mit einem Spektroskop erfasst. Ein Vergleich der Ergebnisse mit den zuvor ermittelten effektiven Wellenlängen für die Photosynthese zeigt, wie gut die vom Chlorophyll absorbierten Wellenlängen mit den effektiven Wellenlängen für die Photosynthese übereinstimmen.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



# Virtuelles Labor zur Untersuchung von Linsen und der Entstehung von Bildern durch Linsen

## Projektübersicht

Dieses Projekt bietet Studierenden die Möglichkeit, grundlegende Konzepte der Optik in einer interaktiven virtuellen Umgebung zu erkunden. Konkret können sie in einem virtuellen Labor im METAVERSE mit den Variablen experimentieren, die die Bildentstehung durch Linsen beeinflussen. Dadurch haben sie die Gelegenheit, direkt zu beobachten, wie sich Änderungen verschiedener Parameter auf die Art, Schärfe und Größe des Bildes auswirken. Das Ziel des Projekts besteht darin, den Studierenden praktische Erfahrungen im Verständnis grundlegender optischer Prinzipien wie Brechung und Bildentstehung durch Sammell- und Zerstreuungslinsen zu vermitteln. Das Projekt unterstützt sie dabei, zu verstehen, wie sich Änderungen von Position, Fokus und Linsentyp auf das Verhalten von Licht und Bildern auswirken, und vermittelt ihnen durch eine interaktive und leicht verständliche Anwendung ein tiefes Verständnis optischer Phänomene.

## Lernziele

Die Grundprinzipien verstehen von:

Optik – Die Schüler werden untersuchen, wie Sammell- und Zerstreuungslinsen arbeiten und wie sie durch Lichtbrechung Bilder erzeugen.

- Praktische Anwendungen optischer Formeln – Die Studierenden nutzen mathematische Formeln, um Brennweiten, Größe und Art des erzeugten Bildes zu berechnen, und experimentieren mit Parametern wie der Objektentfernung und der verwendeten Linse.
- Experimentieren mit unterschiedlichen Linsentypen – Die Schüler untersuchen das Verhalten verschiedener Linsen (konvex und konkav) und beobachten, wie diese Linsen den Lichtstrahl beeinflussen und reale oder virtuelle, vergrößerte oder verkleinerte Bilder erzeugen.
- Förderung des kritischen Denkens und der Problemlösungsfähigkeiten – Die Schülerinnen und Schüler werden die Prinzipien der Physik anwenden, um experimentelle Szenarien zu entwickeln und Parameter zu variieren, um unterschiedliche Effekte zu beobachten und Hypothesen basierend auf den gesammelten Daten zu überprüfen.
- Vertrautmachen mit wissenschaftlichen und technologischen Anwendungen der Optik – Die Studierenden werden durch einen interaktiven Ansatz die praktischen Anwendungen der Optik in unterschiedlichen Bereichen, wie z. B. optischen Instrumenten (Mikroskope, Teleskope, Brillen), nachvollziehen.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



Wesentliche behandelte Konzepte:

- **Sammel- und Zerstreuungslinsen** – Die Schüler werden die Unterschiede zwischen Linsen, die Licht fokussieren (Sammellinsen), und solchen, die es streuen (Zerstreuungslinsen), analysieren und erfahren, wie reale und virtuelle Bilder entstehen.
- **Lichtbrechung** – Das Prinzip der Lichtbrechung wird durch Linsen analysiert. Hierbei wird untersucht, wie Veränderungen des Winkels und des Materials die Richtung und den Verlauf des Lichts beeinflussen.
- **Brennweite** – Die Schüler erfahren, wie die Brennweite von Linsen berechnet wird und beobachten, wie sie die Größe und Schärfe des entstehenden Bildes beeinflusst.

### *Praktische Tätigkeiten im Metaverse*

Die Studierenden beteiligen sich an interaktiven Übungen in einem virtuellen Labor im Metaverse. Dort analysieren sie, wie unterschiedliche Variablen die Bildentstehung durch Linsen beeinflussen. Zunächst betreten sie ein digitales Labor, das Sammel- und Zerstreuungslinsen sowie ein virtuelles Objekt enthält, dessen Bild sie beobachten. Sie modifizieren Variablen wie Brennweite, Linsentyp und Objektposition, um die Auswirkungen auf das entstehende Bild zu untersuchen.

Zunächst beobachten die Studierenden, wie in einer Standardsituation mit den Standardeinstellungen des virtuellen Labors ein Bild erzeugt wird. Sie analysieren das resultierende Bild und beobachten dessen Verhalten in Abhängigkeit von der Position des Objekts und dem Abstand zur Linse. Sobald sie mit diesem Prozess vertraut sind, experimentieren sie, indem sie jeweils eine Variable verändern. Beispielsweise verändern sie den Abstand des Objekts zur Linse oder den Linsentyp (Sammel- oder Zerstreuungslinse), um zu beobachten, wie sich dies auf die Schärfe und die Art des Bildes (reell oder virtuell, umgekehrt oder aufrecht) auswirkt.

Die Studierenden führen verschiedene Experimente durch, nehmen Anpassungen vor und beobachten die Veränderungen im Bildverhalten. Sie haben zudem die Möglichkeit, mit Objektiven unterschiedlicher Brennweite zu experimentieren, um zu verstehen, wie diese die Größe und Form des Bildes beeinflussen. Sie dokumentieren die Ergebnisse und analysieren, wie sich jede Änderung der Variablen (Objektabstand, Objektivtyp, Brennweite) auf die Bildentstehung auswirkt.

Nach der Durchführung mehrerer Tests analysieren die Studierenden die gewonnenen Daten und vergleichen sie mit den zu Beginn aufgestellten Hypothesen, um zu überprüfen, ob das Bild ihren Erwartungen entspricht. Sie erörtern, wie die untersuchten Variablen die Art und Schärfe des Bildes beeinflusst haben, und untersuchen die Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten und ihren Anwendungen in realen optischen Geräten wie Mikroskopen, Teleskopen und Kameras.

Die Studierenden haben die Gelegenheit, gemeinsam zu arbeiten und die virtuellen Labore ihrer Kommilitonen zu besuchen, um deren Experimente zu beobachten und die Ergebnisse zu erörtern. Dieser Austausch ermöglicht es ihnen, ihre Beobachtungen zu teilen und voneinander zu lernen. Abschließend präsentieren die Studierenden ihre Ergebnisse der Gruppe und erläutern ausführlich die vorgenommenen Anpassungen, die Bildentwicklung und ihre Erkenntnisse zur Linsenoptik. Dieser kollaborative und praxisorientierte Ansatz vertieft das Verständnis von Lichtbrechung und Bildentstehung und fördert sowohl kritisches Denken als auch ein besseres Verständnis der physikalischen Prinzipien in der Optik.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



### *Notwendige Werkzeuge und Software*

Um an diesem Projekt teilzunehmen, benötigen die Studierenden Zugriff auf Folgendes:

- Für ein immersives virtuelles Laborerlebnis ist ein VR-Headset (z. B. Oculus Quest, HTC Vive) oder ein Smartphone mit Google Cardboard erforderlich.
- Eine Plattform für das Metaverse

### *Erweiterungen und zukünftige Entdeckungen*

Nach der Durchführung dieses Projekts haben die Schüler die Möglichkeit, ihr Wissen auf vielfältige Weise zu vertiefen. Sie könnten mit komplexeren Variablen experimentieren, indem sie verschiedene Linsentypen kombinieren und anordnen, um anspruchsvolle optische Systeme wie Mikroskope oder Teleskope zu entwickeln. Eine weitere Möglichkeit zur Vertiefung der Konzepte besteht darin, die Bildentstehung in unterschiedlichen Umgebungen, wie beispielsweise unter Wasser, zu simulieren, um zu verstehen, wie der Brechungsindex den Verlauf von Lichtstrahlen beeinflusst.

Die Studierenden könnten ebenfalls die mathematischen Formeln zur Bildentstehung analysieren und mithilfe von Linsengleichungen die Position und Größe der in unterschiedlichen Konfigurationen erzeugten Bilder berechnen. Zudem könnten sie Experimente planen, um die optimalen Linsenparameter für die angestrebte Anwendung zu bestimmen und verschiedene Kombinationen auszuprobieren, um eine maximale Bildschärfe zu erreichen.

Die Studierenden haben die Möglichkeit, ein Portfolio ihrer Experimente zu erstellen, in dem sie ihre Beobachtungen und Schlussfolgerungen festhalten, um ihren Fortschritt zu reflektieren und Verbindungen zwischen der erlernten Theorie und praktischen Anwendungen herzustellen. Diese Aktivitäten unterstützen sie dabei, ihr Wissen zu festigen und das Gelernte auf neue und interessante Weise anzuwenden.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



# Erneuerbare Energien durch immersives Lernen in MINT-Fächern entdecken

## *Projektübersicht*

Dieses Projekt ermöglicht es Schülerinnen und Schülern, erneuerbare Energiesysteme durch interaktive, praxisnahe Aktivitäten im Metaverse zu erkunden. In virtuellen Umgebungen, die für die Energieerzeugung und Nachhaltigkeit gestaltet sind, analysieren sie, wie Solaranlagen, Windkraftanlagen und andere erneuerbare Technologien Strom erzeugen und moderne Gesellschaften unterstützen. Im Metaverse konstruieren, platzieren, testen und optimieren die Schülerinnen und Schüler aktiv erneuerbare Energiesysteme, beispielsweise durch die Installation von Solaranlagen auf Gebäuden oder die strategische Positionierung von Windkraftanlagen. Durch Experimentieren und Problemlösen erwerben sie ein praktisches Verständnis dafür, wie erneuerbare Energien funktionieren, wie die Energieeffizienz gesteigert werden kann und wie technische Entscheidungen die Energieausbeute beeinflussen. Das Projekt fördert MINT-basiertes Lernen und vereint Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik, um den Schülerinnen und Schülern mithilfe immersiver digitaler Werkzeuge ein Verständnis für reale Herausforderungen und Lösungen im Energiebereich zu vermitteln.

## *Lernziele*

In dieser Aktivität erwerben die Schülerinnen und Schüler ein Verständnis dafür, wie erneuerbare Energiesysteme wie Solaranlagen und Windkraftanlagen Strom erzeugen. Sie setzen MINT-Kenntnisse ein, um in einer virtuellen Metaverse-Umgebung Lösungen für erneuerbare Energien zu entwerfen, zu testen und zu optimieren. Dabei verwenden sie digitale Werkzeuge, um Energieausbeute und Effizienz zu messen. Durch die Anpassung von Variablen, die die Energieproduktion beeinflussen, lernen die Schülerinnen und Schüler, Schlüsselfaktoren für die Systemleistung zu identifizieren, Daten zur Energieeffizienz zu erfassen und zu interpretieren sowie die Effektivität ihrer Entwürfe zu bewerten. Die Aktivität fördert zudem die Kommunikationsfähigkeit, da die Schülerinnen und Schüler ihre Designentscheidungen und Ergebnisse anhand der Erkenntnisse aus ihren virtuellen Experimenten klar präsentieren und begründen.

## *Praktische Tätigkeiten im Metaverse*

Jede Gruppe dokumentiert ihre Ergebnisse zur Energieausbeute, ihre Designentscheidungen und die Änderungen, die die Systemeffizienz verbessert oder verringert haben, und präsentiert ihre Ergebnisse anschließend der Klasse. Darauf folgt ein Planungstreffen für erneuerbare Energien, in dem die Studierenden an einem Stadtplanungsszenario teilnehmen und entscheiden müssen, wie eine Stadt mithilfe von Solaranlagen und Windkraftanlagen mit Energie versorgt werden kann. Während der Diskussion bewerten die Studierenden, wo Solaranlagen platziert werden sollten, wo Windkraftanlagen am effektivsten sind, wie die Energieerzeugung mit der verfügbaren Fläche in Einklang gebracht werden kann und welches System für erneuerbare Energien basierend auf ihren gesammelten Daten die höchste Energieausbeute erzielt. Im Metaverse haben die Studierenden die Möglichkeit, dies selbst zu erleben; sie können beispielsweise Solaranlagen auswählen und optimal anordnen.



Co-funded by  
the European Union



### *Benötigte Werkzeuge und Software*

- Computer oder Tablets
- Zugang zur Metaverse-Plattform.
- VR-Headsets
- Papier und Stift zum Anfertigen von Notizen

### *Erweiterungen und zukünftige Entdeckungen*

Zukünftige Erweiterungen dieser Aktivität könnten die Einbeziehung zusätzlicher erneuerbarer Energiequellen wie Wasserkraft oder Geothermie sowie von Energiespeichersystemen und intelligenten Stromnetzen beinhalten, um die tatsächliche Energieinfrastruktur besser abzubilden. Fortgeschrittenere Szenarien könnten zudem reale Einschränkungen wie Wetterbedingungen, Bevölkerungsbedarf, Landverfügbarkeit und Budgetgrenzen berücksichtigen. Dies würde den Studierenden ermöglichen, realistischere und nachhaltigere städtische Energiepläne zu entwickeln und gleichzeitig ihre Fähigkeiten im kritischen Denken, in der Datenanalyse und in der Entscheidungsfindung zu fördern.



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And

AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELÓS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMAN



# Menschliche Verdauung: Eine virtuelle Entdeckung

## *Projektübersicht*

Diese Aktivität bietet Schülern die Möglichkeit, das menschliche Verdauungssystem durch eine interaktive Simulation im Metaverse zu erkunden. Indem sie den Verlauf von Nahrung und Flüssigkeiten durch den Körper verfolgen, beobachten sie Schritt für Schritt, wie die Verdauung von der Aufnahme über die Resorption bis zur Ausscheidung erfolgt. Die virtuelle Umgebung erlaubt es den Lernenden, innere Organe und Prozesse zu visualisieren, die im realen Leben schwer zu beobachten sind, und fördert somit ein tieferes Verständnis der menschlichen Biologie durch immersives, praxisorientiertes Lernen.

## *Lernziele*

Durch diese Aktivität erwerben die Schüler ein Verständnis für die Struktur und die Funktion des Verdauungssystems sowie dafür, wie Nahrung und Getränke im menschlichen Körper verarbeitet werden. Sie untersuchen die Rolle verschiedener Verdauungsorgane, erkennen die Nährstoffaufnahme und verwenden digitale Werkzeuge im Metaverse, um den Verdauungsprozess zu beobachten, zu analysieren und zu erläutern. Dabei verbessern sie ihre Fähigkeiten in wissenschaftlicher Forschung, Beobachtung und Kommunikation.

## *Praktische Tätigkeiten im Metaverse*

In dieser praktischen Übung tauchen die Schüler in einen virtuellen menschlichen Körper im Metaverse ein und erkunden den Verdauungsprozess interaktiv und angeleitet. Die Übung beginnt im Mund, wo die Schüler beobachten, wie Nahrung durch Kauen mechanisch zerkleinert und mit Speichel vermischt wird. Sie können verschiedene Speisen und Getränke auswählen (z. B. feste Nahrung, Flüssigkeiten, gesunde und weniger gesunde Optionen) und sehen, wie sich diese Auswahl auf die Verdauung auswirkt. Anschließend verfolgen sie den Weg der Nahrung durch die Speiseröhre in den Magen, wo sie die chemische Verdauung und die Rolle der Magensäfte beobachten. Durch die Interaktion mit der Simulation erfahren die Schüler, wie Nahrung in eine halb feste Substanz umgewandelt wird und wie die Verdauungszeit je nach Art der verzehrten Nahrung variiert. Danach erkunden die Schüler den Dünndarm, wo die Nährstoffaufnahme stattfindet. Das Metaverse ermöglicht es ihnen, heranzuzoomen und zu beobachten, wie Nährstoffe die Darmwand passieren und in den Blutkreislauf gelangen. Die Schüler identifizieren, welche Nährstoffe aufgenommen werden, und diskutieren, warum dieser Schritt für die Energiegewinnung und die Aufrechterhaltung der Körperfunktionen so entscheidend ist.

Die Verdauung wird im Dickdarm fortgesetzt, wo die Schüler die Wasseraufnahme und die Bildung von Stuhl beobachten. Sie können nachvollziehen, was unverdaut bleibt und die letzten Phasen der Verdauung vor der Ausscheidung verstehen.

Im Rahmen der Aktivität bearbeiten die Schüler strukturierte Aufgaben wie zum Beispiel:

Die Funktion jedes Verdauungsorgans bestimmen.

Den Verlauf von Nahrungsmitteln und Getränken im Körper nachverfolgen.

Vergleich der Verdauungsprozesse für unterschiedliche Nahrungsmittelarten

Dokumentation von Beobachtungen unter Verwendung digitaler Arbeitsblätter

Am Ende der Aktivität fassen die Schüler ihre Ergebnisse zusammen und reflektieren darüber, wie das Verdauungssystem als integriertes System funktioniert, indem sie Struktur und Funktion durch interaktive Erkundung im Metaversum miteinander verknüpfen.



Co-funded by  
the European Union



### *Notwendige Werkzeuge und Software*

- Computer oder Tablets
- Zugang zur Metaverse-Plattform.
- VR-Headsets
- Papier und Stift zum Anfertigen von Notizen

### *Erweiterungen und zukünftige Entdeckungen*

Das Verdauungsszenario kann in künftigen Versionen des Metaverse um Nährstoffverfolgung, Vergleiche zwischen gesunder und ungesunder Ernährung sowie den Einfluss der Flüssigkeitsaufnahme auf die Verdauung erweitert werden. Zusätzliche Funktionen könnten es Studierenden ermöglichen, Verdauungsstörungen zu untersuchen oder zu simulieren, wie Lebensstilentscheidungen die Verdauungsgesundheit beeinflussen, wodurch ein tieferes Verständnis und Verbindungen zur realen Welt gefördert werden.



Co-funded by  
the European Union





# BEWERTUNG UND BEURTEILUNG

## MSTEM

### KAPITEL 5

METAVERSE-GESTÜTZTE MINT-AUSBILDUNG FÜR  
EINE NACHHALTIGE UND RESILIENTE ZUKUNFT

*2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516*



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And

AGRUPAMENTO DE  
ESCOLAS DE BARCELOS  
EDUCAÇÃO PÚBLICA DE QUALIDADE



INSPECTORATUL ȘCOLAR  
JUDEȚEAN TELEORMAN



# Einführung: Beurteilung und Bewertung

Dieses Kapitel bietet Lehrkräften in den MINT-Fächern Unterstützung bei der Beurteilung und Bewertung des Lernfortschritts von Schülerinnen und Schülern in der dynamischen und interaktiven Umgebung des Metaverse. Angesichts der wachsenden Verbreitung virtueller und immersiver Technologien im Bildungsbereich sind effektive Bewertungsmethoden entscheidend, um ein umfassendes Bild der Leistungen und Fortschritte der Schülerinnen und Schüler zu erhalten. Das Kapitel behandelt formative und summative Bewertungs- und Benotungsstrategien, die auf die spezifischen Möglichkeiten und Herausforderungen des Metaverse abgestimmt sind. Durch die Integration traditioneller Bewertungsansätze mit modernen virtuellen Werkzeugen können Lehrkräfte Engagement, Problemlösungskompetenz, Zusammenarbeit, technisches Können und die praktische Anwendung von Wissen in Echtzeit verfolgen. Anhand evidenzbasierter Methoden und praktischer Beispiele vermittelt dieses Kapitel Lehrkräften in den MINT-Fächern sowie in anderen Fächern die erforderlichen Kompetenzen und Erkenntnisse, um den Lernerfolg effektiv zu messen und sicherzustellen, dass die Bewertungen präzise, motivierend und auf die Bildungsziele in den MINT-Fächern und anderen Fächern abgestimmt sind.

*„Bewertungen im Metaverse besitzen das Potenzial, die Art und Weise, wie wir Lernprozesse bewerten, grundlegend zu transformieren. Sie können ansprechender und interaktiver gestaltet werden als herkömmliche Bewertungen und Lehrenden umfassende Einblicke in das Verständnis eines Schülers für ein bestimmtes Thema bieten.“*

**Joys, S. (2024)**

Die in diesem Kapitel behandelten Techniken und bewährten Verfahren bieten einen ausgewogenen Rahmen, um aktives Lernen zu fördern, sinnvolles Feedback zu ermöglichen und Lehrenden den Zugang zu den Vorteilen metaversebasierter Lernumgebungen zu erleichtern. Das Ziel besteht darin, die Planung von Leistungsbeurteilungen zu optimieren. Es ist entscheidend zu erkennen, dass dies eine neue Form des Lehrens darstellt und dass sich das Metaverse schnell weiterentwickeln und ausdehnen wird. Je mehr Lehrende sich nicht nur an die Bewertung von Schülerarbeiten im Metaverse gewöhnen, sondern auch gemeinsam Erfahrungen austauschen, kooperieren und voneinander lernen, desto mehr Methoden werden sie erkunden und entwickeln. Diese neue Umgebung bietet sowohl einzigartige Chancen als auch Herausforderungen für Lehrende.

Dies ist ein gemeinschaftliches Projekt aller Lehrkräfte, die das Metaverse im regulären Unterricht integrieren möchten. Um die Leistungen der Schüler zu bewerten, müssen Lehrkräfte das Metaverse als gängiges Hilfsmittel im Klassenzimmer verwenden und es nicht zu einem außergewöhnlichen Ereignis machen, bei dem die Schüler eher explorativ als lernbereit sind.



# Bewertung im Metaversum

Die Leistungsbewertung im Metaverse ermöglicht die Einschätzung von Schülerleistungen und Lernergebnissen in einer dynamischen, interaktiven Umgebung – ein Ansatz, der bisher nicht realisierbar war. Im Gegensatz zu traditionellen Bewertungen, die häufig auf standardisierten Tests basieren, können Metaverse-Bewertungen das Verständnis sowohl der Schüler als auch der Lehrenden erweitern. Für die Schüler bedeutet dies eine verbesserte Lernerfahrung und die Schaffung eines Kontexts, der im heutigen Bildungswesen nicht umsetzbar ist. Für die Lehrenden erweitert es das Verständnis für verschiedene Lernumgebungen und deren Nutzung als Werkzeuge, um die Lernerfolge der Schüler zu fördern. Gleichzeitig ermöglicht es ihnen, Methoden der Leistungsbewertung und -einschätzung im Kontext immersiver Lernerfahrungen zu erlernen und zu verfeinern.

Die nachstehenden Ziele wurden von unterschiedlichen Pädagogen zusammengestellt, die ihre Konzepte zur Leistungsbewertung von Schülern im Metaverse teilen möchten. Es ist entscheidend, dass die Ziele sowohl quantifizierbar als auch bedeutungsvoll sind.

## *Bewerten Sie die Integration zentraler MINT-Kompetenzen.*

Ein Ziel besteht darin, die Entwicklung und Anwendung zentraler MINT-Kompetenzen wie kritisches Denken, Problemlösung, Kreativität und analytisches Schlussfolgern durch interaktive und praxisnahe Aufgaben zu bewerten. Diese grundlegenden Kompetenzen, die häufig als Fähigkeiten des 21. Jahrhunderts bezeichnet werden, finden Anerkennung bei zahlreichen Bildungsorganisationen und sind weltweit als essentielle Fertigkeiten für alle Lernkontexte etabliert. Durch den Einsatz von Simulationen, Problemszenarien und virtuellen Laboren soll ermittelt werden, wie effektiv Schüler theoretisches Wissen in praktischen Situationen anwenden können, die realen MINT-Herausforderungen entsprechen.

## *Messung des Engagements von Studierenden und des aktiven Lernens*

Ein weiteres bedeutendes Ziel ist die Bewertung des Engagements der Studierenden in den Lernaktivitäten innerhalb des Metaverse. Dies umfasst die Analyse von Indikatoren wie der für Aufgaben aufgewendeten Zeit, der Teilnahme an Diskussionen und der Zusammenarbeit in virtuellen Projekten. Durch die Erfassung dieser Kennzahlen können Lehrende besser nachvollziehen, wie aktiv die Studierenden in ihren Lernprozess integriert sind, und Anpassungen vornehmen, um ein hohes Maß an Interesse und Motivation aufrechtzuerhalten. Dies ermöglicht den Lehrenden ein tieferes Verständnis für die individuellen Lernfähigkeiten jedes einzelnen Studierenden und unterstützt sie dabei, Lernumgebungen zu gestalten, die den Bedürfnissen jedes einzelnen Studierenden in ihrer Klasse gerecht werden.



***Bewerten Sie die Anwendung von Kenntnissen und praktischen Fähigkeiten.***

Dieses Ziel hat die Absicht, die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu bewerten, erlerntes Wissen in praktischen Situationen anzuwenden. Durch den Einsatz virtueller Experimente, Gruppenprojekte und Simulationen sollen die Bewertungen die Kompetenz der Schülerinnen und Schüler ermitteln, theoretisches Verständnis in praktische Fertigkeiten umzusetzen – ein wesentlicher Aspekt der MINT-Bildung. Dieses Ziel unterstützt die Entwicklung praktischer Problemlösungsfähigkeiten, die für zukünftige MINT-Berufe von Bedeutung sind. Zudem eröffnet es völlig neue Möglichkeiten, die theoretischen und praktischen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler zu überprüfen, wie es zuvor nicht möglich war.

***Fördern Sie die Selbstreflexion und die gegenseitige Bewertung.***

Ein zentrales Ziel ist die Förderung der Selbstreflexion und der gegenseitigen Beurteilung durch die Studierenden. Dabei ist es entscheidend, die Studierenden frühzeitig einzubeziehen und sie aktiv in die Gestaltung dieses Prozesses einzubinden. Sie sollen mitentscheiden, worüber sie nachdenken und sich ihres eigenen Lernprozesses sowie der Lernprozesse anderer bewusst werden. Durch die Integration von Instrumenten zur Selbstevaluation und zum Feedback von Gleichaltrigen unterstützen Beurteilungen die Studierenden dabei, Selbstwahrnehmung zu entwickeln, persönliche Lernziele zu setzen und die konstruktive Bewertung ihrer eigenen und der Arbeiten anderer zu üben. Dieses Ziel fördert Kompetenzen für lebenslanges Lernen, stärkt die Zusammenarbeit und befähigt die Studierenden, Verantwortung für ihren Lernprozess zu übernehmen. „Die gegenseitige Beurteilung wirkt als starker Motivator und fördert das Verantwortungsgefühl der Studierenden für ihren Lernprozess.“ (Ephraim, N., 2024)

***Bieten Sie praktische Erkenntnisse für Lehrkräfte und Interessengruppen.***

Die Leistungsbeurteilung im Metaverse zielt darauf ab, wertvolle Daten zu generieren, die Lehrkräften, Schulleitungen und Eltern Einblicke in die Lernfortschritte der Schüler bieten. Dadurch wird gewährleistet, dass die Beurteilungen ein klares Bild der Schülerleistungen und der Bereiche mit Verbesserungsbedarf vermitteln. Dies unterstützt alle Beteiligten dabei, die Schüler effektiver zu fördern und die Auswirkungen virtueller Lernwerkzeuge auf die Bildungsergebnisse zu bewerten. Auch die Gespräche zwischen Schülern, Eltern und Lehrkräften profitieren davon, da alle Beteiligten bereits über ein vertieftes Verständnis verfügen.



*Die Wirksamkeit des Unterrichts bewerten und die fortlaufende Verbesserung fördern.*

Ein abschließendes Ziel ist die Verwendung von Bewertungsergebnissen zur Optimierung von Lehrstrategien. Dieses Ziel richtet sich insbesondere an die Lehrkräfte und darauf, wie sie ihre Planung verbessern und das Metaverse optimal nutzen können, um den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler bestmöglich zu fördern. Durch die Analyse von Bewertungsdaten können Lehrkräfte die effektivsten Unterrichtsmethoden identifizieren und ihre Vorgehensweise entsprechend anpassen. Dies schafft einen kontinuierlichen Feedback-Kreislauf, der einen bedarfsgerechten Unterricht ermöglicht und die Qualität der MINT-Bildung in einer Metaverse-Umgebung verbessert.



# Bewertung im Metaversum: Selbstbewertung und Fremdbewertung

Aspekt	Portfolio- und projektbezogene Bewertung	Selbst- und Fremdwahrnehmung
<b>Beschreibung</b>	Die Studierenden entwickeln im Verlauf der Zeit eine Sammlung von Arbeiten oder bearbeiten komplexe, mehrstufige Projekte. Während dieses Prozesses erhalten sie formative Rückmeldungen, die von einer summativen Benotung gefolgt werden.	Die Studierenden denken über ihre eigene Arbeit nach und beurteilen die Beiträge ihrer Kommilitonen, indem sie konstruktives und formatives Feedback bereitstellen.
<b>So funktioniert es im Metaversum</b>	Virtuelle Portfolios können Screenshots, Aufnahmen, abgeschlossene Aufgaben und Gemeinschaftsprojekte wie 3D-Modelle oder simulierte Ingenieurlösungen beinhalten, wobei häufig ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt wird.	Die Studierenden verwenden digitale Journale, Feedbackformulare und kollaborative Bereiche im Metaverse, um über ihre eigene Arbeit sowie die ihrer Kommilitonen nachzudenken und zu diskutieren.
<b>Vorteile</b>	Der Fokus liegt auf kumulativem Lernen, wodurch die Schüler Fortschritte in ihren Fähigkeiten, ihrer Kreativität und einem tieferen Verständnis zeigen können.	Fördert das Bewusstsein für sich selbst, kritisches Denken und Teamarbeit und unterstützt die Schüler dabei, sowohl ihre eigenen Arbeiten als auch die der anderen besser zu erfassen.
<b>Verwendung</b>	Geeignet für die langfristige Bewertung und die Darstellung der Schülerentwicklung, erfordert jedoch eine klare Struktur und kann ressourcenintensiv sein. Die Umsetzung erfolgt am effektivsten in Zusammenarbeit von Lehrkräften unterschiedlicher Fachrichtungen.	Es unterstützt das reflektierende Lernen und die Kooperation unter den Schülern und ermöglicht Lehrkräften Einblicke in die Sichtweisen der Schüler. Für jüngere Schüler ist es herausfordernder, kann jedoch durch vereinfachte Reflexionsübungen angepasst werden.

# Gamifizierte Bewertungsansatz

*Beschreibung: Gamifizierte Bewertung verwendet spielerische Elemente wie Punkte, Levels oder Abzeichen, um Schüler zu motivieren und ihren Fortschritt zu überwachen. Im Wesentlichen geht es darum, den Schülern unmittelbares Feedback zu geben, damit sie weiterhin lernen können.*

*So funktioniert es im Metaversum:*

*Die Schüler erhalten Belohnungen, erfüllen Aufgaben und schalten neue Stufen frei. Die Beherrschung von MINT-Themen wird durch interaktive Aufgaben veranschaulicht. Abzeichen werden für Errungenschaften in virtuellen Physiklaboren vergeben. Hohe Leistung wird bei Programmier- oder Problemlösungsaufgaben gewürdigt.*

*Vorteile:*

*Erhöht die Motivation und das Engagement der Studierenden.  
Gestaltet die Bewertung interaktiv und lohnenswert.  
Vertraute Spielstrukturen steigern die Akzeptanz bei den Schülern.  
Fördert fortlaufendes Feedback und Lernentwicklungen*

*Motivation für diese Methode: Gamifizierte Bewertungsmethoden integrieren Spielelemente, um die Motivation zu erhöhen und das Lernen für Schülerinnen und Schüler unterhaltsamer sowie ansprechender zu gestalten. Diese Methode bietet Lernenden einen ansprechenden Zugang zu Prüfungen. Für Lehrkräfte ist es jedoch von großer Bedeutung, sicherzustellen, dass die Spielelemente das Lernen tatsächlich fördern und nicht lediglich einen Wettbewerb hervorrufen. Um auch Lehrkräften ohne fortgeschrittene Technologie den Einstieg zu erleichtern, können einfachere Gamifizierungselemente wie Level oder Belohnungen in Form von Sternen oder Abzeichen im Unterricht verwendet werden.*

*Das auf Gamifizierungstechniken basierende Metaverse-Lernen umfasst fünf Schritte: Motivation und Zielsetzung, Inhaltserstellung, Diskussion und Interaktion, Übung und Mission sowie Zusammenfassung und Rückmeldung. Der Messprozess beinhaltet einen Abschlusstest. Die Evaluation besteht aus einer Komponente – der Bewertung der gesamten Lernerfahrung. Das Feedback umfasst zwei Komponenten: Rückmeldungen zu den Eingaben und Rückmeldungen zum Lernprozess. (Srisawat, S. & Piriyasurawong, P., 2022)*



# simulationsgestützte Bewertung

*Beschreibung: In der simulationsgestützten Leistungsbewertung werden die Schüler in realistische, virtuelle Szenarien versetzt, in denen sie ihr STEM-Wissen anwenden müssen, um Entscheidungen zu treffen und Probleme zu lösen, um die vom Lehrer gestellten Aufgaben und Herausforderungen zu meistern.*

*So funktioniert es im Metaversum  
Virtuelle Chemieexperimente mit  
Substanzen und Reaktionen  
Fehlerdiagnose in Robotersystemen  
Problemlösung in simulierten Satelliten  
oder technischen Umgebungen.*

## simulationsgestützte

## Bewertung

### *Vorteile*

- *Sicherer Raum zur Bewältigung komplexer Herausforderungen*
- *Fördert das Ausprobieren und das Lernen aus Misserfolgen*
- *Ermöglicht die Bewertung von Fähigkeiten, die in herkömmlichen Klassenzimmern schwer zu erfassen sind.*
- *Erfordert eine Bewertungsstrategie während der Simulationsentwicklung*

### *Motivation für die Anwendung dieser Methode*

- *Realistische Anwendung von MINT-Fähigkeiten*
- *Vertiefter Einblick in die Problemlösungsfähigkeiten der Schüler*
- *Unterstützt sowohl Lernende als auch Lehrende*
- *Technisch herausfordernd*
- *Es wird geraten, mit grundlegenden Simulationen zu starten (z. B. Rollenspiele, praktische Übungen).*



# Szenariobasierte Bewertungen mit verzweigten Auswahlmöglichkeiten

*Beschreibung: Szenariobasierte Bewertungen stellen die Schüler vor situative Herausforderungen, die eine Entscheidungsfindung erfordern und je nach ihren Entscheidungen unterschiedliche Ergebnisse nach sich ziehen.*

*So funktioniert es im Metaversum:*

*Die Studierenden werden in authentische Szenarien innerhalb einer virtuellen Umgebung versetzt. Im Bereich der Umweltwissenschaften treffen Studierende Entscheidungen, um Herausforderungen im Ökosystem zu meistern.*

*Jede Entscheidung hat unterschiedliche Konsequenzen und führt zu verschiedenen zukünftigen Ergebnissen.*

*Pädagogen entwickeln verschiedene Verzweigungsszenarien, die auf den möglichen Entscheidungen der Schüler basieren.*

*Vorteile:*

*Hervorhebt kritisches Denken und Entscheidungsfindung*

*Entwickelt anpassungsfähige Problemlösungsfähigkeiten*

*Spiegelt die Vielschichtigkeit und Ungewissheit der realen Welt wider.*

*Bereitet Schüler auf Berufe in den MINT-Fächern und eine aktive globale Bürgerschaft vor.*

*Motivation zur Anwendung dieser Methode:*

*Ermöglicht den Schülern, ihre Entscheidungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit zu demonstrieren.*

*Der Schwerpunkt liegt auf der schülerzentrierten Lösung von Problemen in komplexen Situationen.*

*Kann für Lehrkräfte ohne ausgeklügelte digitale Werkzeuge eine Herausforderung darstellen.*

*Man kann mit vereinfachten schriftlichen Szenarien oder Multiple-Choice-Fragen beginnen, bevor die vollständige Implementierung des Metaversums erfolgt.*

*Diese Ansätze haben das Ziel, das immersive und interaktive Potenzial des Metaverse bestmöglich auszuschöpfen und Lehrenden in den MINT-Fächern (alle Fachrichtungen) die Möglichkeit zu geben, neben dem Wissenserwerb auch angewandte Fähigkeiten, Engagement, Zusammenarbeit und kritisches Denken zu bewerten. Jeder Ansatz bietet den Lernenden zudem vielfältige und aussagekräftige Möglichkeiten, ihre Lernerfolge zu zeigen und fördert somit letztlich einen dynamischeren und schülerzentrierten Bewertungsprozess.*



# Abschluss

Die Bewertung des Lernerfolgs von Studierenden im Metaverse erfordert einen Paradigmenwechsel sowie eine angepasste Methodik. Sie ermöglicht Lehrenden, über traditionelle Bewertungsmethoden hinauszugehen und umfassendere, schülerzentrierte Ansätze zu verfolgen. Die in diesem Kapitel präsentierten Methoden verdeutlichen, wie immersive Umgebungen durch praxisorientierte Aufgaben, Simulationen und interaktives Feedback ein detaillierteres und aussagekräftigeres Bild des Wissens, der Fähigkeiten und des Lernfortschritts der Studierenden vermitteln können. Effektive Bewertung im Metaverse beruht nicht auf einer einzigen Lösung, sondern auf sorgfältiger Planung, Flexibilität und der Zusammenarbeit der Lehrenden.

Das Metaverse ermöglicht Prüfungen, die Lernfortschritte, praktische Anwendungen und Engagement fördern und durch Echtzeit-Feedback sowie Lernanalysen unterstützt werden. Diese Ansätze kommen nicht nur den Studierenden zugute, indem sie vielfältige und aussagekräftige Möglichkeiten bieten, Lernerfolge zu demonstrieren, sondern unterstützen auch Lehrende und Bildungseinrichtungen durch transparente und umsetzbare Einblicke in den Lernfortschritt. Letztendlich können Lehrende durch die Nutzung innovativer Prüfungsansätze im Metaverse Lernende besser darauf vorbereiten, anpassungsfähige, kooperative und engagierte Weltbürger in einer zunehmend komplexen und technologiegetriebenen Welt zu werden.



# Selbsteinschätzung: Einschätzung & Bewertung

Die nachfolgenden Richtig/Falsch-Aussagen sind dazu gedacht, Lehrkräften zu helfen, die in Kapitel 5 präsentierten Schlüsselkonzepte zu wiederholen und zu vertiefen.

Bewerten Sie jede Aussage basierend auf dem Inhalt von Kapitel 5 als wahr (W) oder falsch (F).

Das Metaverse bietet Bewertungsmethoden, die sich ausschließlich auf die summative Evaluation und nicht auf formative Rückmeldungen fokussieren. Richtig/Falsch  
Simulationsgestützte Prüfungen ermöglichen es Studierenden, in einer geschützten Umgebung zu experimentieren und aus ihren Fehlern zu lernen. (Richtig/Falsch)

Gamifizierte Bewertung beruht ausschließlich auf Wettbewerb und fördert weder Lernfortschritte noch Feedback. Richtig/Falsch

Szenariobasierte Aufgaben mit verzweigten Antwortmöglichkeiten stärken die Entscheidungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit der Schüler. (Richtig/Falsch)

Effektive Leistungsbeurteilung im Metaverse erfordert von Lehrenden, ihre Ansätze an die Bedürfnisse ihrer Studierenden und den technologischen Rahmen anzupassen. (Richtig/Falsch)

Richtig/Falsch-Tests sind am effektivsten als eigenständige Methode zur Bewertung komplexer Problemlösungsfähigkeiten.

Lernanalysen und Echtzeit-Feedback können ein tiefergehendes Verständnis des Lernfortschritts der Studierenden fördern. (Richtig/Falsch)



# Selbsteinschätzung: Bewertungsbogen für Beurteilung und Einschätzung

Lösungsschlüssel

FALSCH

WAHR

FALSCH

WAHR

WAHR

FALSCH

WAHR



Co-funded by  
the European Union



# KARRIEREPFADE IN DEN MINT-FÄCHERN

## MSTEM

### KAPITEL 6

METAVERSE-GESTÜTZTE MINT-AUSBILDUNG FÜR  
EINE NACHHALTIGE UND RESILIENTE ZUKUNFT

*2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516*



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



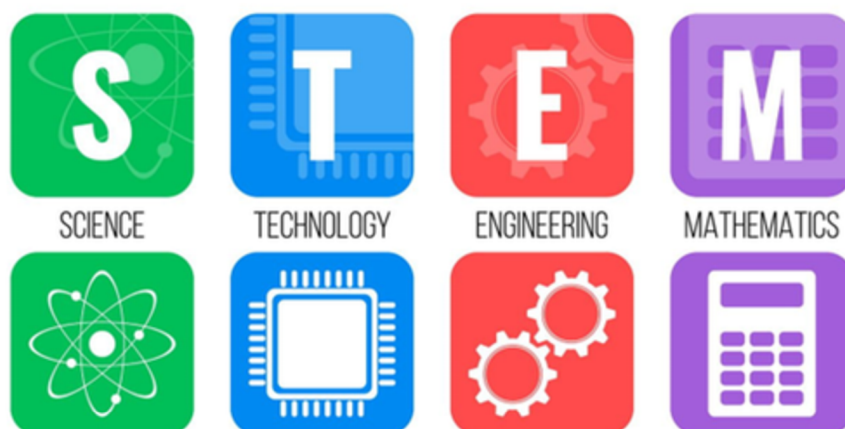
# Einleitung: Begriffserklärung von MINT-Berufen

Die Wahl des zukünftigen Berufs gestaltet sich oft als herausfordernd. Es existiert eine Vielzahl an Studiengängen und Karrieremöglichkeiten, was die Entscheidungsfindung kompliziert. STEM-Berufe bieten jedoch ausgezeichnete Beschäftigungsaussichten, attraktive Arbeitsbedingungen und Entwicklungsmöglichkeiten. Laut dem „Future of Jobs Report 2023“ des Weltwirtschaftsforums werden sich 25 % der gegenwärtigen Arbeitsplätze in den nächsten fünf Jahren verändern, insbesondere aufgrund des technologischen Wandels. Daher gewinnen Studiengänge in den Bereichen Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik (STEM) zunehmend an Relevanz und werden als die Berufe der Zukunft angesehen. Wenn von STEM-Berufen die Rede ist, bezieht sich dies auf das Akronym für Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik (STEM). Dieser wachsende Sektor umfasst somit Studiengänge, die Kenntnisse und Fähigkeiten in einer dieser Disziplinen vermitteln.

Nach Fachgebiet betrachtet, zählen folgende Berufe zu den fragtesten STEM-Berufen:

- Naturwissenschaften: Physik, Chemie, Biologie, Biotechnologie, Astrophysik, Medizin, Zahnmedizin usw.
- Technologie: Computerwissenschaften, Telekommunikation, Systemanalyse, Robotik, Webentwicklung usw.
- Ingenieurwissenschaften: Elektronik, Elektrotechnik, Maschinenbau, Architektur usw.
- Mathematik: Mathematik, Betriebswirtschaftslehre, Statistik usw.

Auf dem Arbeitsmarkt besteht jedoch ein kontinuierlicher Bedarf an Fachkräften. Daher entstehen neben den traditionellen Berufen jedes Jahr neue MINT-Berufe. Dazu zählen Studiengänge in Bereichen wie Datenverarbeitung (Big Data), Cybersicherheit, Nanowissenschaften, virtuelle und erweiterte Realität, Internet der Dinge (IoT), Bioinformatik, Genetik, Lebensmittelwissenschaften, Umweltwissenschaften und Astronomie. Laut dem US-Arbeitsministerium (Bureau of Labor Statistics) wird allein im Bereich Data Science die Anzahl der Arbeitsplätze zu



# Die Relevanz von STEM in der gegenwärtigen Gesellschaft

Eine Ausbildung in den MINT-Fächern ist aus verschiedenen Gründen von großer Bedeutung. Erstens gehören MINT-Berufe weltweit zu den bestbezahlten und gefragtesten. Derzeit wächst die Anzahl der Arbeitsplätze in diesen Bereichen schneller als im durchschnittlichen Arbeitsmarkt – ein Trend, der sich in den kommenden Jahren zweifellos fortsetzen wird. Dies bedeutet, dass in diesen Bereichen ein erheblicher Bedarf an Fachkräften besteht und Studierende, die ein MINT-Studium absolvieren, mit höherer Wahrscheinlichkeit einen erfüllenden und vor allem gut bezahlten Job finden.

Zweitens hat die MINT-Bildung auch das Ziel, die seit langem bestehende Geschlechterkluft in diesen Bereichen zu überwinden. Derzeit ist der Anteil der Frauen in MINT-Berufen niedrig, jedoch werden schrittweise höhere Quoten erreicht. In diesem Zusammenhang existieren zahlreiche Kampagnen, die Mädchen bereits früh aktiv dazu anregen, ein MINT-Studium zu beginnen, um sie später für eine Karriere in diesen Bereichen zu begeistern und somit die Geschlechtervielfalt in diesen Sektoren zu fördern.

Schließlich vermittelt die MINT-Bildung den Schülerinnen und Schülern Fähigkeiten, die auch in anderen Lebensbereichen anwendbar sind. Die im MINT-Unterricht erlernten Problemlösungs-, kritischen Denk- und Analysefähigkeiten können in vielen anderen Kontexten und Situationen genutzt werden, auch außerhalb der MINT-Fächer. Diese Fähigkeiten bereiten die Schülerinnen und Schüler auf lebenslanges Lernen und Erfolg vor, unabhängig von der gewählten Berufslaufbahn.



# Allgemeiner Kontext von MINT-Berufen

Eine Ausbildung in den MINT-Fächern ist aus verschiedenen Gründen von großer Bedeutung. Erstens gehören MINT-Berufe weltweit zu den bestbezahlten und gefragtesten. Derzeit wächst die Anzahl der Arbeitsplätze in diesen Bereichen schneller als im durchschnittlichen Arbeitsmarkt – ein Trend, der sich in den kommenden Jahren zweifellos fortsetzen wird. Dies bedeutet, dass in diesen Bereichen ein erheblicher Bedarf an Fachkräften besteht und Studierende, die ein MINT-Studium absolvieren, mit höherer Wahrscheinlichkeit einen erfüllenden und vor allem gut bezahlten Job finden.

Zweitens hat die MINT-Bildung auch das Ziel, die seit langem bestehende Geschlechterkluft in diesen Bereichen zu überwinden. Derzeit ist der Anteil der Frauen in MINT-Berufen niedrig, jedoch werden schrittweise höhere Quoten erreicht. In diesem Zusammenhang existieren zahlreiche Kampagnen, die Mädchen bereits früh aktiv dazu anregen, ein MINT-Studium zu beginnen, um sie später für eine Karriere in diesen Bereichen zu begeistern und somit die Geschlechtervielfalt in diesen Sektoren zu fördern.

Schließlich vermittelt die MINT-Bildung den Schülerinnen und Schülern Fähigkeiten, die auch in anderen Lebensbereichen anwendbar sind. Die im MINT-Unterricht erlernten Problemlösungs-, kritischen Denk- und Analysefähigkeiten können in vielen anderen Kontexten und Situationen genutzt werden, auch außerhalb der MINT-Fächer. Diese Fähigkeiten bereiten die Schülerinnen und Schüler auf lebenslanges Lernen und Erfolg vor, unabhängig von der gewählten Berufslaufbahn.

## *Entwicklung und Bedeutung*

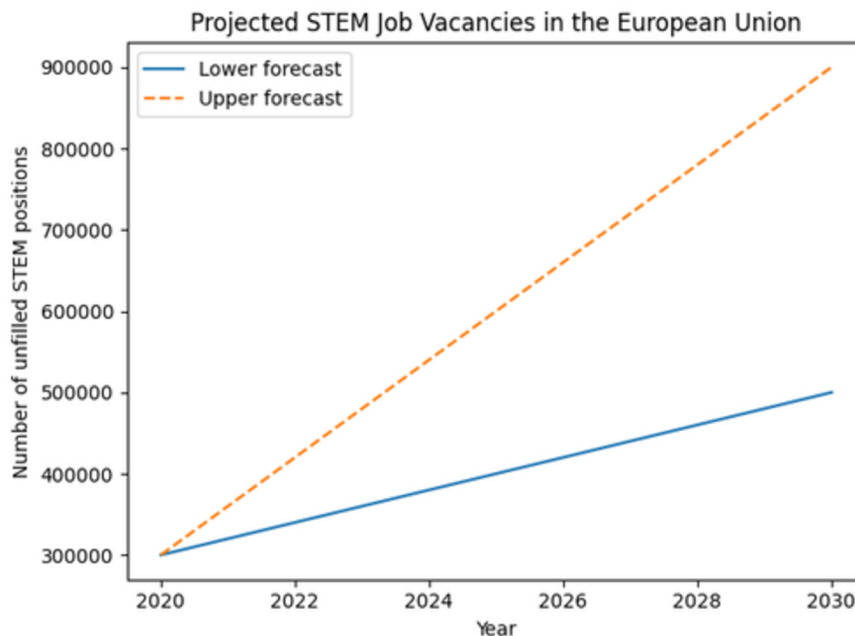
Studien und Prognosen sind sich einig: In der Europäischen Union übersteigt die Nachfrage nach Fachkräften in technischen und naturwissenschaftlichen Berufen das Angebot. Diese Lücke dürfte sich in den kommenden Jahren erheblich vergrößern. Gleichzeitig nimmt das Interesse junger Menschen an MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) ab. Dies bedeutet, dass die Nachfrage nach Fachkräften in Zukunft weiter ansteigen wird. Doch dies ist nicht die einzige Herausforderung. Die Grundlage für die wirtschaftliche, industrielle, technologische und soziale Entwicklung hängt von den bahnbrechenden Erkenntnissen zukünftiger MINT-Absolventen ab. Es ist wichtig, die Ausgangssituation zu analysieren und nach Ursachen und Lösungen für das sogenannte MINT-Paradoxon zu suchen: Warum sinkt das Interesse junger Menschen an MINT-Studiengängen kontinuierlich, obwohl die zukünftigen Berufsaussichten in diesen Bereichen äußerst vielversprechend sind und sich voraussichtlich verbessern werden?



## Der Bedarf an diesen Berufen auf dem globalen und lokalen Markt

Europa erlebt derzeit einen Paradigmenwechsel auf dem Arbeitsmarkt. Die Globalisierung der Märkte nimmt zu und erfordert neue Qualifikationen. Automatisierung, Industrie 4.0, die Entwicklung der Telekommunikation, Big Data und der Übergang zu sauberer Energie sind nur einige der Gegebenheiten unserer heutigen Gesellschaft, von denen der Wohlstand der modernen Welt abhängt. Gleichzeitig sind sie die Trends, die das zukünftige Wirtschaftswachstum fördern werden. All dies erfordert Fachkräfte in den MINT-Disziplinen.

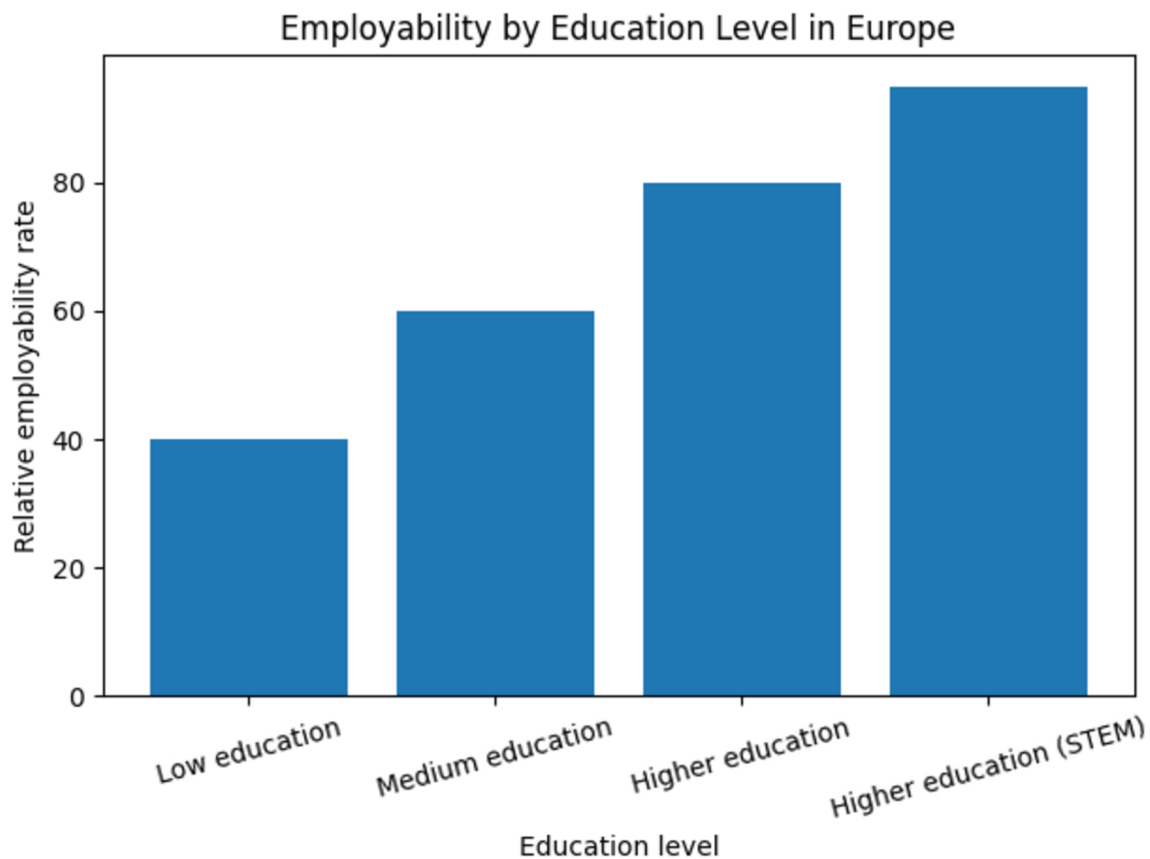
Die besten Beschäftigungsmöglichkeiten für Hochschulabsolventen ergeben sich mit einem Hochschulabschluss<sup>1</sup>. Dieser Trend hat sich im vergangenen Jahrzehnt fortgesetzt und wird voraussichtlich auch mittel- bis langfristig anhalten. Je höher der Bildungsgrad der Bevölkerung ist, desto größer sind die Beschäftigungsfähigkeit und die Erwerbsquote, während die Arbeitslosenquote sinkt. Dies gilt unabhängig von Alter und Geschlecht, wobei die Beschäftigungsquote in den MINT-Berufen am höchsten ist.



Die Europäische Kommission hat auf einen erheblichen Mangel an Fachkräften in den Bereichen Wissenschaft und Technologie hingewiesen. Prognosen deuten darauf hin, dass im Jahr 2020 etwa 300.000 Stellen unbesetzt bleiben werden; in einem Zeitraum von zehn Jahren könnte diese Zahl auf 500.000 oder sogar 900.000 ansteigen. Der Hauptgrund hierfür ist der Wandel im Produktionsmodell. Faktoren wie die zunehmende Automatisierung, die Reindustrialisierungsstrategie der Europäischen Union, der Eintritt der Babyboomer-Generation in den Ruhestand sowie die Herausforderungen, mit denen europäische Unternehmen bei der Rekrutierung von Fachkräften konfrontiert sind, tragen zu diesem Problem bei.

Die bedeutendste Herausforderung für die EU ist der Mangel an Fachkräften in diesem Sektor. Das nachlassende Interesse an MINT-Fächern bewirkt, dass sich Studierende gegen ein Studium in diesen Bereichen entscheiden oder es vorzeitig abbrechen.





### ***Vorhergesagtes Wachstum in den MINT-Bereichen***

In den letzten Jahren hat die Gesellschaft ein neues Zeitalter der Digitalisierung erreicht, das tiefgreifende Veränderungen in unserem Leben, unserer Arbeit und unseren Interaktionen mit sich bringt. Die Vierte Industrielle Revolution (Industrie 4.0), die 2016 im Rahmen des Weltwirtschaftsforums in Davos thematisiert wurde, wird durch die Digitalisierung und die Konvergenz physischer, digitaler und biologischer Technologien vorangetrieben, einschließlich künstlicher Intelligenz, Robotik, Biotechnologie, Nanotechnologie und 3D-Druck. Diese Entwicklungen verändern die Wirtschaft, Geschäftsmodelle, das Gesundheitswesen und den Alltag grundlegend und erfordern von der Gesellschaft eine erhöhte Anpassungsfähigkeit und Flexibilität.

Wissenschaftler betonen, dass diese technologischen Umwälzungen das Menschsein neu gestalten und die Art und Weise beeinflussen, wie Individuen mit Technologie, anderen Menschen und sich selbst interagieren. Digitale Geräte sind allgegenwärtig geworden, verändern die soziale Interaktion und reduzieren traditionelle Konzepte von Privatsphäre, während die digitale Nutzung immer früher einsetzt.

Trotz Bedenken bezüglich der Automatisierung wird prognostiziert, dass der technologische Fortschritt neue Arbeitsplätze im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion schaffen wird, selbst wenn bestehende Berufe sich weiterentwickeln oder verschwinden. Robotik und künstliche Intelligenz verändern bereits Sektoren wie Medizin und Logistik und ersetzen nicht nur gering qualifizierte Tätigkeiten, sondern auch hochspezialisierte Berufe. Mit dem fortschreitenden Wandel der Arbeitswelt wird der Bedarf an fortgeschrittenen technologischen Fähigkeiten zunehmen, was die Notwendigkeit von Bildungssystemen betont, die Menschen auf eine sich schnell entwickelnde digitale Zukunft vorbereiten.

# Akademische Chancen in den MINT-Fächern

## *Spezialisierungsoptionen*

STEM-Studiengänge (Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik) bieten eine Vielzahl akademischer Möglichkeiten für alle, die ihr Wissen erweitern oder sich auf zukunftsorientierte Bereiche konzentrieren möchten. Diese Studiengänge ermöglichen es Fachleuten, aktuell zu bleiben, ihre Karriere zu fördern und einen bedeutenden Beitrag zur wissenschaftlichen und technologischen Entwicklung zu leisten. Die wichtigsten Spezialisierungsoptionen und die relevantesten Zukunftsbereiche sind im Folgenden aufgeführt.

## *Postgraduierten- und Masterabschlüsse*

Postgraduierten- und Masterstudiengänge stellen eine verbreitete Option dar, sich nach dem Abschluss eines MINT-Studiums zu spezialisieren. Diese Programme bieten:

- Vertiefe dein Wissen in speziellen Bereichen wie fortgeschrittener Ingenieurwissenschaft, Informatik oder angewandter Mathematik.
- Zugang zu hochqualifizierten Stellen in der Industrie oder Wissenschaft.
- Entwickeln Sie praktische Fertigkeiten durch Projekte und Kooperationen mit Unternehmen.

In Europa zeichnen sich Studiengänge wie die Masterstudiengänge in Biomedizintechnik, Data Science und Robotik besonders aus. Zudem fördern internationale Stipendien wie Erasmus Mundus die Mobilität von Studierenden, die an herausragenden Studiengängen interessiert sind.

## *Wissenschaftliche Forschung*

Für alle, die zum weltweiten Wissen beitragen möchten, ist die akademische Forschung ein bedeutendes Tätigkeitsfeld.

- Doktorgrade: Sie stellen den Zugang zur Forschung dar und erlauben es Studierenden, an innovativen Projekten teilzunehmen, die von Universitäten, Regierungen oder privaten Einrichtungen unterstützt werden.
- Internationale Projekte: Programme wie Horizont Europa unterstützen die Kooperation in Bereichen wie Quantenphysik und Biotechnologie.

Die Folgen dieser Spezialisierung sind sichtbar in Innovationen wie mRNA-Impfstoffen und Fortschritten bei nachhaltigen Materialien.



## *Fortgeschrittene Kurse und spezielle Zertifikate*

Die schnelle Entwicklung der STEM-Technologien hat die Nachfrage nach speziellen technischen Kursen und Zertifizierungen gesteigert.

**Kurzkurse und Bootcamps:** In Bereichen wie Programmierung, Cybersicherheit oder Datenanalyse werden intensive Schulungen angeboten.

**Anerkannte Zertifizierungen:** beispielsweise AWS Certified Solutions Architect (Cloud-Technologie) oder Microsoft Certified: Data Analyst (Datenanalyse).

**Vorteile:** Sie fördern eine zügige Eingliederung in den Arbeitsmarkt oder die Auffrischung des Wissens in einem sich kontinuierlich wandelnden Umfeld.

## *Wachsende Sektoren*

Zukunftsorientierte Bereiche in den MINT-Fächern stehen für die Zukunft von Innovation und nachhaltiger Entwicklung. Zu den bedeutendsten zählen:

**Künstliche Intelligenz und Big Data:** Künstliche Intelligenz (KI) und Big-Data-Analysen verändern grundlegend verschiedene Branchen.

**Wesentliche Anwendungsbereiche:** Prozessautomatisierung, Marketing-Personalisierung, Epidemieprognose und autonomes Fahren.

**Akademische Optionen:** Masterabschlüsse und Zertifikate in den Bereichen Maschinelles Lernen, Predictive Analytics und KI-Ethische Studien sind stark nachgefragt.

**Biotechnologie:** Die Biotechnologie vereint Biologie, Chemie und Technologie, um neuartige Lösungen in den Bereichen Gesundheit, Landwirtschaft und Umwelt zu entwickeln.

**Wesentliche Entwicklungen:** Gentherapien, Biokunststoffe und Bioproduktion.

**Akademische Spezialisierung:** Masterstudiengänge in Molekularbiotechnologie, Bioinformatik oder Biomedizin ermöglichen eine vertiefte Ausbildung in diesen Fachbereichen.

**Erneuerbare Energien:** Im Rahmen des weltweiten Wandels zu einer nachhaltigen Zukunft stellen erneuerbare Energien eine wesentliche Säule dar.

**Wachstumsbereiche:** Windkrafttechnologie, Solar-Photovoltaik und Energiespeicherung.

**Ausbildungsprogramme:** Masterstudiengänge im Bereich erneuerbare Energien und ökologische Nachhaltigkeit sind darauf ausgelegt, Fachkräfte auszubilden, die diesen Wandel anführen können.

Akademische Programme in den MINT-Fächern bieten nicht nur zahlreiche Spezialisierungsmöglichkeiten, sondern bereiten Fachkräfte auch auf die Bewältigung der dringendsten globalen Herausforderungen vor. Sei es durch ein Masterstudium, Forschungsprojekte oder technische Fortbildungen – diese Optionen sind entscheidend, um in einer sich ständig verändernden Welt wettbewerbsfähig zu bleiben.



# Karrieremöglichkeiten in den MINT-Disziplinen:

## Hauptbeschäftigungsfelder:

STEM-Studiengänge (Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik) bieten aufgrund ihrer Bedeutung für die digitale Transformation, Nachhaltigkeit und technologische Entwicklungen zahlreiche Karrierechancen. Absolventen dieser Disziplinen finden Beschäftigungsmöglichkeiten in strategischen Bereichen, gefragten Berufen und haben die Gelegenheit, sich international unternehmerisch zu engagieren.



# Die begehrtesten Berufe in der MINT-Welt

<b>Datenwissenschaftler</b>	<p>Datenwissenschaftler spielen eine entscheidende Rolle bei der Analyse umfangreicher Datenmengen und der Ableitung von Erkenntnissen, die für Wirtschaft, Wissenschaft und Politik von Bedeutung sind. Gemäß dem Bericht „Die Zukunft der Arbeit 2023“ des Weltwirtschaftsforums ist dieser Berufszweig an der Spitze der Nachfrage nach Fachkräften im Technologie- und Finanzsektor.</p>
<b>Softwareentwickler</b>	<p>Softwareentwicklung und -optimierung sind in Technologieunternehmen sowie in traditionellen Branchen, die sich im Wandel befinden, unverzichtbare Fähigkeiten. Von Softwarearchitekten bis zu Full-Stack-Entwicklern zeichnet sich dieser Beruf durch Flexibilität und eine hohe Vergütung aus.</p>
<b>Bioinformatik</b>	<p>Die Verbindung zwischen Biologie und Technologie hat den Bioinformatiker hervorgebracht, der Genomdaten analysiert und Algorithmen für die medizinische Forschung erstellt. Dieses Profil ist für Bereiche wie Biotechnologie und Pharmakologie von entscheidender Bedeutung.</p>



## **Globale Chancen**

*Der weltweite STEM-Markt ist umfangreich und zeigt eine starke Nachfrage in Ländern wie den USA, Deutschland und Japan, wo im Technologie- und Industriesektor ein Fachkräftemangel besteht. Initiativen wie STEM-Visa und internationale Partnerschaften bieten Fachkräften, die im Ausland tätig werden möchten, neue Chancen.*

## **Unternehmertum in den MINT-Bereichen**

*Unternehmertum stellt einen bedeutenden Karrierepfad dar. Zahlreiche Absolventen der MINT-Fächer gründen Start-ups in Bereichen wie künstliche Intelligenz, Biotechnologie und erneuerbare Energien. Technologie-Inkubatoren und -Acceleratoren wie Y Combinator oder Techstars bieten diesen Initiativen finanzielle und strategische Unterstützung.*

## **Schlüsselqualifikationen für den Erfolg in MINT-Fächern**

Der MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) ist durch kontinuierliche Weiterentwicklung geprägt, die durch technologische und wissenschaftliche Fortschritte gefördert wird. Um in diesem Bereich erfolgreich zu sein, müssen Fachkräfte sowohl fachliche als auch soziale Kompetenzen sowie Anpassungsfähigkeit und die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen entwickeln. Diese Schlüsselkompetenzen werden im Folgenden ausführlich erläutert.

### ***Fachliche Fähigkeiten:***

Technische Fertigkeiten sind spezifische und messbare Kompetenzen, die direkt mit dem Wissen über Werkzeuge, Programmiersprachen, Technologien und Prozesse in den MINT-Fächern verbunden sind. Diese Fertigkeiten sind entscheidend, da sie Fachkräfte in die Lage versetzen, in einem hochtechnischen Umfeld praktische Lösungen zu entwickeln, umzusetzen und zu optimieren. Zu den wichtigsten zählen:

- *Programmierung und Softwareentwicklung: Kenntnisse in Programmiersprachen wie Python, Java oder C++ sind für Fachleute, die in Bereichen wie Softwareentwicklung, künstlicher Intelligenz oder Datenanalyse tätig sind, unerlässlich.*
- *Datenanalyse: Die Fähigkeit, mit umfangreichen Datenmengen (Big Data) umzugehen, Vorhersagemodelle zu entwickeln und relevante Schlussfolgerungen zu ziehen, ist in Bereichen wie Data Science, Ingenieurwesen und Biotechnologie von großer Bedeutung.*
- *Kenntnisse über spezialisierte technologische Werkzeuge: Die Beherrschung bestimmter Software und Werkzeuge für Bereiche wie Ingenieurwesen (AutoCAD, MATLAB) oder Grafikdesign (Photoshop, Illustrator) ist entscheidend, um komplexe technische Aufgaben erfolgreich zu bewältigen.*



## **Soziale Kompetenzen:**

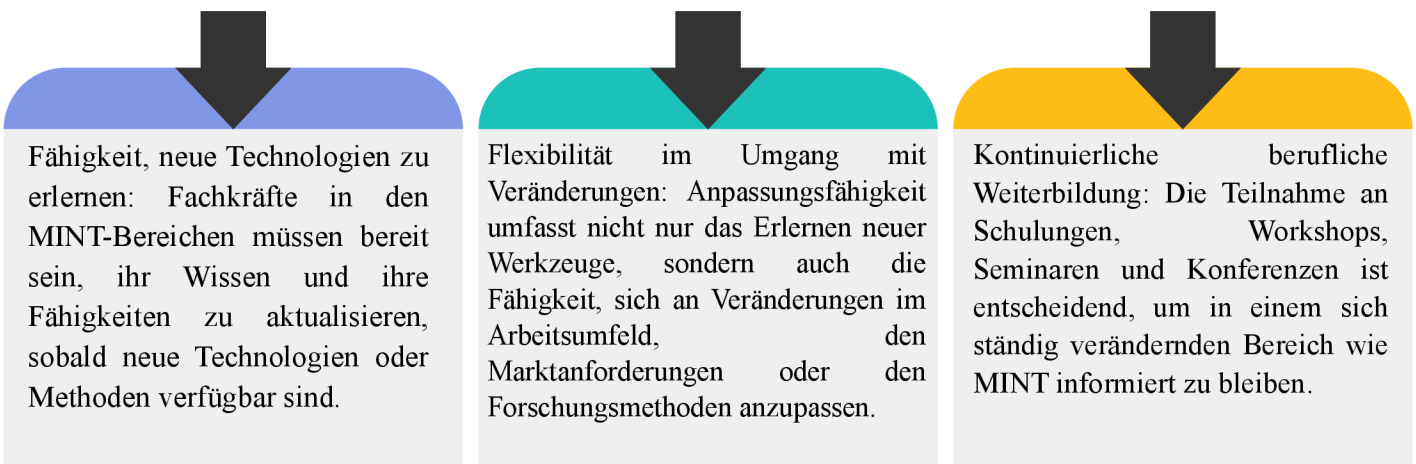
Neben Fachkenntnissen sind soziale Kompetenzen für den Erfolg im MINT-Bereich unerlässlich. Diese Fähigkeiten umfassen zwischenmenschliche Fertigkeiten und Managementfähigkeiten, die Zusammenarbeit, effektive Kommunikation und Teamarbeit fördern. Zu den wichtigsten sozialen Kompetenzen gehören:

- **Teamarbeit:** Die Mehrheit der MINT-Projekte benötigt die Kooperation von Experten aus unterschiedlichen Fachrichtungen. Die Fähigkeit, im Team zu agieren, Ideen zu teilen und die Bemühungen zu synchronisieren, ist für Innovation und Fortschritt von entscheidender Bedeutung.
- **Effektive Kommunikation:** Die Fähigkeit, komplexe Ideen klar und verständlich zu übermitteln, ist von entscheidender Bedeutung. Dies schließt sowohl schriftliche als auch mündliche Kommunikation ein, um Forschungsergebnisse, technische Berichte oder Präsentationen darzustellen.
- **Kritisches Denken:** Die Fähigkeit, Informationen zu bewerten, Probleme zu identifizieren und rationale Lösungen zu entwickeln, ist entscheidend für die Bewältigung komplexer Herausforderungen in Wissenschaft und Technik.
- **Zeitmanagement und Führungsfähigkeiten:** Fachkräfte in den MINT-Bereichen müssen in der Lage sein, ihre Projekte, Ressourcen und Fristen effizient zu verwalten sowie Teams zu leiten und unter Druck bedeutende Entscheidungen zu treffen.



# Anpassungsvermögen und fortlaufendes Lernen

Die MINT-Branche ist gekennzeichnet durch eine schnelle technologische Entwicklung und ständige Veränderungen in Methoden und Werkzeugen. Daher sind Anpassungsfähigkeit und lebenslanges Lernen unerlässlich, um mit den Innovationen und Veränderungen in diesem Bereich Schritt zu halten. Die Fähigkeit, neue Fähigkeiten zu erlernen, sich an neue Umgebungen anzupassen und unbekannte Herausforderungen zu bewältigen, ist entscheidend für den langfristigen Erfolg.



Die Schlüsselkompetenzen für den Erfolg in den MINT-Fächern beschränken sich nicht nur auf technische Fähigkeiten, sondern beinhalten auch Soft Skills sowie die Fähigkeit zur kontinuierlichen Anpassung und zum Lernen. Die Kombination dieser Kompetenzen ist entscheidend, um gegenwärtige und zukünftige Herausforderungen in diesem Bereich zu meistern und einen bedeutenden Beitrag zu Innovation und technologischem Fortschritt zu leisten. Die fortwährende Weiterentwicklung der MINT-Fächer erfordert von Fachkräften nicht nur Fachwissen in ihrem jeweiligen Bereich, sondern auch die Fähigkeit zur Zusammenarbeit, Kommunikation und Anpassung an ein sich ständig veränderndes Umfeld.



# Abschluss

Das M-STEM-Curriculum bietet MINT-Lehrkräften einen zukunftsorientierten und pädagogisch fundierten Rahmen für den effektiven Einsatz von Metaverse-Technologien im Unterricht. Es vermittelt ihnen die erforderlichen Kompetenzen, um ansprechende, immersive und schülerzentrierte MINT-Lernerfahrungen zu entwickeln, indem es solide theoretische Grundlagen mit praxisnahen Schulungen kombiniert. Das Programm unterstützt Lehrkräfte dabei, die Potenziale und Herausforderungen des Unterrichts in virtuellen Umgebungen zu bewältigen, indem es von grundlegenden Konzepten und digitaler MINT-Kompetenz zu angewandten Projekten, Evaluationsmethoden und ethischen Aspekten überleitet.

Das M-STEM-Curriculum geht über die bloße Anwendung von Technologie hinaus und fördert kritisches sowie kreatives Denken, interdisziplinäre Zusammenarbeit und reflektierte pädagogische Praktiken. Es betrachtet das Metaverse als einen revolutionären Lernraum, der das Engagement, die Experimentierfreude und die Problemlösungskompetenz in den MINT-Disziplinen erhöht. Durch die Auseinandersetzung mit Evaluation, Karrierewegen und dem angemessenen Einsatz immersiver Technologien sichert das Curriculum einen umfassenden und nachhaltigen Ansatz für die MINT-Bildung in digitalen und virtuellen Umgebungen.

Das M-STEM-Curriculum stellt einen kohärenten und anpassungsfähigen Ausbildungsweg bereit, der Lehrkräfte dazu befähigt, innovative MINT-Lehrmethoden sicher zu implementieren und somit den sich verändernden Anforderungen des Bildungssektors und der zukünftigen Arbeitswelt gerecht zu werden. Angesichts der fortschreitenden Entwicklung immersiver Technologien bietet dieses Curriculum eine skalierbare Strategie zur Integration digitaler Welten in den MINT-Unterricht und unterstützt Lehrkräfte bei der Schaffung inklusiver, motivierender und zukunftsorientierter Lernerfahrungen.



## Selbsteinschätzung: Einschätzung & Bewertung

Die nachfolgenden Richtig/Falsch-Aussagen sind dazu gedacht, Lehrkräften zu helfen, die in Kapitel 6 behandelten Schlüsselkonzepte zu wiederholen und zu festigen. Kennzeichnen Sie jede Aussage als Richtig (R) oder Falsch (F) entsprechend dem Inhalt von Kapitel 6.

Richtig/Falsch-Fragen:

STEM-Berufe beinhalten Disziplinen wie Naturwissenschaften, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik. (Richtig/Falsch)

Berichten zufolge entwickeln sich STEM-Berufe langsamer als der durchschnittliche Arbeitsmarkt. (Richtig/Falsch)

Ein Ziel der MINT-Bildung besteht darin, die Geschlechterkluft in den Bereichen Wissenschaft und Technik zu reduzieren. (Richtig/Falsch)

Die MINT-Ausbildung bereitet Schüler gezielt auf Berufe in den naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen vor. (Richtig/Falsch)

1. Die Europäische Union sieht sich einem Fachkräftemangel in MINT-Berufen gegenüber. (Richtig/Falsch)

2. Automatisierung und Industrie 4.0 reduzieren den Bedarf an MINT-Fachkräften auf dem Arbeitsmarkt. (Richtig/Falsch)

3. Postgraduierten- und Masterstudiengänge bieten Absolventen der MINT-Fächer die Möglichkeit, sich zu spezialisieren und Zugang zu hochqualifizierten Positionen zu erlangen. (Richtig/Falsch)

4. Soziale Kompetenzen wie Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit werden in MINT-Berufen als unwichtig angesehen. (Richtig/Falsch)

Kontinuierliches Lernen und die Fähigkeit zur Anpassung sind entscheidend für den langfristigen Erfolg in MINT-Berufen. (Richtig/Falsch)



# Selbsteinschätzung: Bewertungsbogen für Beurteilung und Einschätzung

Lösungsschlüssel

WAHR

FALSCH

WAHR

FALSCH

WAHR

FALSCH

WAHR

FALSCH

WAHR



Co-funded by  
the European Union



# ETHISCHE ÜBERLEGUNGEN

## MSTEM

### KAPITEL 7

METAVERSE-GESTÜTZTE MINT-AUSBILDUNG FÜR  
EINE NACHHALTIGE UND RESILIENTE ZUKUNFT

*2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516*



Co-funded by  
the European Union



Colegio  
Séneca  
S.Coop.And



# Einführung

Der Bildungssektor wird durch das Metaverse revolutioniert, was die Interaktion zwischen Mensch und Computer grundlegend verändern wird. Angesichts des schnellen technologischen Fortschritts entwickeln führende Tech-CEOs innovative Ansätze, um das Metaverse als Lernumgebung zu nutzen. Seit der COVID-19-Pandemie haben sich die Menschen an Telemedizin, Telearbeit und zahlreiche andere Formen der Fernkommunikation gewöhnt.

Viele Pädagogen richten in letzter Zeit verstärkt ihr Augenmerk auf das Metaverse. Nach der Ankündigung von Facebook, sich in Meta umzubenennen und künftig unter diesem Namen zu agieren, stieg das Interesse an Informatik und Bildung zusätzlich an. Metaverse-Tools bieten spannende neue Ansätze zur Einbindung von Studierenden, kollaborativem Lernen, realitätsnahen Simulationen und personalisierten Lernerfahrungen. Mit zunehmender Immersion und Datenerfassung ergeben sich jedoch eine Reihe ethischer Fragestellungen, mit denen sich Pädagogen auseinandersetzen müssen. Der Fokus liegt dabei auf Datenschutz, Sicherheit und verantwortungsvollem Handeln. Da die virtuelle Umgebung immer komplexer und potenziell aufdringlicher wird, müssen auch verschiedene ethische Bedenken berücksichtigt werden, darunter Datenschutz und Datensicherheit, digitale Identität, Chancengleichheit und Zugang, Eigentumsrechte sowie die Kontrolle des Einflusses immersiver Technologien auf geistiges Eigentum. Dieses Kapitel beleuchtet die zentralen ethischen Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Technologie und dem Metaverse in der Bildung. Darüber hinaus bietet es Lehrenden nützliche Hinweise, wie sie mit möglichen Herausforderungen im Unterricht umgehen, Fragen von Studierenden beantworten und Metaverse-Erfahrungen respektvoll, sicher und im Einklang mit pädagogischen Idealen integrieren können.

Das M-STEM-Curriculum geht über die bloße Anwendung von Technologie hinaus und fördert kritisches sowie kreatives Denken, interdisziplinäre Zusammenarbeit und reflektierte pädagogische Praktiken. Es betrachtet das Metaverse als einen revolutionären Lernraum, der das Engagement, die Experimentierfreude und die Problemlösungskompetenz in den MINT-Disziplinen erhöht. Durch die Auseinandersetzung mit Evaluation, Karrierewegen und dem angemessenen Einsatz immersiver Technologien sichert das Curriculum einen umfassenden und nachhaltigen Ansatz für die MINT-Bildung in digitalen und virtuellen Umgebungen.

Das M-STEM-Curriculum stellt einen kohärenten und anpassungsfähigen Ausbildungsweg bereit, der Lehrkräfte dazu befähigt, innovative MINT-Lehrmethoden sicher zu implementieren und somit den sich verändernden Anforderungen des Bildungssektors und der zukünftigen Arbeitswelt gerecht zu werden. Angesichts der fortschreitenden Entwicklung immersiver Technologien bietet dieses Curriculum eine skalierbare Strategie zur Integration digitaler Welten in den MINT-Unterricht und unterstützt Lehrkräfte bei der Schaffung inklusiver, motivierender und zukunftsorientierter Lernerfahrungen.



# Ethische Aspekte im Metaverse

## Datenschutz und Datensicherheit

Die Plattformen für das Metaverse und Künstliche Intelligenz beruhen auf der Erfassung einer Vielzahl von Nutzerinformationen, einschließlich:

Persönliche Profildaten – Name, E-Mail-Adresse, Konten in sozialen Medien, Bilder und Videos

Verhaltensdaten – Interaktionen, Entscheidungen, Bewegungsmuster, Suchverlauf

Biometrische oder Sensordaten – VR/AR-Geräte

Wesentliche ethische Fragestellungen:

**Aufklärung und Zustimmung:** Lernende müssen nachvollziehen, welche Daten erfasst werden und wie diese genutzt werden. Dies beinhaltet die ausdrückliche Zustimmung der Eltern bei Minderjährigen.

**Datenminimierung:** Es sollten ausschließlich die unbedingt erforderlichen Daten erfasst und gespeichert werden.

**Weitergabe an Dritte:** Zahlreiche Metaverse-Plattformen geben Daten an externe Partner weiter. Schulen und Lehrkräfte sollten in dieser Hinsicht transparent sein und, wenn möglich, Plattformen mit strengen Datenschutzrichtlinien auswählen.

## Sicherheit in digitalen Umgebungen

### Wesentliche Sicherheitsanliegen und deren Lösungen

Sicherheit umfasst nicht nur Passwörter, sondern auch den Schutz der Nutzer vor digitalen Bedrohungen, die in immersiven Umgebungen entstehen können.

#### 1) Malware (Viren, Trojaner, Ransomware)

**Malware ist eine Art von Schadsoftware, die darauf abzielt, Systeme zu schädigen, Daten zu entwenden oder den Zugriff auf Geräte zu verhindern. Ransomware beispielsweise verschlüsselt Dateien und verlangt ein Lösegeld für deren Wiederherstellung.**

- **Lösungen**

- **Installieren Sie vertrauenswürdige Antiviren- und Anti-Malware-Software.**

**Halten Sie Ihre Betriebssysteme und Anwendungen regelmäßig aktuell.**

**Vermeiden Sie das Herunterladen von Dateien aus unbekanntem oder unzuverlässigen Quellen.**

**Führen Sie regelmäßig Sicherungen Ihrer Daten durch.**



## Phishing- und Social-Engineering-Angriffe

Phishing-Angriffe versuchen, Nutzer durch gefälschte E-Mails, Nachrichten oder Websites dazu zu bringen, sensible Daten wie Passwörter und Bankdaten preiszugeben. Social Engineering nutzt dabei nicht technische Schwachstellen, sondern das Vertrauen von Menschen.

### Lösungen

Sensibilisieren Sie die Benutzer für das Erkennen von verdächtigen E-Mails und Links.

- Überprüfen Sie die Identität des Absenders, bevor Sie klicken oder antworten.

Verwenden Sie E-Mail-Filter und Schutz vor Spam.

- Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) einschalten



### 3) Sicherheitsvorfälle und Datenschutzverletzungen

Unbefugter Zugriff auf persönliche, institutionelle oder finanzielle Daten kann zu Identitätsdiebstahl, finanziellen Einbußen und Schäden am Ruf führen.

### Lösungen

Verschlüsseln Sie vertrauliche Daten (sowohl bei der Speicherung als auch während der Übertragung).

Datenzugriffe gemäß Benutzerrollen einschränken (Prinzip der minimalen Berechtigungen).

Einhaltung der Datenschutzrichtlinien (z. B. DSGVO)

Überwachungssysteme zur Erkennung ungewöhnlicher Aktivitäten



Security Concern	Key Solution
Malware	Antivirus, updates, backups
Phishing	Awareness, MFA, email filters
Weak passwords	Strong passwords, password managers
Data breaches	Encryption, access control
Insecure networks	VPNs, secure Wi-Fi
Cyberbullying	Policies, moderation, education
Identity theft	Privacy controls, monitoring
Outdated software	Regular updates

## Richtlinien und verantwortungsbewusste Praktiken

Pädagogen sollten sich der Gesetze bewusst sein, die gelten, wenn Lernende digitale Plattformen nutzen.

Gemeinschaftsvereinbarungen über angemessenes Verhalten festlegen.

Nutzen Sie robuste Authentifizierungsmethoden (komplizierte Passwörter, Multi-Faktor-Authentifizierung).

Stellen Sie sicher, dass die Plattformen die verschlüsselte Kommunikation unterstützen.

Die Interaktionen im „öffentlichen Bereich“ werden von qualifizierten Moderatoren überwacht.

Klassenregeln und Eskalationswege für unsicheres Verhalten definieren.



## Wichtige Fragen

Welche Informationen werden von dieser Metaverse-Plattform erfasst und wer hat Zugriff darauf?

Ist es möglich, unsere Unterrichtsstunde im Metaversum zu hacken?

Wie können Lehrkräfte die Privatsphäre der Schüler wahren, wenn sie Metaverse und immersive digitale Plattformen im Bildungsbereich einsetzen?

3) Auf welche Weise können Lehrkräfte verantwortungsbewusstes und ethisches Verhalten bei Schülern im Metaverse und in anderen virtuellen Umgebungen unterstützen?

## Ethische Praktiken im Metaversum und in der KI

Erfassung nur erforderlicher Daten

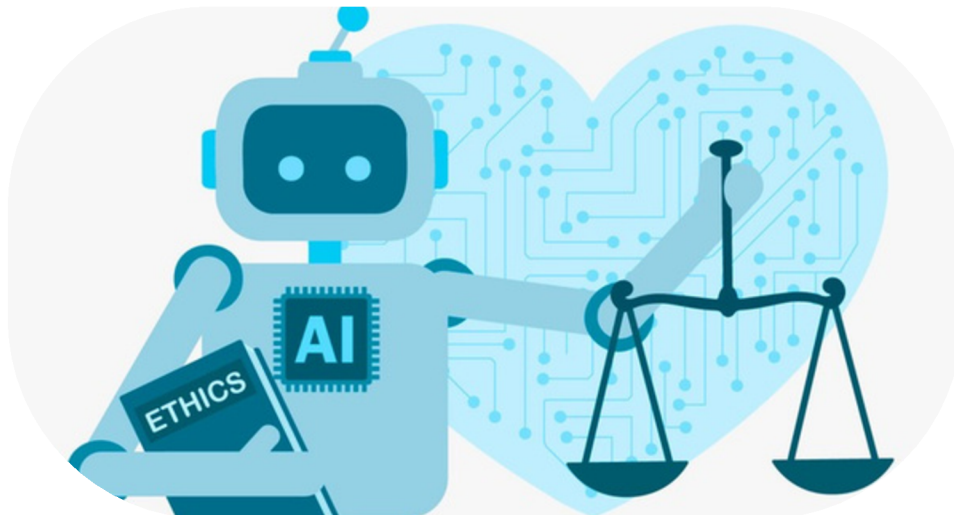
Stellen Sie sicher, dass die informierte Einwilligung vorliegt, insbesondere bei Minderjährigen.

Ermöglichen Sie den Benutzern den Zugriff auf ihre Daten sowie deren Berichtigung oder Löschung.

Transparenz und Nachvollziehbarkeit

Gleichberechtigung und Antidiskriminierung

Menschliche Überwachung



Co-funded by  
the European Union

## Abschluss

Das Metaverse hat das Potenzial, die Bildung durch tiefere Simulationen, erhöhte Partizipation und neue Formen der Zusammenarbeit grundlegend zu transformieren. Dieses Potenzial erfordert jedoch ein starkes Engagement für ethisches Handeln. Um digitale Interaktionen zu schützen, respektvolle Gemeinschaften zu fördern und die Privatsphäre zu wahren, ergreifen verantwortungsvolle Pädagogen präventive Maßnahmen. Ein zentraler Bestandteil verantwortungsvoller und erfolgreicher Lernkonzepte ist der ethische Umgang mit Technologie und dem Metaverse. Mit der zunehmenden Integration des Metaverse in die Bildungslandschaft treten eine Reihe bedeutender Risiken und Bedenken auf. Datensicherheit und Datenschutz stehen dabei im Mittelpunkt. Sensible Schülerdaten sind einem höheren Risiko ausgesetzt, kompromittiert oder missbraucht zu werden, da Bildungsinteraktionen im Metaverse immer umfassender und stärker integriert werden.



## Selbsteinschätzung: Einschätzung & Bewertung

Die nachfolgenden Richtig/Falsch-Aussagen sind dazu gedacht, Lehrkräften zu helfen, die in Kapitel 7 behandelten Schlüsselkonzepte zu wiederholen und zu festigen. Kennzeichnen Sie jede Aussage als Richtig (R) oder Falsch (F) entsprechend dem Inhalt von Kapitel 7.

Richtig/Falsch-Fragen:

Es wird angenommen, dass das Metaverse die Interaktion zwischen Mensch und Computer im Bildungssektor transformieren wird. (Richtig/Falsch)

Durch ein intensiveres Eintauchen in das Metaverse werden ethische Bedenken bezüglich der Datenerhebung ausgeräumt. (Richtig/Falsch)

Metaverse-Plattformen sind in der Lage, personenbezogene, verhaltensbezogene und biometrische Daten von Nutzern zu sammeln. (Richtig/Falsch)

Die informierte Einwilligung beinhaltet die Beschaffung der elterlichen Zustimmung, wenn die Lernenden unter 18 Jahre alt sind. (Richtig/Falsch)

Datenminimierung bedeutet, so wenige Nutzerdaten wie möglich für die zukünftige Verwendung zu sammeln. (Richtig/Falsch)

Phishing-Angriffe nutzen überwiegend technische Schwachstellen von Systemen aus, weniger das Vertrauen der Menschen. (Richtig/Falsch)

Malware kann Viren, Trojaner und Ransomware beinhalten, die den Zugriff auf Dateien einschränken können. (Richtig/Falsch)

Pädagogen sollten eindeutige Gemeinschaftsregeln und Eskalationswege für unsicheres Verhalten definieren. (Richtig/Falsch)

Die ethische Nutzung des Metaverse im Bildungsbereich erfordert die Berücksichtigung von Datenschutz und Datensicherheit. (Richtig/Falsch)



# Selbsteinschätzung: Bewertungsbogen für Beurteilung und Einschätzung

Lösungsschlüssel

WAHR

FALSCH

WAHR

WAHR

FALSCH

FALSCH

WAHR

WAHR

FALSCH



Co-funded by  
the European Union

# Referenzen

- Anderson, J., & Rainie, L. (2022). The Metaverse in 2040.  
<https://pewrsr.ch/3yuYNIn>
- Angel-Urdinola, D., Castillo-Castro, C., & Hoyos, A. (2021). Meta-analysis assessing the effects of virtual reality training on student learning and skills development.  
<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/4d6047ed-c6fa-5bd1-ba2a-f876ec62ded8/content>
- Bureau of Labor Statistics. (n.d.). Data scientists. U.S. Department of Labor.  
<https://www.bls.gov/ooh/math/data-scientists.htm>
- Damaševičius, R., & Sidekerskiene, T. (2024). Virtual worlds for learning in Metaverse: A narrative review. *Sustainability*, 16, 2032.  
<https://doi.org/10.3390/su16052032>
- Favre, D. (2016). *Éduquer à l'incertitude: Élèves, enseignants – comment sortir du dogmatisme ?* Ed. Dunod.
- Ephraim, N. (2024). The impact of peer assessment on student learning.  
<https://adiutor.co/blog/the-impact-of-peer-assessment-on-student-learning/>
- Fonseca, J., & Borges-Tiago, T. (2024). Metaverse and education for sustainable global citizenship: Ethical paradoxes. In A. Kavoura et al. (Eds.), *Strategic Innovative Marketing and Tourism (ICSIMAT 2023)*. Springer, Cham.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-031-51038-0\\_84](https://doi.org/10.1007/978-3-031-51038-0_84)
- Frazier, K. (2022). Virtual reality: The next big thing in digital literacy (with examples).  
<https://www.kaixr.com/post/digital-literacy-examples>
- Hirsch, D., & Dufresne, S. (2020). Building soft skills for the workforce: Strategies for STEM professionals. *Journal of Education and Technology*, 23(1), 45–59.
- Joies, S. (2024). Exploring potential of learning assessments in Metaverse. *The e-Assessment Association Blog*.  
<https://www.e-assessment.com/news/exploring-potential-of-learning-assessments-in-metaverse/>



- Making STEM more engaging and inclusive. (2020, August 7). Edutopia.  
<https://www.edutopia.org/article/making-stem-more-engaging-and-inclusive>
- Mehta, S., Gupta, S., Aljohani, A., & Khayyat, M. (2024). Impact and potential of machine learning in the Metaverse. IGI Global.
- National Academy of Engineering (NAE). (2008). Changing the conversation: Messages for improving public understanding of engineering. National Academies Press.
- Pasquinelli, E., Farina, M., Bedel, A., & Casati, R. (2020). Définir et éduquer l'esprit critique. Rapport de recherche, Institut Jean Nicod.
- Spair, R. (n.d.). The comprehensive guide to the Metaverse: Unleashing the power of the digital universe. Rick Spair.
- Srisawat, S., & Piriyastrawong, P. (2022). Metaverse virtual learning management based on gamification techniques model to enhance total experience.  
<https://www.researchgate.net/publication/363942766>
- STEM everywhere: Science, technology, engineering, and math in the real world. (2014, August 26). Edutopia.  
<https://www.edutopia.org/article/stem-everywhere-science-technology-engineering-and-math-real-world>
- Sutopo, A. H. (2023). The future of education: How the metaverse is changing learning. Topazart.
- The value of a STEM education. (2012, November 2). Edutopia.  
<https://www.edutopia.org/stw-college-career-stem-infographic>
- Vincent-Lancrin, S., González-Sancho, C., Bouckaert, M., de Luca, F., Fernández-Barrera, M., Jacotin, G., Urgel, J., & Vidal, Q. (2019). Fostering students' creativity and critical thinking: What it means in school. OECD.
- World Economic Forum. (2023). The future of jobs 2023. World Economic Forum.  
[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf)
- Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. *Frontiers in Psychology*.



Autoren: Lycée polyvalent Clément Ader, Malmö Stad, Digitalisierungsabteilung, Eurasia R&D Limited, VAEV R&D GmbH, Schulinspektorat Teleorman, Agrupamento De Escolas De Barcelos, Colegio Séneca S.C.A

Diese Veröffentlichung wurde mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission im Rahmen des Erasmus+-Projekts „Metaverse-basierte MINT-Bildung für eine nachhaltige und resiliente Zukunft“, 2023-1-FR01-KA220-SCH-000151516, erstellt. ©Lycée polyvalent Clément Ader, Malis Emösen, R&D Digital Education Limited, VAEV R&D GmbH, Inspectoratul Școlar Județean Teleorman, Agrupamento De Escolas De Barcelos, Colegio Séneca S.C.A

Herausgegeben und veröffentlicht durch Eurasia R&D Limited (Türkei)

Zuweisung, unter den gleichen Bedingungen teilen

Es liegt in Ihrem Ermessen:

Teilen – Kopieren und Verbreiten Sie das Material in jedem Medium oder Format.  
Bearbeiten – Remixen, Umgestalten und Weiterentwickeln des Materials.

Solange Sie die Lizenzbedingungen befolgen, kann der Lizenzgeber diese Freiheiten nicht zurücknehmen.

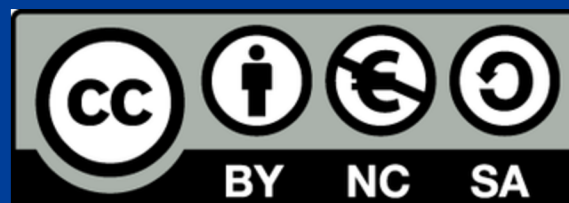
Unter diesen Bedingungen:

Namensnennung – Sie sind verpflichtet, den Urheber angemessen zu benennen, einen Link zur Lizenz bereitzustellen und anzugeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Dies kann auf jede angemessene Weise geschehen, jedoch nicht so, dass der Eindruck entsteht, der Lizenzgeber unterstütze Sie oder Ihre Nutzung.

Nicht kommerziell — Die Verwendung des Materials für kommerzielle Zwecke ist nicht gestattet.

ShareAlike — Wenn Sie das Material remixen, verändern oder darauf aufbauen, sind Sie verpflichtet, Ihre Beiträge unter derselben Lizenz wie das Original zu verbreiten.

Keine zusätzlichen Einschränkungen — Es ist Ihnen untersagt, rechtliche Bestimmungen oder technische Maßnahmen zu ergreifen, die andere rechtlich daran hindern, etwas zu tun, was durch die Lizenz gestattet ist.



Co-funded by  
the European Union

